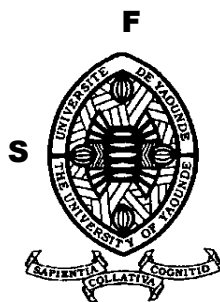


UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

FACULTE DES SCIENCES DE
L'ÉDUCATION

CENTRE DE RECHERCHE
ET DE FORMATION
DOCTORALE EN SCIENCES HUMAINES,
SOCIALES ET ÉDUCATIVES

UNITÉ DE RECHERCHE ET DE
FORMATION
DOCTORALE EN SCIENCES DE
L'ÉDUCATION ET DE L'INGÉNIERIE
ÉDUCATIVE



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTY OF EDUCATION

POST GRADUATE SCHOOL FOR
SOCIAL AND EDUCATIONAL
SCIENCES

DOCTORAL UNIT OF RESEARCH
AND TRAINING IN SCIENCE OF
EDUCATION AND EDUCATIONAL
ENGINEERING

**ENSEIGNEMENT DE L'OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE ET
PERFORMANCES DES APPRENANTS: CAS DE LA
FOCOMÉTRIE AU COLLÈGE FRANTZ-FANON EN
CLASSE DE PREMIÈRES SCIENTIFIQUES.**

Mémoire présenté

Par :

WILLY-NELSON KOUAKAM GONTIO

Titulaire d'une licence en physique

Matricule : **15V3805**

En vue de l'obtention du

DIPLÔME DE MASTER EN DIDACTIQUE DES DISCIPLINES

Spécialité : Didactique de physique

Option : Ingénieur concepteur des programmes et des matériels didactiques

Co-encadreur

:

Co-encadreur

Dr. Wamba André
Chargé de cours
ENS-UY 1

Dr Gnokam Edmond
Chargé de cours
ENS-UY 1

Janvier 2019



TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	i
DEDICACES.....	iv
REMERCIEMENTS	v
LISTE DES ABREVIATIONS	vi
LISTES DES GRAPHIQUES	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES ANNEXES	ix
RESUME.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE.....	3
CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE.....	4
I.1.Contexte et justification de l'étude	4
I.1.1. Le cadre didactique dans lequel l'élaboration de l'observation s'inscrit.....	6
I.1.2. Etude historique et épistémologique	7
1.2. Position et formulation du problème	15
A - Constat	15
B- Le problème de recherche	19
1.3 -Question de recherche.....	20
1.3.1 -Question principale	20
1.3.2-Questions secondaires	20
1.4 -Objectif de l'étude.....	20
1.4.1 -Objectif général.....	20
1.4.2 -Objectifs spécifiques	21
1.5 -Intérêt de l'étude	21
1.5.1 -Intérêt scientifique	21
1.5.2 -Intérêt didactique	22
1.5.3 -Intérêt pédagogique.....	22
1.5.4 -Intérêt social.....	23
1.6 -Délimitation de l'étude.....	23
1.6.1 -Délimitation thématique.....	24

1.6.2 -Délimitation géographique.....	24
1.6.3 -Délimitation Temporelle.....	26
1.6.4 -Délimitation théorique.....	26
2.1 -Définition des concepts.....	27
CHAPITRE 2 : INSERTION THEORIQUE DE L'ETUDE.....	27
2.3 -Théories relatives au sujet.....	41
2.3.1 -Le connectivisme :.....	41
2.3.1.1 -Son implication dans le processus enseignement apprentissage.....	41
2.3.1.2 -Avantages et limites du connectivisme.....	43
a -Avantages.....	43
b -Limites.....	44
2.3.2 -La transposition didactique.....	44
2.3.2.1 -La nécessité de la transposition didactique dans le processus enseignement/apprentissage....	44
2.3.2.2 -Inconvénient.....	46
2.4 -Formulation des hypothèses.....	46
2.4.1 -Hypothèse générale.....	46
2.4.2 -Hypothèses de recherches.....	47
2.5 -Définition des variables.....	47
2.5.1 -La variable indépendante (V _I).....	47
2.5.2 -La variable dépendante (V _D).....	47
2.6 -Tableau synoptique.....	48
DEUXIEME PARTIE:CADRE METHODOLOGIQUE.....	51
CHAPITRE 3: METHODOLOGIE DE L'ETUDE.....	52
3.1. Type de recherche.....	52
3.2 -Site de l'étude.....	53
3.3 -Population.....	53
3.3.1 -Population cible.....	54
3.3.2 -Population accessible.....	54
3.4 -Echantillon et méthode d'échantillonnage.....	54
3.4.1 - L'échantillon.....	54
3.4.2 -Méthode d'échantillonnage.....	55
3.5 Description de l'instrument de collecte des données.....	57

3.6 -Analyse à priori du pré-test et post test.....	58
TROISIEME PARTIE : CADRE OPÉRATOIRE	90
CHAPITRE 4 : PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS.....	91
4.1 Présentation descriptive des résultats	91
4.1.1 - Les tests d'habiletés	91
4.1.1 – Performances des classes d'élèves au pré test.....	91
4.2 Vérification des hypothèses	109
4.2.1 Vérification de l'hypothèse de recherche 1 (HR1) à travers le Test de T Student.....	109
4.2.2 Vérification de l'hypothèse recherche 2 (HR2) à travers le Test de T Student	112
CHAPITRE 5 : INTERPRETATION DES RESULTATS	116
ET IMPLICATIONS PROFESSIONNELLES	116
5.1. Interprétations des résultats.....	116
5.1.1 L'approche pédagogique suivant la D.I.C.H.I.S	116
5.1.2 L'utilisation du didacticiel ou la méthode programmée.....	117
5.1.3 Difficultés rencontrées et limites de l'étude.....	119
5.2. Implications théoriques et professionnelles des résultats.....	121
5.2.1-Sur le plan théorique.	121
5.2.2-Sur le plan professionnel.....	124
5.4-Suggestions	125
5.4.1-Aux chercheurs.	125
5.4.2-Aux enseignants.	126
5.4.3 Aux responsables pédagogiques.....	126
5.4.4-Aux élèves.....	127
CONCLUSION GENERALE.....	129
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	128
ANNEXE	136

DEDICACES

Je dédie ce travail :

- À mes Grand-parents : Feu Gontio André et feu Kwatchié julienne
Feu Ngatcha François et Fangang Charlotte

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin à ce travail et à leur exprimer ma profonde reconnaissance.

J'adresse en premier lieu de nombreux remerciements au Dr Gnokam Edmond, et au Dr Wamba André, qui ont dirigé ce travail et qui m'ont permis de le mener à son terme. Chacun d'eux a su combiner la rigueur, l'expertise et les qualités humaines indispensables pour me permettre de relever ce défi.

Je remercie profondément tous les enseignants du département de didactique des disciplines qui ont assuré notre formation. Ils ont eu une influence sur le développement de ce travail à travers leurs conseils, leur aide ou plus généralement leurs apports à la didactique de la physique.

Mes remerciements vont aussi à Mlle Ambadiang Babara Fixelle et Mme Edjidji Darista, qui ont fortement influencé mon choix sur les options de master. Les échanges que nous avons eu, ont assurément contribué à enrichir ma réflexion personnelle sur l'enseignement de la physique.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance au Dr Alexandre Thomas Essomba, le principal du collège Frantz Fanon, car il m'a permis d'effectuer le stage académique dans son institution.

Il est évident que ce travail n'aurait pas pu aboutir sans la participation d'un groupe d'enseignants de physique au collège Frantz Fanon. Ils ont bien voulu se prêter à mes expérimentations en m'offrant leur temps, leurs réflexions et leur expertise. Je les en remercie très sincèrement.

Je remercie mes collègues (enseignants ou non) en ingénierie de conception des programmes et du matériel didactique, et tous ceux qui dans mon environnement académique et professionnel ont su m'apporter leur aide et leur soutien.

Enfin, une phrase n'est que peu de chose pour remercier mes proches, mes amis, ma famille pour leur soutien sans faille, leur patience et leur tolérance lors de mes sessions d'isolement studieux ou mes coups de stress. Comment aurais-je pu réussir cela sans vous ? Merci un million de fois !

LISTE DES ABREVIATIONS

B.C.U	: Bibliothèque Centrale Universitaire
F.S.E	: Faculté des Sciences de l'Éducation
U.Y.I	: Université de Yaoundé 1
D.A.S.I.A	: Didactic Approach Based on Science Investigation Ability
D.I.C.H.I.S	: Didactique Centrée sur les Habiletés d'Investigations Scientifiques
C.H.I.S	: Centrée sur les Habiletés d'Investigations Scientifiques
T.S	: Taux de Sondage
H.R	: Hypothèse de Recherche
V.D.	: Variable dépendante
V.I	: Variable Indépendante
QCM	: Questions à Choix multiples
G.E	: Groupe expérimental
G.T	: Groupe Témoin
M.G	: Moyenne Générale
P.I.S.A	: (<i>Programme for International Student Assessment</i> ; en français, Programme international pour le suivi des acquis des élèves)
T.I.M.S.S	: (<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i> ; en français, Tendances internationales dans l'enseignement des mathématiques et des sciences)
l'O.C.D.E	: (Organisation de coopération et de développement économiques)
R.A.A	: Réponses attendues de l'apprenant
T.I.C	: Technologie de l'Information et de la Communication
E.A.O	: Enseignement Assisté par Ordinateur

LISTES DES GRAPHIQUES

- Graphique1** : Diagrammes à bandes des fréquences des notes des classes de première D au pré – test.....94
- Graphique2** : Courbes des fréquences des notes des classes de premières D1 au pré – test.....95
- Graphique3** : Diagrammes à bandes des notes des classes de première D1 au post – test..... 98
- Graphique 4** : Courbes des fréquences des notes des classes de première D au post – test.....99
- Graphique 5**: Diagrammes à bandes des notes des classes de première D2 au pré – test.....103
- Graphique 6** : Courbes des fréquences des notes des classes de première D2 au pré – test.....104
- Graphique7** : Diagrammes à bandes des notes des classes de premières D2 au post – tes.....107
- Graphique 8**: Courbes des fréquences des notes des classes de première D au post – test.....108

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Tableau synoptique.....	49
Tableau 2 : Types d'échantillonnages.....	55
Tableau 3 : Tableau des Critères de structuration des quotas de l'échantillon par groupe.....	56
Tableau 4 : Tableau récapitulatif des résultats du test d'homogénéité pour les deux groupes de PD ₁	57
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des résultats du test d'homogénéité pour les deux groupes de PD ₂	57
Tableau 6 : Analyse à priori du pré - test portant sur l'approche pédagogique : la D.I.C.H.I.S.....	58
Tableau 7 : Analyse à priori du post- test portant sur l'approche pédagogique : la D.I.C.H.I.S.....	64
Tableau 8 : Analyse à priori du pré- test portant sur le didacticiel.....	72
Tableau 9 : Analyse à priori du post- test portant sur le didacticiel.....	76
Tableau 10 : les schémas expérimentaux en recherche quantitative.....	84
Tableau 11 : Notes des élèves au pré - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D ₁₋₁	92
Tableau 12 : Notes des élèves au pré - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D ₁₋₂	93
Tableau 13 : Notes des élèves au post - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D ₁₋₁	96
Tableau 14 : Notes des élèves au post - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D ₁₋₂	97
Tableau 15 : Notes des élèves au pré - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D ₂₋₁	100
Tableau 16 : Notes des élèves au pré - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D ₂₋₂	102
Tableau 17 : Notes des élèves au post - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D ₂₋₁	105
Tableau 18 : Notes des élèves au post - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D ₂₋₂	106
Tableau 19 : Résultat du test T de Student en P.D ₁ sur le modèle C.H.I.S.....	110
Tableau 20 : Indice Eta ² sur le modèle C.H.I.S.....	111
Tableau 21 : ANOVA groupe de contrôle sur le modèle C.H.I.S.....	111
Tableau 22 : ANOVA groupe expérimental sur le modèle C.H.I.S.....	112
Tableau 23 : Résultat du test T de Student en P.D ₂ sur le didacticiel.....	113
Tableau 24 : Indice Eta ² sur le didacticiel.....	114
Tableau 25 : ANOVA groupe de contrôle sur le didacticiel.....	114
Tableau 26 : ANOVA groupe expérimental sur le didacticiel.....	115
Tableau 27 : Récapitulatif.....	115

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Loi de Student.....	136
Annexe 2 : Loi de Fisher- SNEDECOR ($\alpha=0,05$).....	137
Annexe 3 : DEFINITION OPERATIONNELLE DES HABILETES D'INVESTIGATIONS SCIENTIFIQUES.....	138
Annexe 4 : DEFINITION DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PLAN DE COURS CHIS.....	141
Annexe 5 : UNE TAXONOMIE DES OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES.....	144
Annexe 6 : DESCRIPTION COMPORTEMENTALE D'ATTITUDES « SCIENTIFIQUES ».....	147
Annexe 7 : Plan de cours suivant le modèle C.H.I.S.	149
Annexe 8 PRE-TEST: D.I.C.H.I.S.....	152
Annexe 9 POST-TEST: D.I.C.H.I.S.....	157
Annexe 10 PRE-TEST: DIDACTICIEL.....	162
Annexe 11 POST TEST: DIDACTICIEL.....	167
Annexe 12 PHOTOS	173

RESUME

L'utilisation du didacticiel, tout comme La D.I.C.H.I.S. (Didactique Centrée sur les Habiletés d'Investigations Scientifiques) dont la spécificité réside dans les situations problèmes et le développement des habiletés d'investigation scientifique est un ensemble de stratégies visant à former l'esprit scientifique en amenant l'apprenant à s'engager dans l'apprentissage et la construction de ses connaissances, ce qui permet à celui-ci d'acquérir des compétences dans l'action. Aussi, avons-nous formulé l'hypothèse selon laquelle ces approches amélioreraient les performances scolaires des apprenants.

Ces stratégies ont été expérimentées au collège Frantz-Fanon en classe de premières D. Les évaluations subies à la fois par les apprenants du groupe témoin et ceux du groupe expérimental ont consisté en deux tests d'habiletés, l'un avant (pré-test ou test d'homogénéité) l'autre à la fin de l'expérimentation (post - test ou test expérimental).

La comparaison des résultats des deux groupes à l'aide d'outils statistiques montre que l'utilisation de la D.I.C.H.I.S. et du didacticiel influencent positivement l'acquisition des connaissances et améliorent considérablement les performances des apprenants.

Mots clés : Enseignement, optique, optique géométrique, focométrie

ABSTRACT

The use of didactic device as well as the Didactic Approach Based on Scientific Investigation Abilities (D.A.S.I.A), which specificity lies in the problem solving situations and the development of abilities for scientific investigation is a set of strategies aiming to mould up students' scientific spirit. They lead them to engage on the learning process and develop knowledge autonomously through meaningful actions. Therefore, the present study hypothesizes that these approaches effectively improve the performance of learners.

These strategies were experienced at Frantz-Fanon high school in the class of Première D. Two tests of ability were successively administered to two groups of students; the first test (pre-test or test of homogeneity) before and the second test (post-test or experimental test) at the end.

The comparison of the results from the two groups revealed that the D.A.S.I.A used alongside with the educational software positively influence the acquisition of knowledge and improved considerably students' performance.

Keywords: Teaching; Optics; Geometrical optics; Lensometer

INTRODUCTION GENERALE

L'enseignement des sciences a longtemps préoccupé les chercheurs et les praticiens de la didactique des sciences. Selon (DE VICCHI, 1990) « Il ne suffit pas de regarder notre environnement afin d'élaborer les connaissances ayant un statut scientifique; il faut dépasser cette observation, construire des modèles explicatifs des théories... » De même que Gérard DE VICCHI, de nombreux praticiens des disciplines scientifiques se sont toujours intéressés aux méthodes adéquates pour l'enseignement des sciences car, dans nos écoles, les sciences sont enseignées de manière purement théorique par des maîtres très peu à l'aise avec cette discipline et qui accordent une grande place à l'abstraction (Gruson, 2012). Les échecs constatés lors des évaluations de physique ne serait-il pas dû à un manque d'intérêt provoqué par les méthodes (en vigueur dans nos lycées et collèges) traditionnelle et abstraite par lesquelles les concepts scientifiques sont présentés ? Devons-nous toujours incriminer la paresse des élèves ou le manque de matériel didactique pour justifier non seulement les échecs scolaires, mais aussi l'absence d'attitudes scientifiques constaté même chez ceux qu'on considère comme ayant réussi dans cette discipline et même dans la vie ?

C'est à cet effet que la didactique centrée sur les habiletés d'investigations scientifiques (D.I.C.H.I.S.) mise sur pied par le Dr Mukam Lucien depuis 1996 (dont les promoteurs sont : Dr Mukam Lucien et Dr Gnokam Edmond) et l'utilisation du didacticiel contribue à répondre à ces préoccupations.

L'application de la didactique centrée sur les habiletés d'investigations scientifiques (D.I.C.H.I.S.) et l'utilisation du didacticiel à l'enseignement de la physique est une contribution pratique aux différentes réflexions didactiques qui visent à rendre l'enseignement de la physique plus efficient et plus efficace en vue de développer chez l'apprenant des habiletés d'investigations scientifiques et de faire acquérir à ce dernier des attitudes scientifiques.

Dans cette optique, le présent travail de recherche se propose d'appliquer ces stratégies didactiques à l'enseignement des leçons de physique et il se structure en trois grandes parties à savoir : le cadre théorique suivie du cadre méthodologique et le cadre opératoire ; Une conclusion suivra ainsi que les perspectives.

La première partie consacrée au cadre théorique se structure autour de deux chapitres : les chapitres I et II. Le premier chapitre intitulé problématique de l'étude présente le contexte de l'étude, la formulation du problème, la présentation des objectifs de la recherche et la dé-

limitation du cadre d'étude. Le deuxième chapitre intitulé Insertion théorique aborde l'étude historique et épistémologique ainsi que l'explicitation des concepts clés de l'étude, il présente les travaux antérieurs relatifs à l'expérimentation dans l'enseignement des sciences, les modèles théoriques de référence et la définition des hypothèses.

La deuxième partie consacrée au cadre méthodologique se structure en un seul chapitre : le chapitre 3. Intitulé méthodologie, celui-ci présente le type de recherche, les moyens techniques mis en œuvre pour la collecte des informations, l'analyse à priori des pré-tests et post-tests

La troisième partie réservée au cadre opératoire s'articule autour de deux chapitres : le chapitre 4 et le chapitre 5. Le quatrième chapitre présente et analyse les résultats issus des différents tests à la suite du déroulement des cours théoriques et pratiques menés auprès de notre population d'étude. Le cinquième chapitre présente l'interprétation des résultats recueillis par l'étude et sous l'éclairage des modèles théoriques de référence ainsi que les difficultés auxquelles nous avons eu à faire face pendant nos travaux et les suggestions.

**PREMIERE PARTIE :
CADRE THEORIQUE**

CHAPITRE 1 : PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE

« Avant tout il faut savoir poser des problèmes. Et quoi qu'on dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique. Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi. Rien n'est donné. Tout est construit. » (Bachelard, 1938).

La problématique est donc la première étape à élaborer dans l'initiation d'une démarche scientifique. Nous aborderons dans ce chapitre, des éléments relatifs au contexte de l'étude, à la position et à la formulation du problème, à l'hypothèse, à l'objectif de la recherche ainsi qu'aux intérêts. Cette articulation majeure de notre travail s'achèvera par la délimitation thématique, géographique, temporelle et théorique de l'étude.

I.1.Contexte et justification de l'étude

La physique joue un rôle déterminant autant dans le développement et l'amélioration du niveau de vie des sociétés, que dans la compréhension des phénomènes naturels. Les citoyens n'arrivant pas à suivre l'évolution rapide et perpétuelle de cette science, se trouveront dépassés et incapables de s'adapter aux changements et innovations technologiques dans le monde. D'où la place importante qu'elle occupe dans notre système scolaire.

D'après le rapport scientifique sur la comparaison des évaluations P.I.S.A et T.I.M.S.S. du CNESCO¹, (Bodin, Décamp et al 2016) consacré aux programmes internatio-

¹ Conseil National d'Evaluation du Système Scolaire. Le dernier Rapport paru en 2016 son rôle étant : « Évaluer les méthodologies mises en œuvre par les évaluateurs des organismes internationaux ». Son objectif est d'analyser les cadres conceptuels et leurs opérationnalisations utilisés par les enquêtes internationales PISA et TIMSS. Étant donné la spécificité de TIMSS et l'importance donnée aux sciences par PISA en 2015, le rapport est centré sur les mathématiques et les sciences. Cette analyse porte sur deux grands axes : le premier est d'ordre technique, il concerne la préparation des enquêtes, les processus d'élaboration de leurs « instruments », c'est-à-dire tous les supports qui servent à leur mise en œuvre, le mode de passation des tests par les élèves, et la manière de rendre compte des résultats (la construction des « échelles ») ; Le second axe du rapport est d'ordre didactique : il s'intéresse aux contenus des tests qui sont proposés aux élèves, et analyse ce qui est demandé aux élèves en termes de connaissances et de compétences à mettre en œuvre ;

naux sur la comparaison des résultats des enquêtes PISA et des enquêtes TIMSS les méthodes employées pour enseigner les sciences en Afrique n'aboutissent pas toujours aux résultats attendus ; plus particulièrement au Cameroun, où l'on cherche à professionnaliser les enseignements. Les programmes PISA² et TIMSS³ sont sans doute les plus importants mis en place pour comparer les systèmes éducatifs puisqu'ils couvrent la quasi-totalité des pays et des systèmes éducatifs de la planète. Ainsi, tous les 3 ans depuis l'année 2000, les résultats de PISA sont présentés et commentés par l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique) pour chacun des pays concernés, puis, dans ces pays, par les instances gouvernementales. Les décideurs s'appuient sur ces résultats pour alerter les acteurs du système éducatifs sur tel ou tel point, pour annoncer de nouvelles mesures et, dans de nombreux pays, pour influencer sur les programmes d'enseignement et sur la formation des enseignants.

En 2015 par exemple, 57 pays ont participé à TIMSS. Les résultats ont montré que les apprenants en Afrique éprouvent d'énormes lacunes face aux sciences expérimentales (Bodin, Décamp et al, 2016 p.14) ; même les pays comme le Japon, Singapour, la Chine et certains pays de l'Europe de l'Est n'en sont pas épargnés (Bodin, Décamp et al, 2016, p.76). L'IEA⁴, dans le cadre de l'enseignement des sciences constate que la situation est encore plus alarmante en Afrique subsaharienne.

Lors de nos différents stages académiques (d'observations, en tutelle et en responsabilités), une observation préliminaire⁵ nous a permis de constater que les enseignants des classes de premières scientifiques éprouvent des difficultés dans l'enseignement de certains concepts

² Programme for International Student Assessment ; en français, Programme international pour le suivi des acquis des élèves

³ Trends in International Mathematics and Science Study ; en français, Tendances internationales dans l'enseignement des mathématiques et des sciences

⁴ International Association for the Evaluation of Educational Achievement ; en français, association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire est une association internationale à but non lucratif, indépendante des États et dont les membres sont des organismes de recherche universitaires ou gouvernementaux. L'IEA conduit des enquêtes internationales à grande échelle dans le domaine de l'éducation.

⁵ Au regard des effectifs pléthoriques dans les salles de classes, de l'absence de méthode standard pour l'enseignement des sciences physiques, de l'absence du matériel didactique, des laboratoires d'expérimentations presque inexistantes dans la plupart des collèges et lycées de la ville de Yaoundé.

et lois physiques. C'est par exemple le cas de la focométrie. Les lois d'optiques géométriques, parfois bien lues par les apprenants, causent de nombreuses difficultés chez ces derniers lors de leurs applications. Ces difficultés sont devenues un sujet d'étude pour les didacticiens. Nous présenterons le cadre didactique dans lequel l'élaboration de cette observation s'inscrit, et nous ferons une étude historique et épistémologique de l'optique géométrique.

I.1.1. Le cadre didactique dans lequel l'élaboration de l'observation s'inscrit

Les stratégies pédagogiques employées influencent fortement le processus enseignement/apprentissage ; Les chercheurs en didactique de physique s'accordent actuellement sur une vision socioconstructiviste de l'apprentissage (Maurines et Mayrargues, 2005, P.1) sous l'inspiration des travaux de psychologues tels que Piaget et Vygotski : l'apprenant n'est pas un réceptacle passif dans lequel on déverse des connaissances ; il les construit en s'aidant de celles qu'il possède déjà, en interaction avec son environnement matériel et social, en d'autres termes, « prendre en compte le vécu quotidien des apprenants sans les supposer être des tables rases et leur inculquer l'amour des sciences en les accompagnant méthodiquement dans leur parcours d'apprentissage »(Gagnon, 2014).

Nous savons maintenant que l'enseignement ne se réduit plus à une simple transmission de savoirs, mais que l'enfant est actif dans la construction de son savoir. Il ne s'agit plus d'une relation à deux, professeur et élève, mais bien d'une relation à trois : professeur, élève et savoir (Houssaye, 2000). Selon Jean Houssaye, l'acte pédagogique se définit comme : « l'espace entre les trois sommets d'un triangle : L'enseignant, l'apprenant et le savoir. Derrière le savoir se cache le contenu de la formation : la matière, le programme à enseigner. L'enseignant est celui qui à quelques enjambées d'avance sur celui qui apprend et qui transmet ou fait apprendre le savoir. Quant à l'apprenant, il acquiert le savoir grâce à une situation pédagogique, mais ce savoir peut-être aussi du savoir-faire, du savoir-être, du savoir agir, du faire savoir... ».

I.1.2. Etude historique et épistémologique

La physique « est un fruit de la civilisation générale, mais c'est aussi par ces applications, un levier puissant qui aide à son développement. Grace à cette réciprocité d'action, nous la voyons toujours marcher de pair avec le développement de la société. » (Poggendorff, 1883) ; la physique est une science qui étudie et explique les phénomènes que présentent tous les corps répartis dans l'univers. Nous pouvons dire qu'elle constitue l'une des clés du monde contemporain, car elle regorge d'impressionnants savoirs de l'humanité, partant de la fabrication d'outils rudimentaires tel que les marteaux, les lances, jusqu'à ces extraordinaires réalisations que sont les ordinateurs, le microscope, le scanner... L'on se rend à l'évidence que toute la technologie, dépend entièrement de la physique. Au fil du temps, l'Homme a toujours voulu améliorer sa compréhension de l'univers, ceci au moyen de la navigation, de l'observation des étoiles, l'écriture sur tablettes ou papyrus, l'invention de la métallurgie... De nombreux physiciens (Thalès de Milet, Ptolémée, Alhazen, Galilée...) se sont relayés pour faire grandir le savoir. Le mot physique (du grec *physis* = nature) comme l'indique son étymologie grecque, désigne au départ, la science de la nature, encore appelé philosophie naturelle par certains auteurs latins (Baudet, 2015). Parmi les grands domaines de la physique, nous avons la mécanique, l'optique, l'électricité, la thermique ; Dans le cadre de notre étude, nous nous intéresserons à l'optique, plus précisément à l'optique géométrique. Nous pouvons distinguer dans le développement de la physique, au milieu de ses fluctuations quatre grandes époques qui représentent assez fidèlement les différentes étapes accomplies dans la connaissance de la nature : La préhistoire, le moyen âge, la renaissance, les temps modernes.

Depuis l'antiquité, les hommes connaissaient cet ardent désir d'en savoir plus sur notre univers, ils faisaient des observations, et reproduisaient certains phénomènes sur des pierres, des tablettes, des papyrus ; ces dernières assuraient le stockage des informations. « C'est sur les berges du fleuve Tigre et Euphrate, du Nil et bien plus tard en Grèce que les prémices des sciences ont vu le jour, il y'a environs cinq mille ans. Celles -ci étaient transmises par des religieux qui assuraient une continuité du savoir. » (Baudet, 2015) Le sens même du mot optique a connu de nombreux développements ; l'on est parti de l'étude de la vision à l'étude des lentilles, puis à l'étude des miroirs et enfin à l'étude de la lumière, avant d'être intégré dans un corpus plus large de la physique. Les premières lentilles optiques furent fabriquées sous l'empire assyrien vers -750, il s'agissait de cristaux polis : très souvent le

quartz ; Puis, les anciens Egyptiens et babyloniens ont effectué les premiers travaux d'optique pratique visant la mise au point des lentilles. Les savants grecs à l'instar d'Euclide, d'Héron d'Alexandrie, de Ptolémée, continuent les travaux entrepris par les égyptiens et les babyloniens (Perdijon, 2008). Euclide est à l'origine d'une théorie d'optique géométrique : les *Catoptrica* (théorie des miroirs), où la notion de rayon lumineux voit le jour ; Héron d'Alexandrie écrit aussi des *Catoptrica*, tandis que Ptolémée travaille sur les propriétés de la lumière, notamment la réflexion sur des miroirs plans et sphériques, la réfraction de la lumière dans l'eau et l'air ; il montre que l'angle de réfraction croît au fur et à mesure que croît l'angle d'incidence ; mais ne parvient pas à définir la loi de la réfraction. Au sujet de la vision, d'après (Baudet, 2015) il y'a eu plusieurs interprétations : Tout d'abord nous avons eu les intramissionnistes tel que Epicure, ils pensaient que les objets envoyaient des émanations, qui parvenaient aux yeux des observateurs ; à l'inverse, les extramissionnistes estimaient que les yeux projettent un flux qui permet la perception de l'objet par une sorte de contact, à l'instar du touché. Pour d'autres savants antiques, comme Empédocle, la vision résulterait d'une sorte de compromis entre les deux positions extrêmes; c'est-à-dire à la fois, d'une interaction entre émanation des objets et flux visuel ; D'ailleurs (Poggendorff, 1883) nous révèle au sujet de ces anciens philosophes et physiciens, que : « Tandis que nous admettons avec raison que la vision se produit par quelque chose qui arrive dans l'œil du corps considéré, ils supposaient par contre que quelque chose émané de l'œil parvenait à l'objet. Ils admettaient que les rayons visuels palpaient l'objet regardé. Pour les anciens, la vision étaient une sorte de toucher. » ; Cette théorie s'est retrouvée chez les principaux philosophes et physiciens de l'époque à l'instar de Pythagore, Démocrite, Platon, Empédocle, Epicure, Hipparque, Lucrèce, Sénèque, Héron, Cléomède. La théorie des rayons visuels mérite une attention particulière, car elle a subsisté jusqu'au moyen âge ; Sa chute a marqué un changement profond dans la physique moderne. D'après (Poggendorff, 1883) Aristote est le seul ancien qui se soit exprimé de manière raisonnable sur la théorie générale de la lumière. Il pense qu'il doit exister entre l'objet et l'œil, un milieu qui sert d'intermédiaire à la vision, tout comme le son arrive jusqu'à l'oreille par l'intermédiaire de l'air. Aristote s'est prononcé contre la théorie des rayons visuels partant de l'œil ; Il s'interroge au sujet de l'œil, à savoir si l'œil était de feu comme l'affirme Empédocle et comme on le retrouve dans le *Timée*, et si la vision consistait en ce que la lumière s'échappe de l'œil comme d'une lanterne, pourquoi l'œil ne verrait-il pas dans l'obscurité ? Cette remarque était assez pertinente, l'insuffisance de la théorie de la lumière

chez les anciens résulte de leur connaissance imparfaite des phénomènes lumineux. En dehors des phénomènes relatifs à la vision, des phénomènes météoriques, ces anciens connaissaient aussi la réflexion et la réfraction mais d'une manière imparfaite.

Concernant la réflexion, les premiers hommes ont utilisé le miroir naturel tel que la surface de l'eau tranquille, les miroirs artificiels fabriqués à base du métal, de l'étain, du bronze, du verre, de la pierre, de l'argent ; Certains se trouvaient fréquemment dans les tombeaux des momies égyptiennes, d'autres faisaient partie de l'ameublement des romains et constituaient des objets de luxes. Pline cité par (Poggendorff, 1883) signale que « l'argent à la merveilleuse propriété de réfléchir les images, ce qui a lieu évidemment parce que l'air est renvoyé, et revient de nouveau à l'œil ». Sur le plan théorique, nous trouvons déjà dans l'école platonicienne la connaissance des deux lois⁷ qui forment encore aujourd'hui la base de la catoptrique :

- La lumière se propage en ligne droite dans un milieu homogène.
- Dans la réflexion, l'angle d'incidence et l'angle de réflexion sont égaux, et les rayons incidents et réfléchis se trouvent dans un plan perpendiculaire à la surface du miroir.

Les anciens connaissaient aussi une troisième loi se rapportant à la réflexion qui n'était point facile à observer et elle a conduit à l'une des lois les plus remarquables de la lumière :

- La lumière en se réfléchissant, suit toujours le chemin le plus court. (Poggendorff, 1883) rapporte à cet effet que : « Si un rayon parti de A tombe en B sur le miroir et de la se réfléchit en passant par le point C, $AB+BC$ est plus court que tout autre couple de lignes $AD+DC$; D désignant un point quelconque du miroir. » Plus tard, Ferma a indiqué une expression plus générale de cette loi.

Quant à la réfraction, c'est encore un phénomène si commun qu'il ne pouvait échapper longtemps à l'observation. Le fait qu'un aviron plongé obliquement dans l'eau semble brisé, c'est sans nul doute une remarque très ancienne. (Poggendorff, 1883) nous rapporte que Sé-

⁷ Ces deux lois se trouvent dans un ouvrage sur l'optique attribué au célèbre géomètre Euclide (né à Alexandrie 300 ans avant J.-C.)

nèque⁸ « connaissait parfaitement le pouvoir grossissant d'un vase rempli d'eau. Il savait aussi qu'un morceau de verre en forme de coin produit toutes les couleurs de l'arc en ciel ; Seulement il ne considérait pas ces couleurs comme naturelles mais comme des couleurs apparentes, semblables à celles du coup d'un pigeon et à celle que réfléchit un miroir. » Cléomède⁹ savait qu'un rayon lumineux qui passe obliquement d'un milieu à un autre plus dense se rapproche de la perpendiculaire et qu'il s'en éloigne au contraire lorsqu'il passe dans un milieu moins dense. Claude Ptolémée¹⁰ est l'homme qui a possédé les connaissances les plus étendues et les plus approfondies sur l'optique durant l'antiquité (Poggendorff, 1883). N'ayant aucune connaissance de la loi de la réfraction, il mesura et donna les angles des rayons lumineux dans les deux milieux avec la perpendiculaire à la surface de séparation, sans en tirer de conséquences ; après avoir calculé les indices de réfraction des angles qu'il indiquait, l'on a trouvé que les valeurs qu'il donnait étaient assez rapprochées de la vérité. Il connaissait aussi la réfraction astronomique : il savait qu'au zénith, il n'y a aucune déviation du rayon lumineux, les rayons entrant obliquement dans l'atmosphère sont déviés de la ligne droite et rapprochés de la verticale.

Au moyen âge, les conquêtes et invasions se multiplient partout en Europe, l'on assiste à la prise d'Alexandrie et à la destruction de la bibliothèque de cette ville ; une grande partie du savoir grec accumulé pendant l'antiquité se perd. C'est ainsi que la civilisation arabo-musulmane prend le relais du travail engagé par les grecs. L'on commence à concevoir le rayon lumineux comme indépendant de l'œil humain. C'est à Ibn al Haytam¹¹ qu'on attribue la paternité de l'optique moderne, de la physique expérimentale et de la méthode scientifique (Baudet, 2015). L'optique que nous possédons de lui est certainement peu claire et diffuse, mais elle mérite néanmoins toute notre attention. Alhazen admettait que la vision s'opère par quelque chose qui arrive dans l'œil, il s'est démarqué des anciens de la théorie de l'émission à la théorie de l'immission. Il a pu donner une description anatomique de l'œil, et expliquer quel rôle joue chaque partie dans le phénomène de vision. Il partageait certes, l'erreur que le cristallin est le principal organe de l'œil ; mais il a su donner une explication convenable du

⁸ Lucius Annaeus Seneca, né à l'an 12 et mort l'an 66 de notre ère.

⁹ Il vécut 50 ans après J.-C. et écrivit la théorie cyclique des météores.

¹⁰ Née en l'an 70 à Ptolémaïs en Egypte, il mourut en 147 à Alexandrie où il avait passé la plus grande partie de son existence à faire des observations et composer des ouvrages (la théorie de la vision, la réflexion, la réfraction, la théorie des miroirs plans, convexes et concaves) dont le plus célèbre est *Ptolemaei opticonum sermones* quinque.

¹¹ Plus connu sous le nom d'Alhazen par les occidentaux

fait que nous ne voyons qu'une seule image avec nos deux yeux, en s'appuyant sur le fait que les parties correspondantes des nerfs optiques des deux yeux sont affectés par la lumière. Le savant Alhazen à travailler sur la réflexion et la réfraction de la lumière, réfraction astronomique. L'optique géométrique progresse, l'on assiste à un intérêt accru pour la connaissance de l'œil en tant que organe de la vision. Au 13^e siècle, dans le domaine de l'optique deux hommes se distinguent de parts leurs travaux : Vitello et Péckham. Vitello fit la remarque très naturelle qui était passé inaperçue jusqu'alors, que « dans la réfraction, les deux angles restent les mêmes, que la lumière passe d'un milieu moins dense à un milieu plus dense ou inversement. Il compléta aussi la théorie de la réflexion et de la réfraction, en ce qu'il montra que dans les deux cas une certaine partie de la lumière se perd. » (Poggendorff, 1883). Il travailla sur la dispersion de la lumière : il a reproduit les couleurs de l'arc-en-ciel au moyen au moyen d'un verre rempli d'eau, placé au soleil. Quant à Jean Péckham, écrivain et archevêque de Cantebury, il publia un ouvrage sous le thème « *Perspectiva communis* » son ouvrage porte sur les extraits des travaux d'Alhazen. (Poggendorff, 1883).

Vers le XIV^e siècle, l'érudit Thierry de Freiberg a décrit la théorie de la dispersion de la lumière par un dioptré épais, et à tenter d'expliquer le phénomène de l'arc-en-ciel.

Vers le XVII^e siècle, Christian Huygens et Isaac Newton apporte à l'optique des développements théoriques importants : Newton, à l'aide des prismes et lentilles montre que la lumière blanche peut être non seulement diffractée jusqu'à être décomposée en plusieurs lumière de différentes couleurs, mais même recomposée. Il met en évidence la première théorie solide de la couleur, et également les phénomènes d'interférences (anneaux de newton) ; ses travaux le conduisent à supposer une nature corpusculaire de la lumière. Vers la même époque, Huygens développe les idées de Descartes et postule la nature ondulatoire de la lumière (principe de Huygens) initiant ainsi l'optique ondulatoire.

Les débuts de la physique **au sens moderne** datent sans doute de Galilée (1564-1642), dont on peut dire qu'il fut le premier physicien dans le sens actuel : sa foi en les mathématiques pour décrire le monde et les phénomènes fut ce qui le distingua de ses prédécesseurs. Galilée a perfectionné les instruments optiques pour l'astronomie en 1609, la fameuse lunette astronomique. La rigueur qui manquait encore à Galilée dans la formulation mathématique a été apportée par Descartes en 1637 : par l'intermédiaire des coordonnées cartésiennes, (la loi

de Descartes-Snell). Le fameux discours de la méthode, écrit en français, a cherché à décrire une manière déductive de traiter les problèmes, beaucoup moins fondée sur l'intuition. Nous pouvons dire que cette époque marque le début des sciences dites « exactes » fondées sur les raisonnements logiques de déduction. En 1657, le principe de Fermat voit le jour. À partir du XVIII^e siècle, l'on a découvert de nouveaux phénomènes tel que la déformation de la lumière au voisinage d'obstacles, ou le dédoublement de la lumière lors de la traversé de certains cristaux, d'où le développement au XIX^e siècle de l'optique physique ou ondulatoire¹², de l'optique quantique¹³, de l'optique des particules chargés¹⁴, de la bio-optique¹⁵,

C'est au **XIX^e siècle** que Thomas Young repose la question de la nature de la lumière à l'aide de ses nouvelles expériences et à la suite de la découverte du phénomène de polarisation. Pendant ce temps Augustin Fresnel reprend et perfectionne la théorie d'Huygens et rend compte de la totalité des phénomènes optiques connus. C'est ainsi que les découvertes d'Hertz et les illustres travaux de Maxwell permettent d'unifier l'optique et l'électricité : d'où la naissance de l'onde électromagnétique.

Au début du XX^e siècle (siècle des lumières), l'on assiste à une nouvelle révolution dans la physique avec l'apparition pratiquement simultanée de deux théories fondamentales : la mécanique quantique et la relativité. L'hypothèse de particules de lumière est à nouveau évoquée, la nouvelle théorie admet le caractère à la fois corpusculaire et ondulatoire de la lumière : c'est la dualité onde-corpuscule. L'optique quantique voit le jour.

De nos jours, la physique possède des bases solides afin de permettre de nouvelles découvertes et des nouvelles inventions. Pratiquement toutes les découvertes de ces deux derniers siècles semblent converger vers un même point : le « BIG BANG » d'où l'idée d'une

¹² Optique physique modélise la lumière par une onde, tout en prenant en compte les phénomènes d'interférences de diffraction et de polarisation.

¹³ C'est au début du XX^e siècle que les théories d'Einstein sur la nature corpusculaire de la lumière donneront naissance au photon et à l'optique quantique. Elle permet de concilier l'aspect ondulatoire (phénomènes d'interférences, de diffraction...) et corpusculaire (effet photoélectrique, émission spontanée...) de la lumière.

¹⁴ Encore appelé optique électronique ou optique ionique, elle correspond à la production d'image à l'aide de faisceaux d'électrons ou d'ions réfractés, ceci grâce à un champ électrique ou magnétique (lentilles électromagnétiques).

¹⁵ Elle étudie la manière dont les organismes vivants ont appris au cours de l'évolution à utiliser et à manipuler à leur profit l'absorption de la lumière (le camouflage dynamique chez le caméléon, la photosynthèse, la transparence, l'interférence, la vision, la diffraction, la diffusion...)

théorie du Big Bang (l'origine de l'univers) qui se traduirait par une équation maitresse, faisant l'objet d'intenses recherches par les physiciens.

L'enseignement de la focométrie au Cameroun

Au Cameroun et particulièrement dans le sous-système francophone, l'enseignement¹⁶ de la focométrie fait face à plusieurs problèmes tels que l'absence du manuel scolaire, le manque de laboratoires équipés, les effectifs pléthoriques, la non électrification des salles de classes, les laboratoires désuets, la non prise en compte du rôle fondamentale du concept de la focométrie. Ceci entraîne une non exploitation du support didactique qui n'est pas toujours intégré dans la plupart des cours en salle de classe lors de l'enseignement de ce concept.

Afin de palier à cette absence du support didactique, les enseignants présentent de façon théorique, brève et assez superficielle l'une des méthodes focométriques : celle de Bessel. L'ADIMA¹⁷, a noté une baisse de niveau dans l'enseignement en général et celui des sciences en particulier. Cette baisse étant due au fait que les cours de sciences physiques et de mathématiques sont abstraits et décontextualisés par conséquent, bon nombre d'élèves les perçoivent comme une collection de formules inaccessibles et sans aucun lien avec la réalité vécue. Ceci nous donne de constater que l'enseignement de la physique est tout simplement pour le savoir, pour accumuler des connaissances, pour comprendre certains phénomènes. De nos jours, ces phénomènes sont assimilés, mais, doivent être pratiqués. Comme le soulignait, (Terrasse, 1975) cité par (Thual, 2004) qui déclare que « la valeur d'une société moderne se mesure à la capacité qu'a les apprenants à transformer le savoir théorique en savoir pratique ».

On aimerait qu'après, une séquence d'enseignement, l'élève soit à mesure de résoudre les problèmes concrets, issus pour la plupart de la vie quotidienne, en lien avec les autres matières de la formation (Sciences de la Vie et de la Terre, Physique, Technologie, Informatique...). La physique est l'une des disciplines scolaires enseignées, dont les objectifs portent sur l'initiation des élèves à une pratique expérimentale de façon progressive grâce à l'étude des situations concrètes au cours de laquelle ils devront prendre une attitude active. A cet effet, la « focométrie » doit occuper une place importante dans l'enseignement de la physique.

¹⁶ Suivant l'Approche par les compétences

¹⁷ A.DI.MA (Association des Didacticiens de Mathématiques) ;Un colloque des didacticiens de mathématique a eu lieu en 2017 à l'école normale supérieure de L'université de Yaoundé 1.

I.1.3. Motivation du choix du sujet sur le plan institutionnel

Dans le cadre de l'amélioration, la maîtrise de la science et la technique en matière d'éducation, l'ex Ministère de l'Education Nationale (MINEDUC) en charge de la formation des jeunes, aujourd'hui Ministère des enseignements secondaires (MINESEC) a publié jusqu'à nos jours un certain nombre de décisions et circulaires qui accentuent l'expérimentation en sciences physiques. Nous pouvons citer entre autres :

- La circulaire N° 77/D/59/MINEDUC/SG/PG/INPC d'octobre 1984 relative à l'enseignement des sciences physiques qui stipule que : l'enseignement des sciences physiques a pour but non seulement l'acquisition des connaissances, mais aussi le développement des facultés de nos élèves. Ainsi il est important de les mettre en contact des faits, de leur montrer directement des phénomènes, soit expérimentalement (représentation), soit en les faisant expérimenter eux-mêmes tout en dirigeant leur observation.
- La circulaire N° 24/80/MINEDUC/GP/ESG de juin 1991 précise que l'objectif des travaux pratiques est de familiariser les élèves à l'utilisation du matériel scientifique
- La perception de la part des autorités de l'importance de la physique dans la formation des jeunes camerounais les a amenées à faire d'elle une matière autonome et plus encore du premier groupe aux examens du probatoire et du baccalauréat scientifique.

Ces circulaires définissent l'enseignement de la physique centré sur la théorie et la Pratique. Malgré cette volonté de la part des autorités camerounaises, la situation de l'enseignement des sciences expérimentales reste très alarmante. D'après le rapport de la Bad-UNESCO, la situation générale des équipements et matériels scientifiques, ainsi que les pratiques expérimentales au niveau des établissements d'enseignement secondaire général au Cameroun se présentent comme suit :

- Peu de laboratoires existants et en bon état de fonctionnement ;
- Matériels scientifiques manquants et mal maintenus quand ils existent ;
- Pas de personnels spécifiques de laboratoire ;
- Formation des enseignants donnant une priorité aux exposés théoriques ;
- Faiblesses de moyens financiers disponibles pour le développement des pratiques expérimentales ;

- Effectifs des classes secondaires souvent très élevés (souvent plus de 100) obligeant à inventer des méthodes de travail, des organisations de locaux et de matériels expérimentaux adaptés à cette situation.

Ainsi, les cours des disciplines scientifiques, Biologie, Chimie, Physique, Géologie, et Technologie dans les établissements d'enseignement secondaire général restent extrêmement théoriques du fait du non-équipement en matériel scientifique de base de la plupart des établissements.

Cela nous donne de comprendre que des efforts considérables doivent être mobilisés pour améliorer la qualité de l'enseignement des sciences au Cameroun particulièrement la physique ou le concept de la focométrie est enseigné avec beaucoup de légèreté, sans matériel didactique. La didactique de physique, doit valoriser l'enseignement de l'optique géométrique, en particulier la focométrie. C'est dans ce contexte que nous nous proposons d'apporter une proposition de solution didactique dans la compréhension et l'enseignement de l'optique géométrique.

1.2. Position et formulation du problème

A - Constat

Nous orientons les constats entre les acteurs intervenants dans le triangle didactique, tout en précisant que ce triangle didactique est une représentation schématisée du système didactique. En effet, c'est le système didactique qui apparaît dans toute médiation du savoir entre un enseignant et un apprenant ; il est formé des interrelations produites entre le savoir, l'enseignant et l'apprenant.

Du point de vue de l'enseignant

Il s'agit plus précisément ici des remarques faites par des chercheurs et les praticiens concernant les enseignants sur l'enseignement des sciences. Ces chercheurs sont Gruson, Coquidé et douze praticiens.

(Gruson, 2012, p. 9) stipule : « j'ai également remarqué que les résultats erronés des élèves ne viennent pas toujours du fait qu'ils ont mal interprété une expérimentation, en effet l'enseignant peut parfois être responsable d'une idée reçue qui pourrait persister dans les connaissances de l'élève ». Gruson souligne l'échec des apprenants dont l'enseignant serait à l'origine. En effet, il revient à l'enseignant d'effectuer une très bonne transposition didac-

tique. Ainsi les erreurs causées par l'enseignant demeurent des obstacles majeurs à la construction de nouvelles connaissances. Pour (Coquidé, 2003, p.153), « Les enseignants soulignent volontiers l'importance de l'expérimentation dans l'enseignement scientifique mais plusieurs enquêtes témoignent de leurs désarrois pour les conduire, et leurs propos exprime des difficultés à effectuer les choix alternatifs dans leurs modes d'intervention pédagogique. » L'analyse du point de vue de Coquidé permet de relever un fait dont la responsabilité est partagée entre certains acteurs du système éducatifs, car il revient au pouvoir public de s'assurer de la qualité de la formation des enseignants qui iront à leur tour mieux former les apprenants. Les enseignants eux-mêmes confirment le point de vue de Coquidé, car ils déclarent leurs propres difficultés à lier le programme officiel à la démarche recommandée pour l'enseignement des sciences. Une enquête menée auprès des enseignants du secondaire pendant notre stage d'observation traduit l'absence de la pratique expérimentale dans la formation des apprenants, car 9/10 d'établissements ne disposent pas de laboratoires appropriés. Certains enseignants, au cours de leurs formations, n'ont pas beaucoup manipulé du fait de la vétusté du laboratoire, et dans certains cas presque inexistant. Ce qui confirme les difficultés que peuvent rencontrer les enseignants sur le terrain : « Les enquêtes menées auprès des enseignants débutants témoignent en effet des diverses peurs, appréhensions et difficultés qu'ils rencontrent dans la conduite des activités expérimentales en classe. » (Coquidé, 2001). Il est clair et évident que l'enseignant rencontre des difficultés dès le départ dans le cadre de l'exercice de ses fonctions.

De plus, plusieurs recherches en didactique des sciences ont montré que les difficultés liées à l'apprentissage sont responsables en partie des échecs scolaires constatés. Des travaux ont montré que ces difficultés ne sont pas liées seulement au savoir lui-même et aux représentations que se font les élèves et les enseignants sur les sciences mais aussi aux pratiques pédagogiques des enseignants (Robert & Rogalski, 2002).

De ces analyses, il en découle que l'enseignant est parfois responsable des échecs scolaires en sciences. Mais il s'agit d'une réalité partagée car ce dernier n'étant pas suffisamment non seulement formé mais aussi outillés. De ce fait il rencontre de nombreux problèmes dans le cadre de sa fonction enseignante. Nous avons relevé des démarches utilisées sur le terrain lors de la mise en Œuvre des leçons de physique par les enseignants ; tous appartenant à un même bassin pédagogique.

Parmi douze enseignants, on peut souligner les faits suivants : 10/12 des enseignants procèdent par le questionnement. Parmi ces 10 enseignants, 1/10 réalise des projets au cours duquel ils font appel à l'expérimentation, c'est par exemple le cas de l'intégration d'un didacticiel pour le phénomène d'un solide soumis à l'action de certaines forces, l'utilisation d'un kit micro science pour expliquer le circuit électrique... Le reste, c'est-à-dire 2/12, utilise les graphiques et photos pour enseigner.

Ces mêmes enseignants témoignent d'une absence de méthode standard pour l'enseignement des sciences physiques. De plus, un enseignement des sciences doit permettre à l'apprenant de comprendre et d'expliquer certains phénomènes naturels de son milieu environnant tout en l'aidant à construire son propre savoir. Selon (Dewey, 1897, p. 4)

« Il n'existe dans l'esprit de l'enfant aucun fait, aucune vérité de nature à assimiler, à s'approprier les faits nouveaux, mais il ne s'y trouve aucun besoin, aucun appétit de ces faits. Au contraire quand on tient compte de la psychologie et qu'on sait voir les tendances et les activités évoluant chez l'enfant alors on découvre facilement chez lui les obstacles d'ordre intellectuel, pratique ou moral qui devraient être enlevés ou vaincus pour que l'enfant se rende maître du fait qu'on veut lui enseigner ».

L'analyse du point de vue de Dewey révèle le caractère précis dans la construction des savoirs ; ainsi lorsqu'on effectue un regard croisé avec les pratiques dans les salles de classe il en ressort que la plupart des leçons enseignées en science sans protocole ou démarche expérimentale peut être considéré comme un endoctrinement des apprenants et ceci à des impacts sur le rendement scolaire des apprenants.

➤ **Du point de vue de l'apprenant.**

Durant le stage académique¹⁸ effectué au complexe scolaire Frantz-Fanon, nous avons œuvré dans le sens de l'amélioration du processus enseignement/apprentissage lié aux méthodes et pratiques didactiques et pédagogiques en physique en général et de l'optique géométrique en particulier.

¹⁸ Où il était question de travailler en tutelle et en responsabilité avec un enseignant de physique, afin d'affiner les gestes professionnels liés aux situations d'apprentissages ; d'apprendre à analyser les pratiques enseignantes et leurs effets sur les élèves ; de décrire les différents contextes scolaires observés ; d'élaborer une posture éthique dans le respect de la déontologie professionnelle et du métier, d'apprendre les droits et devoirs de l'enseignant.

En ce qui concerne le cours portant sur les instruments d'optiques, nous avons noté l'absence du matériel didactique. Les enseignants utilisaient la technique du questionnement pour conduire leurs leçons. Ainsi, ils s'appuyaient sur des conceptions et des représentations des apprenants sur les instruments d'optiques. Au terme de la leçon, les apprenants étaient incapables de faire la mise au point d'un microscope, ou d'une lunette astronomique ni même de décrire le processus de mise au point. La partie documentaire liée à l'utilisation d'un microscope, ou d'une lunette astronomique a été survolée tout cela compte tenu du manque de matériel. De ce constat nous relevons l'absence de matériel permettant la mise en place d'un protocole expérimental. Nous nous abstenons de la description du cours portant sur la focométrie ; le plus important à signaler est le fait que le constat relevé précédemment reste valable pour les autres groupes classes et influence forcément les résultats des apprenants en physique.

Du point de vue du savoir

Notons que les savoirs sont contenus dans les programmes. Le manque de laboratoires équipés, la pléthore des effectifs dans les salles de classes, l'absence du matériel didactique adéquat, l'absence des kits micro-sciences, l'absence des didacticiels et les salles de classes non électrifiées ne favorisent pas le bon déroulement d'une leçon expérimentale, et par ricochet, une meilleure compréhension dudit concept, cela entraîne le découragement de la part des enseignants qui doivent fournir un grand effort pour la conception de leurs leçons, les conduisant beaucoup plus vers la démarche qui fait appel aux questions, Or, pour (Develay, 1989) « 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 ». Dès lors, on peut dire que la face visible renvoie à la pratique pure dans le but de permettre à l'apprenant de se représenter clairement d'une part ; et la face visible de l'expérimentation permet de voir à l'œil nu les phénomènes non perceptibles par l'apprenant, on débute par la situation problème afin de résoudre le problème posé, d'autre part. En l'absence de l'expérimentation, l'enseignement des sciences au secondaire demeure une pure théorie et un endoctrinement pour les apprenants.

B- Le problème de recherche

Selon (Tremblay & Perrier, 2006) « Un problème de recherche est l'écart qui existe entre ce que nous savons et ce que nous voudrions savoir à propos d'un phénomène donné. » De ce qui précède, une observation préliminaire dans les lycées et collèges nous a permis de constater que la compréhension et l'acquisition des cours d'optiques géométriques ne semblent pas si aisées chez les apprenants en classe de première scientifique. Cette complexité d'appréhension est due au fait que d'une part l'enseignement des sciences physiques dans les lycées et collèges est centré sur l'action de l'enseignant, et met un peu plus l'accent sur l'acquisition des connaissances et non sur l'expérimentation qui est très utile pour cette discipline. D'autre part, de moins en moins d'apprenants sont aptes à décrire et à expliquer les phénomènes naturels tels que les éclipses, l'arc-en-ciel, l'accommodation, le fonctionnement des loupes, des microscopes, des lunettes astronomiques ; de réaliser la construction de l'image d'un objet à travers un système de lentille. De plus, ils sont aussi incapables de vérifier expérimentalement les lois de la réflexion et réfraction de la lumière. Les difficultés de maîtrise des notions d'optique géométrique auxquels les apprenants font face sont associées à plusieurs aspects, dont certains relèvent, en ce qui concerne l'enseignement, de l'usage des méthodes d'enseignements ou pédagogiques non appropriées ou encore mal maîtrisées par les enseignants. En ce qui concerne les apprenants, les difficultés tiennent des mauvaises conditions d'apprentissage, des préjugés (clichés) des élèves par rapport aux disciplines scientifiques en générale et à la physique en particulier, et de l'environnement social parfois défavorable à l'apprentissage.

Bien que les enseignants aient, certes, une part de responsabilité dans les difficultés qu'éprouvent les apprenants quant à la maîtrise de la notion de focométrie, il semble que celles-ci ne peuvent s'expliquer seulement par l'usage des méthodes pédagogiques inappropriées. Il n'est pas exclu que les difficultés d'apprentissage de la notion soient également liées au fait que les enseignants ne disposent pas d'outils nécessaires à l'enseignement de la focométrie. Là où ces outils existent, ils sont non seulement vétustes, mais aussi, il semble que très peu d'enseignants sont capables de les manipuler, pour plusieurs raisons, dont certains sont liées également au fait qu'ils n'ont pas été exposés eux-mêmes à ces outils, pendant leur formation initiale. À ces difficultés, s'ajoutent l'absence des didacticiels pour appuyer l'enseignement et le manque de laboratoires équipés en dispositifs de focométrie.

Alors que ces difficultés sont constatées dans l'enseignement du système éducatif, rares sont les études qui ont pensé proposer des dispositifs adéquats pouvant aider les enseignants dans leur tâche d'enseignement. On sait par ailleurs qu'il y a un manque de laboratoires équipés d'appareils de focométrie pouvant familiariser les apprenants à l'expérimentation. Pourtant, très peu d'études camerounaises s'intéressent à la conception des approches didactiques centrées sur les habiletés d'investigation scientifique, et l'introduction des didacticiels dans l'enseignement des sciences physiques. Il manque donc des didacticiels pouvant aider les enseignants à mieux aider les apprenants, et c'est ce que nous proposons ici comme contribution dans le cadre de ce mémoire à savoir : L'utilisation de la D.I.C.H.I.S et la conception d'un didacticiel qui rapprocherait les tâches d'enseignement de ce que ferait l'expérimentation sur un banc optique. De ce qui précède, nous pouvons énoncer la question de recherche suivante :

1.3 -Question de recherche

1.3.1 -Question principale

Quelles méthodes pourrait-on utiliser pour améliorer les performances scolaires des apprenants en physique notamment en optique géométrique ?

1.3.2-Questions secondaires

Quel est l'influence du modèle CHIS sur les performances scolaires des apprenants par rapport aux méthodes habituelles ?

Quel est l'influence du didacticiel d'optique géométrique sur les performances scolaires des apprenants ?

1.4 -Objectif de l'étude

Dans le cadre de notre étude, nous avons un objectif général et des objectifs spécifiques.

1.4.1 -Objectif général

Dans le cadre de notre étude, nous voulons améliorer les performances des apprenants dans l'enseignement de la focométrie.

1.4.2 -Objectifs spécifiques

Il s'agira pour nous :

- De vérifier l'influence du modèle CHIS basés sur la taxonomie des objectifs de l'enseignement des sciences de le KLOPFER en vue de faire une étude comparative entre les résultats obtenus selon le plan CHIS (Centré sur les Habiletés d'Investigations Scientifiques) et les méthodes habituelles afin d'apprécier la spécificité de la méthode CHIS.

- De concevoir un didacticiel d'optique géométrique en vue d'une amélioration des performances des apprenants en focométrie.

1.5 -Intérêt de l'étude

D'après (Maurin, 1993, p.292), l'intérêt est : « ce qui est utile, profitable à quelqu'un ». À travers cette étude, nous pourrons analyser les phénomènes liés à l'enseignement et à l'apprentissage de la physique, car il est important que les acteurs du système éducatif s'emprennent du cadre théorique, des concepts qui structurent la didactique des sciences physiques, des principaux résultats du domaine, de la mise en place des outils d'analyse des phénomènes d'enseignements, d'apprentissage et de formation, étroitement liés à l'épistémologie de cette discipline. Nous pourrons montrer l'influence d'un didacticiel dans l'enseignement de la physique, l'importance de la stratégie pédagogique qu'est la D.I.C.H.I.S. (Didactique Centrée sur les Habiletés d'Investigation Scientifique) chez les acteurs suivants : les apprenants, les enseignants, les responsables pédagogiques, les rédacteurs de manuels.

1.5.1 -Intérêt scientifique

Cette étude s'intéresse à l'amélioration du processus enseignement/apprentissage en optique géométrique, L'activité expérimentale considéré comme une partie importante du savoir-faire, elle fait appel à plusieurs compétences, par exemple : concevoir/suivre un protocole, communiquer/exploiter des résultats expérimentaux. À l'école c'est une des rares disciplines où les apprenants sont confrontés avec le réel pendant les cours, où ils manipulent au sens premier du terme. A notre Connaissance, aucune recherche ne s'est intéressée à la didactique de l'optique géométrique au Cameroun .Cette recherche viendra ainsi combler ce vide scientifique dans les thématiques portant sur la didactique de l'optique géométrique en

Afrique en générale et au Cameroun en particulier. Elle servira donc de guide pour les recherches futures en didactique des sciences, dans les écoles normales supérieures, les facultés de sciences de l'éducation...

1.5.2 -Intérêt didactique

Sur le plan didactique, cette recherche se présente comme un outil essentiel pour la mise en place des séquences d'enseignements au secondaire. Elle permet ainsi une exploitation optimale et didactique par les enseignants et les apprenants. A cet effet, les retombées de la présente recherche sont liées au processus d'enseignement/apprentissage de la physique au Cameroun. A travers des objectifs de connaissances et de savoir-faires spécifiques à chaque thème disciplinaire, des objectifs de démarches, d'habiletés et d'attitudes scientifiques, les apprenants exerceront leur esprit d'initiative, leur sens critique, leur rigueur, leur ténacité. Ils travailleront sur des compétences spécifiques liées à l'expérimentation des séances de travaux pratiques : ils feront des prévisions et émettront des hypothèses, proposeront une expérience, analyseront les résultats expérimentaux, les confronteront à des résultats théoriques, détermineront le domaine de validité d'un modèle. L'expérience doit être au service de l'argumentation et pas seulement le point de départ d'un cours de sciences physiques ni un moyen de recherche/ vérification de lois.

Ainsi, l'amélioration de ce processus ne peut se réaliser sans celle de la formation des enseignants en ce sens ou, il planifiera mieux son enseignement ; ceci lui permettra de placer l'apprenant au centre de son apprentissage.

1.5.3 -Intérêt pédagogique

Sur le plan pédagogique, grâce à la D.I.C.H.I.S ce travail va améliorer les pratiques pédagogiques dans l'enseignement de la physique particulièrement l'optique géométrique ;

- Chez l'apprenant, la D.I.C.H.I.S. permet de développer les habiletés d'investigations scientifiques et contribue à l'acquisition des méthodes scientifiques à savoir : l'esprit critique, la prudence de jugement, le respect de l'évidence, l'objectivité, l'honnêteté intellectuelle, l'ouverture d'esprit ;

- Chez l'enseignant, Il planifiera mieux son enseignement ; ceci lui permettra de placer l'apprenant au centre de son apprentissage, de se placer toujours en situation de recherche, bref d'améliorer sa pratique et de jouer véritablement son rôle de guide ;

- Chez les responsables pédagogiques, elle pourra contribuer dans l'élaboration des programmes scolaires, ainsi que dans la formation continue des enseignants ;

- Chez les rédacteurs de manuels, cette approche contribuera dans la conception des documents basés sur les habiletés d'investigations scientifiques ;

De plus, elle pourra fournir un cadre de référence pédagogique pour combler les lacunes qui existent et susceptible de guider l'enseignant à améliorer le processus enseignement/apprentissage de la physique par le biais d'une utilisation de la D.I.C.H.I.S. Cette approche permettra à l'enseignant de mieux atteindre avec beaucoup d'aisance l'objectif de la leçon.

1.5.4 -Intérêt social

Dans la plupart des pays subsahariens, et particulièrement au Cameroun, le système éducatif fait face à, plusieurs problèmes nous avons entre autre le développement des compétences des apprenants à l'issue du cycle secondaire. En effet, la démotivation des élèves face à l'apprentissage de la physique croît avec le temps, le taux d'élèves quittant l'école sans qualification est élevé. Une meilleure application du modèle centré sur les habiletés d'investigations scientifiques permettra aux apprenants de pouvoir décrire et à expliquer les phénomènes naturels tels que les éclipses, l'arc-en-ciel, l'accommodation, le fonctionnement des loupes, des microscopes, des lunettes astronomiques, des chambres noires pour résoudre des problèmes précis dans la société. En outre, le bon usage de ce modèle au secondaire est un facteur de développement des habiletés et de professionnalisme des enseignants au secondaire ainsi que le renforcement des compétences des apprenants .

1.6 -Délimitation de l'étude

Une étude se caractérise aussi par la circonscription de son cadre thématique tout comme de l'espace géographique dans lequel elle trouve toute sa pertinence. Aussi dans l'impossibilité de mener cette étude sur toute l'étendue du territoire camerounais, nous avons choisi de travailler dans un établissement de la ville de Yaoundé en l'occurrence le collège Frantz Fanon, du fait de son caractère cosmopolite.

Pour mener à bien notre étude, nous ferons une délimitation thématique, géographique, temporelle, et théorique.

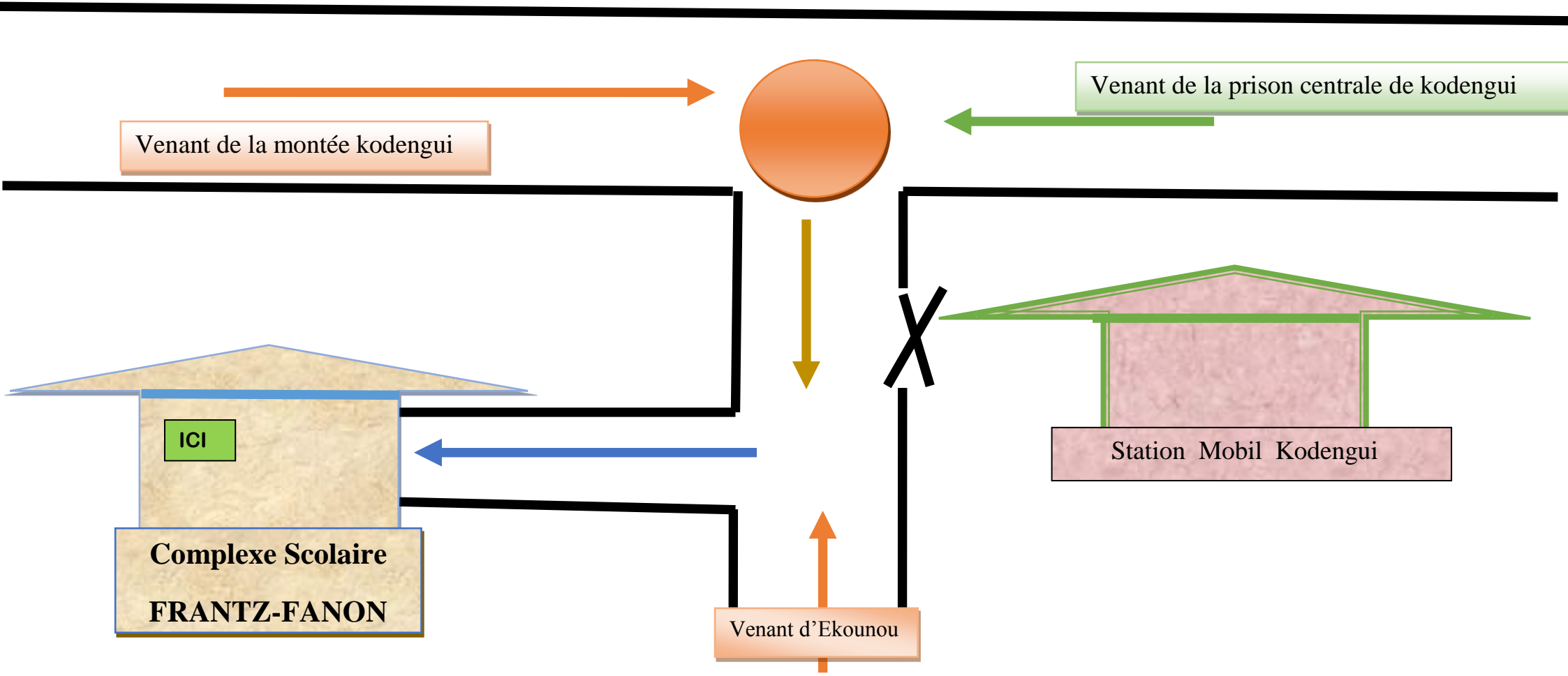
1.6.1 -Délimitation thématique

Notre recherche s'inscrit dans le cadre de la didactique des disciplines plus précisément en didactique de physique. Il s'agira ici de mener une étude comparative entre une stratégie pédagogique : la D.I.C.H.I.S (Didactique Centrée sur les Habiletés d'Investigation Scientifique) et les méthodes habituelles, puis d'évaluer l'influence d'un didacticiel dans l'enseignement de la focométrie.

1.6.2 -Délimitation géographique

Notre étude porte sur l'enseignement de l'optique géométrique dans une approche comparative : cas de la focométrie en classe de première scientifique de l'enseignement secondaire. Elle concerne les établissements du Cameroun en général ; Mais, nous avons choisi de travailler dans un établissement de la ville de Yaoundé en l'occurrence le collège Frantz Fanon. Situé dans l'arrondissement de Yaoundé IV^{ème} dans le département du Mfoundi, plus précisément au lieu-dit Mobil Kodengui. Le complexe scolaire Frantz-Fanon est un ensemble de quatre ordres d'enseignements : Le préscolaire, le primaire, le secondaire, l'E.N.I.E.G. La proximité de cet établissement par rapport à une station d'essence et à la route nous permet de questionner des risques d'accidents et d'incendies.

PLAN DE LOCALISATION DU COMPLEXE SCOLAIRE FRANTZ-FANON



1.6.3 -Délimitation Temporelle

Cette recherche a été menée au courant de l'année académique 2016 – 2017 / 2017 – 2018 et les informations qu'elle contient en termes d'effectifs des apprenants, courbes de fréquences, tests statistiques, découlent des enquêtes menées durant l'année scolaire 2017 - 2018 au mois de mars dans la région du centre et particulièrement le département du Mfoundi au collège Frantz-Fanon.

1.6.4 -Délimitation théorique

Notre étude porte sur (05) chapitres du programme officiel de physique du second cycle de l'enseignement secondaire général dispensés en classe de premières scientifiques ; Notamment :

- La réflexion de la lumière ;
- La réfraction de la lumière ;
- Les lentilles sphériques minces ;
- L'œil réduit ;
- Etude de quelques appareils optiques (La loupe, le Microscope, La lunette astronomique).

Sur le plan théorique, nous avons retenu trois théories pour mener notre étude. A l'instar du socio-constructivisme de Vygotsky, nous avons aussi choisi deux autres théories dont la théorie de la transposition didactique de Yves Chevallard, puis celle du connectivisme développé par Georges Siemens et Stephen Downes, cette théorie est basée sur l'apport des nouvelles technologies. En résumé, il était question pour nous de présenter le contexte général et la justification de notre sujet, le problème de recherche et les questions de recherches qui sont liées, et de ressortir les objectifs et l'intérêt de notre sujet ainsi que la délimitation thématique et spatio-temporelle. Ce sont ces paramètres qui permettent d'une part de poser la problématique de notre étude, et d'autre part de rendre le concept étudié plus compréhensif.

L'explication et la compréhension de notre étude nécessite la précision des concepts qui fondent notre problème de recherche. Ces concepts nous amènent à faire dans le chapitre suivant une revue de la littérature théorique et l'étude de quelques travaux portant sur le rôle de l'expérimentation en physique.

2.1 -Définition des concepts

D'après (Mialaret, 1996, p.7), « Les mots ont leur histoire et de nombreuses discussions pourraient être évitées si l'on prenait le soin de bien les utiliser ». Il est donc important et même indispensable de définir les différents termes et expressions qui jalonnent tout travail de recherche afin que le lecteur puisse suivre et savoir ce dont l'on s'emploie à expliquer.

Enseignement :

L'enseignement est un concept plutôt vague et difficile à définir, car l'activité d'enseignement a donné lieu à un très grand nombre de travaux dans des disciplines très variées comme la philosophie de l'éducation (Reboul, 1981), la pédagogie (Anderson & Burns, 1989), la psychologie du développement (Strauss, 2005), l'éthologie (Premack & Premack, 1996)... Il n'existe presque pas de synthèse tirant parti de ces travaux pour en proposer une définition englobant à la fois les domaines scolaires et non scolaires. Mais cependant, les résultats de recherches dans ces différentes disciplines sont presque en accord sur la finalité de l'enseignement à savoir une transmission culturelle des personnes expertes vers les naïves ; ou encore de « réduire la disparité entre les actes du novices qui sont observés et les standards internes du pédagogue » (Premack et Premack, 1996). Les pratiques d'enseignements et l'enseignement proprement dite, sont « des activités sociales complexes, soutenues ou facilitées par de nombreux processus cognitifs et capacités parmi lesquels le langage, l'étayage, la lecture des intentions d'autrui. » (Dessus, 2008). Parfois, la définition de l'enseignement « boucle » sur celle de l'apprentissage ; Car l'activité d'enseigner, permet et engendre l'apprentissage et vice versa (Legendre, 1993). L'activité d'enseignement se décline suivant certaines caractéristiques au rang desquelles nous avons :

- L'activité relationnelle qui implique une forme de coopération (la transaction, la compréhension mutuelle) entre deux ou plusieurs personnes (un enseignant d'une part, et un ou des apprenants d'autre part) ;
- Un échange d'informations unidirectionnel ou bidirectionnel lors d'une activité de communication entre un professeur et un ou des apprenants ;
- Une activité dans laquelle l'enseignant aurait un comportement assez spécifique (de présentation, de clarification, d'évocation, d'indication... ;

- Une activité où, les apprenants poursuivent : un but d'apprentissage, la maîtrise d'un contenu, l'acquisition d'habiletés ou d'informations ;
- Une mutualisation interactionnelle des états mentaux (intentions, croyances) des protagonistes (un enseignant d'une part, et d'autre part, un ou des apprenants).

Ainsi, en philosophie de l'éducation et d'après (Freeman, 1973, p. 21) l'enseignement est une activité où « le professeur est engagé dans une transaction avec l'élève, dans laquelle les actions ou les activités du professeur en présentant, clarifiant, montrant, exemplifiant, évoquant, confirmant, ou encore indiquant explicitement ou non, un contenu sont instrumentales en amenant quelques apprentissage ou compréhension de ce contenu par l'élève (l'élève progresse vers un apprentissage meilleur du contenu). » dans la même lancée, (Fleming, 1980, p. 48) définit l'enseignement comme une activité où « le professeur indique à l'élève son intention et le contenu qu'il doit apprendre. L'élève, prêt à le faire, comprend les intentions du professeur et l'élève ayant quelques raisons de le faire, essaie de maîtriser le contenu. »

En psychologie du développement, et d'après (Csibra et Gergely, 2006) l'enseignement est une « manifestation explicite de connaissances généralisables par un individu (l'enseignant) ; c'est l'interprétation de cette manifestation en termes de contenu de connaissances par un autre individu ». Dans le même domaine, (Ziv et Frye, 2004, p.458) l'enseignement est « Une activité intentionnelle pour augmenter la connaissance, (ou la compréhension) d'un autre, réduisant ainsi la différence entre enseignant et élève.

Dans les travaux portant sur l'étude de l'enseignement, d'autres auteurs tel que : (Gage, 1963, p.96) définit l'enseignement comme « toute forme d'influence interpersonnelle ayant pour but de changer les manières dont d'autres personnes peuvent ou pourront se comporter. »

Selon (Not, 1987, p.59) l'enseignement est le fait de « susciter des activités d'apprentissage et les alimenter par des matériaux appropriés. Ceux-ci consistent en informations que l'on émet pour que d'autres les saisissent. »

C'est aussi d'après (Legendre, 1993, p.507) « Le processus de communication en vue de susciter l'apprentissage ; l'ensemble des actes de communication et de prise de décision mis en œuvre intentionnellement par une personne ou un groupe de personnes qui interagit en tant qu'agent dans une situation pédagogique. »

Optique :

C'est un grand domaine de la physique, elle traite de la lumière, de son comportement et de ses propriétés. Elle s'étend du rayonnement électromagnétique à la vision, sans ignorer les systèmes utilisant ou émettant la lumière. Du fait de ses propriétés ondulatoires, le domaine de la lumière couvre d'un bout, le lointain ultraviolet, en passant par les longueurs d'ondes visibles, jusqu' au lointain infrarouge. L'optique apparaît d'abord sur sa forme géométrique, où elle propose une analyse de la propagation de la lumière, basée sur des principes simples : la propagation rectiligne et le retour inverse de la lumière. Puis elle évolue vers l'optique physique ou ondulatoire ; successivement, l'on passe de l'optique quantique, à l'optique de particules chargées, puis à la bio-optique.

Optique géométrique :

C'est une branche de l'optique qui s'appuie sur le modèle du rayon lumineux. Du point de vue physique, elle est une approche alternative à l'optique ondulatoire et à l'optique quantique. L'optique géométrique est l'approche la plus ancienne, car elle a été développée depuis l'antiquité, et elle a été fondée par deux grands principes à savoir :

- Le principe de Fermat qui énonce que le trajet de la lumière est toujours un extrémum ;le rayon lumineux passera toujours par le trajet le plus court.
- Le principe du retour inverse de la lumière énonçant que le trajet d'un rayon lumineux peut être parcouru dans les deux sens.

L'optique géométrique a permis d'expliquer les phénomènes de la réflexion et de la réfraction ; La résolution de divers problèmes¹⁹ s'est fait à l'aide des constructions géométriques et ceci a permis de retrouver la plupart des résultats liés aux miroirs, aux dioptries, aux lentilles, aux combinaisons en doublets, et systèmes optiques, constituant donc les instruments d'optiques. L'optique géométrique donne des relations mathématiques dans le cadre de l'approximation de Gauss ; et ceci permet l'usage d'outils mathématiques parmi lesquelles les matrices, la systématisation des calculs par ordinateurs.

.L'optique géométrique ne permet pas d'expliquer tous les phénomènes lumineux ; Car elle ne tient pas compte du fait que la lumière est ondulatoire ou corpusculaire. Lorsque la lumière

¹⁹ La propagation rectiligne de la lumière dans un milieu homogène et isotrope, les lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction, le principe du retour inverse de la lumière exprimant la réciprocité du trajet lumineux entre sources et destinations.

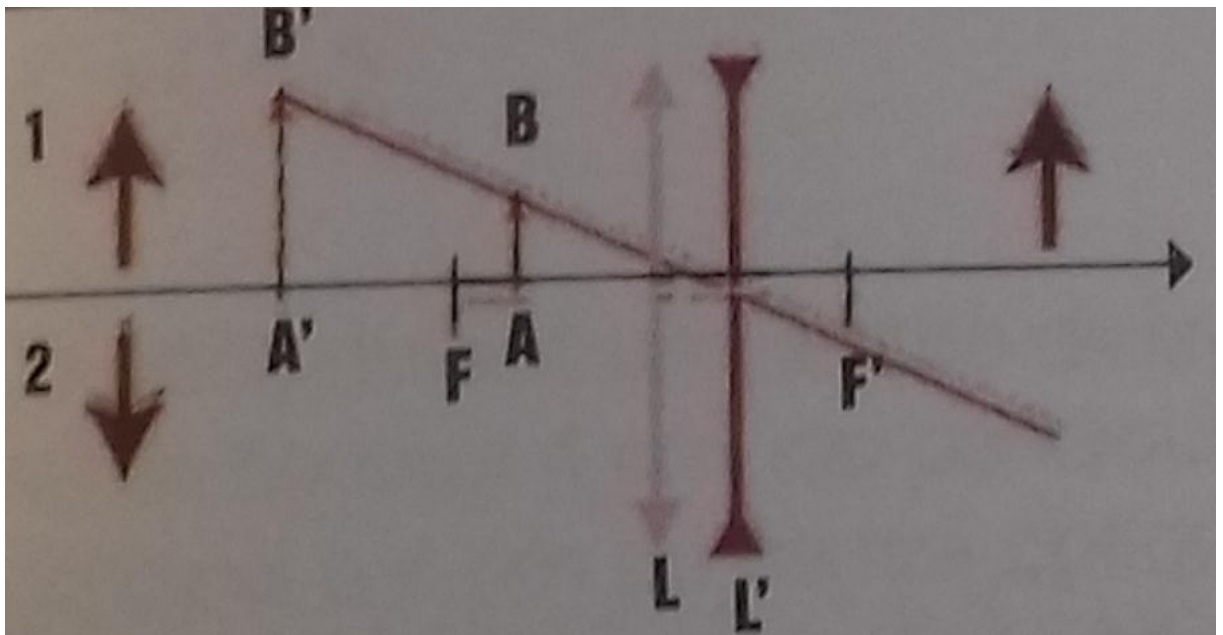
passer à travers des objets dont la taille est soit même ordre de grandeur ou soit plus petit que sa longueur d'onde, alors il n'est plus possible de négliger l'aspect ondulatoire, on entre dans le domaine de l'optique physique ou ondulatoire.

Focométrie :

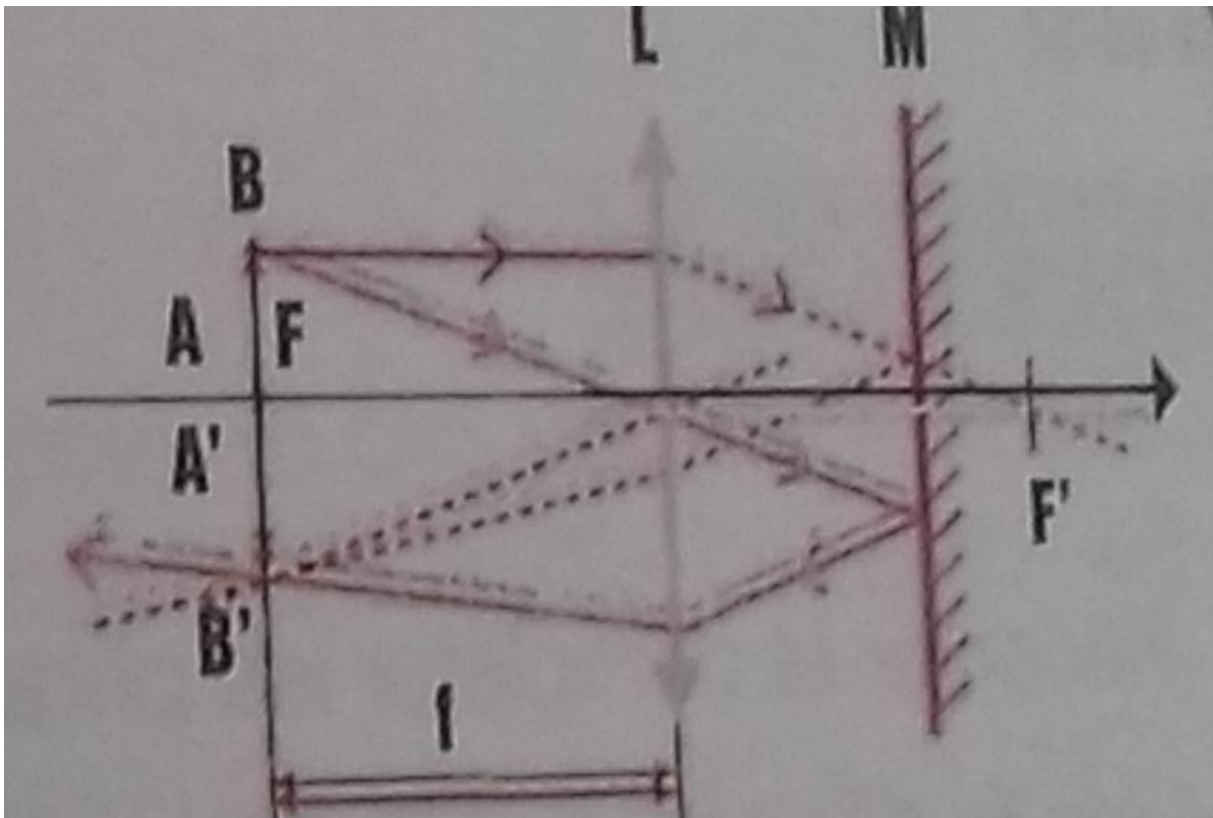
La focométrie se définit comme étant la détermination expérimentale des éléments cardinaux d'un système optique. Elle constitue la base de l'optique géométrique, et elle permet l'étude et la détermination de la distance focale d'un système optique. La distance focale d'un système optique est un paramètre indispensable pour son étude, il est donc nécessaire de savoir déterminer celle-ci par diverses méthodes. Les méthodes utilisables sont nombreuses de mise en œuvre et de précision variées ; et il convient de choisir la plus adaptée aux besoins.

Les méthodes les plus connues sont : La méthode par neutralisation, la méthode d'auto-collimation, la méthode de Bessel, la méthode de Silbermann, la méthode de l'objet à l'infini, la méthode de Badal... De toutes les méthodes citées, seule la méthode par neutralisation est applicable aux deux types de lentilles.

Dans la **méthode par neutralisation**, On accole à une lentille L de vergence C une lentille L' de vergence -C de telle sorte que l'ensemble se comporte comme une lame à face parallèles. On obtient ainsi d'un objet \overline{AB} , une image virtuelle $\overline{A'B'}$. On déplace ensuite perpendiculairement à l'axe principal le système des deux lentilles. On obtient un système de vergence nulle lorsque l'image $\overline{A'B'}$ reste immobile. La vergence C est alors -C.



La **méthode d'auto collimation**, est une des méthodes les plus directe pour déterminer la distance focale. Celle-ci s'applique uniquement aux lentilles convergentes et aux miroirs convergents (aux distances focales positives). On utilise un miroir M devant laquelle on place la lentille L de distance focale f inconnue ; on forme l'image d'un objet \overline{AB} à travers le système miroir lentille. Puis, on déplace l'ensemble lentille miroir jusqu'à ce que l'image $\overline{A'B'}$ se forme dans le plan de l'objet. On mesure alors la distance lentille objet, elle correspond à la distance focale f de la lentille L. Avec l'auto collimation, on obtient une image nette de même taille mais renversée ; son grandissement est alors $\gamma = -1$. Pour cette méthode, on a une image réelle, puisque celle-ci peut être recueillie par un écran et observable à l'œil nu.



Dans la méthode de Bessel, le principe est le suivant : Pour une position fixe de l'écran, il existe deux positions de la lentille pour laquelle on obtient une image nette, on a une première image très petite et une deuxième plus grande. Le mode opératoire est le suivant :

- 1- Fixer l'écran et l'objet, la lentille doit être fixé sur un support porte lentille simple ; l'on doit alors rapprocher la lentille de l'écran de manière à obtenir une première

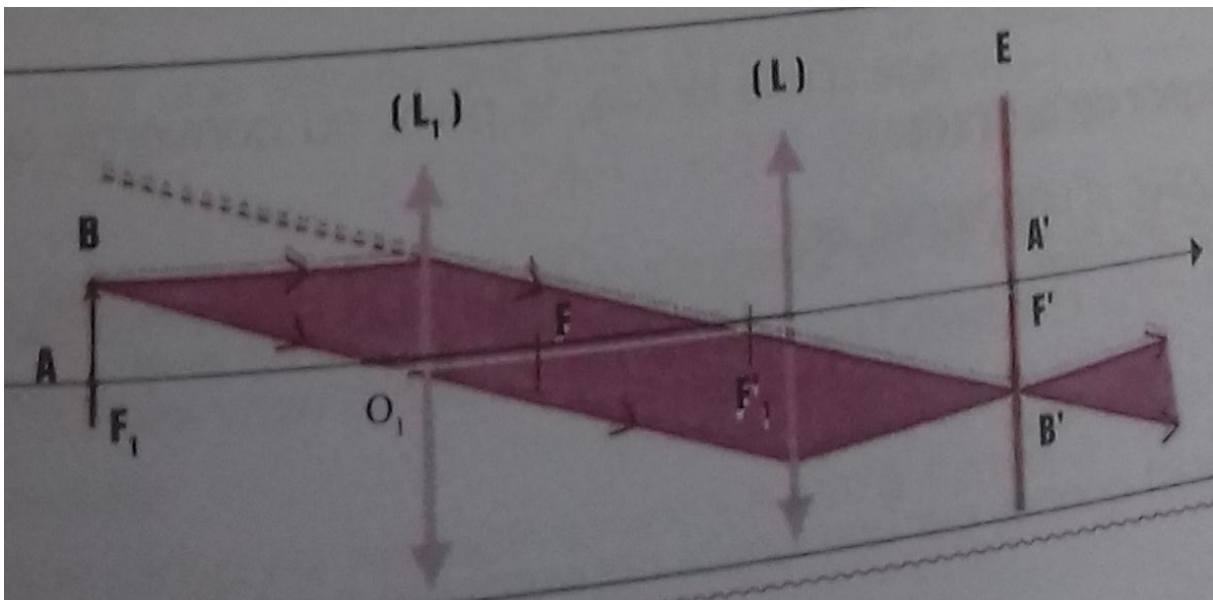
image nette, si celle-ci se retrouve proche de l'écran, il faudra alors éloigner la lentille afin d'obtenir la deuxième image.

- 2- Une fois les deux positions relevées, avancer l'écran de quelques centimètres et chercher à nouveau les deux positions de la lentille. Effectuer une dizaine de mesure afin de minimiser l'erreur.
- 3- Relever dans un tableau pour chaque mesure la distance d_1 et d_2 , noter pour chaque mesure D (la distance Objet-image) et calculer $d = d_1 - d_2$ (la distance entre les deux positions de la lentille).
- 4- Déterminer alors la focale de la lentille à l'aide de la formule de Bessel

$$f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$$

La **méthode de Silbermann** est un cas particulier de la méthode de Bessel, en effet elle correspond au $d=0$, c'est-à-dire qu'à une certaine position de l'écran il n'y a plus qu'une seule image possible (nette de même taille et renversée). La formule de Bessel est alors simplifiée : $f' = \frac{D}{4}$.

La **méthode de l'objet à l'infini** consiste à utiliser une lentille auxiliaire L pour former une image à l'infini d'un objet \overline{AB} . On interpose entre l'écran et la lentille L_1 une lentille L , de distance focale f inconnu. La distance focale f est obtenue en mesurant la distance entre la lentille L et l'écran lorsqu'on forme sur ce dernier une image nette $\overline{A'B'}$.



La **méthode de Badal** est une méthode de focométrie de détermination de distance focale de lentille divergente. Afin de déterminer la distance focale d'une lentille divergente, on doit utiliser au préalable deux lentilles convergentes de focales connues. La mise en œuvre de cette méthode se fait de la manière suivante :

- 1- Placer après la source l'écran d'auto collimation muni de son objet, l'écran sera fixé sur un cavalier simple, positionné la lentille L1 de focale connue (f_1), fixé à l'aide d'une bague le miroir plan sur le support à pico de diamètre 42mm, la lentille étant fixé sur le diamètre 40mm.
- 2- Par la suite, placer la lentille L2 de focale f_2 ($f_2 < f_1$) après la première lentille L1.
- 3- Retirer l'écran d'auto collimation sans modifier la position de son cavalier. Prendre alors un écran métallique simple, le positionner après la deuxième lentille, déplacer l'écran de part et d'autre du banc jusqu'à l'obtention d'une image nette. Noter la position $X_{A'}$ de l'objet A. Une fois l'image trouvée, on a également la position exacte des foyers. On doit alors placer la lentille divergente de focale inconnue dans le foyer objet de L2.
- 4- Par symétrie, repérer la position du foyer objet F2 de L2, placer alors à cette position la lentille divergente dont on veut déterminer la distance focale
- 5- Chercher alors la nouvelle position de l'image toujours en effectuant un déplacement progressif de l'écran. Noter la nouvelle position $X_{A''}$ de l'objet A.
- 6- Déterminer alors la distance focale de la lentille inconnue en appliquant la formule

$$f' = \frac{(f'_2)^2}{A'A''}$$

2.2 -REVUE DE LA LITTERATURE OU ETUDE RELATIVE AU SUJET

Les notions de « **revue de la littérature** » désignent à la fois une méthode de travail scientifique et une « catégorie » d'études scientifiques. (Atkouf, 1997, p.55) l'a défini comme l'« Etat des connaissances du sujet ». Mais dans le cadre de notre étude, la revue de la littérature est un compte rendu subjectif de la littérature, des ouvrages permettant de justifier un problème recherché antérieur à notre étude afin de mieux expliquer et justifier notre sujet.

Le chercheur en didactique des sciences physiques (Hadadah, 1984) dans le cadre de ses travaux de thèse 3^e Cycle, à l'université de Paris 7 a mené une étude comparative sur l'histoire et l'épistémologie de l'optique géométrique et des représentations des élèves libanais dans le même domaine ; ce travail a été publié le 29 Février 1984. Tout d'abord il a décrit la situation actuelle au Liban où le recyclage des enseignants et l'enseignement de la didactique de physique sont inexistantes et où les difficultés ressenties par les élèves dans l'apprentissage de la physique provoquent chez eux une appréhension de cette matière, et par suite un obstacle psychologique. Suite à ces constatations il s'est penché sur le problème des représentations des élèves libanais. Il a montré que la non prise en compte des représentations des élèves libanais dans l'enseignement de la physique notamment en optique géométrique influençait leurs performances scolaires. Dans une recherche récente (2018) menée au Cameroun, en didactique de physique, à la F.S.E (UYI), le chercheur Belebenie Ibrahim arrive aux mêmes conclusions cette fois dans l'enseignement de la mécanique « Il existe un lien significatif entre la prise en compte des représentations des apprenants dans l'enseignement de la mécanique suivant le modèle C.H.I.S et leurs performances scolaires » (Belebenie 2018, p. 108). Outre la partie sur les représentations, Hadadah, Khaled a travaillé sur l'histoire et l'épistémologie de l'optique géométrique dans laquelle il s'est intéressé plus particulièrement aux œuvres de trois savants : Alhazen, Descartes et Newton. En perspective, dans une recherche ultérieure au Liban il a envisagé prolonger ses travaux sur l'étude des conditions favorisant l'acquisition des connaissances d'optique par les élèves libanais. Un autre chercheur en didactique de physique, Kaminski Wanda toujours dans le cadre de ses travaux de thèse 3^e Cycle, à l'université de Paris 7 a mené une étude sur l'Optique élémentaire en classe de quatrième : raisons et impact sur les maîtres d'une maquette d'enseignement. Ce travail a été rendu public le 15 Mars 1991 et prend pour point de départ les études exploratoires sur les conceptions des élèves et des adultes en optique élémentaire. La première partie, centrée sur le thème de la

chambre noire, présente une investigation des difficultés courantes, ou il apparaît que les notions les plus fondamentales du domaine sont loin d'être évidentes, et suscitent des difficultés très semblables chez les élèves et les maîtres des classes de quatrième.

A partir de ce résultat, l'auteur définit une liste d'objectifs conceptuels pour un enseignement qui forme un ensemble cohérent sur une durée d'une trentaine d'heures. La spécification de cet enseignement est faite dans un second chapitre où sont précisés, sous la forme de cinq séquences, objectifs, interventions du maître, manipulations et questions posées, difficultés à prévoir et situations susceptibles d'enrichir la discussion avec les formes. L'activité de ceux-ci est constamment sollicitée, notamment par des exercices du type prévision/confrontation avec l'expérience. La première séquence est consacrée à la composition de la lumière et la synthèse des couleurs, la deuxième à la propagation rectiligne et isotrope de la lumière, la troisième à la formation des images par les lentilles minces convergentes, la quatrième à l'analyse de ce qu'est une lumière visualisée et la dernière à un thème présenté en tant que synthèse : la chambre noire. La troisième partie fournit des éléments d'une double évaluation : d'une part celle des acquisitions conceptuelles des maîtres ayant eux-mêmes reçu l'enseignement décrit plus haut, d'autre part, celle du degré et des raisons de leur adhésion au projet d'en reprendre à leur compte des éléments vis-à-vis de leurs propres élèves. Les informations recueillies de ce double point de vue, notamment les importantes restructurations observées chez les stagiaires dans l'appréciation des difficultés du domaine, fournissent des éléments précis en vue d'une expérimentation directe sur les élèves. Kaminsky Wanda estime qu'il est important de provoquer chez les apprenants non seulement une activité manipulative importante, mais surtout à travers cela, une élaboration conceptuelle mettant en jeu : questions, surprise, discussion, et effort commun de mise en cohérence de tous les éléments d'informations disponibles.

Une autre équipe constituée des chercheurs : Khalid Ahaji, Abdelkrim El Hajjami, Lotfi Ajana, Ahmed El Mokri, Ahmed Chikhaoui a mené une étude portant sur l'effet de l'utilisation de séquences de simulation d'optique géométrique sur la compréhension et sur l'apprentissage d'élèves de baccalauréat. Partant du fait que les technologies de l'information et de la communication sont de plus en plus sollicitées dans le système éducatif marocain pour jouer un rôle important dans l'enseignement et l'apprentissage, ils ont constaté aussi que plusieurs enseignants innovateurs conçoivent chaque année des supports multimédias qu'ils tentent d'intégrer dans leurs activités enseignantes. Ils ont donc cherché à évaluer les produits

multimédias en général, et particulièrement les produits des enseignants innovants marocains. « Car en sciences, ces technologies de l'information et de la communication peuvent être utilisées en cours ou en travaux pratiques, pour la prise de données et la présentation graphique en temps réel des résultats aussi bien que pour la modélisation théorique, dans des laboratoires informatisés au lycée ou chez soi sur son PC personnel éventuellement connecté par Internet » (Niedderer, 1999). Mais, plusieurs questions se posent quant à leur intégration dans l'enseignement et dans l'apprentissage des matières à savoir :

- Manque de formation du personnel enseignant,
- Insuffisance du temps pour la planification des applications pédagogiques des TIC,
- Difficulté à gérer l'utilisation de l'ordinateur par les élèves (Bouchard, 1996).

Or le développement considérable des TIC et les recherches en didactique des sciences, ont alimenté les idées des chercheurs et les ont orientés à trouver des solutions utilisant les TIC et pouvant résoudre certains problèmes liés à l'enseignement et à l'apprentissage des sciences physiques. L'élément déterminant, c'est la manière dont les TIC sont incorporées dans la démarche pédagogique. Dans les sciences expérimentales d'une manière générale et les sciences physiques en particulier, l'exploration du monde physique par simulation par exemple nécessite de passer par des activités scientifiques fondées sur l'élaboration de modèles (modélisation) et sur leur utilisation. L'usage de la simulation paraît comme un bon exemple d'incorporation des TIC dans la démarche pédagogique. Elle permet l'exploration du modèle en recherchant de nouvelles propriétés ou de conséquences particulières. Alain Durey²⁰ et Daniel Beaufils²¹ dans l'article²² portant sur l'ordinateur dans l'enseignement des sciences physiques : question de didactique, affirme que « La simulation n'est autre que de l'expérimentation sur modèle ». Les situations de recherche ou de développement où l'on s'appuie sur la simulation sont de plus en plus nombreuses. C'est pourquoi, sur le plan didactique, « L'hypothèse d'une simulation sur ordinateur peut être le support d'activités pertinentes sur les plans scientifiques et pédagogiques qui, renforçant la dimension plus conceptuelle de la modélisation, apparaissent d'emblée comme complémentaires de l'expérience » (Durey et

²⁰ Enseignant à l'école normale supérieure de Cachan

²¹ Chercheur à l'institut national de recherche pédagogique – Technologie nouvelles et éducation

²² Lors des 8èmes journées informatique et pédagogie des sciences physiques – Montpellier 1998

Beaufils, 1998, p.71). Le produit que l'équipe²³ a expérimenté est un logiciel qui simule des séquences d'optiques géométriques et qui a fait l'objet d'une évaluation experte (Ahaji, el Hajjami *et al.*, 2005).

Cette équipe de recherche a vérifié si l'intégration de séquence de simulation d'optique peut favoriser des démarches d'apprentissage spécifiques chez des élèves de niveau baccalauréat sciences expérimentales. La démarche d'apprentissage « spécifique » faisant référence à une comparaison entre des pratiques pédagogiques traditionnelles (celles axées sur l'enseignement) et d'autres pratiques (celles axées sur la construction de connaissances) susceptibles de permettre une intégration significative des technologies de l'information et de la communication, Dans un premier temps, l'équipe a mené une évaluation experte, par inspection en utilisant des critères d'évaluations prédéfinies ; ensuite, elle a démontré que ce type d'évaluation est très utile mais insuffisant, parce qu'il génère des différences de jugement entre les experts (Ahaji, Alem & El Hajjami, 2006). Ce qui les a poussés à penser à l'expérimentation du produit multimédia auprès des utilisateurs potentiels : « les apprenants ».

C'est ainsi qu'elle est passée à la recherche de quelques difficultés en optique géométrique rencontrées par deux classes d'élèves de niveau baccalauréat sciences expérimentales pour ensuite arriver à étudier l'effet de l'intégration de séquences de simulation d'optique géométrique sur l'apprentissage d'utilisateurs potentiels. Dans cette recherche, un plan expérimental (Pré-test/Post-test) a été adopté avec groupe de contrôle (parallèle, équivalent, témoin). La population cible était composée de deux groupes comprenant chacun 14 élèves âgés entre 17 et 19 ans. Au cours de l'année scolaire 2005-2006, le premier groupe ou groupe témoin a suivi le cours de l'optique géométrique dans les conditions traditionnelles. Le deuxième groupe ou groupe expérimental a suivi le cours d'optique en utilisant un produit multimédia qui contient le cours et des simulations de quelques expériences relatives à l'optique géométrique. Le choix de ces deux groupes a été fait parmi deux classes différentes de niveaux baccalauréat sciences expérimentales, d'un établissement marocain : lycée Tabriket de la ville de Salé et en considérant le niveau de connaissances informatique des élèves. Après avoir passé l'expérimentation, l'équipe a invité les deux groupes à répondre aux questions du post-test construit avec un inspecteur de la matière, quatre enseignants des sciences physiques et un didacticien

²³ Constituée des chercheurs : Khalid Ahaji, Abdelkrim El Hajjami, Lotfi Ajana, Ahmed El Mokri, Ahmed Chikhaoui

des sciences. Les chercheurs ont également constaté que les élèves, ont manifesté une grande motivation à apprendre en utilisant l'outil multimédia.

Ces chercheurs sont arrivés à la conclusion selon laquelle, l'analyse des résultats des tests administrés aux deux groupes, témoin (T_{tém}) et expérimental (T_{exp}), et la comparaison des moyennes des deux groupes, ont montré que l'intégration du logiciel d'optique géométrique a eu un effet positif sur l'apprentissage d'élèves de niveau baccalauréat sciences expérimentales. Les résultats de l'expérience auxquels sont arrivés ces chercheurs sont de nature à stimuler la réflexion en cours sur les modèles d'enseignement et d'apprentissage et la réforme du système d'éducation et de formation. En outre, ce travail nous a permis de comprendre la nature de la complexité de l'évaluation des produits multimédias pédagogiques, et que la meilleure façon de s'assurer de l'intérêt pédagogique d'un logiciel est de l'expérimenter auprès des utilisateurs potentiels.

Les travaux de (Buty et Gaidioz, 1998) sur la formation optique des images : modélisation informatique et expériences de physique lors des 8èmes Journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques - Montpellier en 1998 révèlent qu'au cours de l'année scolaire 1996-1997, une séquence d'enseignement sur la formation optique d'une image, en classe de Terminale (Spécialité Sciences Physiques), a été mise en place et expérimentée grâce à une collaboration entre quatre enseignants de Sciences Physiques de lycées lyonnais qui assuraient cet enseignement, et un chercheur en didactique de la physique. Cette collaboration constituait une partie d'un projet "recherche-action" de la MAFPEN de Lyon. Ce projet, nommé SOC, a réuni une équipe d'enseignants, de chercheurs en didactique des Sciences Physiques et des Inspecteurs Régionaux de Sciences Physiques, dans le but de produire des documents d'enseignements²⁴ pour la formation des maîtres. L'enseignement de Spécialité a été réalisé en cours-TP, où les apprenants travaillaient par paires. Chaque paire d'élèves disposait d'un dispositif expérimental (banc optique, micro-ordinateur). Sur l'écran du micro-ordinateur les élèves observent, manipulent et interprètent des modèles dynamiques des situations expérimentales auxquelles ils sont confrontés. Le programme officiel d'optique de l'enseignement de spécialité est intitulé "Formation optique d'une image" et invite les enseignants à proposer « aux élèves des situations expérimentales où ils doivent exploiter quelques

²⁴ Ces documents SOC peuvent notamment être téléchargés sur le serveur de l'académie de Lyon (<http://www.ac-lyon.fr>).

notions de base et développer démarches raisonnées, confrontations expérience-théorie et analyse de l'objet technique dans sa dimension physique. La séquence comprend deux parties d'égale importance :

- la mise en place des éléments des lentilles minces (foyers principaux/secondaires image/objet, centre optique), de leurs propriétés, en même temps que la démonstration de l'utilité des conditions de Gauss ; la définition du deuxième modèle des lentilles minces et son application immédiate que constitue la focométrie ;
- l'utilisation de ce modèle dans d'autres situations (loupe, lentille divergente), l'étude de l'œil modélisé par une lentille convergente, l'étude d'un instrument d'optique.

Après une première année d'utilisation de cette séquence, le constat lors des 8èmes Journées Informatique et Pédagogie des Sciences Physiques - Montpellier 1998 a été le suivant, les élèves :

- manipulent correctement le logiciel sans apprentissage préalable ;
- identifient sans problèmes les traits sur l'écran de l'ordinateur comme les représentants de rayons lumineux ;
- assimilent effectivement un déplacement du tracé à la prise en considération d'un autre rayon dans le faisceau, et la "trace" d'un représentant de rayon à la silhouette d'un faisceau auquel ce rayon appartient ;
- associent avec pertinence le déplacement de certains symboles sur l'écran avec le déplacement de certains objets dans la réalité ;
- après utilisation de l'ordinateur, réalisent certaines expériences un peu complexes, comme la focométrie par la méthode de Bessel, avec une plus grande aisance et en un temps plus court ;

Il en ressort indubitablement que cet outil favorise la construction de sens et les processus de modélisation, et que ces effets positifs sont liés à ses conditions d'utilisation et notamment à l'intervention de l'enseignant. D'après (Buty, 1998) le développement et la banalisation dans les classes des Technologies de l'Information et de la Communication appliquées à l'Enseignement (TICE) exigent des didacticiens, en particulier de la physique, de produire un cadre théorique pour appréhender et conduire les phénomènes didactiques qui accompagnent cet usage des TICE. Le travail réalisé a pour objectif, dans un contexte particulier et limité, de fournir des éléments pour la construction de ce cadre et pour l'analyse des activités des élèves lorsqu'ils se servent de telles technologies. L'article se base sur l'analyse du dérou-

lement d'une séquence d'enseignement en optique géométrique, en classe de Terminale (enseignement de spécialité Sciences Physiques), où intervenaient des simulations informatiques. Cette séquence, construite ad hoc dans une collaboration entre des enseignants du secondaire et le chercheur, comprend quinze « situations », et s'étend sur huit séances de deux heures de cours-TP, à raison d'une séance par semaine.

Dans le cadre de notre étude, nous montrerons comment l'usage d'un didacticiel dans l'enseignement des sciences physiques influence les performances des apprenants et proposons comme cadre théorique, la D.I.C.H.I.S (Didactique Centrée sur les Habilités d'Investigations Scientifiques). Cette stratégie pédagogique procède par la création des situations-problèmes, qui permet à l'élève de construire des connaissances et d'acquérir des compétences dans l'action, se situant ainsi dans une logique constructiviste qui place l'apprenant au centre de l'apprentissage. Dans ce sens elle est une méthode active dont l'objectif est de « créer des situations au travers desquelles l'apprenant cultive au contact de la réalité, des habiletés » (Matchinda, 1998, p.62). La D.I.C.H.I.S en utilisant une approche par objectif se situe dans une logique béhavioriste.

En s'intéressant au cadre (environnement) dans lequel on développe les habiletés d'investigation scientifique, la D.I.C.H.I.S se situe dans un contexte socio-constructiviste

La D.I.C.H.I.S est spécifique en ce sens qu'elle fait acquérir à l'apprenant une autonomie et un comportement d'homme de science. Elle consiste aussi en ce que les actes d'apprentissages et d'enseignements soient intentionnels, conscients et méthodiques.

La D.I.C.H.I.S se présente ainsi comme une approche pédagogique qui puise dans les théories et méthodes en vigueur mais qui en plus apporte sa spécificité. Se présentant comme une synthèse des autres approches pédagogiques, elle est adaptée dans le processus de modélisation en didactique des sciences.

2.3 -Théories relatives au sujet

Selon le Dictionnaire Universel (2013, p. 1237), la théorie est un : « Ensemble d'opinions, d'idées sur un sujet particulier ». Pour AKOULOZE, repris par (Kougang, 2012), la théorie est un : « Ensemble d'énoncés comportant des définitions, des relations supposées être vraie et relative à un domaine particulier » ; Pour (Hotyat, 1973, p. 306) c'est « une synthèse hypothétique couvrant l'explication d'un certain nombre de faits et s'appliquant à faire le point de l'état d'une science ». Dans le cadre de notre recherche, les théories inhérentes à notre sujet portent sur le connectivisme, la transposition didactique.

2.3.1 -Le connectivisme :

Le connectivisme est une théorie d'apprentissage qui a été développée par George Siemens et Stephen Downes durant les années 2000. Cette théorie s'intéresse aux enjeux de l'arrivée des nouvelles technologies numériques dans l'apprentissage. La théorie connectiviste est présentée comme « la nécessaire évolution des théories classiques de l'apprentissage (behaviorisme, cognitivisme, constructivisme et socio-constructivisme), adaptée aux nouvelles réalités de la société du savoir et du numérique » (Siemens, 2004). Ce modèle d'apprentissage, s'appuie sur huit principes, et considère que les connaissances sont distribuées à travers un réseau de connexions (individuelles et organisationnelles) ; il revient donc aux différents acteurs en présence, de savoir exploiter le potentiel de ces réseaux pour construire des connaissances.

2.3.1.1 -Son implication dans le processus enseignement apprentissage

Le déploiement de la théorie connectiviste dans le processus enseignement/apprentissage se décline suivant les huit principes ci-dessous :

- L'apprentissage et le savoir sont liés et résident dans la diversité des opinions et des ressources ;
- Le deuxième principe quant à lui, énonce qu'apprendre est un processus de mise en relation de contacts (création de liens, des nœuds) ou de sources d'informations spécialisés ;

- Le troisième principe : montre que l'apprentissage peut résider dans des appareils non humains, en d'autres termes, il peut être généré par des processus non-humains à l'instar des bases de données contenant des connaissances organisationnelles ;
- Le quatrième principe révèle que la capacité d'en savoir plus est bien plus critique que ce que l'on sait actuellement ; cela évoque la nécessité, pour un individu, de pouvoir et de savoir identifier ses besoins de connaissances à venir afin de mettre sur pied des stratégies adéquates dans l'optique d'optimiser l'apprentissage ;
- Le cinquième principe : souligne que le fait de développer et de garder les contacts établis est non seulement un atout majeur, mais aussi un élément indispensable pour faciliter l'apprentissage de façon continue. Les réseaux sociaux illustrent bien ce principe ;
- Le sixième principe : insiste sur le fait que la possibilité et la capacité à faire des liens entre les domaines de connaissances, les idées et les concepts est une compétence de base capitale ;
- Le septième principe : prône l'importance de la pertinence, de la validité ainsi que la nécessité d'obtention des connaissances précises et mises à jour, dans toute activité d'apprentissage connectiviste ;
- Enfin, le huitième principe : stipule que la prise de décision est considérée comme un processus d'apprentissage en soi ; car l'information est variable dans le temps et dans l'espace, et qui peut être vrai dans un contexte donné ne le restera pas forcément dans un autre.

Les principes ci-dessus ont révolutionné le processus enseignement/apprentissage. Ce processus connectiviste se résume de la manière suivante : « Enseigner c'est modéliser et démontrer, Apprendre c'est pratiquer et réfléchir » (Downes, 2009). Sugata Mitra a démontré au terme d'une décennie de recherche que les enfants sont capables d'apprendre (de co-apprendre), seuls, sans enseignant, en se servant d'un ordinateur, internet et/ou des supports de cours. Il arrive à la conclusion selon laquelle : « l'éducation est un système qui s'auto-organise et où l'apprentissage est le phénomène émergent » (Sugata, 2010). C'est en s'appuyant sur les limites du behaviorisme, du cognitivisme, du constructivisme, que la théorie connectiviste explique les effets de la technologie sur la façon dont les gens vivent, communiquent et apprennent.

C'est à juste titre que Donald G. Perrin²⁵, dit de la théorie qu'elle « combine les éléments pertinents de nombreuses théories d'apprentissage, des réseaux sociaux et des technologies afin de créer une théorie solide pour l'apprentissage à l'ère numérique » Perrin (2005).

En bref, selon George Siemens²⁶ :

« Le connectivisme est la somme de principes issus de la théorie du chaos, des réseaux, de l'auto-organisation et de la complexité. L'apprentissage est un processus qui se produit dans des environnements flous composés d'éléments de base changeants, et qui n'est pas entièrement sous le contrôle de l'individu. L'apprentissage peut résider en dehors de l'individu (au sein d'une organisation ou une base de données), et se concentre sur la connexion d'ensembles d'informations spécialisées. Les liens qui permettent d'apprendre davantage sont plus importants que l'état actuel de notre connaissance. Le connectivisme est motivé par la compréhension du fait que les prises de décision sont fondées sur des bases qui se modifient rapidement. De nouvelles informations sont constamment acquises. La capacité d'établir des distinctions entre l'information importante et sans importance est vitale. La capacité de reconnaître quand de nouvelles informations modifient le paysage en fonction des décisions prises hier est également critique. » (Georges Siemens, 2005, p.3).

2.3.1.2 -Avantages et limites du connectivisme

a -Avantages

Le connectivisme favorise une forme d'apprentissage par l'expérience et la pratique, elle se rapproche du socio-constructivisme car très souvent, en situation d'apprentissage pendant les activités pédagogiques, les apprenants échangent entre eux, il y'a une collaboration entre l'apprenant et ses pairs ou l'enseignant. Grâce à la forte médiatisation des nouvelles technologies, elle permet une croissance exponentielle des connaissances.

²⁵ Directeur de rédaction à l'International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. L'article s'intitule Connectivisme: Une théorie de l'apprentissage pour l'ère du numérique, International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, Vol. 2 No. 1, Jan 2005

²⁶ L'un des pères fondateur du connectivisme, « Connectivisme et connaissances connective »

b -Limites

Il est quelques fois difficile de trouver des outils et techniques nécessaires pour faire face à une croissance exponentielle des connaissances dont il serait impossible de tirer parti. Un autre aspect qu'on reproche au connectivisme est celui de son statut de théorie de l'apprentissage, car ce courant apparaît beaucoup plus comme une approche pédagogique qu'une théorie, au regard des idées qui ne sont pas tout à fait nouvelles. Le chercheur Verhagen²⁷ pense que : « le connectivisme n'est pas une théorie d'apprentissage, mais est plutôt une vue "pédagogique » (Verhagen, 2006, p.2) ; car il pense que les théories de l'apprentissage devraient porter sur la façon dont les gens apprennent plutôt que sur ce qui est appris et pourquoi c'est appris. Un autre chercheur estime que, « bien que la technologie affecte l'environnement d'apprentissage, les théories de l'apprentissage existantes sont suffisantes. »²⁸ (Bill Kerr, 2007, p.6). Il en ressort que le connectivisme peut être considéré comme une branche du constructivisme appelée constructivisme social.

2.3.2 -La transposition didactique

Le thème de la transposition didactique a été introduit dans la communauté française des didacticiens de mathématiques au tout début des années 1980. Ce thème a émergé dans divers travaux réalisés par l'équipe de recherche (Arithmétique au Collège) animé par Yves Chevallard à l'IREM d'Aix Marseille.

2.3.2.1 -La nécessité de la transposition didactique dans le processus enseignement/apprentissage

La théorie de la transposition didactique nous parle d'un objet : les phénomènes de transposition didactique ; Car toute science a pour objectif d'éclairer le réel, en d'autres termes,

« Tout projet de science est indissociablement tentative continuée de problématiser le réel ; de le faire apparaître comme problématique. En toute entreprise de science, la recherche des voies de la problématisation constitue le premier effort, mobilise les premières énergies, et peut seule assurer le décollage de l'œuvre collective. » (Chevallard, 1985). Partant du constat

²⁷ Une nouvelle théorie de l'apprentissage? Plon Verhagen (Université de Twente), Novembre 2006

²⁸ Discontinuité Raciale Bill Kerr, Février 2007

qu'entre les notions de mathématiques, de physiques des érudits savants aux notions de mathématiques et physiques enseignés à l'école primaire, au secondaire jusqu'à l'université il y'a un clivage, une distance ; et cette distance est relative de par nos origines culturelles, sociales...Il est donc important, de mettre sur pied des mécanismes de transmissions et d'acquisitions des savoirs, permettant de passer d'un savoir savant, à un savoir à enseigner, puis à un savoir appris.

En effet, l'enseignement d'un savoir, est toujours la réalisation d'un projet social, plus ou moins largement partagé, porté par au moins certains groupes sociaux. Le concept de transposition didactique, renvoyant donc au passage du savoir savant au savoir enseigné, donc à la distance qui les sépare, est un avantage

« Outil qui permet de prendre du recul, d'interroger les évidences, d'éroder les idées simples, de se déprendre de la familiarité trompeuse de son objet d'étude, bref, d'exercer sa vigilance épistémologique. Il est l'un des instruments de la rupture que la didactique doit opérer pour se constituer en son domaine propre ; il est ce par quoi l'entrée du savoir dans la problématique de la didactique passe de la puissance à l'acte. » (Chevallard, 1982).

Pour l'enseignant, la transposition didactique vient ébranler sa pratique ; Car Pour que l'enseignement d'un élément de savoir soit possible, il faudrait que cet élément subisse au préalable certaines déformations, qui le rendront apte à être enseigné ce qui nous montre que le savoir enseigné, diffère du savoir à enseigner. Voilà donc la clé du concept de transposition didactique. Il ne suffit donc pas qu'un fossé ou un clivage se creuse, mais il faudrait que ce fossé, ou clivage soit inexistant, et chassé des consciences comme problème.

Avec l'usage des nouvelles technologies pour la médiatisation des apprentissages, l'utilisation de l'ordinateur comme outil de laboratoire, la création des logiciels d'aide à la résolution de divers problèmes, l'on a très vite constaté « un ensemble d'approches et de choix très divers, et d'emblée la question de pratique de laboratoire prise en référence se trouvait posée. » (Durey et Beaufils, 1998) L'innovation technologique a donc soulevé un problème de transposition didactique notamment au plan des savoirs et savoir-faire à faire acquérir aux apprenants. De ce fait, la conception d'un didacticiel, ou l'enseignement d'une notion via un didacticiel, devrait donc tenir compte de la transformation du savoir savant au savoir à enseigner, puis du savoir à enseigner au savoir enseigné c'est-à-dire le savoir appris. La trans-

position didactique apparaît ainsi comme la première tâche à effectuer par tout enseignant avant une intervention pédagogique dans une salle de classe.

2.3.2.2 -Inconvénient

Le seul défaut réside dans le fait que, très souvent l'on ne s'intéresse à cette théorie comme Objet (les phénomènes de transpositions didactiques) oubliant qu'elle est avant tout un Outil « Cet objet est d'abord, par nature, outil. Outil de travail du chercheur s'entend. » (Chevallard, 1985), c'est une machine « C'est, d'abord, une machine, et dont il faut apprendre à se servir. Une machine à produire des connaissances. Le rendement de cette machine pourra bien décevoir, en qualité comme en quantité. » (Chevallard, 1985).

2.4 -Formulation des hypothèses

Une hypothèse peut s'entendre comme une réponse provisoire à une question de recherche, « une réponse anticipée à une question de départ » (Kakai, 2008, p.2). Partant des difficultés que les apprenants rencontrent face à la notion d'optique géométrique, nous pourrions émettre les hypothèses suivantes :

2.4.1 -Hypothèse générale

Cette recherche ayant été motivée par un problème de fond, celui de savoir si : Les stratégies pédagogiques employées ont une influence sur les performances scolaires des apprenants, Nous avons formulé à partir de ce problème, une question centrale à savoir : Quelles stratégies pédagogiques pourrait-on appliquées pour améliorer les performances scolaires des apprenants en physique notamment en optique géométrique ? Ainsi, à partir de cette question principale, nous avançons l'hypothèse générale suivante :

Les stratégies pédagogiques employées dans l'enseignement de l'optique géométrique influencent les performances scolaires des apprenants.

Or une hypothèse générale, pour être validée doit être vérifiée dans un champ d'expérimentation. Aussi, pour l'opérationnalisation de celle que nous venons d'énoncer, nous formulons des hypothèses secondaires ou hypothèses de recherche.

2.4.2 -Hypothèses de recherches

Une hypothèse de recherche peut se définir comme étant une réponse plausible d'un aspect de l'hypothèse générale. Pour le cas d'espèce, celles qui orientent notre travail sont les suivantes :

H.R₁ : L'enseignement de l'optique géométrique suivant le modèle C.H.I.S améliore les performances scolaires des apprenants ;

H.R₂ : L'utilisation du didacticiel d'optique géométrique améliore les performances scolaires des apprenants en physique ;

Enfin, une hypothèse de recherche tout comme du reste l'hypothèse générale doit mettre en lumière deux variables dont la relation possible apaise le besoin d'explication du chercheur.

2.5 -Définition des variables.

D'après De Lansheere (1976, p.216), « la variable est un élément dont la valeur peut changer et prendre différentes autres formes dans un ensemble appelé domaine de la variable ». Nous indiquons ici deux types de variables : la variable indépendante (V_I) et la variable dépendante (V_D) de notre hypothèse générale. Ainsi on va avoir :

2.5.1 -La variable indépendante (V_I).

Elle est la cause dans la relation de cause à effet. C'est aussi le paramètre qui génère une influence dans un milieu d'étude. C'est la variable à manipuler par le chercheur ; elle est sensée avoir une influence sur la variable dite dépendante. De notre hypothèse générale, nous dégagions la variable indépendante suivante : **Les stratégies pédagogiques employées dans l'enseignement de l'optique géométrique.**

2.5.2 -La variable dépendante (V_D).

C'est la variable réponse. Elle indique le phénomène que le chercheur essaie d'expliquer. D'après l'hypothèse générale, la variable dépendante est constituée : Des performances scolaires des apprenants.

A partir d'ici, le présent tableau récapitulatif illustre le travail à faire dans le cadre de ce mémoire.

2.6 -Tableau synoptique

Le tableau synoptique est une grille dans laquelle l'on peut avoir une vue globale du sujet que le chercheur traite et qui permet d'un coup d'œil, de se faire une idée des différentes parties d'un ensemble.

Tableau 1: Tableau synoptique

Hypothèse générale (HG)	Hypothèses de recherche (HR)	Variables (V)	Modalités	Indicateurs	Indices	Instrument d'analyse
Les stratégies pédagogiques employées dans l'enseignement de l'optique géométrique influencent les performances scolaires des apprenants.	H.R₁ : L'enseignement de l'optique géométrique suivant le modèle C.H.I.S améliore les performances scolaires des apprenants en physique.	V.I. : L'enseignement de l'optique géométrique suivant le modèle C.H.I.S	test au groupe témoin -test objectif au groupe expérimental et comparaison des notes	-plans -cours Appréciations (TB, B, Assez bien, Passable, Insuffisant)	-Enseignement en situation -Evaluation	-Analyse comparative des moyennes -Test t ANOVA
	H.R₂ : L'utilisation du didacticiel d'optique géométrique améliore les performances scolaires des apprenants en physique.	V.I. : L'utilisation d'un didacticiel d'optique géométrique	-test au groupe témoin -test objectif au groupe expérimental et comparaison des notes	très bien -bien -Assez bien -passable -insuffisant	-Enseignement en situation -Evaluation	-Analyse comparative des moyennes -Test t ANOVA
		VD : performances scolaires des apprenants en physique	moyenne	$\leq 10 \geq 10$		

En conclusion, nous avons présenté le cadre théorique et conceptuel de notre recherche. Cette partie nous a permis de ressortir les théories de notre sujet, les concepts liés à notre étude, la revue de la littérature et les hypothèses liées à notre sujet. Pour répondre à cette problématique heuristique qu'est l'amélioration des performances scolaires des apprenants en optique géométrique en classe de premières scientifique, nous avons fait le choix d'une méthodologie de recherche que nous nous proposons de décrire à présent.



**DEUXIEME PARTIE:
CADRE MÉTHODOLOGIQUE**

CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE

En général, la méthodologie désigne à la fois l'étude des différentes méthodes et moyens de présentés un sujet en vue d'atteindre des objectifs préalablement définis. (Kasentie et Zajc, 2004) définissent la méthodologie comme étant un ensemble cohérent et organisée de façons de faire la recherche. Il s'agit d'un ensemble d'étapes structurées organisées qui permettent la collecte et l'analyse des données dans l'optique de produire des résultats. Dans ce chapitre, nous-nous proposons de préciser et de définir la démarche méthodologique qui servira de support à notre travail de recherche. Il s'agira pour nous, de préciser le type de recherche que nous menons, le site et la population d'étude, l'échantillon et la technique d'échantillonnage. Enfin, nous préciserons le processus de collecte et de traitement des données.

3.1. Type de recherche

Ce travail s'inscrit dans le champ de la recherche empirique reposant sur des données quantitatives obtenues à partir d'une démarche quasi expérimentale.

On distingue deux types :

- Le type ex-post facto qui consiste à analyser les données déjà disponibles
- Le type ex-ante facto ou type expérimental ou le chercheur mène des expériences sur la variable indépendante en vue de générer les données.

Nous avons à faire à ce dernier type à l'occasion de ce travail.

Comme toute expérimentation sur une variable requiert que toutes choses soient égales par ailleurs, le groupe témoin trouve dès lors tout son bien-fondé. Ce groupe reçoit des enseignements de même contenus que le groupe expérimental mais dispensé selon les méthodes en vigueur. Il est question de faire une étude comparative de ces méthodes avec les démarches que nous déployons dans le groupe expérimental. La méthode quantitative nous donnera l'occasion de mesurer les performances des élèves après une expérience en situation de classe sanctionnée par un test d'évaluation formative. L'objectif visé est de mesurer et de **décrire** les

performances des élèves à travers leurs notes obtenues à l'issue de l'évaluation formative qui les sera proposée. Cela nécessite un site approprié qu'il convient de préciser.

3.2 -Site de l'étude

Le site de l'étude est un lieu, une localité où le chercheur entend mener ses enquêtes pour vérifier la véracité de ses hypothèses de recherche, de son hypothèse générale, et de confirmer ou non le problème posé comme fondement de la recherche. Compte tenu du fait que nous souhaitons appliquer le modèle C.H.I.S. basés sur la taxonomie des objectifs de l'enseignement des sciences de le KLOPFER au cours de physique, il était important pour nous de choisir un établissement scolaire qui nous servira de base pour mener notre expérimentation. Dans le cas qui nous concerne, nous entendons mener notre étude dans la ville de Yaoundé, au collège Frantz-Fanon, Situé dans l'arrondissement de Yaoundé IV^{ème} dans le département du Mfoundi, plus précisément au lieu-dit Mobil Kodengui. Le complexe scolaire Frantz-Fanon est un ensemble de quatre ordres d'enseignements : Le préscolaire, le primaire, le secondaire, l'E.N.I.E.G. Le choix de cet établissement comme lieu d'expérimentation s'explique par le fait que d'une part, nous avons effectué notre stage académique dans cet établissement. D'autres part, nous avons retrouvé nos collègues qui nous ont facilité l'accès. Ceci nous a épargné les difficultés liées à la recherche des enseignants qui voudraient bien consacrer un peu de temps à la recherche et d'établissements qui accepteraient volontiers l'expérimentation au sein de leurs classes. Par ailleurs, la raison la plus importante était la motivation des enseignants à participer et faire participer leurs élèves à l'intervention didactique. Car certains enseignants étaient réticents à l'expérimentation.

3.3 -Population

Dans le langage courant il s'agit d'un ensemble de personnes ; mais en langage mathématique, c'est un ensemble d'individus qui est soumis à une enquête pour une étude statistique. (Ronger, 1979, p.63) définit la population comme étant « l'ensemble d'individus qui peuvent entrer dans le champ de l'enquête et parmi lesquels sera choisi l'échantillon »

Pour notre travail, la population est constituée des élèves de l'enseignement secondaire général susceptibles d'être soumis à notre expérimentation. Le public cible est l'ensemble des élèves des classes de premières scientifiques du Cameroun. La population accessible est constituée des élèves des classes de première D du collège Frantz-Fanon. Par population nous entendons un groupe limité ou illimité d'individus ou d'éléments, connus à priori sur lequel le chercheur se propose d'effectuer la partie expérimentale de son travail afin d'en dégager les

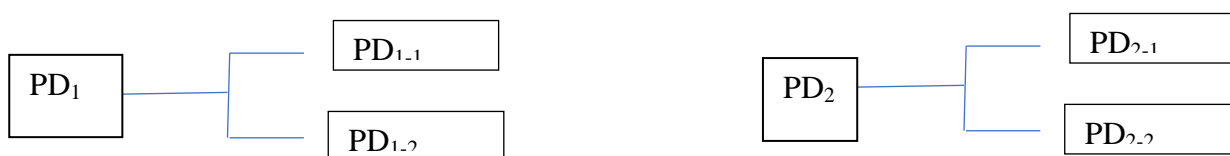
données devant servir à l'analyse. Notre population d'étude est constituée de l'ensemble des élèves du secondaire des établissements publics et privés au Cameroun. C'est la population mère à partir de laquelle sont tirées la population cible et la population accessible.

3.3.1 -Population cible.

C'est la population que le chercheur veut atteindre. Elle est constituée de l'ensemble des individus sur lesquels les résultats d'une recherche peuvent être appliqués. Notre population cible est constituée de l'ensemble des élèves des établissements secondaires d'enseignement général de la ville de Yaoundé. Au vu de l'étendue de celle-ci et des contraintes pratiques qui rendent impossible le travail avec tout ce monde, il s'est avéré nécessaire de définir la population accessible.

3.3.2 -Population accessible.

C'est la population que le chercheur peut atteindre. La nôtre est constituée de l'ensemble des élèves du collège Frantz- Fanon. Nous-nous sommes intéressés aux classes de premières de séries scientifiques qui sont plus portés aux études des sciences physiques. Nous avons considéré deux classes de première " D " : la première D1 (PD1) qui compte 42 élèves et la première D2 (PD2) comptant 48 élèves. Dans ces classes nous avons constitué des échantillons que nous avons organisé en deux groupes. Une partie de cet échantillon nous a servi de groupe expérimental et une autre, de groupe témoin.



3.4 -Echantillon et méthode d'échantillonnage.

3.4.1 - L'échantillon.

L'échantillon est une partie de la population accessible dont les réponses peuvent refléter celles de toute la population, sous réserve du caractère représentatif de cet échantillon. Il s'agit ici de la proportion de la population sur laquelle le chercheur axe ses investigations en vue d'en tirer les règles générales. Nous prenons comme échantillon dans le cadre de cette étude, quarante (40) individus, soit 20 élèves pour constituer un groupe expérimental et 20

autres pour constituer un groupe témoin. Le choix des élèves convoque ici la méthode d'échantillonnage.

3.4.2 -Méthode d'échantillonnage.

D'après (Mimché, 2015, p.25) il existe deux approches en rapport avec la question de l'échantillonnage : l'approche probabiliste et celle empirique. Le tableau suivant donne les techniques utilisées pour chaque approche.

Tableau 2 : Types d'échantillonnages.

L'approche probabiliste	L'approche empirique
Échantillonnage aléatoire simple	Échantillonnage par quotas
Échantillonnage systématique	Échantillonnage par convenance
Échantillonnage avec probabilité proportionnelle à la taille	Échantillonnage accidentelle
Échantillonnage stratifié	Échantillonnage délibérément hétérogène
Échantillonnage par groupe	Échantillonnage « boule de neige »
Échantillonnage à plusieurs degrés	
Échantillonnage à plusieurs phases	

Adapté de (Mimché, 2016, P.25) cours de master II. Cameroun, Université de Yaoundé1

La typologie de notre étude est quantitative, car nous avons à rechercher l'influence possible du point de vue **quantitatif** (en soumettant les élèves à une évaluation formative), entre les stratégies pédagogiques des enseignants et les performances des élèves. (Il s'agit pour nous de rechercher, l'influence de l'approche pédagogique, sur le taux de réussite des élèves). Ainsi, en nous situant dans une approche empirique, nous optons pour un échantillonnage par quotas.

En effet, d'après (Mimché, 2015, p.27), la méthode empirique encore appelée « échantillonnage pragmatique » est basée sur le « choix raisonné » ; le principe étant la construction d'un échantillon donc la structure est identique à celle de la population cible pour certaines variables. D'après (Angers, 1998) cité par (Lissom, 2016, p.41), l'échantillonnage par choix

raisonné qu'il qualifie de « typique » est celui où « les éléments choisis pour faire partie, apparaissent comme des modèles de la population d'étude ». Pour cette étude nous-nous intéressons à l'ensemble des élèves des classes de premières scientifiques du collège Frantz-Fanon. La structure des salles de classe au Cameroun étant la même à quelques exceptions près, nous choisissons de travailler avec les classes de première « D » parce que nous estimons qu'elles ont un programme d'optique en relation avec l'objet de notre recherche. Pour chaque groupe de 20 élèves, notre choix c'est fondé sur les critères suivants :

Tableau 3 : Tableau des Critères de structuration des quotas de l'échantillon par groupe.

Critères	Nombre d'élèves (une fille et/ou un garçon)
Être nouveau avec un profil d'élève fort	02
Être nouveau avec un profil d'élève moyen	04
Être nouveau avec un profil d'élève faible	04
Être redoublant avec un profil d'élève fort	02
Être redoublant avec un profil d'élève moyen	02
Être redoublant avec un profil d'élève faible	02
Être parmi les deux plus jeunes de la classe	02
Être le plus âgé de la classe	02

Plus concrètement, sur la base des résultats de la première séquence, nous avons formé des couples d'élèves en fonction des moyennes. Ensuite nos deux groupes ont été formés de sorte qu'un équilibre relatif soit respecté.

Après la formation des deux groupes de notre échantillon, un test d'homogénéité a été réalisé. A la suite de celui-ci, les résultats ci-dessous ont été obtenus :

Tableau 4 : Tableau récapitulatif des résultats du test d'homogénéité pour les deux groupes de PD₁.

	Groupe témoin (PD ₁₋₁)	Groupe expérimental (PD ₁₋₂)
Moyenne générale du groupe	15,05/20	15,50/20
Écart type	2,37	2,35

Source :enquêtes de terrain. Ces résultats montrent que nos deux groupes sont homogènes.

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des résultats du test d'homogénéité pour les deux groupes de PD₂.

	Groupe témoin (PD ₂₋₁)	Groupe expérimental (PD ₂₋₂)
Moyenne générale du groupe	11,95/20	12,00/20
Écart type	2,99	2,99

Source : enquêtes de terrain. Ces résultats montrent que nos deux groupes sont homogènes.

3.5 Description de l'instrument de collecte des données

Dans la recherche, nous avons utilisé comme instrument de collecte des données :

- Les questionnaires d'évaluations

Questionnaires d'évaluations

Nous avons préparé et administré les questionnaires En début et à la fin de l'expérimentation.

Au début, il s'agissait du pré-test qui permet de jauger les niveaux initiaux des élèves dans les deux groupes en termes d'habiletés d'investigations scientifiques.

En fin d'expérimentation, nous avons fait subir aux élèves des deux groupes le post test. La comparaison des performances des élèves des deux groupes va nous permettre de nous prononcer, quant à la pertinence et à l'efficacité de notre modèle. Ces questionnaires sont des instruments classiques de recueils de données (De Singly, 1992), ils permettent de garantir l'anonymat du répondant et de faire en sorte que l'enquêté puisse s'exprimer librement.

Sources des questionnaires : Les questionnaires sont constitués de QCM (Questions à choix multiples) portant sur des notions d'optiques à enseignées, et basés sur la taxonomie des objectifs de l'enseignement des sciences de Le Klopfer (1971).

3.6 -Analyse à priori du pré-test et post test

Tous les questionnaires du pré-test et post-test comportent une même partie : La section I. Dans cette section, nous retrouvons deux volets relatifs à l'identification de l'enquêté (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5), et de l'agent enquêteur (Q6, Q7, Q8). Concernant l'enquêté, nous avons les informations sur le nom de l'établissement, le statut de l'établissement, l'âge, la classe, le sexe ; Concernant l'agent enquêteur, nous avons le nom et code, la date de l'entretien, la durée de l'entretien, les résultats de l'interview. Les élèves interrogés sont du collège Frantz-Fanon, en classe de premières scientifiques, dans l'arrondissement de Yaoundé 4^e. Cette section nous permet de contrôler et de réduire les biais au niveau des informations contenues dans le questionnaire. La section II comporte des questions à choix multiples avec une seule réponse juste parmi les items proposés. Les questions à choix multiples présentent l'avantage de rendre la tâche du répondant plus aisée, car il choisit uniquement la réponse qui lui convient. Il permet un dépouillement des données plus aisé, et donnent aussi la possibilité de poser plusieurs questions. Pour éviter que le répondant soit obligé de choisir une réponse au hasard lorsqu'il n'est pas convaincu d'une des réponses, nous avons proposé l'item « Autre (à préciser) ». L'inconvénient réside dans le fait que le répondant peut opter pour une réponse à laquelle il n'aurait pas pensé spontanément.

Tableau 6 : Analyse à priori du Pré test portant sur l'approche pédagogique : la D.I.C.H.I.S.

Questions	R.A.A	Objectifs ou habiletés à développer
Q9- Comment se propage la lumière dans le vide a-En spirale b-En zigzag c-En ligne droite d-Autre (à préciser)	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes Perception d'un problème.

<p>Q10- Un rayon incident (relativement à un miroir) est :</p> <p>a- Un rayon qui tombe sur un miroir</p> <p>b- Un rayon qui est renvoyé par un miroir</p> <p>c- Un rayon qui tombe sur un miroir et qui est renvoyé par le dit miroir</p> <p>d- Autre (à préciser)</p>	a)	<p>Description des observations en utilisant un langage approprié.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perception d'un problème.
<p>Q11- Un miroir plan est :</p> <p>a- Une surface de séparation entre deux milieux transparents</p> <p>b- Une surface réfléchissante plane</p> <p>c- Une surface réfléchissante plane et de séparation entre deux milieux transparents</p> <p>d- Autre (à préciser)</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème.
<p>Q12- Un miroir donne de tout objet</p> <p>a- Un faisceau</p> <p>b- Un écran</p> <p>c- Une image</p> <p>d- Autre (à préciser)</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q13- La réfraction de la lumière est :</p> <p>a- Le renvoi de la lumière par une surface polie dans une direction privilégiée.</p> <p>b- Un brusque changement de direction que subit la lumière à la traversée de la surface de séparation entre deux milieux transparents.</p> <p>c- Le renvoi de la lumière par une surface polie dans une direction privilégiée suivi d'un changement de direction que subit la lumière à la traversée de la surface de séparation entre deux milieux transparents.</p> <p>d- Autre (à préciser)</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème.

<p>Q14- Une lentille sphérique est :</p> <p>a-Milieu homogène, non transparent, limité par deux surfaces sphériques. b-Milieu homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques. c-Milieu non homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques. d-Autre (à préciser)</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q15- Le centre optique d'une lentille est :</p> <p>a- Le point d'intercession du rayon lumineux et du plan de cette lentille b- Le point d'intercession du plan de cette lentille avec son axe principal c- Le point d'intercession du rayon lumineux avec son axe principal d- Autre (à préciser)</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q16- La vergence d'une lentille mince est :</p> <p>a- L'inverse de son plan focal b- L'inverse de son foyer focal c- L'inverse de sa distance focale d- Autre (à préciser)</p>	c)	<p>Interprétation des données expérimentales et des observations.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q17- Une image est réelle lorsqu'elle :</p> <p>a-Peut être recueillie par un écran b-Ne peut pas être recueillie par un écran c-Peut être recueillie par un écran ou ne peut pas être recueillie par un écran d-Autre (à préciser)</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Interprétation des données expérimentales et des observations.

<p>Q18- Pour une image réelle, a-Tous les rayons sortant de la lentille ne passe pas nécessairement par le point de convergence. b-Tous les rayons sortant de la lentille passe par le point de convergence. c-Tous les rayons sortant de la lentille ne passe pas par le point de convergence d- Autre (à préciser)</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q19- Dans les conditions d'approximations de Gauss, pour obtenir une image nette à travers une lentille, a-Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport au plan de la lentille b-Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à la lentille elle même c-Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à l'axe principal d-Autre (à préciser)</p>	<p>c)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q20- Lorsque les conditions d'approximations de Gauss ne sont pas remplies, l'image formée est : a-Nette b-Floue c-Virtuelle d-Autre (à préciser)</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q21- Le grandissement est le rapport entre : a-L a mesuré algébrique de la taille de l'image à celle de l'objet b-La mesure algébrique de la position de l'objet à celle de l'image c-L a mesuré algébrique de la taille de l'objet à celle de l'image d-Autre (à préciser)</p>	<p>a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation des données expérimentales et des observations. • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q22- La relation de conjugaison de Descartes ou formule de position est : a-L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale. b-L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à la me-</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.

<p>sure algébrique de la distance focale.</p> <p>c-L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.</p> <p>d-Autre (à préciser)</p>		
<p>Q23- Un Œil myope voit mieux :</p> <p>a- Les objets éloignés</p> <p>b- Les objets éloignés et rapprochés</p> <p>c- Les objets rapprochés</p> <p>d- Autre (à préciser)</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q24- Un Œil hypermétrope voit mieux :</p> <p>a- Les objets éloignés</p> <p>b- Les objets rapprochés</p> <p>c- Les objets éloignés et rapprochés</p> <p>d- Autre (à préciser)</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q25- L'acuité visuelle ou pouvoir séparateur de l'œil est :</p> <p>a- La distance x (en mètres) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.</p> <p>b- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus rapprochés que l'œil peut distinguer.</p> <p>c- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.</p> <p>d- Autre (à préciser)</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q26- L'œil réduit donne d'un objet réel :</p> <p>a- Une image virtuelle renversée située sur la rétine pour une vision distincte.</p> <p>b- Une image réelle renversée située sur la rétine pour une vision distincte.</p> <p>c- Une image virtuelle droite située sur la rétine pour une vision distincte.</p> <p>d- Autre (à préciser)</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.

<p>Q27- L'accommodation c'est la faculté qu'a l'œil de :</p> <p>a- Faire varier sa pupille. b- Faire varier la position de l'objet. c- Faire varier sa vergence. d- Autre (à préciser)</p>	<p>c)</p>	<p>Interprétation des données expérimentales et des observations. Perception d'un problème. Description des observations en utilisant un langage approprié.</p>
<p>Q28- La focométrie consiste en:</p> <p>a-la détermination expérimentale de l'image d'un objet à travers une lentille optique. b-la détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille optique. c-la détermination expérimentale de la nature de l'image d'un objet à travers une lentille optique. d- Autre (à préciser)</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation des données expérimentales et des observations. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.

Tableau 7 : Analyse à priori du Post-test portant sur l'approche pédagogique : la D.I.C.H.I.S.

Questions	R.A.A	Objectifs ou habiletés à développer
<p>Q10- La puissance P d'un instrument optique résulte du :</p> <p>Quotient du diamètre apparent de l'image et de la hauteur de l'objet</p> <p>Quotient de la hauteur de l'objet et du diamètre apparent de l'image</p> <p>Produit du diamètre apparent de l'image et de la hauteur de l'objet</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Mesure d'objets et de phénomènes. • Choix des instruments de mesures appropriés. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision. • Interprétation des données expérimentales et des observations.
<p>Q11- Le grossissement d'un appareil optique est :</p> <p>a- Le produit du diamètre apparent de l'image et du diamètre apparent de l'objet</p> <p>b- Le rapport du diamètre apparent de l'objet par le diamètre apparent de l'image</p> <p>c- Le rapport du diamètre apparent de l'image par le diamètre apparent de l'objet</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Mesure d'objets et de phénomènes. • Choix des instruments de mesures appropriés. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision. • Interprétation des données expérimentales et des observations.
<p>Q12- Les instruments d'optiques servent à emmener l'image d'un objet ? :</p> <p>a-En deçà des limites</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Perception d'un problème. • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.

<p>de visions distinctes (avant le punctum Remuntum)</p> <p>b-Entre les limites de visions distinctes (entre le PR et le PP)</p> <p>c-Au- delà des limites de visions distinctes (après le punctum proximum)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation des données expérimentales et des observations. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q13- Le pouvoir séparateur limité de l'œil ne permet pas d'observer un objet dont le diamètre apparent est trop petit. Pour ce faire on utilise des instruments d'optiques permettant à l'œil d'observer :</p> <p>a-L'objet</p> <p>b-L'image de l'objet</p> <p>c-L'image virtuelle plus grande que l'objet</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision. • Description des observations en utilisant un langage approprié • Observation d'objets et de phénomènes.
<p>Q14- La latitude de mise au point ou profondeur de champ est la distance des positions extrêmes entre lesquelles doit se trouver :</p> <p>l'objet pour que l'image soit vue de façon nette par l'observateur</p> <p>a- l'image pour que l'objet soit vue de façon nette par l'observateur</p> <p>b- l'objet pour que l'image soit</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.

<p>vue de façon approximative par l'observateur</p>		
<p>Q15- Lorsque l'objet est situé entre le plan focal objet et la lentille, la loupe donne d'un objet réel :</p> <p>a- Une image réelle, droite et agrandie</p> <p>b- Une image virtuelle, droite et agrandie.</p> <p>c- une image virtuelle, renversée et agrandie.</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q16- Lorsque l'image est à l'infini, la puissance $P = 1/OF'$ est dite intrinsèque, elle est :</p> <p>a- Supérieure à la vergence de la loupe.</p> <p>b- inférieure à la vergence de la loupe.</p> <p>c- égale à la vergence de la loupe.</p>	<p>c)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q17- Dans le cas d'une lentille convergente, pour que l'image se forme à l'infini, il faut que L'objet soit situé :</p> <p>a- Avant le foyer objet</p> <p>b- Au foyer objet</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.

<p>c- Entre le foyer objet et la lentille</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q18- Dans le cas du microscope, l'objectif est assimilable à une lentille convergente de distance focale faible (ordre du millimètre). Il donne d'un objet réel, une image :</p> <p>a-Réelle, renversée et agrandie</p> <p>b- Réelle, droite et agrandie</p> <p>c-Réelle, renversée et plus petite</p>	<p>a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q19- Dans le cas du microscope, l'oculaire est assimilable à une lentille convergente de distance focale de l'ordre du centimètre. Il donne d'un objet réel, une image,</p> <p>a-Réelle, renversée et agrandie.</p> <p>b-Virtuelle, renversée et agrandie.</p> <p>c-Virtuelle, droite et agrandie.</p>	<p>c)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.

<p>Q20- La latitude de mise au point du microscope est:</p> <p>a- Très faible.</p> <p>b-Moyenne.</p> <p>c-élevé.</p>	<p>a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q21- La puissance du microscope se traduit par la relation $P = \alpha'/AB$ elle est aussi :</p> <p>a- Le produit de la puissance de l'objectif et du grandissement de l'oculaire</p> <p>b- Le produit de la puissance de l'oculaire et du grandissement de l'objectif</p> <p>c- Le produit de la puissance de l'oculaire et du grossissement de l'objectif</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q22- Dans le cas du microscope, pour une image située à l'infini, la puissance est dite intrinsèque, l'image intermédiaire A1B1 donnée par l'objectif doit se former :</p> <p>a-Dans l'intervalle optique.</p> <p>b-Sur le plan focal image de</p>	<p>c)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans

<p>l'objectif.</p> <p>c-Sur le plan focal objet de l'oculaire</p>		<p>le domaine de la science.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q23 Le grossissement du microscope se traduit par la relation $G = \alpha'/\alpha$, pour un objet situé à la distance minimale de vision distincte, il est aussi :</p> <p>a-Le produit de la puissance et de la hauteur de l'objet</p> <p>b-Le produit de la puissance et de la distance minimale de vision distincte.</p> <p>c- Le rapport la puissance par la distance minimale de vision distincte.</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q24- L'on parle de grossissement commercial lorsque :</p> <p>a- $D_m = 0,25m$</p> <p>b- $D_m < 0,25m$</p> <p>c- $D_m > 0,25m$</p>	<p>a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème.
<p>Q25- Le grossissement commercial du microscope est aussi égal :</p> <p>a) Au rapport du grossissement de l'objectif par la</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations ap-

<p>valeur absolue du grandissement de l'oculaire. .</p> <p>b) au produit du grossissement de l'oculaire et de la valeur absolue du grandissement de l'objectif.</p> <p>c) au produit du grossissement de l'objectif et de la valeur absolue du grandissement de l'oculaire.</p>	<p>b)</p>	<p>puyées par les relations trouvées.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q26- L'acuité visuelle ou pouvoir séparateur de l'œil est :</p> <p>a- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus éloignés que l'œil peut distinguer.</p> <p>b- La distance x (en mètres) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.</p> <p>c- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus rapprochés que l'œil peut distinguer</p>	<p>c)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q27- Dans le cas de la lunette astronomique, l'image finale formée à travers les deux systèmes optiques est :</p> <p>a- Virtuelle, renversée plus grande que l'objet.</p> <p>b- Virtuelle, droite plus grande que l'objet.</p> <p>c- Réelle, droite plus grande que l'objet.</p>	<p>a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème.

		<ul style="list-style-type: none"> • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q28- La mise au point de la lunette astronomique se fait :</p> <p>a- En déplaçant l'ensemble objectif oculaire par rapport à l'objet.</p> <p>b- En modifiant la distance de l'objet à la lentille.</p> <p>c- En déplaçant l'oculaire par rapport à l'objectif.</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
<p>Q29- La focométrie consiste en:</p> <p>a- la détermination expérimentale de la nature de l'image d'un objet à travers une lentille optique.</p> <p>b- la détermination expérimentale de l'image d'un objet à travers d'une lentille optique.</p> <p>c- la détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille optique.</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation des données expérimentales et des observations. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.

Tableau 8 : Analyse à priori du Pré-test portant sur le didacticiel

Questions	R.A.A.	Objectifs
<p>Q10- La focométrie consiste en :</p> <p>a- La détermination expérimentale de l'image d'un objet à travers une lentille optique.</p> <p>b- La détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille optique.</p> <p>c- La détermination expérimentale de la nature de l'image d'un objet à travers une lentille optique.</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation des données expérimentales et des observations. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q11- Quelle méthode focométrique semble appropriée dans le cas des mesures des lentilles divergentes :</p> <p>a- La méthode de Bessel</p> <p>b- La méthode de Badal</p> <p>c- La méthode d'auto collimation</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q12- Lorsque la focale d'une lentille est très courte (cinq fois plus courte) par rapport à la longueur du banc optique, quelle méthode semble appropriée :</p> <p>a- La méthode d'auto collimation</p> <p>b- La méthode de Descartes</p> <p>c- La méthode de Bessel</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q13- Un miroir donne de tout objet :</p> <p>a- Une image</p> <p>b- Un écran</p> <p>c- Un faisceau</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q14- Parmi les méthodes ci-dessous, laquelle est plus précise :</p> <p>a- La méthode de d'auto collimation</p> <p>b- La méthode de Bessel</p> <p>c- La méthode de Silbermann</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.

		<ul style="list-style-type: none"> Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q15- Une lentille sphérique est :</p> <p>a- Milieu homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.</p> <p>b- Milieu homogène, non transparent, limité par deux surfaces sphériques.</p> <p>c- Milieu non homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> Observation d'objets et de phénomènes Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q16- Le centre optique d'une lentille est :</p> <p>a- Le point d'intercession du rayon lumineux et du plan de cette lentille</p> <p>b- Le point d'intercession du plan de cette lentille avec son axe principal</p> <p>c- Le point d'intercession du rayon lumineux avec son axe principal</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> Observation d'objets et de phénomènes Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q17- La vergence d'une lentille mince est :</p> <p>a- L'inverse de son plan focal</p> <p>b- L'inverse de son foyer focal</p> <p>c- L'inverse de sa distance focal</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. Interprétation des données expérimentales et des observations.
<p>Q18- Une image est réelle lorsqu'elle :</p> <p>a- Peut être recueillie par un écran.</p> <p>b- Ne peut pas être recueillie par un écran.</p> <p>c- Peut être confondue à un écran</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> Observation d'objets et de phénomènes Description des observations en utilisant un langage approprié. Interprétation des données expérimentales et des observations.
<p>Q19- Pour une image réelle,</p> <p>a- Tous les rayons sortant de la lentille ne passe pas nécessairement par le foyer image.</p> <p>b- Tous les rayons sortant de la lentille ne passe pas par le foyer image.</p> <p>c- Tous les rayons sortant de la lentille passe par le foyer image.</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> Observation d'objets et de phénomènes Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q20- Dans les conditions d'approximations de Gauss, pour obtenir une image nette à travers une lentille, il faut que :</p> <p>a- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport au plan de la lentille.</p> <p>b- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à l'axe principal.</p> <p>c- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à la lentille elle-même.</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q21- Lorsque les conditions d'approximations de Gauss ne sont pas remplies, l'image formée est :</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> Planification d'une procédure appropriée en vue

A – Nette B – Virtuelle C – Floue		d'une expérimentation. • Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q22- Le grandissement est le rapport entre :</p> <p>a- La mesure algébrique de la taille de l'image à celle de l'objet.</p> <p>b- La mesure algébrique de la position de l'objet à celle de l'image.</p> <p>c- La mesure algébrique de la taille de l'objet à celle de l'image.</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation des données expérimentales et des observations. • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q23- La relation de conjugaison de Descartes ou formule de position est :</p> <p>a- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.</p> <p>b- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à la mesure algébrique de la distance focale.</p> <p>c- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.</p>	c)	Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q24- L'acuité visuelle ou pouvoir séparateur de l'œil est :</p> <p>a- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus rapprochés que l'œil peut distinguer.</p> <p>b- La distance x (en mètres) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.</p> <p>c- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Observation d'objets et de phénomènes • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des problèmes dans le domaine de la science. • Perception d'un problème. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.
Q25- Comment se propage la lumière	c)	• Observation d'objets

<p>dans le vide ?</p> <p>a- En spirale</p> <p>b- En zigzag</p> <p>c- En ligne droite</p>		<p>et de phénomènes</p> <p>Perception d'un problème.</p>
<p>Q26- Un miroir plan est :</p> <p>a- Une surface de séparation entre deux milieux transparents</p> <p>b- Une surface réfléchissante plane</p> <p>c- Une surface réfléchissante plane et de séparation entre deux milieux transparents</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème.
<p>Q27- Le grossissement G d'un appareil optique est :</p> <p>a- Le rapport du diamètre apparent de l'image au diamètre apparent de l'objet.</p> <p>b- Le rapport du diamètre apparent de l'objet au diamètre apparent de l'image.</p> <p>c- Le rapport de la taille de l'image à celle de l'objet.</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Mesure d'objets et de phénomènes. • Choix des instruments de mesures appropriés. • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision. • Interprétation des données expérimentales et des observations.
<p>Q28- L'accommodation c'est la faculté qu'à l'œil de :</p> <p>a- Faire varier sa pupille.</p> <p>b- Faire varier la position de l'objet.</p> <p>c- Faire varier sa vergence.</p>	c)	<p>Interprétation des données expérimentales et des observations.</p> <p>Perception d'un problème.</p> <p>Description des observations en utilisant un langage approprié.</p>
<p>Q29- L'œil réduit donne d'un objet réel :</p> <p>a- Une image virtuelle renversée située sur la rétine pour une vision distincte.</p> <p>b- Une image réelle renversée située sur la rétine pour une vision distincte.</p> <p>c- Une image virtuelle droite située sur la rétine pour une vision distincte.</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié.

Tableau 9 : Analyse à priori du Post-test portant sur le didacticiel

Questions	R.A.A	Objectifs ou habiletés à développer
<p>Q10- Un miroir donne de tout objet :</p> <p>a-Un faisceau</p> <p>b-Un écran</p> <p>c-Une image</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage
<p>Q11- Une lentille sphérique est :</p> <p>a-Milieu homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.</p> <p>b- Milieu homogène, non transparent, limité par deux surfaces sphériques.</p> <p>c-Milieu non homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q12- Le centre optique d'une lentille est :</p> <p>a-Le point d'intercession du rayon lumineux et du plan de cette lentille</p> <p>b-Le point d'intercession du plan de cette lentille avec son axe principal</p> <p>c- Le point d'intercession du rayon lumineux avec son axe principal</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q13- La vergence d'une lentille mince est :</p> <p>a-L'inverse de son plan focal</p> <p>b- L'inverse de son foyer focal</p> <p>c-L'inverse de sa distance focal</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. • Interprétation des données expérimentales et des observations.

<p>Q14- La relation de conjugaison de Descartes ou formule de position est :</p> <p>a-L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.</p> <p>b-L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à la mesure algébrique de la distance focale.</p> <p>c-L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> •Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées. •Interprétation des données expérimentales et des observations. •Description des observations en utilisant un langage approprié.
<p>Q15- Le grandissement est le rapport entre :</p> <p>a-La mesure algébrique de la taille de l'image à celle de l'objet.</p> <p>b-La mesure algébrique de la position de l'objet à celle de l'image.</p> <p>c-La mesure algébrique de la taille de l'objet à celle de l'image.</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> •Interprétation des données expérimentales et des observations. •Description des observations en utilisant un langage approprié. •Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q16- La focométrie consiste en :</p> <p>a-La détermination expérimentale de l'image d'un objet à travers une lentille optique.</p> <p>b-La détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille optique.</p> <p>c-La détermination expérimentale de la nature de l'image</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> • Interprétation des données expérimentales et des observations. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trou-

d'un objet à travers une lentille optique.		vées.
<p>Q17- Quelle méthode focométrique semble appropriée dans le cas des mesures des lentilles divergentes :</p> <p>a- La méthode de Badal b- La méthode d'auto collimation c- La méthode de Bessel</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage approprié. •Perception d'un problème. •Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. <p>Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.</p>
<p>Q18- Lorsque la focale d'une lentille est très courte (cinq fois plus courte) par rapport à la longueur du banc optique, quelle méthode semble appropriée :</p> <p>a- La méthode d'auto collimation b- La méthode de Descartes c- La méthode de Bessel</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage approprié. •Perception d'un problème. •Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. <p>Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.</p>
<p>Q19- Parmi les méthodes ci-dessous, laquelle est plus précise :</p>	b)	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes

<p>a- La méthode de d'auto collimation b- La méthode de Bessel c- La méthode de Silbermann</p>		<ul style="list-style-type: none"> •Description des observations en utilisant un langage approprié. •Perception d'un problème. <ul style="list-style-type: none"> • Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q20 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Silbermann, Si l'écran et l'objet sont éloignés de plus de $4 F'$ alors :</p> <p>a) - Il n'existe pas positions de la lentille pour former une image nette.</p> <p>b) - Il existe une position de la lentille pour former une image nette.</p> <p>c) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage approprié. •Perception d'un problème. •Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. <p>Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.</p>
<p>Q21 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Silbermann, Si l'écran et l'objet sont éloignés de moins de $4 F'$ alors :</p> <p>a) - Il n'existe pas de positions de la lentille pour</p>	a)	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage appro-

<p>former une image nette.</p> <p>b) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.</p> <p>c) - Il existe une position de la lentille pour former une image nette.</p>		<p>prié.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perception d'un problème. • Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. <p>Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.</p>
<p>Q22 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Silbermann, Si l'écran et l'objet sont éloignés de $4 F'$ alors :</p> <p>a) - Il n'existe pas positions de la lentille pour former une image nette.</p> <p>b) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.</p> <p>c) - Il existe une position de la lentille pour former une image nette.</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème. • Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. <p>Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.</p>
<p>Q23 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Bessel, Si l'écran et l'objet sont éloignés de plus de $4 F'$ alors :</p> <p>a) - Il n'existe pas positions de la lentille pour former une image nette.</p> <p>b) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.</p> <p>c) - Il existe deux positions de la lentille pour for-</p>	c)	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème. • Planification d'une procédure appropriée en vue d'une

<p>mer une image nette.</p>		<p>expérimentation.</p> <p>Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.</p>
<p>Q24 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Bessel, Si l'écran et l'objet sont éloignés de moins de $4 F'$ alors :</p> <p>a) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.</p> <p>b) - Il n'existe pas deux positions de la lentille pour former une image nette.</p> <p>c) - Il existe une position de la lentille pour former une image nette.</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage approprié. •Perception d'un problème. •Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. <p>Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.</p>
<p>Q25 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Silbermann, Si l'écran et l'objet sont éloignés de $4 F'$ alors, en positionnant la lentille au centre, on forme une image :</p> <p>a) - Nette de même taille que l'objet.</p> <p>b) - Floue plus grande que l'objet.</p> <p>c) - Nette plus petite que l'objet.</p>	<p>a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage approprié. •Perception d'un problème. •Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. <p>Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.</p>

<p>Q26 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode d'autocollimation, l'on forme :</p> <p>a) - Une image nette sur l'écran. b) - Une image floue sur l'écran. c) - Une image nette sur l'objet.</p>	<p>a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage approprié. •Perception d'un problème. •Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. •Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q27 – l'image formée lors de la détermination de la focale d'une lentille convergente par la méthode d'autocollimation est :</p> <p>a) - Plus grande que l'objet b) - De même taille que l'objet. c) - Plus petite que l'objet.</p>	<p>b)</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Observation d'objets et de phénomènes •Description des observations en utilisant un langage approprié. •Perception d'un problème. •Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. •Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.

<p>Q28 – l'image formée lors de la détermination de la focale d'une lentille convergente par la méthode d'autocollimation est :</p> <p>a) - Renversée de même taille que l'objet. b) - Droite plus petite que l'objet. c) - Droite plus grande que l'objet.</p>	<p>a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème. • Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.
<p>Q29 – Pour déterminer la focale d'une lentille divergente par la méthode de Badal, l'on utilise d'abord :</p> <p>a) - 1 lentille convergente puis, la lentille divergente à étudier. b) - 2 lentilles divergentes puis, la lentille divergente à étudier. c) - 2 lentilles convergentes puis, la lentille divergente à étudier.</p>	<p>c)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Observation d'objets et de phénomènes • Description des observations en utilisant un langage approprié. • Perception d'un problème. • Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation. • Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.

Procédure de collecte des données

Notre recherche a pour but de montrer l'influence possible du point de vue quantitative (en soumettant les élèves à une évaluation formative), entre les stratégies pédagogiques des enseignants et les performances des élèves (Il s'agit pour nous de rechercher, l'influence de l'approche pédagogique, sur le taux de réussite des élèves) dans l'enseignement de l'optique géométrique en physique dans le sous-système francophone et particulièrement en classe de premières scientifiques.

.Méthode quasi-expérimentale

Selon (Kassenti et Zajc, 2006), les recherches quantitatives sont regroupées en trois schémas expérimentaux à savoir le modèle expérimental, le modèle quasi expérimental et le modèle pré-expérimental. Chaque modèle présente des caractéristiques qui le distingue des autres modèles tels que présenté dans le tableau suivant :

Tableau 10 : les schémas expérimentaux en recherche quantitative

CRITÈRES	MODÈLE		
	Expérimental	Quasi-expérimental	Pré-expérimental
L'échantillon des sujets est fait au hasard dans une population donnée	Oui	Non	Non
Le hasard détermine quels sujets seront soumis aux épreuves	Oui	Non	Non
Implication d'un groupe de contrôle	Oui	Oui	Non
Le groupe expérimental et le groupe de contrôle sont équivalents	Oui	Oui	Non

Source (Kassenti et Zajc, 2006)

Dans le cadre de cette recherche, nous avons adopté un schéma quasi-expérimental où le test sera administré au groupe expérimental et au groupe témoin. Le groupe expérimental recevra un enseignement basé sur un modèle didactique centré sur les habiletés d'investigation scientifique proposé pour l'enseignement de l'optique géométrique. Alors que le groupe témoin recevra un enseignant habituel. Ce schéma est quasi expérimental car le chercheur ne peut pas contrôler toutes les conditions de l'expérimentation, à savoir l'organisation institutionnelle des établissements où se déroule l'expérimentation et aux sujets des participants de cette étude.

L'importance de cette méthode réside dans le fait que le groupe témoin ou de contrôle permet d'assurer la validité externe de l'expérimentation puisqu'il représente un échantillon de la population cible concernée par notre recherche, à savoir les élèves de premières scientifiques dans l'enseignement secondaire générale. Ce schéma d'expérimentation permettra de mesurer l'impact ou l'influence de l'utilisation de la D.I.C.H.I.S., du didacticiel dans l'enseignement de l'optique géométrique au Cameroun.

Méthode d'analyse des données

Afin d'analyser les données quantitatives issues des deux tests, nous avons fait appel à des techniques statistiques grâce au logiciel SPSS version 20. Nous avons eu recours à l'analyse exploratoire et à l'analyse de confirmation. L'analyse statistique exploratoire avait pour but de faire sortir les tendances centrales du groupe expérimental et de contrôle. Ainsi, il était question de calculer la moyenne et l'écart-type.

Des données obtenues, nous avons appliqué une analyse quantitative, ceci due au fait que la variable dite dépendante de notre sujet, présente des modalités quantifiables (la note) . Pour analyser ces données, nous utiliserons le test T de Student et l'ANOVA (Analyse de la Variance). Dans l'analyse statistique de confirmation, nous avons utilisé le test T de Student afin de mesurer la différence de rendement au sein de chaque groupe, puis de comparer les moyennes obtenues entre les deux groupes. Ce test permettra d'évaluer l'évolution réalisée au sein de chaque groupe pendant le test. Nous avons travaillé avec une marge d'erreur de 0,05. Les valeurs T calculées sont comparés aux valeurs sur le tableau du test T de student. Nous avons également utilisé un test de la variance (ANOVA à un facteur) afin de corriger les différences qui existaient dès le début entre le groupe expérimental et le groupe témoin. L'analyse de la variance garantit la précision de l'expérimentation quand il est difficile d'uniformi-

ser les conditions dans lesquelles s'est déroulé le test en corrigeant la différence entre les deux groupes. Ces statistiques descriptives comprennent les fréquences, les proportions, les graphes, les mesures des tendances centrales (la moyenne) et des mesures de dispersion (l'écart-type). Ces analyses permettront de dresser un portrait de notre échantillon à partir des moyennes et de l'écart-type. Nous nous plaçons dans le cas des échantillons appariés et à l'aide du test de Student nous comparons la moyenne des deux groupes. Il est important de signaler que chaque élément de l'un des groupes est mis en relation avec un élément de l'autre : Les données sont considérées comme des paires d'observations²⁹. Pour ce qui est de la moyenne, la formule se présente de la façon suivante :

Soit x_{ij} l'observation j pour la paire i ($j = 1,2$ et $i = 1,2,\dots, n$). Pour chaque paire d'observations on calcule la différence $d_i = x_{i2} - x_{i1}$.

$$m_d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

• **var (m_d) = s_d^2 / n , avec**
$$s_d^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (d_i - m_d)^2}{(n - 1)}$$

Pour ce qui est du test T de Student, la formule du test statistique est défini par :

$$t_o = \frac{m_d}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n}}}$$

Avec n : le nombre de paires d'observations

m_d : la moyenne des différences entre les observations

Sd^2 : la variance.

²⁹ La première observation de la paire reçoit le traitement 1 tandis que la deuxième observation de la dite paire reçoit le traitement 2.

Test ANOVA

Analyse de la variance (ANOVA) a pour objectif d'étudier l'influence d'un ou plusieurs facteurs sur une variable quantitative, ou l'effet de la variable qualitative sur la variable quantitative. Nous nous intéresserons ici au cas où les facteurs sont fixés par l'expérimentateur. Ici, on cherche à savoir si la variabilité observée est uniquement due au hasard, ou s'il existe effectivement des différences significatives entre les classes, imputable au facteur. Pour cela, on va procéder à une comparaison des variances d'échantillons des différents groupes. La moyenne des variances pondérées par les effectifs résume la variance

L'ANOVA consiste à construire le test d'hypothèse.

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_p = \mu \\ H_1 : \exists j, \mu_j \neq \mu \end{cases}$$

Les écarts à la moyenne peuvent s'écrire de la manière suivante :

$$x_{ij} - \bar{x} = (\bar{x}_j - \bar{x}) + (x_{ij} - \bar{x}_j)$$

Ecart à la moyenne globale

Ecart entre les groupes (définis par les facteurs)

Ecart à l'intérieur des groupes

En passant au carré et en faisant les sommations idoines, on obtient l'équation d'analyse de variance

$$\sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x})^2 = \sum_{j=1}^p (\bar{x}_j - \bar{x})^2 + \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

SCT : somme des carrés totaux
 Exprime la variabilité totale des observations

SCR : somme des carrés résiduels
 Exprime la variabilité résiduelle, à savoir la variation que le facteur n'arrive pas à expliquer

SCE : somme des carrés expliqués
 Exprime la variabilité expliquée, à savoir la variation que le facteur explique

Calculs

Carrés moyens

$$CMT = \frac{SCT}{n-1}$$

$$CME = \frac{SCE}{p-1}$$

$$CMR = \frac{SCR}{n-p}$$

Statistique du test et loi associée sous l'hypothèse H_0

$$F = \frac{CME}{CMR} = \frac{SCE/p-1}{SCR/n-p} \equiv \text{Fischer}(p-1, n-p)$$

Loi de Fischer à $p-1$ et $n-p$ degrés de liberté



Pour décider l'acceptation ou le rejet de l'hypothèse nulle, il reste à comparer la p-value avec le risque de première espèce que l'on s'est choisi
☞ p-value < α alors rejeter H_0 , le facteur a bien une influence sur la variable dépendante

Tableau d'analyse de variance
(tableau récapitulatif proposé par les logiciels)

Source de variation	Degrés de liberté	Somme des carrés	Carrés moyens	F	p-value
Expliqués	p-1	SCE	CME	CME/CMR	
Résidus	n-p	SCR	CMR		
Total	n-1	SCT			

**TROISIEME PARTIE :
CADRE OPÉRATOIRE**

CHAPITRE 4 : PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS

Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons nos résultats sous forme de tableaux. Nous procédons par la suite à une analyse comparative des performances des élèves du groupe expérimental et celle des élèves du groupe témoin. Nos données proviennent des tests d'habiletés :

4.1 Présentation descriptive des résultats

L'analyse statistique des données du groupe témoin et du groupe expérimental nous permettra d'établir un rapport entre la stratégie pédagogique de l'enseignant en salle de classe et les performances des apprenants. Ces analyses nous aideront à vérifier les différentes hypothèses qui ont été formulées.

4.1.1 - Les tests d'habiletés

Il s'agit du pré test (test d'homogénéité) et du Post test (test expérimental) tous proposés par nous-mêmes.

4.1.1 – Performances des classes d'élèves au pré test

Cette section vise à vérifier l'équivalence des niveaux initiaux des élèves par la comparaison de leur note au pré-test.

Les tableaux 11 et 12 présentent les notes au pré test des élèves des classes de premières D₁₋₁ et premières D₁₋₂ respectivement du collège Frantz Fanon.

Tableau 11 : Notes des élèves au pré - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D₁₋₁

Notes sur 20	Nombres d'élèves	Pourcentages (%)
12	2	10
13	5	25
14	3	15
15	2	10
16	3	15
17	1	5
18	2	10
19	1	5
20	1	5

Source : enquête de terrain

Moyenne générale : 15,05

Ecart type : 2, 37

Tableau 12 : Notes des élèves au pré - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D₁₋₂

Notes sur 20	Nombres d'élèves	Pourcentages (%)
12	1	5
13	4	20
14	3	15
15	3	15
16	2	10
17	3	15
18	2	10
19	0	0
20	2	10

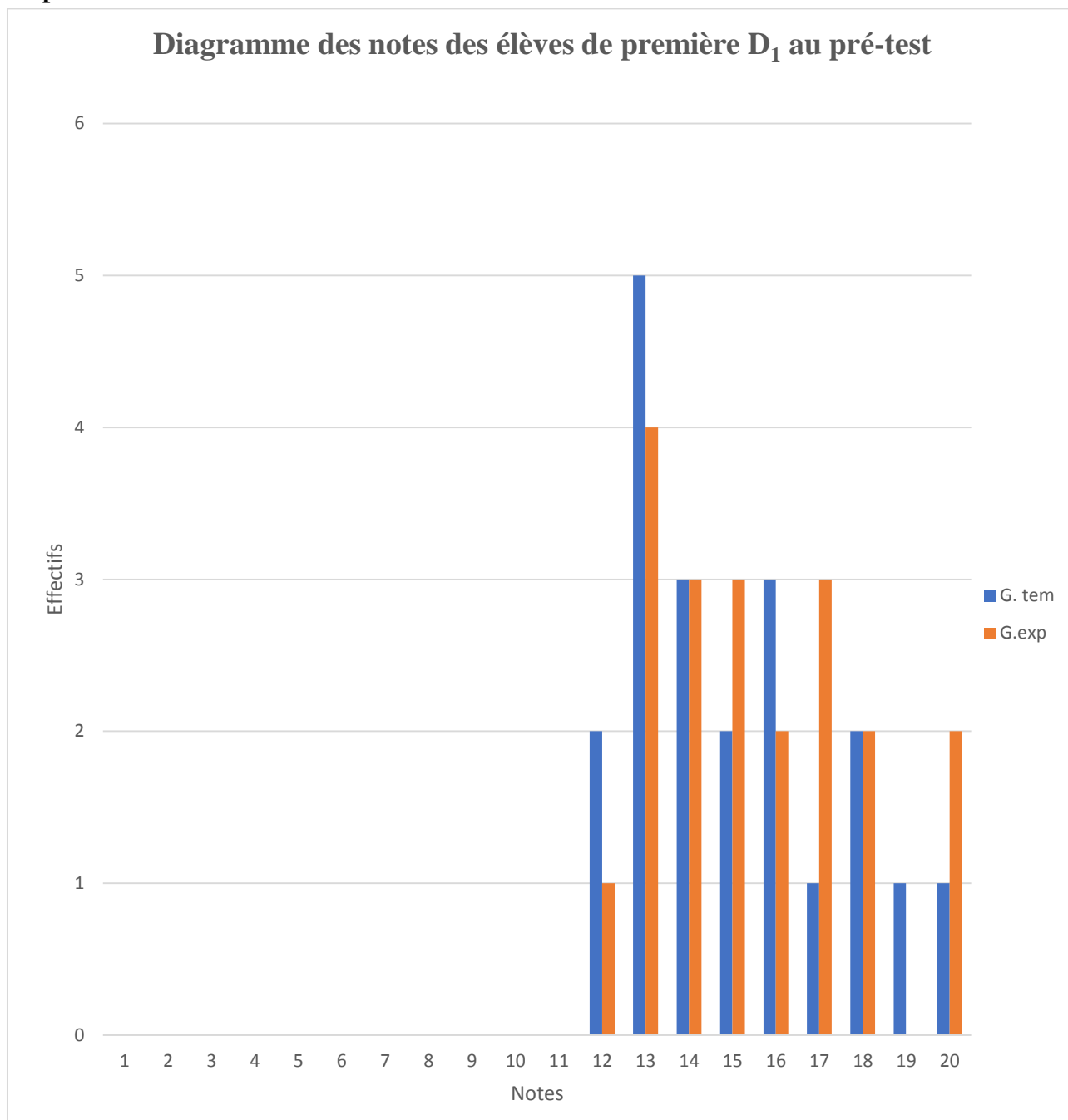
Source : enquête de terrain

Moyenne générale : 15,50

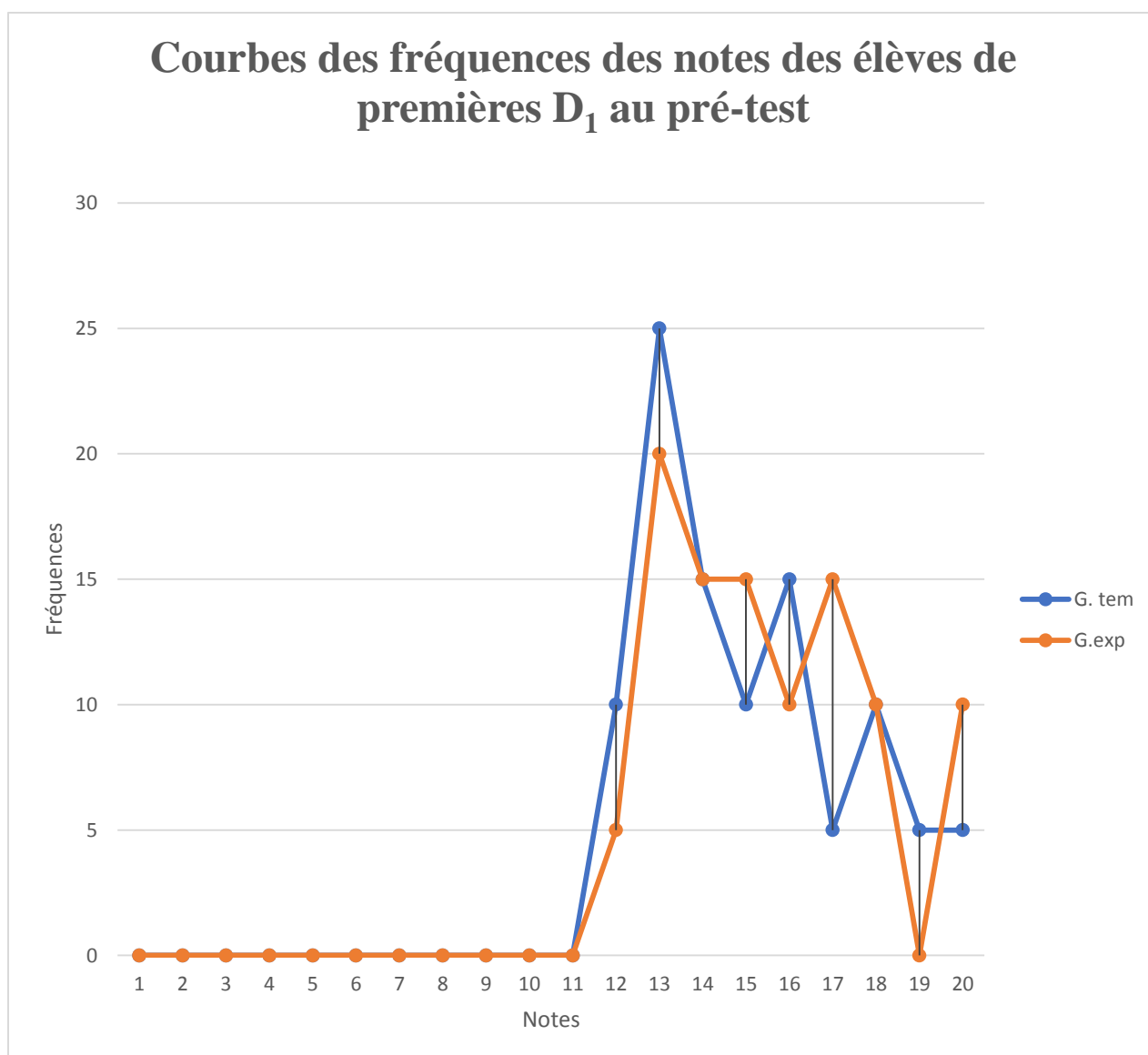
Ecart type : 2,35

Pour interpréter les notes ainsi présentées, nous allons construire les diagrammes à bandes et les courbes de fréquences pour chaque classe.

Graphique1 : Diagrammes à bandes des fréquences des notes des classes de première D₁ au pré – test



Graphique2 : Courbes des fréquences des notes des classes de premières D₁ au pré – test



L'analyse des courbes des fréquences des classes de premières D montre que les notes sont concentrées entre 12 et 13, la moyenne générale de la classe de première D₁ (15,05) est légèrement inférieure à celle de première D₂ (15,50) au pré test. Pour vérifier si cette différence est significative, nous allons appliquer le test de Student.

IV.1.2 – Performances des classes d'élèves au post - test

Cette section vise l'évaluation des niveaux des élèves par la comparaison de leurs notes au post-test.

Les tableaux 13 et 14 présentent les notes au post-test des élèves des classes de premières D₁₋₁ et premières D₁₋₂ respectivement du collège Frantz Fanon

Tableau 13 : Notes des élèves au post - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D₁₋₁

Notes sur 20	Nombres d'élèves	Pourcentages (%)
7	1	5
8	4	20
9	1	5
10	2	10
11	1	5
12	2	10
13	1	5
14	2	10
15	3	15
16	1	5
17	2	10

Source : enquête de terrain

Moyenne générale : 11,95

Ecart type : 3,32

Tableau 14 : Notes des élèves au post - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D₁₋₂

Notes sur 20	Nombres d'élèves	Pourcentages (%)
11	4	20
12	2	10
13	1	5
14	2	10
15	2	10
16	1	5
17	1	5
18	2	10
19	1	5
20	4	20

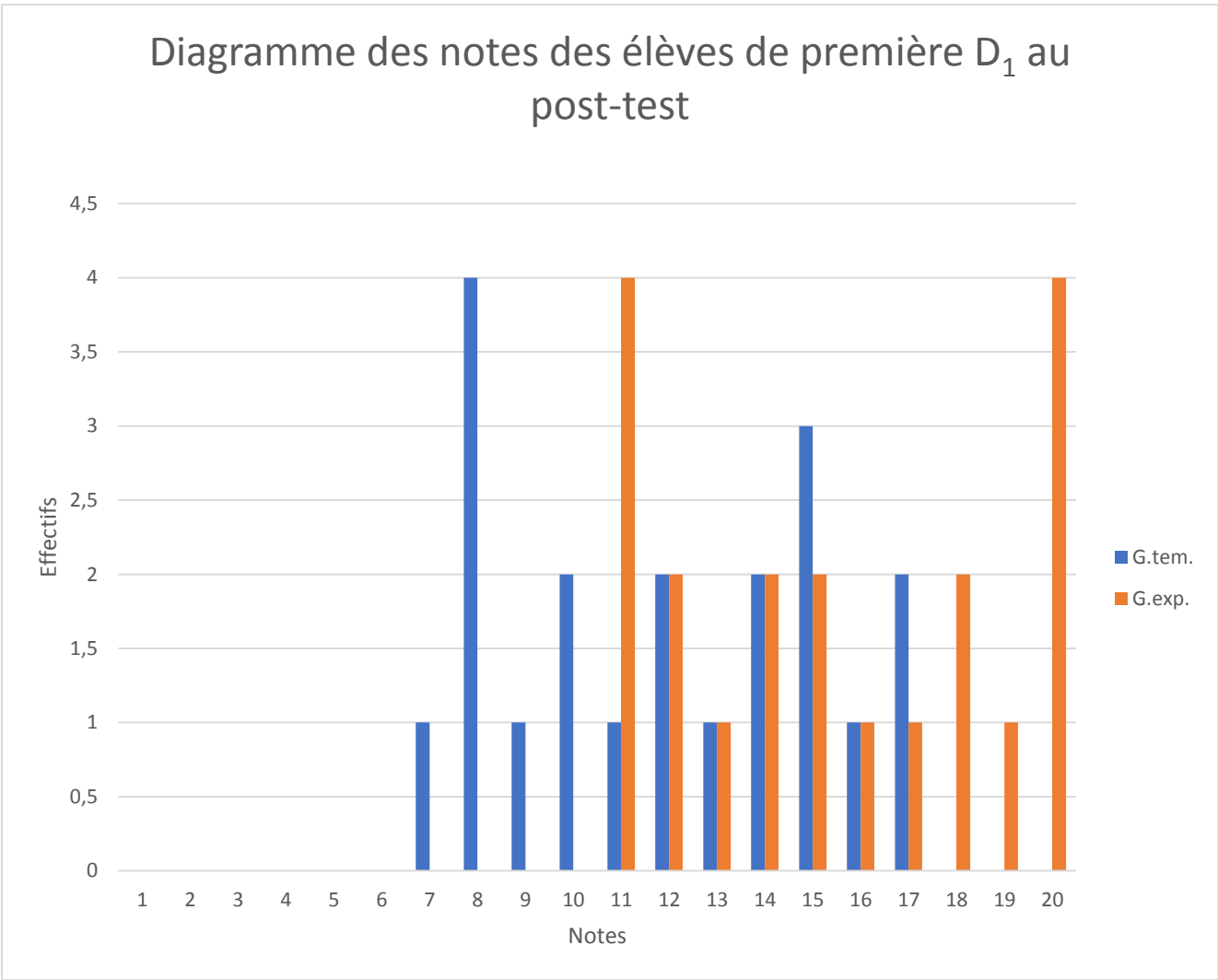
Source: enquête de terrain

Moyenne générale : 15,35

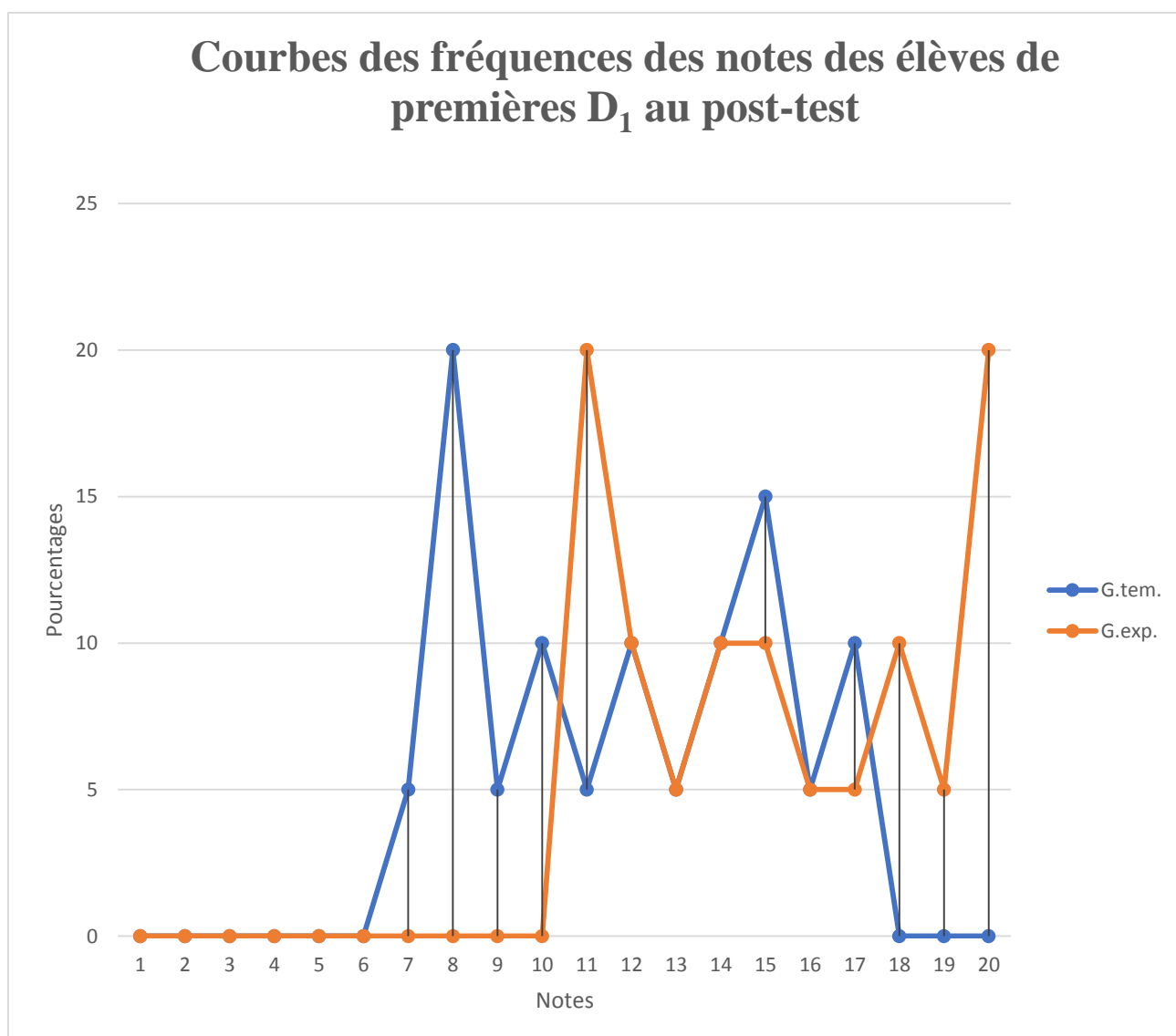
Ecart type : 3,44

Pour interpréter les notes ainsi présentées, nous allons construire les diagrammes à bandes et les courbes de fréquences pour chaque classe.

Graphique3 : Diagrammes à bandes des notes des classes de première D₁ au post – test



Graphique 4 : Courbes des fréquences des notes des classes de première D au post – test



Les tableaux 15 et 16 présentent les notes au post test des élèves des classes de premières D_{1-1} et premières D_{1-2} respectivement du collège Frantz Fanon

Tableau 15 : Notes des élèves au pré - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D₂₋₁

Notes sur 20	Nombres d'élèves	Pourcentages (%)
05	1	5
07	1	5
08	1	5
10	2	10
11	3	15
12	1	5
13	6	30
14	3	15

16	1	5
18	1	5

Source: enquête de terrain

Moyenne générale : 11,95

Ecart type : 2,99

Tableau 16 : Notes des élèves au pré - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D₂₋₂

Notes sur 20	Nombres d'élèves	Pourcentages (%)
07	1	5
08	1	5
09	4	20
11	3	15
12	1	5
13	4	20
14	3	15
15	1	5
16	1	5
19	1	5

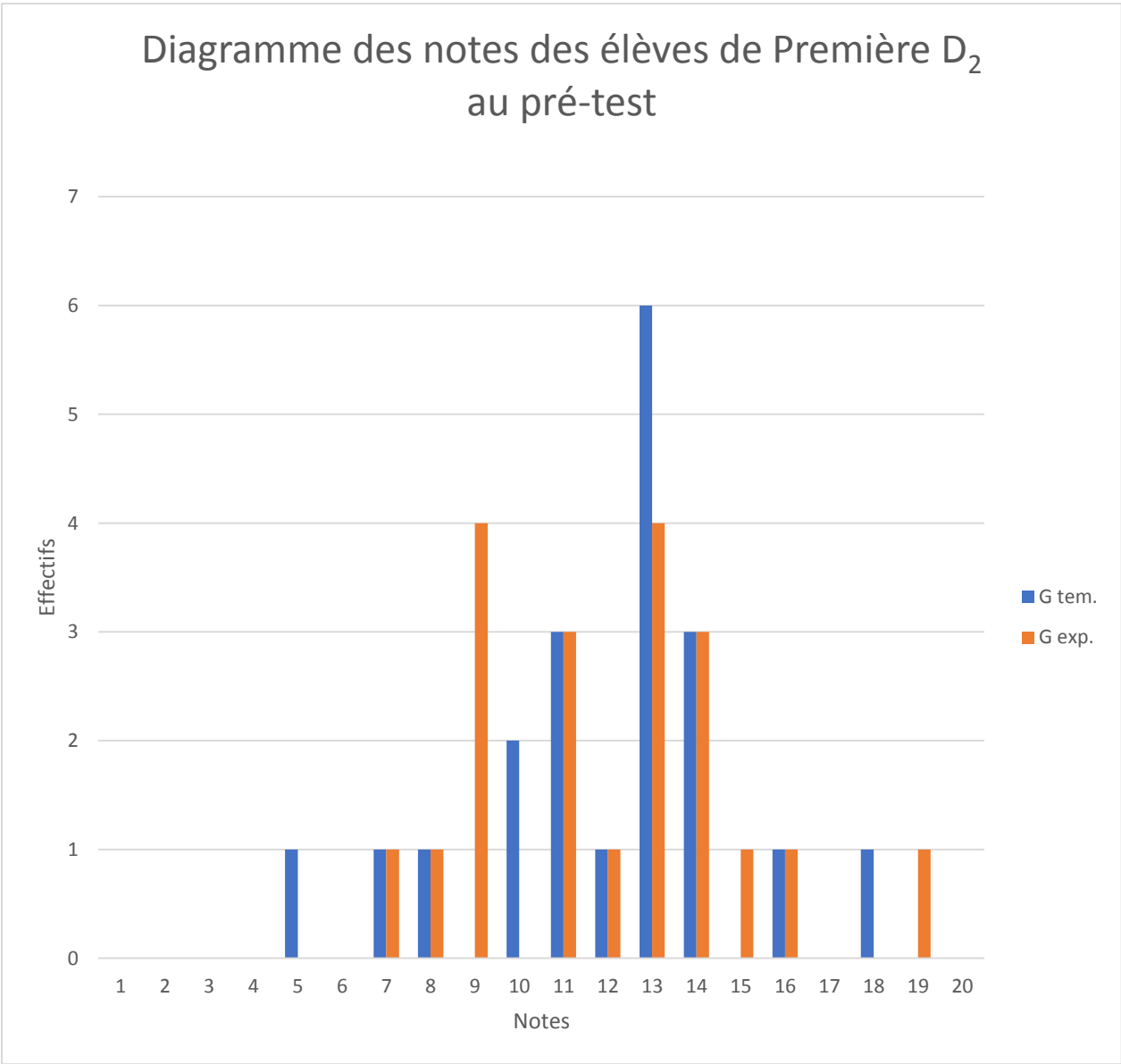
Source: enquête de terrain

Moyenne générale : 12,00

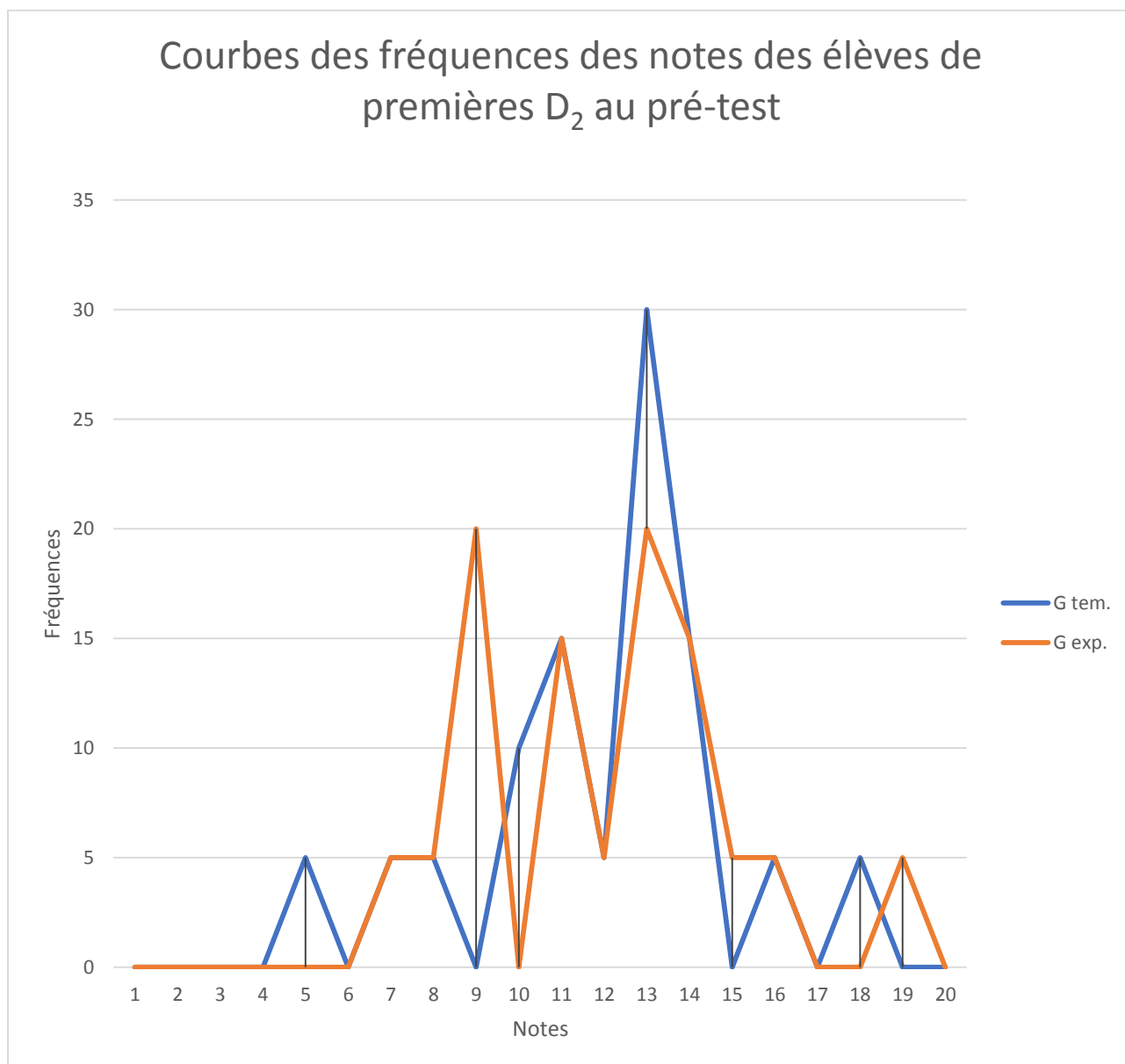
Ecart type : 2,99

Pour interpréter les notes ainsi présentées, nous allons construire les diagrammes à bandes et les courbes de fréquences pour chaque classe.

Graphique 5: Diagrammes à bandes des notes des classes de première D₂ au pré – test



Graphique 6 : Courbes des fréquences des notes des classes de première D₂ au pré – test



Cette section vise l'évaluation des niveaux des élèves par la comparaison de leurs notes au pré-test.

Les tableaux 17 et 18 présentent les notes au post test des élèves des classes de premières D₂₋₁ et premières D₂₋₂ respectivement du collège Frantz Fanon

Tableau 17 : Notes des élèves au post - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D₂₋₁

Notes sur 20	Nombres d'élèves	Pourcentages (%)
9	1	5
10	2	10
11	2	10
12	5	25
13	5	25
14	3	15
15	1	5
17	1	5

Source: enquête de terrain

Moyenne générale : 12,5

Ecart type : 1,85

Tableau 18 : Notes des élèves au post - test et pourcentages correspondants des élèves de la classe de première D₂₋₂

Notes sur 20	Nombres d'élèves	Pourcentages (%)
16	5	25
17	3	15
18	6	30
19	2	10
20	4	20

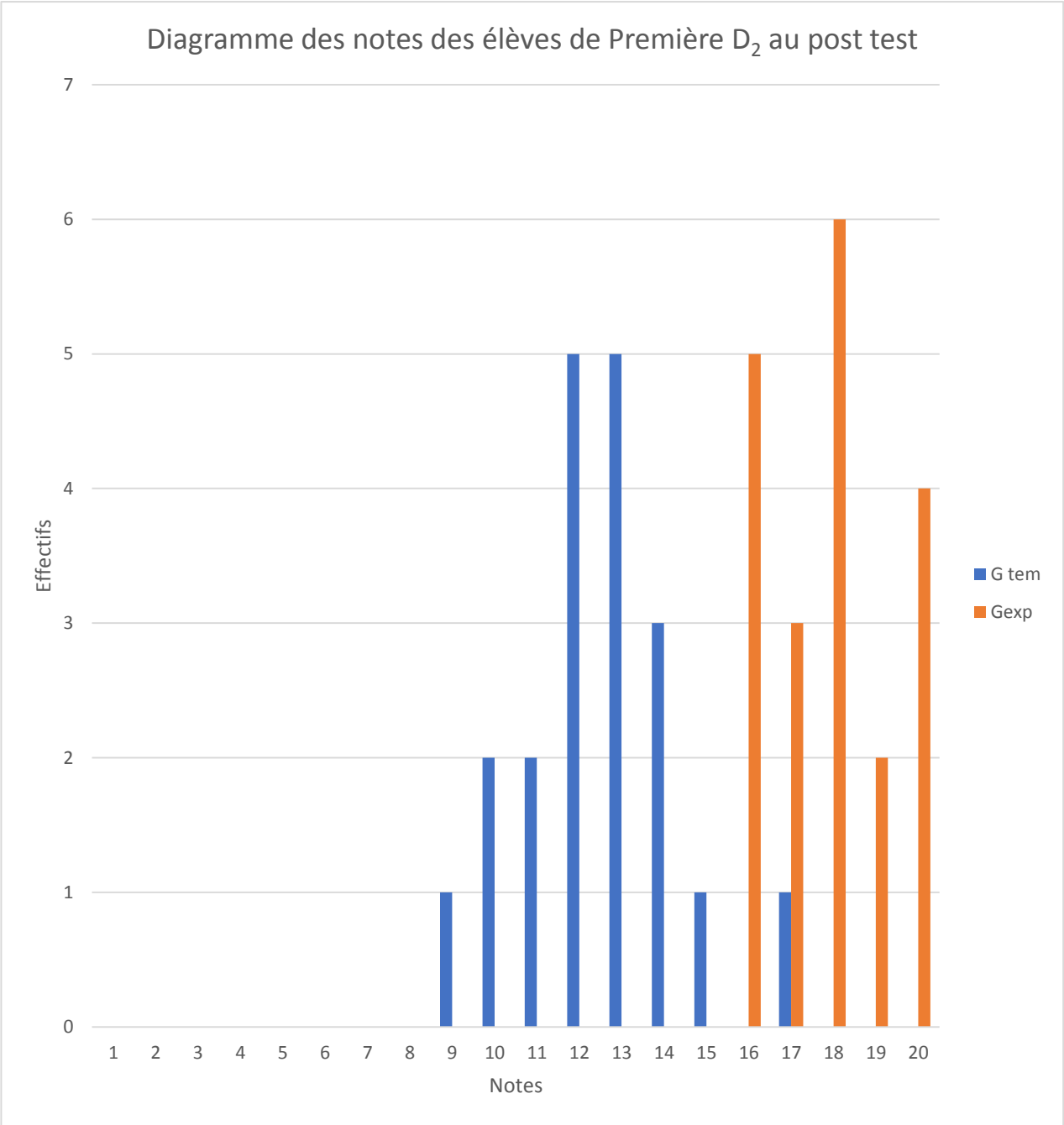
Source: enquête de terrain

Moyenne générale : 17,85

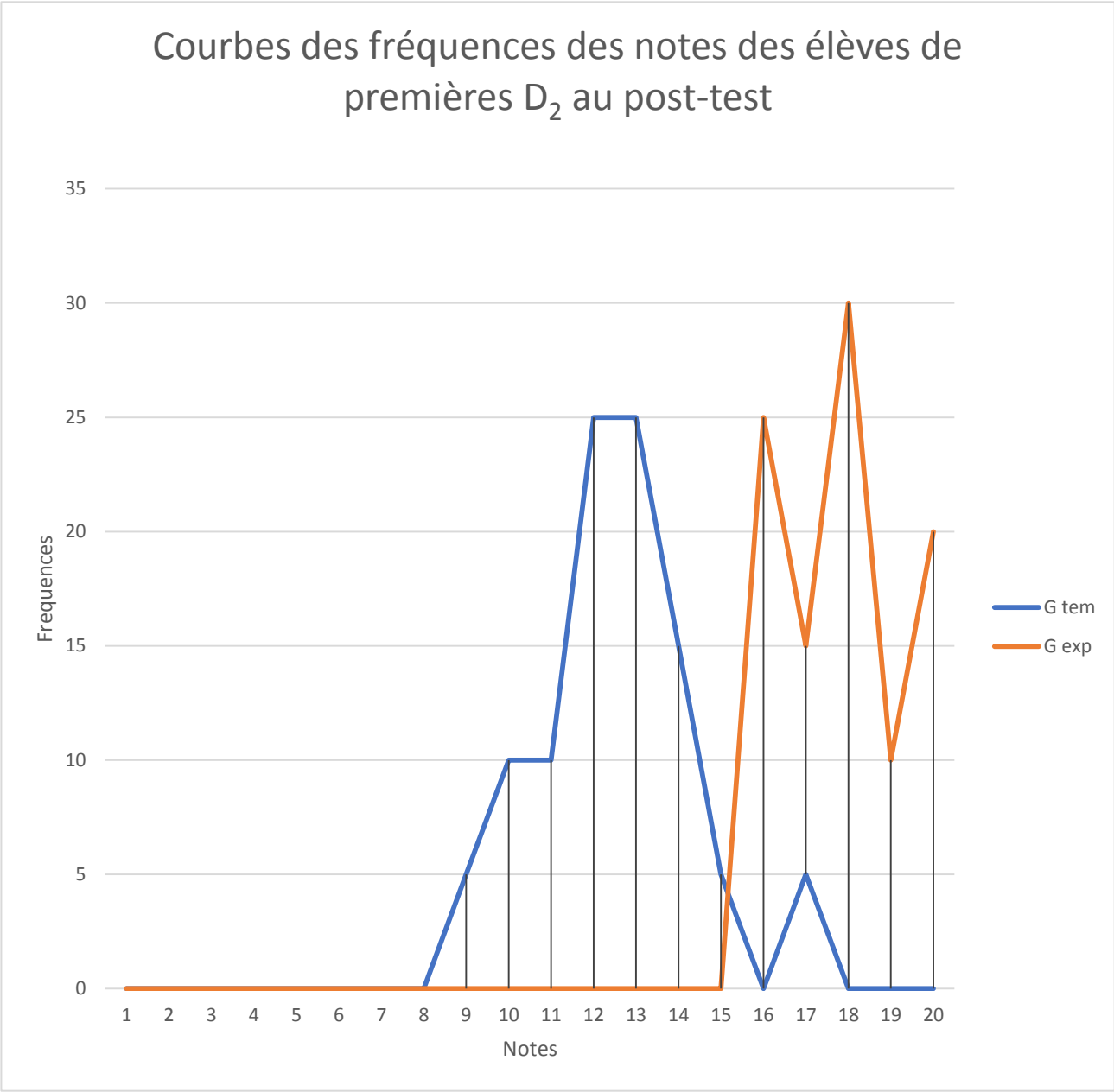
Ecart type : 1,46

Pour interpréter les notes ainsi présentées, nous allons construire les diagrammes à bandes et les courbes de fréquences pour chaque classe.

Graphique7 : Diagrammes à bandes des notes des classes de premières D₂ au post – test



Graphique 8: Courbes des fréquences des notes des classes de première D au post – test



4.2 Vérification des hypothèses

Dans un travail de recherche la technique de traitement des données est fortement tributaire des variables et du type de recherche dont il est question. Pour la vérification des hypothèses de recherche nous avons procédé par la statistique différentielle. Les données relatives à chaque hypothèse de recherche sont présentées dans un tableau correspondant. L'outil statistique utilisé est le test de T Student pour échantillons appariés et le test d'Anova. Ces Tests permettent de comparer les moyennes entre le groupe de contrôle et le groupe expérimental au pré test et au post test.

4.2.1 Vérification de l'hypothèse de recherche 1 (HR1) à travers le Test de T Student

➤ Rappel de l'hypothèse de recherche 1

H.R.1 : L'utilisation du modèle CHIS dans l'enseignement de l'optique géométrique améliore les performances des élèves en classe de première.

1^{ère} étape : Formulation de l'hypothèse statistique H_0 et de sa contre hypothèse H_a

H_0 : L'utilisation du modèle CHIS dans l'enseignement de l'optique géométrique n'améliore pas les performances des élèves en classe de première.

H_a : L'utilisation du modèle CHIS dans l'enseignement de l'optique géométrique améliore les performances des élèves en classe de première.

2^{ème} étape : Vérification des conditions d'application du test de T Student

-Il permet de comparer les moyennes du groupe de contrôle et du groupe expérimental au pré-test et au post-test

-La VI (Utilisation du modèle CHIS) est qualitative VD (performances des élèves) est quantitative

-Il existe un groupe expérimental (Première D_{1-2}) et un groupe de contrôle (Première D_{1-1})

3^{ème} étape : Calcul de la valeur du test T Student

Tableau 19 : Résultat du test T de Student en P.D₁ sur le modèle C.H.I.S.

Groupes	T de Student	Degrée de Liberté	Probabilité
Groupe Témoin	0,158	19	0,876
Groupe expérimental	6,234	19	0,000

SOURCE : Enquête de terrain

4^{ème} étape : Comparaison et prise de décision

Nous avons appliqué le test de T Student dans le groupe de contrôle et le groupe expérimental. Dans le groupe de contrôle, le T Student a une valeur de 0,158 et une probabilité de 0,876. La valeur 0,876 nous permet de conclure que les résultats sont statistiquement non significatifs car elle est largement supérieure au seuil de 0,05. Par conséquent, il n'y a pas de différence de performance du groupe de contrôle au pré-test et au post-test.

Par contre dans le groupe expérimental, le test de T Student est de 6,234 avec une probabilité de 0,000 qui est très significative car inférieure au seuil de 0,05. Ainsi il existe une différence entre les moyennes obtenues au pré-test et au post-test.

L'hypothèse nulle (H₀) selon laquelle l'utilisation du modèle CHIS dans l'enseignement de l'optique géométrique n'améliore pas les performances des élèves est donc rejetée. Par contre l'hypothèse H_a selon laquelle l'utilisation du modèle CHIS dans l'enseignement de l'optique géométrique améliore les performances des élèves est confirmée.

Nous avons voulu mesurer le degré de différence de moyenne dans le groupe expérimental au pré-test et au post-test. Bref voir à quel niveau l'utilisation du modèle CHIS améliore l'enseignement apprentissage de la géométrie en classe de première. À cet effet nous avons utilisé l'indice Eta utilisé pour évaluer la force du lien entre deux variables comme l'indique le tableau ci-dessous

Tableau 20 : Indice Eta² sur le modèle C.H.I.S.

Groupe	Eta ²
Groupe expérimental	0,402

Source: enquête de terrain

Selon le tableau ci-dessus, l'indice d'Eta² a une valeur de 0,402 ; il est donc moyen ; c'est-à-dire : l'utilisation du modèle CHIS améliore moyennement les performances des apprenants en optique géométrique en classe de première.

Test d'ANOVA à 1 facteur

Afin de vérifier notre hypothèse, nous avons également appliqué le test d'ANOVA à 1 facteur afin de vérifier la différence des moyennes entre le groupe expérimental et le groupe de contrôle. Ce test sera accompagné par le test de Fisher qui permet de mieux vérifier cette différence.

Dans le groupe de contrôle, nous voulons montrer que, l'enseignement normal ou l'on n'intègre pas la modèle CHIS n'améliore pas les performances des apprenants en optique géométrique. Afin de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse nous avons appliqué un test d'Anova 1 facteur aux deux variables de notre hypothèse. Les résultats de ce test sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 21 : ANOVA groupe de contrôle sur le modèle C.H.I.S.

Groupe	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	Fisher	Probabilité
Inter-groupe	4,809	1	4,809	0,573	0,454
Intra-groupe	319,091	38	8,397		
Total	323,900	39			

Source: enquête de terrain

Le test Anova appliqué au groupe de contrôle nous donne un indice de Fisher égale 0,573 et une probabilité de 0,454 ; celle-ci est considéré comme statistiquement non significative car elle est supérieure à 0,05. En conclusion les moyennes obtenues au pré-test et au post-test dans le groupe de contrôle restent égales. L'enseignement normal qui n'intègre pas le modèle CHIS n'améliore pas les performances des élèves en optique géométrique.

Dans le groupe expérimental, il était question pour nous de montrer que le modèle CHIS améliore les performances des apprenants en optique géométrique en classe de première. Comme l'illustre le tableau ci-dessous

Tableau 22 : ANOVA groupe expérimental sur le modèle C.H.I.S

Groupe	Somme des carrés	Dégré de liberté	Moyenne des carrés	Fisher	Probabilité
Inter-groupe	93,025	1	93,025	11,368	0,002
Intra-groupe	310,950	38	8,183		
Total	403,975	39			

Source: enquête de terrain

Dans ce tableau, la valeur de Fisher est de 11,368 avec une probabilité de 0,002. Ces résultats sont statistiquement significatifs, car la probabilité est largement inférieure à 0,05. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle les moyennes au pré-test et post-test du groupe expérimental sont égales est rejetée. La probabilité 0,002 montre que le modèle CHIS utilisé dans le groupe expérimental améliore les performances des apprenants en optique géométrique en classe de première

Au regard de l'hypothèse de recherche 1 qui a été confirmée, concernant le fait que le modèle C.H.I.S. améliore les performances des apprenants, nous pouvons ainsi dire qu'il permet de concevoir des dispositifs pédagogique-didactiques liés à l'enseignement de la physique. L'hypothèse de recherche 1 est aussi confirmée.

4.2.2 Vérification de l'hypothèse recherche 2 (HR2) à travers le Test de T Student

➤ Rappel de l'hypothèse de recherche 2

H.R.2 : L'utilisation du didacticiel dans l'enseignement de la focométrie en optique géométrique améliore les performances des élèves en classe de première.

1^{ère} étape : Formulation de l'hypothèse statistique Ho et de sa contre hypothèse Ha

Ho : L'utilisation du didacticiel dans l'enseignement de la focométrie n'améliore pas les performances des élèves en classe de première.

Ha : L'utilisation du didacticiel dans l'enseignement de la focométrie améliore les performances des élèves en classe de première.

2^{ème} étape : Vérification des conditions d'application du test de T Student

-Il permet de comparer les moyennes du groupe de contrôle et du groupe expérimental au pré-test et au post-test

-La VI (Utilisation du didacticiel) est qualitative. VD (performance des élèves) est quantitative.

-Il existe un groupe expérimental (Première D₂₋₁) et un groupe de control (Première D₂₋₂)

3^{ème} étape : Calcul de la valeur du test T Student

Tableau 23 : Résultat du test T de Student en P.D₂ sur le didacticiel

Groupes	T de Student	Degrée de Liberté	Probabilité
Groupe de control	0,047	19	0,963
Groupe expérimental	7,855	19	0,000

Source: enquête de terrain

4^{ème} étape : Comparaison et prise de décision

Le test de T Student appliqué au groupe de control nous donne une valeur de 0,047 avec une probabilité de 0,963. Ces valeurs indiquent que les résultats sont statistiquement non significatifs car la probabilité est largement supérieure à 0,05. Ainsi l'enseignement normal sur la focométrie, sans le didacticiel n'améliore pas les performances des élèves de la classe de première.

Par contre dans le groupe expérimental, le test T de Student est de 7,855 avec une probabilité de 0,000 qui est très significative car inférieur au seuil de 0,05. Ainsi il existe une différence entre les moyennes obtenues au pré-test et au post-test

L'hypothèse nulle (H₀) selon laquelle l'utilisation du didacticiel dans l'enseignement de la focométrie n'améliore pas les performances des élèves est donc rejetée. Par contre l'hypothèse H_a portant sur l'utilisation du didacticiel dans l'enseignement de l'optique géométrique améliore les performances des élèves est confirmée.

Le test d'Eta² nous permet de mesurer la force du lien entre l'utilisation du didacticiel et la performance des élèves. Nous voulons évaluer à quel niveau l'utilisation du didacticiel améliore la performance des élèves en classe de première.

Tableau 24 : Indice Eta² sur le didacticiel

Groupe	Eta ²
Groupe expérimental	0,815

Source: enquête de terrain

Selon le tableau ci-dessus l'indice d'Eta² a une valeur 0,8155 ; il est très élevé c'est-à-dire : L'utilisation du didacticiel dans l'enseignement de la focométrie améliore énormément la performance des élèves en classe de première.

Test d'Anova à 1 facteur

Étant donné que notre variable dépendante est quantitative et la variable indépendance qualitative, nous avons voulu vérifier notre hypothèse à partir du test d'Anova à 1 facteur. Ce test permet de vérifier la différence des moyennes entre le groupe expérimental et le groupe de contrôle. Ce test sera accompagné par le test de Fisher qui permet de mieux vérifier cette différence.

Dans le groupe de contrôle, nous voulons montrer que, l'enseignement normal ou l'on a enseigné sans didacticiel n'améliore pas la performance des élèves. Les résultats de ce test sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 25 : ANOVA groupe de contrôle sur le didacticiel

Groupe	Somme des carrés	Degrée de liberté	Moyenne des carrés	Fisher	Probabilité
Inter-groupe	0,025	1	0,025	0,003	0,958
Intra-groupe	340,950	38	8,972		
Total	340,975	39			

Source: enquête de terrain

Le test Anova appliqué au groupe de contrôle nous donne un indice de Fisher égale 0,003 et une probabilité de 0,958 ; celle-ci est considéré comme statistiquement non significative car elle est supérieure à 0,05. En conclusion les moyennes obtenues au pré-test et au post-test dans le groupe de contrôle restent égales. L'enseignement normal sans le didacticiel n'améliore pas la performance des élèves.

Dans le groupe expérimental, nous avons appliqué le même test pour évaluer le lien entre les variables

Tableau 26 : ANOVA groupe expérimental sur le didacticiel

Groupe	Somme des carrés	Dégré de liberté	Moyenne des carrés	Fisher	Probabilité
Inter-groupe	297,025	1	297,025	75,271	0,000
Intra-groupe	149,950	38	3,946		
Total	446,975	39			

Source: enquête de terrain

Les statistiques nous montrent que la valeur de Fisher est de 75,271 avec une probabilité de 0,000. Ces résultats sont statistiquement significatifs car la probabilité est largement inférieure de 0,05. Ainsi, l'hypothèse selon laquelle les moyennes au pré-test et post-test du groupe expérimental sont égales est rejetée. La probabilité 0,000 montre que le didacticiel utilisé dans le groupe expérimental améliore considérablement les performances des élèves en classe de premières scientifiques.

Tableau 27 : Récapitulatif Hypothèses spécifiques	Groupe	T Student	P	Anova (F)	P	Décisions
HR1 : Le modèle CHIS améliore les performances des apprenants en classe de premières scientifiques	Contrôle	0,158	0,876	0,573	0,454	Confirmée
	Expérimental	6,234	0,000	11,368	0,002	
HR2 : L'utilisation du didacticiel améliore les performances des apprenants en classe de premières scientifiques	Contrôle	0,047	0,963	0,003	0,958	Confirmée
	Expérimental	7,855	0,000	75,271	0,000	

Source: enquête de terrain

CHAPITRE 5 : INTERPRÉTATION DES RESULTATS ET IMPLICATIONS PROFESSIONNELLES

Dans ce chapitre, il est question d'interpréter et de discuter les résultats recueillis sur le terrain en fonction des études théoriques et de l'hypothèse générale de recherche ; Puis, de mettre en évidence l'impact de ces résultats sur les actions à mener par les différents acteurs concernés par notre recherche.

5.1. Interprétations des résultats

L'interprétation est une opération qui consiste en l'attribution d'un sens ou d'une signification aux résultats auxquels le chercheur est parvenu. Il s'agit donc, à travers une argumentation cohérente et logique, d'établir une corrélation entre les résultats obtenus et les théories préalablement convoquées afin de dégager leur portée scientifique et professionnelle. Dans cette étape, l'intérêt est accordé à l'explication objective des informations reçues qui permet à l'enquêteur de procéder à des inductions, de tirer des conclusions ou d'élaborer des théories. C'est dans cette optique que (Angers, 1992, p.323) déclare :

« L'interprétation est un mouvement de la pensée qui n'est pas facilement dissociable de l'analyse, car elle porte, elle aussi, sur les données, mais en cherchant à aller plus loin³⁰. »

Si l'objectif de cette partie est orienté vers l'intelligibilité de notre étude, il est capital de rapprocher les résultats obtenus aux questions de recherches en vue de procéder à une interprétation pertinente et, établir un parallèle entre la théorie et la réalité du terrain.

5.1.1 L'approche pédagogique suivant la D.I.C.H.I.S

Au regard des résultats présentés et analysés au chapitre précédent sur le modèle CHIS, le pré-test nous a donné de constaté que les deux classes étaient pratiquement au même niveau avant l'expérimentation ; car l'analyse des courbes des fréquences des classes de premières D_1 montre que les notes sont concentrées entre 12 et 13, la moyenne générale de la classe de première D_{1-1} (15,05) est légèrement inférieure à celle de première D_{1-2} (15,50) au pré test. Le test de Student nous montre qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux moyennes. Après l'expérimentation, la moyenne générale de la classe de première D_{1-1}

³⁰ M. ANGERS, *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*, Montréal : Editions CEC, 1992, p. 323.

(11,95) est très inférieure à celle de première D₁₋₂ (15,35) au Post test. Le test de Student nous montre qu'il y a une différence significative entre ces deux moyennes ; l'écart constaté entre les deux tests au sujet de la classe expérimentale (première D₁₋₂) laisse transparaître une nette progression des apprenants ; Il en ressort que le modèle C.H.I.S. améliore les performances scolaires des apprenants. (Stordeur, 2004) met en garde d'attribuer trop tôt une difficulté de transfert à l'élève. Il invite à évaluer d'abord notre approche pédagogique en se demandant si nous avons vraiment mis en place une pédagogie active. Car très souvent, notre volonté enthousiaste d'enseigner, ne suscite pas toujours chez les jeunes un désir équivalent d'apprendre. « Notre système et nos conceptions font que même lorsque nous plaçons l'enfant devant une situation où il pourrait apprendre, nous sommes très aspiré par le produit fini. Nous faisons tout pour que l'enfant atteigne les résultats (...) Nous continuons de réfléchir dans une logique de production alors qu'il faudrait nous placer dans une logique d'apprentissage » (Stordeur, 2004). Car en effet, l'approche pédagogique devrait pouvoir rendre compte des préoccupations des enseignants : pourquoi les élèves ne travaillent pas, n'apprennent pas, n'écoutent pas en classe ? ; n'ai-je pas été clair, ai-je été trop rapide, n'ai-je pas su mettre à leur portée tel ou tel aspect, ai-je été capable de susciter leur intérêt, aurai-je du procéder autrement ?

L'approche pédagogique suivant le modèle C.H.I.S, découle d'une volonté d'échapper à cette réaction : celle d'incriminer la paresse des élèves, de se décourager, de perdre confiance en soi, de douter globalement de sa compétence pédagogique afin d'offrir une éducation à l'élève avec un accent particulier mis sur les méthodes actives et interactives ; en vue de favoriser le succès d'un plus grand nombre, et réduire voire éradiquer à termes les redoublements et les déperditions, tel que suggéré par les états généraux de l'éducation tenus à Yaoundé du 22 au 27 mai 1995. Ainsi, le modèle C.H.I.S. permet de concevoir des dispositifs pédagogique-didactiques liés à l'enseignement des sciences.

Nous apporterons au terme de cette étude une contribution à cette approche didactique à travers la préparation des leçons de physique suivant ce modèle.

5.1.2 L'utilisation du didacticiel ou la méthode programmée

Le didacticiel est un outil T.I.C d'aide à l'apprentissage, d'après le dictionnaire (Universel, 2013, p.98 le terme didacticiel renvoie à un logiciel d'enseignement ; il est spécialement conçu pour l'enseignement assisté par ordinateur (E.A.O.), c'est un logiciel programmé sur un ou plusieurs thèmes, présentant des écrans interactifs, avec éventuellement le son et

contenant un enseignement déterminé. Dans notre étude, l'utilisation du didacticiel pendant le cours a pu être possible grâce à un vidéo projecteur, des baffles pour amplifier le son et un ordinateur portable. Ainsi, le cours portant sur la focométrie a été projeté au-devant de la salle, les élèves ont suivi attentivement les expériences de focométrie, puis nous sommes passés à une phase interactive où les élèves réagissaient avec les questions, les interrogations, sur les parties non comprises pendant la projection.

Au regard des résultats présentés et analysés au chapitre précédent sur le didacticiel, le pré-test nous a donné de constaté que les deux classes étaient pratiquement au même niveau avant l'expérimentation ; car l'analyse des courbes des fréquences des classes de premières D_2 montre que la moyenne générale de la classe de première D_{2-1} (11,95) est légèrement inférieure à celle de première D_{2-2} (12,00) au pré test. Le test de Student nous montre qu'il n'y a pas de différence significative entre ces deux moyennes. Après l'expérimentation, la moyenne générale de la classe de première D_{2-1} (12,5) est très inférieure à celle de première D_{2-2} (17,85) au Post test. Le test de Student nous montre qu'il y a une différence significative entre ces deux moyennes ; l'écart constaté entre les deux tests au sujet de la classe expérimentale (première D_{2-2}) laisse transparaître aussi une nette progression des apprenants ; Il en ressort que le didacticiel améliore les performances scolaires des apprenants. Cela nous permet de comprendre que l'intégration du logiciel d'optique géométrique a eu un effet positif sur l'apprentissage des élèves.

De plus, les résultats du test de Eta^2 nous a permis de mesurer la force du lien entre l'utilisation du didacticiel et les performances scolaires des élèves. Il en ressort que l'indice d' Eta^2 a une valeur 0,8155 ; il est très élevé c'est-à-dire : L'utilisation du didacticiel dans l'enseignement de la focométrie améliore énormément les performances des élèves en classe de premières scientifiques. Cela est dû au fait que le didacticiel d'optique géométrique qui a été conçu, possède une plate-forme interactive intégrant :

- Des animations vidéo qui rendent compte du principe de la construction optique du microscope, du principe de la construction optique de la lunette astronomique, du fonctionnement de la loupe, de la lunette de Galilée, du caractère expérimental de la focométrie, des différents réglages et mise au point nécessaire au bon fonctionnement des appareils optiques.

- Des exercices interactifs, autocorrectifs, sur la loupe, les lentilles, le microscope, la lunette astronomique, la focométrie, permettant à l'apprenant de s'exercer, de s'entraîner, d'apprendre en jouant, de se perfectionner afin d'acquérir des bases fondamentales en optique

géométrique ; ainsi l'apprenant n'a pas nécessairement besoin d'un tuteur ou d'un enseignant pour l'aider à faire ses exercices.

- Des cours complets et illustrés sur l'optique géométrique, les différentes méthodes focométriques, ces cours pourront aussi servir de supports pédagogiques.

- Un logiciel de simulation avec son tutoriel, ceci permettra à l'utilisateur de concevoir l'image conjuguée d'un objet à travers un appareil optique ou un instrument d'optique.

Ainsi, le didacticiel est un support pédagogique permettant d'aider l'apprenant à comprendre sa leçon et à consolider les acquis. L'autre avantage réside dans le fait qu'il est illustré et interactif, les élèves peuvent en prendre connaissances à leur rythme, Ils peuvent par exemple revoir l'intégralité des expériences en cours et vidéo, revenir autant de fois en arrière qu'ils le souhaitent, faire pause pour réfléchir avant de se lancer dans un exercice, c'est ainsi qu'ils manipulent eux-mêmes les notions et s'approprient ce qu'ils ont vu en classe. Parallèlement, les exercices d'applications leur permettent de vérifier qu'ils maîtrisent bien les connaissances. Cette méthode rejoint le point de vue de Kaminsky Wanda, estimant qu'il est important de provoquer chez les apprenants non seulement une activité manipulative importante, mais surtout à travers cela, une élaboration conceptuelle mettant en jeu : questions, surprise, discussion, et effort commun de mise en cohérence de tous les éléments d'informations disponibles. Les résultats de cette expérimentation, sont de nature à stimuler la réflexion en cours sur les modèles d'enseignement et d'apprentissage et la réforme du système d'éducation et de formation. En outre, ce travail nous a permis de comprendre la nature de la complexité de la mise sur pied et l'évaluation des produits multimédias pédagogiques, et que la meilleure façon de s'assurer de l'intérêt pédagogique d'un logiciel est de l'expérimenter auprès des utilisateurs potentiels.

5.1.3 Difficultés rencontrées et limites de l'étude.

Loin de nous la prétention de dire que cette étude a été menée sans difficultés. En effet tout au long de notre travail, nous avons noté trois types de contraintes, tant du point de vue méthodologique, temporel que financier.

Sur le plan méthodologique

Nous avons constaté que les enseignants sur le terrain vont très vite avec les cours et que la partie du programme portant sur l'optique géométrique figure parmi les chapitres du premier trimestre, souvent enseignées à partir du mois de Novembre et Décembre. Nous avons donc dû négocier avec l'enseignant de la classe retenue afin qu'ils abordent d'autres

chapitres, le temps pour nous de finir la conception du didacticiel, et que nous puissions enseigner ceux portant sur l'optique géométrique.

En plus, les classes du collège dans lequel nous avons menés nos recherches sont des classes non électrifiées, il a donc fallu aller chercher une source d'électricité dans les bureaux du surveillant général, soit à une distance de 25 mètres. Le fait d'avoir opéré un choix raisonné de vingt (20) élèves dans chaque groupe, a créé quelques frustrations chez les élèves non choisis. Nous avons donc dispensé le cours et évalué tout l'effectif de la classe ; Bien entendu nous n'avons considéré dans l'étude que les 40 copies de l'échantillon (20 du groupe expérimental et 20 du groupe témoin).

En fin, la D.I.C.H.I.S étant une méthode essentiellement interactive, nous avons éprouvé toutes les difficultés pour rester dans l'esprit des objectifs visés ; entendu que les élèves jusque-là subissaient les cours en se contentant de les copier simplement et qu'il fallait pour l'occasion faire la différence entre participation à la construction du savoir et la méthode transmissive.

Sur le plan temporel

Il nous a fallu terminer les cours dans un espace-temps d'un mois, or l'utilisation du didacticiel lors d'un cours nécessite un peu plus de temps notamment dans l'installation et la désinstallation du matériel, la mise en œuvre du cours ; la D.I.C.H.I.S est aussi une méthode qui nécessite du temps dans sa mise en place pour atteindre des objectifs qu'on se fixe. Nous avons donc fourni assez d'efforts pour bien faire notre expérimentation dans un délai d'un mois et demi environ.

Sur le plan financier

la principale difficulté a été la mobilisation des fonds pour le financement de cette étude : Le didacticiel (la conception, la mise en œuvre, l'expérimentation), la location du matériel de projection, l'achat d'un rallonge de 30mètres de longueur, les photocopies, la production du produit fini... Outre ces dépenses liées à la production du document final, il faut également dire que nous avons dans le cadre de la recherche documentaire passé des heures et des heures dans les structures fournissant l'accès internet pour recueillir le maximum d'informations nécessaires à notre travail.

5.2. Implications théoriques et professionnelles des résultats

5.2.1-Sur le plan théorique.

Concernant l'implémentation de la D.I.C.H.I.S, nous avons utilisé essentiellement le cours de didactique des sciences du Dr Gnokam Edmond, (2014-2015), en plus de quelques mémoires de DIPES II des élèves de l'ENS de Yaoundé. La littérature relative à l'investigation scientifique a été utilisée pour compléter celle sur la D.I.C.H.I.S. Il en ressort que La D.I.C.H.I.S. est une méthode d'enseignement qui vise l'autonomisation des apprenants en contribuant à leur donner des réflexes et comportements d'Hommes de sciences au moyen des habiletés et d'investigations scientifiques et des attitudes scientifiques ; tout cela grâce aux activités d'enseignement/apprentissage mise en place par l'enseignant. Elle propose une alternative à la pédagogie transmissive où l'élève est passif et écoute le maître. Dans la DICHIS, l'on procède par la création des situations-problèmes, en suscitant chez l'apprenant, des situations d'apprentissage. L'élève développe ainsi la capacité à questionner, à trouver des solutions à une énigme au moyen d'une démarche et d'un raisonnement scientifique, en développant pour ce faire des habiletés diverses, ce qui permet à l'élève de construire ses connaissances et d'acquérir des compétences dans l'action, **se situant ainsi dans une logique constructiviste** qui place l'apprenant au centre de l'apprentissage.

« La difficulté créée par la situation didactique au départ, ne donne pas toujours à l'apprenant la solution au problème posé. C'est à travers son sens d'investigation que l'élève mobilise les ressources nécessaires pour apporter la ou les solutions attendues. Cela peut nécessiter une expérimentation afin de confronter les résultats aux hypothèses théoriques. Ce travail de recherche, d'investigation peut se faire en groupe ou de façon individuelle » (Belebenie, 2018, p. 40).

Dans ce sens elle est une méthode active dont l'objectif est de « créer des situations au travers desquelles l'apprenant cultive au contact de la réalité, des habiletés » (Matchinda, 1998, p.62). En s'intéressant au cadre (environnement) dans lequel on développe les habiletés d'investigation scientifique, la D.I.C.H.I.S se situe dans un contexte socio-constructiviste. Cette stratégie pédagogique est spécifique en ce sens qu'elle fait acquérir à l'apprenant une autonomie et un comportement d'Homme de science. Elle consiste aussi en ce que les actes d'apprentissages et d'enseignements soient intentionnels, conscients et méthodiques.

Dans une salle de classe, il y aura collaboration entre les apprenants qui seront mis en situation d'apprentissage pendant les activités pédagogiques, entre l'apprenant et ses pairs ou l'enseignant. C'est en effet à partir de leur expérience sociale que les apprenants donnent un sens aux activités d'apprentissage et au savoir. Les apprenants s'approprient mieux les savoirs, savoir-faire et savoir-être qu'ils ont contribué à installer, sur lesquels ils ont réfléchi ou effectué une recherche préalable. La formule de pédagogie participative du socioconstructivisme se révèle très motivante de par l'implication et l'autonomie qu'elle sous-tend. L'acquisition des connaissances passe par un processus qui va du social (connaissances interpersonnelles) à l'individuel (connaissances intra personnelles). Une nouvelle connaissance peut être soit subjective (propre à un individu), soit objective (commune à un groupe). L'enseignant, dans cette perspective, a un rôle de « facilitateur des apprentissages », de « médiateur ». Le professeur n'est plus celui qui sait et qui délivre son savoir. C'est un guide, un éducateur qui oriente les apprenants mais qui ne détient pas la solution clés en main.

La théorie de la transposition didactique nous parle d'un objet : les phénomènes de transposition didactique. Partant du constat qu'entre les notions de mathématiques, de physiques des érudits savants aux notions de mathématiques et physiques enseignés à l'école primaire, au secondaire jusqu'à l'université il y'a un clivage, une distance ; et cette distance est relative de par nos origines culturelles, sociales... Il est donc important, de mettre sur pied des mécanismes de transmissions et d'acquisitions des savoirs, permettant de passer d'un savoir savant, à un savoir à enseigné, puis à un savoir appris.

Le concept de transposition didactique, renvoyant donc au passage du savoir savant au savoir enseigné, donc à la distance qui les sépare, est un

« Outil qui permet de prendre du recul, d'interroger les évidences, d'éroder les idées simples, de se déprendre de la familiarité trompeuse de son objet d'étude, bref, d'exercer sa vigilance épistémologique. Il est l'un des instruments de la rupture que la didactique doit opérer pour se constituer en son domaine propre ; il est ce par quoi l'entrée du savoir dans la problématique de la didactique passe de la puissance à l'acte. » (Chevallard, 1982). Pour l'enseignant, la transposition didactique vient ébranler sa pratique ; Car Pour que l'enseignement d'un élément de savoir soit possible, il faudrait que cet élément subisse au préalable certaines déformations, qui le rendront apte à être enseigné ce qui nous montre que le savoir enseigné, diffère du savoir à enseigner. Voilà donc la clé du concept de transposition didactique. Il ne suffit donc pas qu'un fossé ou un clivage se creuse, mais il faudrait que ce fossé, ou clivage soit inexistant, et chassé des consciences comme problème.

Avec l'usage des nouvelles technologies pour la médiatisation des apprentissages, l'utilisation de l'ordinateur comme outil de laboratoire, la création des logiciels d'aide à la résolution de divers problèmes, l'on a très vite constaté « un ensemble d'approches et de choix très divers, et d'emblée la question de pratique de laboratoire prise en référence se trouvait posée. » (Durey et Beaufiles ,1998). L'innovation technologique a donc soulevé un problème de transposition didactique notamment au plan des savoirs et savoir-faire à faire acquérir aux apprenants. De ce fait, la conception d'un didacticiel, ou l'enseignement d'une notion via un didacticiel, devrait donc tenir compte de la transformation du savoir savant au savoir à enseigner, puis du savoir à enseigner au savoir enseigné c'est-à-dire le savoir appris. La transposition didactique apparaît ainsi comme la première tâche à effectuer par tout enseignant avant une intervention pédagogique dans une salle de classe.

Le connectivisme est une théorie d'apprentissage qui a été développée par George Siemens et Stephen Downes durant les années 2000. **Cette théorie s'intéresse aux enjeux de l'arrivée des nouvelles technologies numériques dans l'apprentissage.** La théorie connectiviste est présentée comme « la nécessaire évolution des théories classiques de l'apprentissage (behaviorisme, cognitivisme, constructivisme et socio-constructivisme), adaptée aux nouvelles réalités de la société du savoir et du numérique » (Siemens, 2004). Ce modèle d'apprentissage, s'appuie sur huit principes, et considère que les connaissances sont distribuées à travers un réseau de connexions (individuelles et organisationnelles) ; il revient donc aux différents acteurs en présence, de savoir exploiter le potentiel de ces réseaux pour construire des connaissances.

Le déploiement de la théorie connectiviste dans le processus enseignement/apprentissage se décline suivant les huit principes ci-dessous :

1. L'apprentissage et le savoir sont liés et résident dans la diversité des opinions et des ressources ;
2. Apprendre est un processus de mise en relation de contacts (création de liens, des nœuds) ou de sources d'informations spécialisés ;
3. L'apprentissage peut résider dans des appareils non humains, en d'autres termes, il peut être généré par des processus non-humains à l'instar des bases de données contenant des connaissances organisationnelles ;
4. La capacité d'en savoir plus est bien plus critique que ce que l'on sait actuellement ; cela évoque la nécessité, pour un individu, de pouvoir et de savoir identifier

tifier ses besoins de connaissances à venir afin de mettre sur pied des stratégies adéquates dans l'optique d'optimiser l'apprentissage ;

5. Le fait de développer et de garder les contacts établis est non seulement un atout majeur, mais aussi un élément indispensable pour faciliter l'apprentissage de façon continue. Les réseaux sociaux illustrent bien ce principe.
6. La possibilité et la capacité à faire des liens entre les domaines de connaissances, les idées et les concepts est une compétence de base capitale ;
7. L'importance de la pertinence, de la validité ainsi que la nécessité d'obtention des connaissances précises et mises à jour, dans toute activité d'apprentissage connectiviste ;
8. La prise de décision est considérée comme un processus d'apprentissage en soi ; car l'information est variable dans le temps et dans l'espace, et qui peut être vrai dans un contexte donné ne le restera pas forcément dans un autre ;

Ces principes ont apporté une grande révolution dans le processus enseignement-apprentissage. **L'enseignement et l'apprentissage connectiviste a été résumé de la manière suivante : « Enseigner c'est modéliser et démontrer, Apprendre c'est pratiquer et réfléchir »** (Downes, 2009).

Ainsi, nous pensons que ce travail vient enrichir la littérature sur la D.I.C.H.I.S d'une part, et sur la méthode programmée en optique géométrique d'autre part.

5.2.2-Sur le plan professionnel.

L'introduction des TIC dans l'enseignement revient à créer une ouverture d'esprit chez l'élève de telle sorte qu'il puisse se familiariser avec l'outil informatique, et appréhender l'ordinateur comme un outil d'apprentissage pouvant l'aider dans son travail. Le didacticiel d'optique géométrique conçu a permis d'améliorer les performances scolaires des apprenants ; Cela nous permet de comprendre que l'intégration du logiciel d'optique géométrique a eu un effet positif sur l'apprentissage des élèves.

Cette recherche nous a permis de toucher du doigt les difficultés qui sont celles des enseignants quant à la possibilité pour eux de rendre leurs enseignements interactifs. ce didacticiel qui a été conçu est un support pédagogique permettant d'aider non seulement les apprenants à comprendre leur leçon et à consolider les acquis, mais aussi les enseignants dans leurs pratiques pédagogiques à mieux préparer les leçons, de bien planifier les activités qui se dérouleront au cours de la leçon en octroyant un peu plus de temps à l'élève de s'exprimer en se

servant de ses prérequis. Lors de la préparation d'une composition ou d'une séquence, les élèves peuvent préparer leur contrôle en le complétant avec des cours et des exercices interactifs correspondants sur le didacticiel, cela permet aux élèves plus à l'aise avec l'écran qu'avec l'écrit, de surmonter certains blocages. Très souvent, hors du cadre scolaire, les élèves ont du mal à conserver leur acquis. Le didacticiel leur permettra de revoir de façon ludique, le programme d'optique géométrique.

Cette recherche offre également à tout enseignant la possibilité de stimuler la motivation des élèves pour apprendre, d'améliorer le processus enseignement apprentissage et de booster les performances de leurs apprenants.

5.4-Suggestions

5.4.1-Aux chercheurs.

Au terme de cette recherche, nous suggérons aux étudiants et à tous ceux qui s'intéressent à la recherche en science de l'éducation, d'explorer d'avantages :

La piste sur la conception des didacticiels, non seulement dans d'autres parties de la physique, mais aussi dans d'autres disciplines (matières) ; car, elle améliore considérablement les performances des apprenants ; c'est d'ailleurs la conclusion à laquelle abouti l'équipe constituée des chercheurs : Khalid Ahaji, Abdelkrim El Hajjami, Lotfi Ajana, Ahmed El Mokri, Ahmed Chikhaoui ayant mené une étude portant sur l'effet de l'utilisation de séquences de simulations d'optique géométrique sur la compréhension et sur l'apprentissage d'élèves de baccalauréat ; « Car en sciences, ces technologies de l'information et de la communication peuvent être utilisées en cours ou en travaux pratiques, pour la prise de données et la présentation graphique en temps réel des résultats aussi bien que pour la modélisation théorique, dans des laboratoires informatisés au lycée ou chez soi sur son PC personnel éventuellement connecté par Internet » (Niedderer, 1999). De même, L'usage de la simulation paraît comme un bon exemple d'incorporation des TIC dans la démarche pédagogique. Alain Durey et Daniel Beaufils affirme dans la même lancé que « La simulation n'est autre que de l'expérimentation sur modèle ». Les situations de recherche ou de développement où l'on s'appuie sur la simulation sont de plus en plus nombreuses. C'est pourquoi, sur le plan didactique, « L'hypothèse d'une simulation sur ordinateur peut être le support d'activités pertinentes sur les plans scientifiques et pédagogiques qui, renforçant la dimension plus conceptuelle de

la modélisation, apparaissent d'emblée comme complémentaires de l'expérience » (Durey et Beaufils, 1998, p.71).

L'expérimentation papier crayon pour les établissements ne disposant pas d'énergie électrique.

L'expérimentation de la D.I.C.H.I.S dans d'autres leçons ou parties du programme de physique, afin d'enrichir l'univers méthodologique des enseignants et de leur offrir d'autres perspectives dans la quête de l'amélioration des performances des élèves. Leurs productions intellectuelles tant du point de vue des articles que des mémoires de fin de cycle, voir des thèses sur le développement des habiletés seront très utiles à la communauté éducative tout entière.

5.4.2-Aux enseignants.

Nous suggérons aux enseignants d'intégrer :

- D'avantages les TIC dans l'enseignement, afin de créer une ouverture d'esprit chez les élèves de telle sorte qu'il puisse se familiariser avec l'outil informatique et appréhender l'ordinateur comme un outil d'apprentissage, pouvant l'aider dans son travail ;
- La D.I.C.H.I.S. dans l'enseignement, car l'enseignant planifiera mieux son enseignement ; ceci lui permettra de placer l'apprenant au centre de son apprentissage, de se placer toujours en situation de recherche, bref d'améliorer sa pratique et de jouer véritablement son rôle de guide.

5.4.3 Aux responsables pédagogiques

La D.I.C.H.I.S. pourra contribuer dans l'élaboration des programmes scolaires, ainsi que dans la formation continue des enseignants. De plus, elle pourra fournir un cadre de référence pédagogique pour combler les lacunes qui existent et susceptible de guider l'enseignant à améliorer le processus enseignement/apprentissage de la physique.

Etant donné que le développement des Technologies de l'Information et de la Communication appliquées à l'Enseignement (TICE) exige des didacticiens, en particulier de la physique, de produire un cadre théorique pour appréhender et conduire les phénomènes didactiques qui accompagnent l'usage des TICE, nous suggérons à cet effet qu'ils produisent ce cadre théorique ;

- Chez les rédacteurs de manuels, cette approche contribuera dans la conception des documents basés sur les habiletés d'investigations scientifiques.

5.4.4-Aux élèves.

Les élèves participent dans la perspective des méthodes actives donc ce réclame la D.I.C.H.I.S à la construction de leur savoir, car elle permet de développer les habiletés d'investigations scientifiques et contribue à l'acquisition des méthodes scientifiques à savoir : l'esprit critique, la prudence de jugement, le respect de l'évidence, l'objectivité, l'honnêteté intellectuelle, l'ouverture d'esprit.

CONCLUSION GENERALE

Au moment où notre travail de recherche portant sur **l'enseignement de l'optique géométrique et performances des apprenants: cas de la focométrie au collège Frantz-Fanon en classe de premières scientifiques** s'achève, il a été nécessaire de vérifier la relation entre les méthodes pédagogiques (la DICHIS, l'utilisation du didacticiel) et les performances des apprenants. Partant du constat suivant lequel l'enseignement des sciences physiques dans les lycées et collèges est centré sur l'action de l'enseignant, et met un peu plus l'accent sur les connaissances et non sur l'expérimentation, la démotivation des élèves face à l'apprentissage de la physique qui croît avec le temps, l'usage des méthodes d'enseignements ou pédagogiques non appropriées ou encore mal maîtrisées par les enseignants. À cela s'ajoutent, entre autres, l'absence des didacticiels pour appuyer l'enseignement, le manque de laboratoires équipés. Les mauvaises conditions d'apprentissage des apprenants, des préjugés (clichés) des élèves par rapport aux disciplines scientifiques en générale et à la physique en particulier, et de l'environnement social parfois défavorable à l'apprentissage, il en ressort que la focométrie est mal enseignée dans certains établissements, et les enseignants ne dispose pas d'outils pour pouvoir bien l'enseigner, nous proposons comme solution, la didactique centrée sur les habiletés d'investigations scientifiques et l'utilisation du didacticiel à l'enseignement de l'optique géométrique. La qualité des travaux est une contribution dans l'optique d'améliorer les performances scolaires des apprenants.

Le but poursuivi par cette recherche, a été d'améliorer les performances des apprenants dans l'enseignement de la focométrie en classe de premières scientifiques. Pour conduire cette recherche, le champ a été indiqué en exposant le problème de l'étude et, les principaux facteurs qui l'attisent, tout en la circonscrivant. En plus, cette recherche s'inscrit dans le prolongement des thématiques des sciences de l'éducation. De ce fait, le thème que relève cette étude est lié à l'enseignement de l'optique géométrique. Elle est traitée dans le cadre des Didactiques des Disciplines en générale, et dans l'option des ingénieurs concepteurs des programmes et du matériel didactique. Ils forment un tout cohérent, qui prend appui sur les domaines généraux de formation et présente des suggestions pour le développement de compétences qui favorise la réussite scolaire.

Dans la logique de cette problématique, et pour répondre à la question principale de recherche suivante : quelles stratégies pédagogiques pourrait-on appliquer pour améliorer les performances scolaires des apprenants en physique notamment en optique géométrique ? , une réponse provisoire en guise d'hypothèse générale de l'étude a été formulée ainsi qu'il suit; les stratégies pédagogiques employées dans l'enseignement de l'optique géométrique influencent les performances scolaires des apprenants.

Pour vérifier cette hypothèse générale, une opérationnalisation des facteurs aux indicateurs et ensuite aux variables a été faite ; ce qui a permis de formuler trois hypothèses de recherche. La collecte des données s'est faite à l'aide d'un questionnaire dûment remplis et traités par les apprenants. De ce fait, ces données ont été présentées dans le corps du travail par des tableaux, puis analysées. En effet, cette étude a privilégié une analyse descriptive et une vérification des hypothèses à l'aide du test de Student et ANOVA. L'analyse quantitative des données a permis de confirmer les hypothèses de recherche.

Cette étude a été conduite en essayant autant que possible de s'articuler sur deux dimensions ; la dimension empirique, c'est-à-dire les activités concrètes menées sur le terrain, et la dimension théorique, qui est celle qui a permis l'élaboration des théories permettant de soutenir les résultats empiriques de la recherche. En somme, les hypothèses de recherche formulées ont été toutes vérifiées sur la base des théories élaborées, permettant ainsi de confirmer l'hypothèse générale elle-même.

Au demeurant, la présente recherche n'a pas l'ambition d'avoir épuisé le sujet, loin de là, car le domaine éducatif reste un vaste champ à explorer.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Comme références bibliographiques, nous avons exploité les documents suivants :

A- Ouvrage de méthodologie :

- ❖ Aktouf. (1987). *Méthodologie des sciences sociales et approche qualitative des organisations : une introduction à la démarche classique et une critique*. Montréal : Les Presses de l'Université du Québec.
- ❖ Kassenti, T. ; Zajc, S. (2006). *Recherche en éducation : Etapes et approches*. Université de Sherbrooke, faculté des sciences de l'éducation : Edition du CRP.
- ❖ Angers, M. (1992). *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*, Montréal : Editions CEC.
- ❖ Tremblay, R. R. et Perrier, Y. (2006). *Savoir plus: outils et méthodes de travail intellectuel*. Paris : Les Éditions de la Chenelière inc.

B- Ouvrages Généraux

- ❖ Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- ❖ Develay, M. (1992). *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris : E.S.F
- ❖ Coquidé (2003). *Education, formation : Nouvelles questions, nouveaux métiers*. Paris : ESF
- ❖ Vergnaud, G. (1994). *Apprentissages et Didactiques. Où en est-on ?*. Paris : Hachette.
- ❖ Therer, J. (1986). *Nouveaux concepts en didactique des sciences*. Edition de l'université de Liège.
- ❖ Astolfi, J.P., Develay, M. (1989). *La didactique des sciences*. Paris : P.U.F.
- ❖ Morge et Boilevin (2007) *Séquences d'investigations en physiques chimie*. Scérén : CRDP
- ❖ Sinaceur, H. (1999). *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*. Paris : PUF.
- ❖ D'Hainaut, L. (1978). *Concepts et méthodes de la statistique*. Bruxelles : Labor.

Richard, P. (1990). *La préparation d'un cours*, édition de l'école polytechnique de Montréal.

- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- ❖ Charnay, R. et Mante, M. (2006). *Mathématiques, concours de professeur des écoles*. Edition Hatier concours.
 - ❖ Ebanga, J. Sipa A. et al (1992). *Physique terminale C, D et E*. Iles Maurice : les classiques africains.
 - ❖ Klein E. (2009). *Petits monde dans le monde des quanta*. Paris : Flammarion
 - ❖ Klopfer L. (1971). Une taxonomie de l'enseignement des sciences. Handbook or formative and summative of student learning
 - ❖ Matchinda, B. (1999). Repères psychopédagogiques : Moins enseigner pour plus apprendre. Yaoundé : Cèdres P.127
 - ❖ Gamow G. et Stannard R. (2007). *Le nouveau monde de M. Tomkins* Paris : Le pommier
 - ❖ Calande, G. et Debueger, C. (1990) *Plaisirs des sciences. Didactique des sciences et autonomie dans l'apprentissage*. Bruxelles : De Boeck, Wesmael.
 - ❖ Coquidé, M. (2010) *Face à l'expérimental scolaire : Éducation*. École normale supérieure de Cachan.

C- Livre électronique :

- ❖ Chevallard, Y. (1982). Les processus de transposition didactique et leur théorisation. Repéré à http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Les_processus_de_transposition.pdf
- ❖ Chevallard, Y. (1980) - Pourquoi la transposition didactique ? Repéré à http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Pourquoi_la_transposition_didactique.pdf
- ❖ - Cristol, D. (2012). Le connectivisme : une théorie socio-informatique de l'apprentissage. Repéré à <http://4cristol.over-blog.com/article-le-connectivisme-une-theorie-socio-informatique-de-l-apprentissage-113809666.html>
- ❖ Siemens, G. (2004). Connectivism : a learning theory for the Digital Age. Repéré à <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.html>
- ❖ Tricot, A. (2001). Interpréter les liens entre utilisabilité et utilité des documents électroniques : *Les documents électroniques, méthodes, démarches et techniques cognitives*,

(Paris : Europa). Repéré à :

http://pagesperso-orange.fr/andre.tricot/Tricot_CIDE.pdf.

- ❖ Meloche, M. (2000). Évaluation des multimédias pédagogiques. Repéré à http://cqfd.teluq.quebec.ca/D4_1_b.pdf.

D- Articles.

- ❖ Ahaji, K., El Hajjami, A., Ajana, L., El Mokri, A., Chikhaoui, A. (2006). Études de quelques conceptions d'élèves de baccalauréat en optiques géométriques. *Les actes du colloque* (Congrès de l'AIPU-Monastir'2006) , 3 - 22.
- ❖ Ahaji, K., El Hajjami, A., Ajana, L., El Mokri, A., Chikhaoui, A. (2005). Étude et méthodologie d'évaluation des produits multimédias pédagogiques des enseignants innovants. *Les actes du colloque* (Colloque REMADIS). 6 – 25.
- ❖ Ahaji, K., Alem, J., El Hajjami, A. (2006). Évaluation des produits multimédias pédagogiques des enseignants innovants au Maroc et la fidélité des mesures de grille. *Les actes du colloque* (Congrès de l'AIPU-Monastir). 2 - 18.
- ❖ Durey A. et Beaufils, D. (1998). L'ordinateur dans l'enseignement des sciences physiques : Questions de didactique. *Informatique et pédagogie des sciences physiques* (8èmes journées), 1 - 8.
- ❖ Niedderer, H. (1999). Recherche et développement en didactique de la physique à l'université ; résultats et tendances. *Didascalía* (14), p. 107.
- ❖ Bouchard, P., Laplante, L., Morin, M., Tanguay, G. (1996). Rythmes d'apprentissage et outils informatiques au primaire. *Didascalía* 1(3), 4 - 12
- ❖ Maurines, L., Mayrargue, A. (2001). Regards croisés de l'histoire des sciences et de la didactique de la physique sur le concept d'onde. La pluridisciplinarité dans les enseignements scientifiques. *Histoire des sciences*. - Tome 1 (Actes de l'université d'été, du 16 au 20 juillet), 6 -18.

- ❖ Kaminski W., (1993). Rayons épinglés ou comment tracer les rayons lumineux en quatrième, *Bulletin de l'Union des Physiciens*, (750), 29-35.
- ❖ Kaminski W., (1989). Conceptions des enfants (et des autres) sur la lumière. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, (716), 973-996.
- ❖ Faiq, M. (2000). Initiation à la recherche en sciences sociales (cas de l'éducation). Notes de cours. p 21-22.
- ❖ Godbout, P. (1991). Méthodes et techniques de recherche en sciences de l'activité physique. Notes de cours, p. 37-43.
- ❖ Durey, A. et Beaufils, D. (1998). L'ordinateur dans l'enseignement des sciences physiques : Questions de didactique. *Informatique et pédagogie des sciences physiques*, (8), 1-7.

E- Article électronique

- ❖ Maurines, L., Mayrargue, A. (2001). Regards croisés de l'histoire des sciences et de la didactique de la physique sur le concept d'onde. *La pluridisciplinarité dans les enseignements scientifiques - Tome 1*, 1- 6. Repéré à : http://eduscol.education.fr/D0126/uescience_maurines.pdf.
- ❖ Meloche, M. (2000). Évaluation des multimédias pédagogiques. *Distances*, 4(1), 7-45. Repéré à http://cqfd.telug.quebec.ca/distances/D4_1_b.pdf
- ❖ Masselot P. et Robert A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques. *Recherche et formation*, (56), 15-32. doi : 10.4000/rechercheformation.841

F- Article de journal

- ❖ BUTY C. (1998, 12 octobre). Pour une étude de l'apprentissage dans une séquence d'enseignement utilisant une modélisation informatique, en classe de terminale. , Actes du sixième Séminaire National de Didactique des Sciences Physiques et de la technologie, pp. 152-158.

G- Article de journal électronique

- ❖ Ahaji, K., Alem, J., El Hajjami, A. (2006, 22 janvier). Évaluation des produits multimédias pédagogiques des enseignants innovants au Maroc et la fidélité des mesures de grille. *Les actes du colloque*. Repéré à http://ahaji.site.voila.fr/articles/Article_ahaji_Monastir_evaluation.pdf.

- ❖ Ahaji, K., El Hajjami, A., Ajana, L., El Mokri, A., Chikhaoui, A. (2006). Études de quelques conceptions d'élèves de baccalauréat en optiques géométriques. *Les actes du colloque*. Repéré à http://ahaji.site.voila.fr/articles/article_monastir_ahaji_conception.pdf.
- ❖ Ahaji, K., El Hajjami, A., Ajana, L., El Mokri, A., Chikhaoui, A. (2005). Étude et méthodologie d'évaluation des produits multimédias pédagogiques des enseignants innovants. *Les actes du Colloque*. Repéré à http://ahaji.site.voila.fr/articles/aricle_1_evaluation_multimedias.pdf
- ❖ El Hajjami, A., El Mokri, A., Ajana, L., Chikhaoui, A. (2008, 15 décembre). Approches analytiques de logiciels d'apprentissage des sciences physiques. *Les actes du colloque sur l'enseignement et Recherche en didactique des sciences*. Repéré à <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00402582/file/index.html>
- ❖ Réginald, G. (1996, 1^{er} août). L'apport des nouvelles technologies de l'information et de la communication à l'apprentissage des élèves du primaire et du secondaire. *Rescol/schoolnet*. Repéré à <http://www.tact.fse.ulaval.ca/fr/html/apport/apport96.html>.

H- Thèses et Mémoires

- ❖ BUTY C. (2000). Étude d'un apprentissage dans une séquence d'enseignement en optique géométrique à l'aide d'une modélisation informatique. Thèse, Université Lumière-Lyon II.
- ❖ Achouri T. (2005, Avril). *Interactions enseignant-élèves et situation d'enseignement apprentissage en optique géométrique*. Thèse, Université de Tunis et de Lyon II.
- ❖ Belebenie I. (2017, Mars). *prise en compte des représentations des apprenants dans l'enseignement de la mécanique suivant le modèle centré sur les habiletés d'investigations scientifiques (C.H.I.S) et les performances des élèves*. Mémoire de master, Université de Yaoundé 1.
- ❖ Fandaka, E. (2000) *Application de la didactique centrée sur les habiletés d'investigations scientifiques à l'enseignement des trois leçons de physique en classe de premières C*. Mémoire de DIPES II : E.N.S Yaoundé

I- Document ou page web :

American Psychological association. (2011). APA Style. Repéré à <http://www.apastyle.org/>

ANNEXES

Annexe 1 : Loi de Student

LOI DE STUDENT AVEC k DEGRÉS DE LIBERTÉ
QUANTILES D'ORDRE $1 - \gamma$

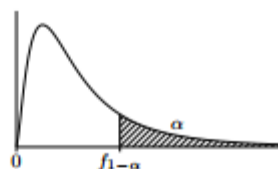
k	γ										
	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.025	0.010	0.005	0.0025	0.0010	0.0005
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	127.3	318.3	636.6
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.09	22.33	31.60
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.21	12.92
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
50	0.679	0.849	1.047	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	2.937	3.261	3.496
60	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
80	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	2.887	3.195	3.416
100	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	2.871	3.174	3.390
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291

Annexe 2 : Loi de Fisher- SNEDECOR ($\alpha=0,05$)

Si F est une variable aléatoire suivant la loi de Fisher-Snedecor à (ν_1, ν_2) degrés de liberté, la table donne la valeur $f_{1-\alpha}$ telle que

$$P\{F \geq f_{1-\alpha}\} = \alpha = 0,05.$$

Ainsi, $f_{1-\alpha}$ est le quantile d'ordre $1 - \alpha = 0,95$ de la loi de Fisher-Snedecor à (ν_1, ν_2) degrés de liberté.



$\nu_2 \backslash \nu_1$	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	30	∞
1	161	200	216	225	230	234	239	242	246	248	250	254
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,85	8,79	8,70	8,66	8,62	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,96	5,86	5,80	5,75	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,74	4,62	4,56	4,50	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,06	3,94	3,87	3,81	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,64	3,51	3,44	3,38	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,35	3,22	3,15	3,08	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,14	3,01	2,94	2,86	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,98	2,85	2,77	2,70	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,85	2,72	2,65	2,57	2,40
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,75	2,62	2,54	2,47	2,30
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,77	2,67	2,53	2,46	2,38	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,60	2,46	2,39	2,31	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,54	2,40	2,33	2,25	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,49	2,35	2,28	2,19	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,45	2,31	2,23	2,15	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,41	2,27	2,19	2,11	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,38	2,23	2,16	2,07	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,35	2,20	2,12	2,04	1,84
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,30	2,15	2,07	1,98	1,78
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,25	2,11	2,03	1,94	1,73
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,22	2,07	1,99	1,90	1,69
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,29	2,19	2,04	1,96	1,87	1,65
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,16	2,01	1,93	1,84	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,08	1,92	1,84	1,74	1,51
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	2,03	1,87	1,78	1,69	1,44
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,10	1,99	1,84	1,75	1,65	1,39
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,95	1,79	1,70	1,60	1,32
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,31	2,19	2,03	1,93	1,77	1,68	1,57	1,28
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	1,94	1,83	1,67	1,57	1,46	1,00

Annexe 3 : DEFINITION OPERATIONNELLE DES HABILITES D'INVESTIGATIONS SCIENTIFIQUES

1 Observation d'objets et de phénomènes

C'est la faculté qui permet d'identifier les similitudes et les différences entre les objets et les phénomènes.

2 Description des observations en utilisant un langage approprié.

Il s'agit d'énumérer les caractéristiques des observations en utilisant la terminologie scientifique, et de distinguer cette terminologie du langage courant.

3 Mesure d'objets et de phénomènes.

C'est la comparaison de la grandeur d'un objet à un autre de même espèce prise comme unité.

4 Choix des instruments de mesure approprié.

C'est la sélection selon la grandeur d'un instrument parmi plusieurs, qui permet de mesurer avec la meilleure précision.

5 Estimation des mesures et reconnaissance des limites de précision.

Estimer c'est donner les limites acceptables sans instruments de mesure. La reconnaissance des limites de précision c'est la prise en compte des erreurs qui peuvent entacher les mesures.

6 Perception d'un problème.

Il y'a problème lorsqu'il y a écart entre la situation obtenue et la situation attendue. On perçoit un problème dès que l'on s'interroge devant une irrégularité.

7 Formulation d'hypothèse de travail

Une hypothèse est une proposition résultant d'une observation et que l'on peut vérifier expérimentalement (toute recherche scientifique part toujours d'une hypothèse)

8 Choix de test convenable à une hypothèse.

C'est la sélection d'une méthode efficace parmi plusieurs possibilités qui permet de confirmer ou d'infirmer une hypothèse. Il faut qu'il y ait une activité de recherche et que le test se fasse en peu de temps.

9 Planification d'une procédure appropriée en vue d'une expérimentation.

C'est le protocole prévoyant les différentes actions, étapes dans la vérification d'une hypothèse. Il s'agit de décrire ces étapes :

- La description des dispositifs expérimentaux ;
- La réalisation de l'expérience ;
- La collecte des données.

10 Traitement des données expérimentales.

Traiter c'est transformer, c'est combiner. Il s'agit ici de l'ensemble des opérations à effectuer sur les données d'une expérience (conversion, moyenne, incertitude, pourcentage...) Pour pouvoir les exploiter.

11 Interprétation des données expérimentales et des observations.

Il s'agit de donner un sens, une signification aux données expérimentales et aux observations utilisant les symboles ou les équations.

12 Extrapolation et interpolation

Une extrapolation est une opération qui consiste à déduire ou prolonger la validité d'une loi scientifique au-delà des limites dans laquelle celle-ci est connue.

L'interpolation est la détermination d'une grandeur pour laquelle aucune mesure n'a été effectuée, cette valeur se trouvant entre deux valeurs expérimentales.

13 Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées.

C'est la déduction d'une loi, d'une règle ou d'une relation mathématique qui découle des résultats expérimentaux, après avoir fait plusieurs expériences en changeant les valeurs des variables.

14 Déduction des nouvelles hypothèses à partir d'un modèle théorique.

Toute hypothèse vérifiée doit susciter les conséquences qui peuvent être encore vérifiables ou non. Il s'agit de trouver celles-ci

15 Application des connaissances et de méthodes scientifiques à des nouveaux problèmes dans le même domaine de la science.

Il s'agit pour résoudre des problèmes qui se posent dans le même domaine de la science, d'appliquer les lois, les règles et les théories, bref les connaissances acquises.

16 Application de connaissances et de méthodes scientifiques à des nouveaux problèmes dans un autre domaine de la science.

Il s'agit pour résoudre des problèmes qui se posent dans un autre domaine de la science (tel que la chimie, la biologie, les mathématiques...) d'utiliser les connaissances acquises dans un domaine différent de la science.

17 Evaluation de l'hypothèse vérifiée à la lumière des données obtenues.

Evaluer c'est porter un jugement de valeur sur quelque chose. A partir Des données d'une expérience, il faut pouvoir juger une hypothèse, c'est-à-dire préciser si l'hypothèse est confirmée ou infirmée.

18 Application à de nouveaux problèmes dans le même domaine de la science.

A partir des connaissances acquises dans un domaine de la science, on doit être capable de résoudre des problèmes qui se posent dans le même domaine de la science.

19 Formulation d'un modèle théorique en accord avec les connaissances.

A partir des connaissances relatives aux objets ou aux phénomènes, on doit pouvoir élaborer un modèle explicatif des ressemblances et des différences d'objets ou de phénomène observés.

20 Spécification des relations satisfaites par un modèle théorique.

Il faut être capable de préciser les relations qui découlent d'un modèle théorique élaboré.

21 Utilisation des techniques usuelles de laboratoires avec soin et sécurité.

Il s'agit de maîtriser les principales techniques de laboratoire avec les règles de sécurités associées.

22 Perception des besoins pour un modèle théorique

Devant les faits inexplicés ou les insuffisances d'un modèle théorique connu, on doit éprouver le besoin d'un modèle explicatif.

Annexe 4 : DEFINITION DES ELEMENTS CONSTITUTIFS DU PLAN DE COURS CHIS

1- Le titre de la leçon

C'est l'énoncé de la leçon tel que figurant dans les programmes officiels ou les livres recommandés par le MINEDUC

2- Le but de la leçon

Le but est un point visé, une cible (Micro-Robert, 1988). Le but du cours définit ce pourquoi celui-ci est offert aux étudiants. Dans le plan CHIS, on adopte les buts prescrits par le MINEDUC.

3- Le contenu de la leçon

On entend par contenu d'un cours, l'ensemble des notions ou sous notions à étudier dans le cours considéré. Le contenu de nos cours est extrait des programmes et livres officiellement recommandés.

4- Les habiletés

Une habileté est une disposition ou une capacité acquise, permettant à celui qui la possède, de manifester un comportement donné. Les habiletés d'investigations scientifiques sont notamment celles qui s'observent à travers les comportements de l'homme de sciences. Aussi, les habiletés développées dans le cadre de notre modèle pédagogique auront-elles traits aux aspects suivants :

- Observation et mesure ;
- Perception d'un problème et recherche de la façon de solutionner ;
- Interprétation des données et formulation de généralisations ;
- Construction, vérification et révision d'un modèle théorique ;
- Applications des connaissances et des méthodes scientifiques ;
- Habiletés manuelles ;
- Attitudes et intérêts ;
- Orientation de la pensée par rapport à la science.

5- Le contexte

« Le contexte est le cadre ou le domaine dans lequel l'habileté pourra se manifester. La référence au contexte permet de diversifier les domaines d'application des connaissances et des habiletés, au lieu de se contenter comme à l'accoutumée du seul domaine scolaire. » (YEDE, 1996 P12). Dans cette perspective, nous énumérons à titre indicatif, La liste des six cadres suivants, proposés par (D'hainaut, 1977, p25) :

- La vie scolaire ;
- La vie culturelle ;
- La vie professionnelle ;
- La vie pratique et familiale ;
- La vie politique ;
- Les loisirs.

6- Les situations-problèmes

Une situation problème est un ensemble de conditions ou de données acculant l'apprenant et l'incitant à réagir. Dans cette rubrique, il s'agit d'imaginer pour chaque habileté et chaque contexte donné, une ou plusieurs situations problèmes en rapport avec les comportements attendus des élèves.

7- Activités d'enseignement et d'apprentissage

Une activité est l'ensemble des actes coordonnés d'un être humain ou une fraction spéciale de cet ensemble. (Micro-Robert, 1998). L'activité développée par les élèves pendant un cours constitue une activité d'apprentissage.

Pour l'enseignant, l'activité d'enseignant consiste en des stratégies à mettre en œuvre pour permettre aux élèves d'atteindre les objectifs du cours. Il s'agit de prévoir ce qu'il fera en classe, ainsi que les répliques possibles des élèves. Lorsqu'une question posée ne provoque pas la réaction des élèves, notre modèle pédagogique prévoit que le professeur, soit reformule la question, soit réactive les prérequis, notamment par un appel à la définition des termes de la question par les élèves. En cas d'insuccès de cette démarche, il est prévu une question à choix multiples comprenant plusieurs distracteurs et une réponse juste, celle-ci intervenant toujours en dernier lieu. Dans tous les cas, les élèves sont appelés à justifier leur réponse. C'est dire que notre méthode repose sur une discussion systématique entre les élèves, et au cours de laquelle le professeur joue le rôle d'animateur ou

de coordonnateur. Certaines de ces discussions se traduisent par la construction des connaissances.

8- Matériel didactique

Objet permettant de maximiser l'apprentissage ;

Objet de proximité local ou importé fourni par l'environnement scolaire, familial ou social. Exemple : Kit de micro-science, eau, alcool, huile, ampèremètre, thermomètre, pied de biche, poulie.

9- Les items d'évaluation

L'évaluation est un processus de recueil, d'analyse et d'interprétation des données portant sur une activité, un programme ou un projet dans le but d'une prise de décision (INTRAH, 1992). Dans le cadre de notre activité pédagogique, il s'agit de dire si oui ou non nos objectifs sont atteints. Pour ce faire, il convient d'avoir au moins deux questions par habiletés correspondant à chaque contenu du cours, dont l'une peut servir au pré-test et l'autre au post-test. Le pré-test permet de savoir si l'élève ne possède pas l'habileté avant le cours.

Annexe 5 :UNE TAXONOMIE DES OBJECTIFS DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

D'après L.E. Klopfer, 1971

A.O Connaissance et compréhension.

- A.1 Connaissance de faits spécifiques.
- A.2 Connaissance de la terminologie scientifique
- A.3 Connaissance de concepts scientifiques
- A.4 Connaissance de conventions
- A.5 Connaissance de tendance et de séquences
- A.6 Connaissance de classifications catégories de critères
- A.7 Connaissance de techniques et procédés scientifiques
- A.8 Connaissance de principales et de lois scientifiques
- A.9 Connaissance de théories ou schémas conceptuels majeures
- A.10 Identification de connaissance dans un nouveau contexte
- A.11 Transposition de connaissance d'une forme symbolique à une autre

B.O Processus de la méthode scientifique I : Observation et mesure

- B.1 Observation d'objets et de phénomènes
- B.2 Description des observations utilisant un langage approprié
- B.3 Mesure d'objets et de changements
- B.4 Choix des instruments de mesure appropriés
- B.5 Estimation des mesures de reconnaissances des limites de précision

C.O Processus de la méthode scientifique II :

- C.1 Perception d'un problème
- C.2 Formulation d'hypothèse de travail
- C.3 Choix des thèses convenables à une hypothèse
- C.4 Planification des procédures appropriées en vue d'une expérimentation

D.O Processus de la méthode scientifique III :

- D.1 Traitement des données expérimentales

D.2 Présentation des données sous forme de relations fonctionnelles

D.3 Interprétation des données expérimentales et des observations

D.4 Extrapolation et interpolation

D.5 Evaluation de l'hypothèse vérifiée à la lumière des données obtenues

D.6 Formulation de généralisations appuyées par les relations trouvées

E.O Processus de la méthode scientifique IV : construction, vérification et révision d'un modèle théorique :

E.1 perception des besoins pour un modèle théorique

E.2 formulation d'un modèle théorique en accord avec les connaissances

E.3 spécification des relations satisfaites par un modèle

E.4 déduction de nouvelles hypothèses à partir d'un modèle théorique

E.5 Interprétation et évaluations des vérifications d'un modèle

E.6 Formulation d'un modèle révisé, perfectionné ou plus entendu

F.O Application des connaissances et des méthodes scientifiques :

F.1 Application à des nouveaux problèmes dans le même domaine de la science.

(Une règle, une formule)

F.2 Application à des nouveaux problèmes dans un autre domaine de la science.

F.3 Application à des problèmes extérieurs à la science (incluant la technologie)

G.O habiletés manuelles

G.1 Développement d'habiletés à manipuler l'équipement habituel d'un laboratoire

G.2 Utilisation des techniques usuelle des laboratoires avec soins et sécurité

H.O Attitudes et intérêts

IH.1 Manifestation D'attitudes favorables envers la science et les hommes de sciences

H.2 Acceptation de la méthode scientifique comme mode de pensée

H.3 Adoption d'« attitudes scientifiques »

H.4 Appréciation des expériences d'apprentissage en science

H.5 Développement d'intérêts pour la science et les activités qui y sont reliées

H.6 Développement d'intérêts pour la poursuite d'une carrière scientifique

I.0 Orientation de la pensée par rapport à la science

I.1 Faire des relations entre les divers types d'énoncés scientifiques

I.2 Perception de l'influence et des limites philosophiques de la méthode scientifique

I.3 Perception du passé de la science dans une perspective historique

I.4 Réalisation des relations existantes entre la science, la technologie et l'économie

I.5 Prise de conscience des implications sociales et morale de la pensée scientifique et de ses résultats.

Annexe 6 : DESCRIPTION COMPORTEMENTALE D'ATTITUDES « SCIENTIFIQUES »³¹

1) Un-e élève démontre un esprit critique (scepticisme) lorsqu'il – elle

- Recherche des erreurs de logique ou des anomalies dans une affirmation ou dans une conclusion.
- Consulte plusieurs sources d'information.
- Recherche à expérimenter ou à mettre à l'essai des interférences afin d'infirmer ou de confirmer une explication.
- Pose plusieurs questions du style « où, quand, comment, pourquoi, par qui, avec quoi »
- Se questionne sur la validité d'affirmations gratuites.

2) Un-e élève démontre une prudence de jugement (suspended judgment) lorsqu'il – elle

- Généralise seulement dans les limites justifiées par les données disponibles.
- Recueille le maximum de données possibles avant de tirer des conclusions.
- Reconnaît le caractère temporaire d'une conclusion.
- Consulte plusieurs sources d'informations (livres, revues, experts, etc...) avant de tirer des conclusions.

3) Un-e élève démontre un respect de l'évidence (confiance dans les faits) lorsqu'il – elle

- Recherche à expérimenter ou recherche des preuves pour infirmer ou confirmer une explication.
- Recueille le plus de données possibles avant de tirer des conclusions
- Recherche une concordance entre les explications et les faits.
- Demande des faits pour corroborer des affirmations faites gratuitement.
- Apporte des données expérimentales ou des faits vécus pour ses affirmations.

4) Un-e élève démontre de l'honnêteté intellectuelle lorsqu'il – elle

- Rapporte des observations même si elles contredisent son hypothèse.
- Reconnaît le travail fait par les autres.
- Considère toutes les informations en mains afin de généraliser et de tirer des conclusions

³¹ Kozlow M. Nay, M.A. (1976) An approach to measuring scientific Attitudes. Science Education60 : 147 -172 (Traduit et adapté par Louise Guilbert).

5) Un-e élève démontre de l'objectivité lorsqu'il – elle

- Considère toutes les données d'un problème (pas seulement celle allant dans le même sens que son hypothèse).
- Rapporte des observations même si elles contredisent son hypothèse de départ.
- Prend en considération et évalue les idées des autres.
- Examine toutes les facettes d'un problème et considère la possibilité de plusieurs solutions.
- Considère les arguments pour et contre lors de l'évaluation d'une situation.

6) Un-e élève démontre une ouverture d'esprit (volonté à changer d'opinion) lorsqu'il – elle

- Reconnaît que ses conclusions sont temporaires.
- Reconnaît que le savoir est incomplet.
- Considère et évalue les idées présentées par les autres.
- Évalue les faits qui contredisent son hypothèse.
- Modifie son hypothèse lorsqu'elle n'est pas en concordance avec les faits expérimentaux.

Annexe 7 : Plan de cours suivant le modèle C.H.I.S.

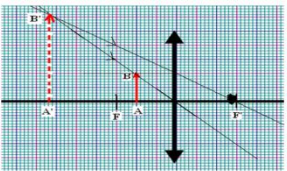
CHAP 10 : ETUDE DE QUELQUES INSTRUMENTS D'OPTIQUES

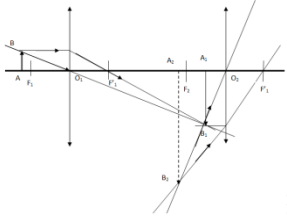
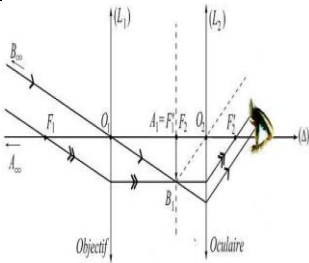
Durée : 4H

Objectifs :

- Décrire la loupe, le microscope et la lunette astronomique.
- Définir les caractéristiques de ces appareils et expliquer leur fonctionnement.
- Calculer la puissance et le grossissement d'un appareil optique.
- Faire la mise au point d'un appareil optique.

CONTENU	HABILETES	CADRE	SITUATION PROBLEME	ACTIVITES D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE	MATERIEL DIDACTIQUE	ITEM D'EVALUATION
Généralités sur les instruments d'optiques	Connaissances des techniques et procédés scientifiques	Familial pratique loisir	Vous tombez sur un document très intéressant et au moment où vous le parcourez, vous constatez que le caractère de l'écriture est très petit. Comment vous prenez vous pour lire ces parties ?	-Réalisez une expérience avec la loupe où l'on mettra en évidence le grossissement des écritures -Rapprocher et éloigner la loupe par rapport à l'œil, ressortir les caractéristiques d'un instrument d'optique : mise au point, puissance, grossissement.	Règle graduée, craie, tableau, effaceur, loupe	L'acuité visuelle de l'œil étant très limité, l'on recourt aux instruments d'optiques. Ils permettent d'observer ? : a) L'objet b) L'image réelle d'un objet c) L'image virtuelle plus grande que l'objet
	Connaissances des	Familial pratique	A la suite d'un prélèvement sanguin, comment	Visualiser la planche ou figure le microscope et ses différentes par-	Règle graduée, craie,	A quoi servent les instruments d'optiques ?

	faits spécifiques	loisir	procèdent les techniciens de laboratoires pour détecter les microbes ou les virus ?	ties ; donner les fonctions des différentes parties.	tableau, effaceur, planche	Ils servent à emmener l'image d'un objet d) En deçà des limites de visions distinctes e) Entre les limites de visions distinctes f) Au-delà des limites de visions distinctes
	Observations d'objets et phénomènes	Familial pratique loisir	Comment procède-t-on pour avoir une idée des mouvements et de la taille d'une étoile ou d'un astre dans l'espace ?	Visualiser la planche ou figure la lunette astronomique et ses différentes parties ; donner les fonctions des différentes parties.	Règle graduée, craie, tableau, effaceur, planche	Citez les outils du quotidien qui font intervenir les instruments d'optiques.
2- La loupe	Description des observations en utilisant un langage approprié	Familial pratique loisir	 <p>Un objet $AB=1\text{cm}$ est placé à 5cm devant une lentille convergente de distance focale 10 cm</p> <p>-Faire la construction de l'image $A'B'$ de cet objet.</p> <p>-Déterminer la position</p>	<p>-Réalisation de l'expérience</p> <p>Qu'observons-nous ?</p> <p>-Ressortir les caractéristiques d'un instrument optique : mise au point, puissance, grossissement, grossissement commercial.</p> <p>-Relation entre grossissement et puissance, puissance intrinsèque et distance focale.</p>	Règle graduée, craie, tableau, effaceur, loupe.	<p>Un œil dont la distance minimale de vision distinctes est $d_m=10\text{cm}$, voit à travers une loupe, l'image d'un objet de 1mm sous un angle de $0,05\text{rad}$. Calculer :</p> <p>1.1 La puissance et le grossissement.</p> <p>a)- $P=5\delta$ et $G=0,5$; b)- $P=0,5\delta$ et $G=5$ c)- $P=50\delta$ et $G=5$</p> <p>1.2 La distance focale de la loupe sachant que l'œil est normal et n'accomode pas.</p> <p>a)- $OF'=0,2\text{cm}$; b)- $OF'=2\text{cm}$; c)- $OF'=20\text{cm}$;</p>

			de cette image.			
3-Le microscope	<p>Description des observations en utilisant un langage approprié</p> <p>Mesure d'objets et de phénomènes.</p>	Familial pratique loisir		<p>Réalisez la construction optique du microscope.</p> <p>-Ressortir les caractéristiques d'un microscope : mise au point, puissance, grossissement, grossissement commercial.</p> <p>-Relation entre grossissement et puissance, puissance intrinsèque et distance focale.</p>	<p>Règle graduée, craie, tableau, effaceur</p>	<p>Calculer la distance focale de l'oculaire d'un microscope d'intervalle optique 15,7cm, de puissance intrinsèque $P_i=9,8 \times 10^{-2} \delta$, sachant que la distance focale de l'objectif est 0,4cm.</p> <p>a) $O_2 F'_2=4\text{cm}$</p> <p>b) $O_2 F'_2=40\text{cm}$</p> <p>c) $O_2 F'_2=0,4\text{m}$</p>
4- La lunette astronomique	<p>Description des observations en utilisant un langage approprié</p> <p>Mesure d'objets et de phénomènes.</p>	Familial pratique loisir		<p>Réalisez la construction optique de la lunette astronomique.</p> <p>-Ressortir les caractéristiques d'une lunette astronomique : mise au point, puissance, grossissement.</p> <p>-Relation entre grossissement et puissance, puissance intrinsèque et distance focale.</p>	<p>Règle graduée, craie, tableau, effaceur</p>	<p>Calculer la distance focale de l'objectif d'une lunette afocale dont le grossissement $G=800$ et la distance focale de l'oculaire $O_2 F_2=2\text{cm}$</p> <p>a) $O_1 F_1=160\text{cm}$</p> <p>b) $O_1 F_1=16\text{m}$</p> <p>c) $O_1 F_1=0,16\text{m}$</p>

Annexe 8 PRE-TEST: D.I.C.H.I.S.

Questionnaire adressé aux élèves de la classe de 1^{ière} dans le souci d'améliorer l'enseignement / apprentissage sur les notions d'optiques géométriques.

Bonjour Madame, Bonjour Monsieur !

Je suis un étudiant chercheur Camerounais de la faculté des sciences de l'éducation de l'université de Yaoundé I et inscrit au département de Didactique des Disciplines options Ingénierie de conception des programmes scolaires et du matériel didactique. J'effectue une recherche qui porte sur **l'enseignement / apprentissage des notions d'optiques géométriques**. Nous voudrions discuter avec vous pendant une demi-heure sur ce sujet. Nous vous assurons que toutes les informations recueillies, portant sur votre identité, seront gardées confidentielles. Toute fausse information pourrait constituer une entrave à notre objectif, veuillez donc remplir ce questionnaire avec sincérité. Nous vous remercions de votre bonne compréhension.

SECTION I : Identification du questionnaire

A- Identification de l'enquêté

Q1- **Nom** **de** **l'établissement**

.....

Q2- **Statut de l'établissement** privé public

Q3- **Age**ans

Q4- **Sexe** féminin masculin

B- Identification de l'agent enquêteur

Q5- **Nom et code**

Q6- **Date de l'entretien** ___/___/2017

Q7- **Durée de l'entretien** Heure du début ___H___Min Heure de fin ___H___Min

Q8- **Résultat de L'interview** 1. Rempli 2. Partiellement rempli

SECTION II : Apprentissage des sciences et technologies et maîtrise des notions liées à l'optique géométrique

Q9- Comment se propage la lumière dans le vide

- a- En spirale
- b- En zigzag
- c- En ligne droite
- d- Autre (à préciser)

Q10- Un rayon incident (par rapport à un miroir) est :

- a- Un rayon qui tombe sur un miroir
- b- Un rayon qui est renvoyé par un miroir
- c- Un rayon qui tombe sur un miroir et qui est renvoyé par le dit miroir
- d- Autre (à préciser)

Q11- Un miroir plan est :

- a- Une surface réfléchissante plane
- b- Une surface de séparation entre deux milieux transparents
- c- Une surface réfléchissante plane et de séparation entre deux milieux transparents
- d- Autre (à préciser)

Q12- Un miroir donne de tout objet

- a- Un faisceau
- b- Un écran
- c- Une image
- d- Autre (à préciser)

Q13- La réfraction de la lumière est :

- a- Le renvoi de la lumière par une surface polie dans une direction privilégiée.
- b- Un brusque changement de direction que subit la lumière à la traversée de la surface de séparation entre deux milieux transparents.
- c- Le renvoi de la lumière par une surface polie dans une direction privilégiée suivi d'un changement de direction que subit la lumière à la traversée de la surface de séparation entre deux milieux transparents.
- d- Autre (à préciser)

Q14- Une lentille sphérique est :

- a- Milieu homogène, non transparent, limité par deux surfaces sphériques.
- b- Milieu homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.
- c- Milieu non homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.
- d- Autre (à préciser)

Q15- Le centre optique d'une lentille est :

- a- Le point d'intercession du rayon lumineux et du plan de cette lentille
- b- Le point d'intercession du plan de cette lentille avec son axe principal
- c- Le point d'intercession du rayon lumineux avec son axe principal
- d- Autre (à préciser)

Q16- La vergence d'une lentille mince est :

- a- L'inverse de son plan focal
- b- L'inverse de son foyer focal
- c- L'inverse de sa distance focale
- d- Autre (à préciser)

Q17- Une image est réelle lorsqu'elle :

- a- Peut-être recueillie par un écran
- b- Ne peut pas être recueillie par un écran
- c- Peut-être recueillie par un écran ou ne peut pas être recueillie par un écran
- d- Autre (à préciser)

Q18- Pour une image réelle,

- a- Tous les rayons sortant de la lentille ne passe pas nécessairement par le point de convergence.
- b- Tous les rayons sortant de la lentille passe par le point de convergence.
- c- Tous les rayons sortant de la lentille ne passe pas par le point de convergence
- d- Autre (à préciser)

Q19- Dans les conditions d'approximations de Gauss, pour obtenir une image nette à travers une lentille,

- a- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport au plan de la lentille
- b- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à la lentille elle même
- c- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à l'axe principal
- d- Autre (à préciser)

Q20- Lorsque les conditions d'approximations de Gauss ne sont pas remplies, l'image formée est :

- a- Nette
- b- Virtuelle
- c- Floue
- d- Autre (à préciser)

Q21- Le grandissement est le rapport entre :

- a- La mesure algébrique de la taille de l'image à celle de l'objet
- b- La mesure algébrique de la position de l'objet à celle de l'image
- c- La mesure algébrique de la taille de l'objet à celle de l'image
- d- Autre (à préciser)

Q22- La relation de conjugaison de Descartes ou formule de position est :

- a- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.
- b- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à la mesure algébrique de la distance focale.
- c- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.
- d- Autre (à préciser)

Q23- Un Œil myope voit :

- e- Les objets éloignés
- f- Les objets rapprochés
- g- Les objets éloignés et rapprochés
- h- Autre (à préciser)

Q24- Un Œil hypermétrope voit :

- e- Les objets éloignés
- f- Les objets rapprochés
- g- Les objets éloignés et rapprochés
- h- Autre (à préciser)

Q25- L'acuité visuelle ou pouvoir séparateur de l'œil est :

- e- La distance x (en mètres) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.
- f- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus rapprochés que l'œil peut distinguer.
- g- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.
- h- Autre (à préciser)

Q26- L'œil réduit donne d'un objet réel :

- e- Une image virtuelle renversée située sur la rétine pour une vision distincte.
- f- Une image réelle renversée située sur la rétine pour une vision distincte.
- g- Une image virtuelle droite située sur la rétine pour une vision distincte.
- h- Autre (à préciser)

Q27- L'accommodation c'est la faculté qu'a l'œil de :

- e- Faire varier sa pupille.
- f- Faire varier la position de l'objet.
- g- Faire varier sa vergence.
- h- Autre (à préciser)

Q28- La focométrie consiste en:

- a- la détermination expérimentale de l'image d'un objet à travers une lentille optique.
- b- la détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille optique.
- c- la détermination expérimentale de la nature de l'image d'un objet à travers une lentille optique.
- d- Autre (à préciser)

Annexe 9 **POST-TEST: DICHIS**

**Questionnaire adressé aux élèves de la classe de 1^{ière} dans le souci d'améliorer
l'enseignement / apprentissage sur les notions d'optiques géométriques.**

Bonjour Madame, Bonjour Monsieur !

Je suis un étudiant chercheur Camerounais de la faculté des sciences de l'éducation de l'université de Yaoundé I, inscrit au département de Didactique des Disciplines options Ingénierie de conception des programmes scolaires et du matériel didactique. J'effectue une recherche qui porte sur **l'enseignement / apprentissage des notions d'optiques géométriques**. Nous voudrions discuter avec vous pendant une demi-heure sur ce sujet. Nous vous assurons que toutes les informations recueillies, portant sur votre identité, seront gardées confidentielles. Toute fausse information pourrait constituer une entrave à notre objectif, veuillez donc remplir ce questionnaire avec sincérité. Nous vous remercions de votre bonne compréhension.

SECTION I : Identification du questionnaire

C- Identification de l'enquêté

Q1- **Nom** **de** **l'établissement**

.....

Q2- **Statut de l'établissement** privé public

Q3- **Age**ans

Q4 - **Classe**.....

Q5- **Sexe** féminin masculin

D- Identification de l'agent enquêteur

Q6- **Nom et code**

Q7- **Date de l'entretien** ___/___/2017

Q8- **Durée de l'entretien** Heure du début ___H___Min Heure de fin ___H___Min

Q9- **Résultat de L'interview** 1. Rempli 2. Partiellement rempli

SECTION II : Apprentissage des sciences et technologies et maîtrise des notions liées à l'optique géométrique

Q10- La puissance P d'un instrument optique résulte du :

- e- Quotient du diamètre apparent de l'image et de la hauteur de l'objet
- f- Quotient de la hauteur de l'objet et du diamètre apparent de l'image
- g- Produit du diamètre apparent de l'image et de la hauteur de l'objet

Q11- Le grossissement d'un appareil optique est :

- d- Le produit du diamètre apparent de l'image et du diamètre apparent de l'objet
- e- Le rapport du diamètre apparent de l'objet par le diamètre apparent de l'image
- f- Le rapport du diamètre apparent de l'image par le diamètre apparent de l'objet

Q12- Les instruments d'optiques servent à emmener l'image d'un objet ? :

- e- En deçà des limites de visions distinctes (avant le punctum Remuntum)
- f- Entre les limites de visions distinctes (entre le PR et le PP)
- g- Au-delà des limites de visions distinctes (après le punctum proximum)

Q13- Le pouvoir séparateur limité de l'œil ne permet pas d'observer un objet dont le diamètre apparent est trop petit. Pour ce faire on utilise des instruments d'optiques permettant à l'œil d'observer :

- h- L'objet
- i- L'image de l'objet
- j- L'image virtuelle plus grande que l'objet

Q14- La latitude de mise au point ou profondeur de champ est la distance des positions extrêmes entre lesquelles doit se trouver :

- k- l'objet pour que l'image soit vue de façon nette par l'observateur
- l- l'image pour que l'objet soit vue de façon nette par l'observateur
- m- l'objet pour que l'image soit vue de façon approximative par l'observateur

Q15- Lorsque l'objet est situé entre le plan focal objet et la lentille, la loupe donne d'un objet réel :

- e- Une image réelle, droite et agrandie
- f- Une image virtuelle, droite et agrandie.
- g- une image virtuelle, renversée et agrandie.

Q16- Lorsque l'image est à l'infini, la puissance $P = 1/OF'$ est dite intrinsèque, elle est :

- h- Supérieure à la vergence de la loupe.
- i- inférieure à la vergence de la loupe.
- j- égale à la vergence de la loupe.

Q17- Dans le cas d'une lentille convergente, pour que l'image se forme à l'infini, il faut que L'objet soit situé :

- k- Avant le foyer objet
- l- Au foyer objet
- m- Entre le foyer objet et la lentille

Q18- Dans le cas du microscope, l'objectif est assimilable à une lentille convergente de distance focale faible (ordre du millimètre). Il donne d'un objet réel, une image :

- e- Réelle, renversée et agrandie
- f- Réelle, droite et agrandie
- g- Réelle, renversée et plus petite

Q19- Dans le cas du microscope, l'oculaire est assimilable à une lentille convergente de distance focale de l'ordre du centimètre. Il donne d'un objet réel, une image,

- h- Réelle, renversée et agrandie.
- i- Virtuelle, renversée et agrandie.
- j- Virtuelle, droite et agrandie.

Q20- La latitude de mise au point du microscope est:

- e- Très faible.
- f- Moyenne.
- g- élevé.

Q21- La puissance du microscope se traduit par la relation $P = \alpha'/AB$ elle est aussi :

- e- Le produit de la puissance de l'objectif et du grandissement de l'oculaire

- f- Le produit de la puissance de l'oculaire et du grandissement de l'objectif
- g- Le produit de la puissance de l'oculaire et du grossissement de l'objectif

Q22- Dans le cas du microscope, pour une image située à l'infini, la puissance est dite intrinsèque, l'image intermédiaire A_1B_1 donnée par l'objectif doit se former :

- e- Dans l'intervalle optique.
- f- Sur le plan focal image de l'objectif.
- g- Sur le plan focal objet de l'oculaire.

Q23 Le grossissement du microscope se traduit par la relation $G = \alpha'/\alpha$, pour un objet situé à la distance minimale de vision distincte, il est aussi :

- e- Le produit de la puissance et de la hauteur de l'objet
- f- Le produit de la puissance et de la distance minimale de vision distincte.
- g- Le rapport la puissance par la distance minimale de vision distincte.

Q24- L'on parle de grossissement commercial lorsque :

- i- $D_m = 0,25m$
- j- $D_m < 0,25m$
- k- $D_m > 0,25m$

Q25- Le grossissement commercial du microscope est aussi égal :

- a) Au rapport du grossissement de l'objectif par la valeur absolue du grandissement de l'oculaire. .
- b) au produit du grossissement de l'oculaire et de la valeur absolue du grandissement de l'objectif.
- c) au produit du grossissement de l'objectif et de la valeur absolue du grandissement de l'oculaire.

Q26- L'acuité visuelle ou pouvoir séparateur de l'œil est :

- i- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus éloignés que l'œil peut distinguer.
- j- La distance x (en mètres) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.
- k- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus rapprochés que l'œil peut distinguer.

Q27- Dans le cas de la lunette astronomique, l'image finale formée à travers les deux systèmes optiques est :

- i- Virtuelle, renversée plus grande que l'objet.
- j- Virtuelle, droite plus grande que l'objet.
- k- Réelle, droite plus grande que l'objet.

Q28- La mise au point de la lunette astronomique se fait :

- i- En déplaçant l'ensemble objectif oculaire par rapport à l'objet.
- j- En modifiant la distance de l'objet à la lentille.
- k- En déplaçant l'oculaire par rapport à l'objectif.

Q29- La focométrie consiste en:

- e- la détermination expérimentale de la nature de l'image d'un objet à travers une lentille optique.
- f- la détermination expérimentale de l'image d'un objet à travers d'une lentille optique.
- g- la détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille optique.

Annexe 10 PRE-TEST: DIDACTICIEL

Questionnaire adressé aux élèves de la classe de 1^{ière} dans le souci d'améliorer l'enseignement / apprentissage sur les notions d'optiques géométriques.

Bonjour Madame, Bonjour Monsieur !

Je suis un étudiant chercheur Camerounais de la faculté des sciences de l'éducation de l'université de Yaoundé I, inscrit au département de Didactique des Disciplines options Ingénierie de conception des programmes scolaires et du matériel didactique. J'effectue une recherche qui porte sur **l'enseignement / apprentissage des notions d'optiques géométriques**. Nous voudrions discuter avec vous pendant une demi-heure sur ce sujet. Nous vous assurons que toutes les informations recueillies, portant sur votre identité, seront gardées confidentielles. Toute fausse information pourrait constituer une entrave à notre objectif, veuillez donc remplir ce questionnaire avec sincérité. Nous vous remercions de votre bonne compréhension.

SECTION I : Identification du questionnaire

E- Identification de l'enquêté

Q1- Nom de l'établissement

Q2- Statut de l'établissement privé public

Q3- Ageans

Q4 –Classe.....

Q5- Sexe féminin masculin

F- Identification de l'agent enquêteur

Q6- Nom et code

Q7- Date de l'entretien ___/___/2017

Q8- Durée de l'entretien Heure du début ___H___Min Heure de fin ___H___Min

Q9- Résultat de L'interview 1. Rempli 2. Partiellement rempli

SECTION II : Apprentissage des sciences et technologies et maîtrise des notions liées à la focométrie

Q10- La focométrie consiste en :

- a- La détermination expérimentale de l'image d'un objet à travers une lentille optique.
- b- La détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille optique.
- c- La détermination expérimentale de la nature de l'image d'un objet à travers une lentille optique.

Q11- Quelle méthode focométrique semble appropriée dans le cas des mesures des lentilles divergentes :

- a- La méthode de Bessel
- b- La méthode de Badal
- c- La méthode d'auto collimation

Q12- Lorsque la focale d'une lentille est très courte (cinq fois plus courte) par rapport à la longueur du banc optique, quelle méthode semble appropriée :

- a- La méthode d'auto collimation
- b- La méthode de Descartes
- c- La méthode de Bessel

Q13- Un miroir donne de tout objet :

- a- Une image
- b- Un écran
- c- Un faisceau

Q14- Parmi les méthodes ci-dessous, laquelle est plus précise :

- a- La méthode de d'auto collimation
- b- La méthode de Bessel
- c- La méthode de Silbermann

Q15- Une lentille sphérique est :

- a- Milieu homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.
- b- Milieu homogène, non transparent, limité par deux surfaces sphériques.
- c- Milieu non homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.

Q16- Le centre optique d'une lentille est :

- a- Le point d'intercession du rayon lumineux et du plan de cette lentille
- b- Le point d'intercession du plan de cette lentille avec son axe principal
- c- Le point d'intercession du rayon lumineux avec son axe principal

Q17- La vergence d'une lentille mince est :

- a- L'inverse de son plan focal
- b- L'inverse de son foyer focal
- c- L'inverse de sa distance focal

Q18- Une image est réelle lorsqu'elle :

- a- Peut-être recueillie par un écran.
- b- Ne peut pas être recueillie par un écran.
- c- Peut être confondue à un écran

Q19- Pour une image réelle,

- a- Tous les rayons sortant de la lentille ne passe pas nécessairement par le foyer image.
- b- Tous les rayons sortant de la lentille ne passe pas par le foyer image.
- c- Tous les rayons sortant de la lentille passe par le foyer image.

Q20- Dans les conditions d'approximations de Gauss, pour obtenir une image nette à travers une lentille, il faut que :

- a- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport au plan de la lentille.
- b- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à l'axe principal.
- c- Les rayons lumineux doivent être peu inclinés par rapport à la lentille elle-même.

Q21- Lorsque les conditions d'approximations de Gauss ne sont pas remplies, l'image formée est :

A –Nette B – Virtuelle C – Floue

Q22- Le grandissement est le rapport entre :

- a- L a mesuré algébrique de la taille de l'image à celle de l'objet.
- b- La mesure algébrique de la position de l'objet à celle de l'image.
- c- L a mesuré algébrique de la taille de l'objet à celle de l'image.

Q23- La relation de conjugaison de Descartes ou formule de position est :

- a- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.
- b- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à la mesure algébrique de la distance focale.
- c- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.

Q24- L'acuité visuelle ou pouvoir séparateur de l'œil est :

- a- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus rapprochés que l'œil peut distinguer.
- b- La distance x (en mètres) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.
- c- La distance angulaire α (en rad) des deux points les plus éloignés que l'œil ne peut distinguer.

Q25- Comment se propage la lumière dans le vide ?

- a- En spirale
- b- En zigzag

- c- En ligne droite

Q26- Un miroir plan est :

- a- Une surface de séparation entre deux milieux transparents
- b- Une surface réfléchissante plane
- c- Une surface réfléchissante plane et de séparation entre deux milieux transparents

Q27- Le grossissement G d'un appareil optique est :

- a- Le rapport du diamètre apparent de l'image au diamètre apparent de l'objet.
- b- Le rapport du diamètre apparent de l'objet au diamètre apparent de l'image.
- c- Le rapport de la taille de l'image à celle de l'objet.

Q28- L'accommodation c'est la faculté qu'a l'œil de :

- a- Faire varier sa pupille.
- b- Faire varier la position de l'objet.
- c- Faire varier sa vergence.

Q29- L'œil réduit donne d'un objet réel :

- a- Une image virtuelle renversée située sur la rétine pour une vision distincte.
- b- Une image réelle renversée située sur la rétine pour une vision distincte.
- c- Une image virtuelle droite située sur la rétine pour une vision distincte.

Annexe 11 POST TEST: DIDACTICIEL

**Questionnaire adressé aux élèves de la classe de 1^{ière} dans le souci d'améliorer
l'enseignement / apprentissage sur les notions d'optiques géométriques.**

Bonjour Madame, Bonjour Monsieur !

Je suis un étudiant chercheur Camerounais de la faculté des sciences de l'éducation de l'université de Yaoundé I, inscrit au département de Didactique des Disciplines option Ingénierie de conception des programmes scolaires et du matériel didactique. J'effectue une recherche qui porte sur **l'enseignement / apprentissage des notions d'optiques géométriques**. Nous voudrions discuter avec vous pendant une demi-heure sur ce sujet. Nous vous assurons que toutes les informations recueillies, portant sur votre identité, seront gardées confidentielles. Toute fausse information pourrait constituer une entrave à notre objectif, veuillez donc remplir ce questionnaire avec sincérité. Nous vous remercions de votre bonne compréhension.

SECTION I : Identification du questionnaire

G- Identification de l'enquêté

Q1-Nom **de** **l'établissement**

.....

Q2- Statut de l'établissement privé public

Q3- Ageans

Q4 –Classe.....

Q5- Sexe féminin masculin

H- Identification de l'agent enquêteur

Q6- Nom et code

Q7- Date de l'entretien ___/___/2018

Q8- Durée de l'entretien Heure du début ___H___Min Heure de fin ___H___Min

Q9- Résultat de L'interview 1. Rempli 2. Partiellement rempli

SECTION II : Apprentissage des sciences et technologies et maîtrise des notions liées à l'optique géométrique : cas de la focométrie.

Q10- Un miroir donne de tout objet :

- a)- Un faisceau
- b)- Un écran
- c)- Une image

Q11- Une lentille sphérique est :

- a)- Milieu homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.
- b)- Milieu homogène, non transparent, limité par deux surfaces sphériques.
- c)- Milieu non homogène, transparent, limité par deux surfaces sphériques.

Q12- Le centre optique d'une lentille est :

- a)- Le point d'intercession du rayon lumineux et du plan de cette lentille
- b)- Le point d'intercession du plan de cette lentille avec son axe principal
- c)- Le point d'intercession du rayon lumineux avec son axe principal

Q13- La vergence d'une lentille mince est :

- a)- L'inverse de son plan focal
- b)- L'inverse de son foyer focal
- c)- L'inverse de sa distance focal

Q14- La relation de conjugaison de Descartes ou formule de position est :

- a- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.
- b- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à la mesure algébrique de la distance focale.
- c- L'inverse de la mesure algébrique de la position de l'image moins l'inverse de la mesure algébrique de la position de l'objet égale à l'inverse de la mesure algébrique de la distance focale.

Q15- Le grandissement est le rapport entre :

- a- La mesure algébrique de la taille de l'image à celle de l'objet.
- b- La mesure algébrique de la position de l'objet à celle de l'image.
- c- La mesure algébrique de la taille de l'objet à celle de l'image.

Q16- La focométrie consiste en :

- a- La détermination expérimentale de l'image d'un objet à travers une lentille optique.
- b- La détermination expérimentale de la distance focale d'une lentille optique.
- c- La détermination expérimentale de la nature de l'image d'un objet à travers une lentille optique.

Q17- Quelle méthode focométrique semble appropriée dans le cas des mesures des lentilles divergentes :

- a- La méthode d'auto collimation
- b- La méthode de Badal
- c- La méthode de Bessel

Q18- Lorsque la focale d'une lentille est très courte (cinq fois plus courte) par rapport à la longueur du banc optique, quelle méthode semble appropriée :

- a- La méthode d'auto collimation
- b- La méthode de Descartes
- c- La méthode de Bessel

Q19- Parmi les méthodes ci-dessous, laquelle est plus précise :

- a) - La méthode de d'auto collimation
- b) - La méthode de Bessel
- c) - La méthode de Silbermann

Q20 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Silbermann, Si l'écran et l'objet sont éloignés de plus de $4 F'$ alors :

- a) - Il n'existe pas positions de la lentille pour former une image nette.
- b) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.
- c) - Il existe une position de la lentille pour former une image nette.

Q21 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Silbermann, Si l'écran et l'objet sont éloignés de moins de $4 F'$ alors :

- a) - Il n'existe pas positions de la lentille pour former une image nette.
- b) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.
- c) - Il existe une position de la lentille pour former une image nette.

Q22 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Silbermann, Si l'écran et l'objet sont éloignés de $4 F'$ alors :

- a) - Il n'existe pas positions de la lentille pour former une image nette.
- b) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.
- c) - Il existe une position de la lentille pour former une image nette.

Q23 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Bessel, Si l'écran et l'objet sont éloignés de plus de $4 F'$ alors :

- a) - Il n'existe pas positions de la lentille pour former une image nette.
- b) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.
- c) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.

Q24 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Bessel, Si l'écran et l'objet sont éloignés de moins de $4 F'$ alors :

- a) - Il existe une position de la lentille pour former une image nette.
- b) - Il existe deux positions de la lentille pour former une image nette.
- c) - Il n'existe pas de position de la lentille pour former une image nette.

Q25 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode de Silbermann, Si l'écran et l'objet sont éloignés de $4 F'$ alors, en positionnant la lentille au centre, on forme une image :

- a) - Nette de même taille que l'objet.
- b) - Floue plus grande que l'objet.
- c) - Nette plus petite que l'objet.

Q26 - Pour déterminer la focale d'une lentille convergente par la méthode d'autocollimation, l'on forme :

- a) - Une image nette sur l'écran.
- b) - Une image floue sur l'écran.
- c) - Une image nette sur l'objet.

Q27 – l'image formée lors de la détermination de la focale d'une lentille convergente par la méthode d'autocollimation est :

- a) - Plus petite que l'objet.
- b) - De même taille que l'objet.

c) - Plus grande que l'objet.

Q28 – l'image formée lors de la détermination de la focale d'une lentille convergente par la méthode d'autocollimation est :

- a) - Renversée de même taille que l'objet.
- b) - Droite plus petite que l'objet.
- c) - Droite plus grande que l'objet.

Q29 – Pour déterminer la focale d'une lentille divergente par la méthode de Badal, l'on utilise d'abord :

- a) - 1 lentille convergente puis, la lentille divergente à étudier.
- b) - 2 lentilles divergentes puis, la lentille divergente à étudier.
- c) - 2 lentilles convergentes puis, la lentille divergente à étudier.

ANNEXES 12 PHOTOS



