

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

CENTRE DE FORMATION EN
SCIENCES HUMAINES, SOCIALES
ET ÉDUCATIVES

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

DÉPARTEMENT DE DIDACTIQUE
DES DISCIPLINES



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

POSTGRADUATE SCHOOL FOR
SOCIAL AND EDUCATIONAL
SCIENCES

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

DEPARTMENT OF DIDACTICS OF
DISCIPLINES

**PRISE EN COMPTE DES CONCEPTIONS DES
APPRENANTS DANS LE PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT
ET DÉVELOPPEMENT DES STRATÉGIES
D'APPRENTISSAGE LIÉES À LA NOTION DE POUSSÉE
D'ARCHIMÈDE CHEZ LES ÉLÈVES DE LA CLASSE DE 4^{ème}**

*Mémoire présenté
en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences de l'Éducation
spécialité : Didactique de physique*

par

NGONGANG MAGNOU Eddy Gabin
Titulaire d'une licence en physique
Matricule : 16R3349



Et soutenu le 20 septembre 2024 devant le jury suivant :

Président : KOUAM, Professeur

Examineur : TCHUENDJO Rosaline, Chargée de cours

Rapporteurs : MGBWA Vandelin, Professeur

AYINA BOUNI, Maître de conférences

Septembre 2024

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	iv
INDEX DES TABLEAUX	v
Index des figures.....	vi
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	vii
RÉSUMÉ	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE	4
CHAPITRE 2 : INSERTION THÉORIQUE DU SUJET	22
TABLEAU SYNOPTIQUE	91
CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE	94
CHAPITRE 4 : PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.....	103
CONCLUSION GÉNÉRALE	132
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	135
ANNEXES.....	138

À

- Dieu, le Père Éternel pour la santé et la grâce qu’Il me donne ;
- Mon épouse CHIME NGONGANG Gaëlle ;
- Mes enfants, NGONGANG Lémuel, NGONGANG Keren et NGONGANG Kémuel.

REMERCIEMENTS

Au moment où je m'achemine vers la fin de mon étude de Master, il m'est agréable d'exprimer ma gratitude envers des personnes qui ont diversement contribué à la rédaction de ce mémoire aussi à ma formation. Ainsi donc, qu'il me soit permis de remercier :

- Monsieur MGBWA Vandelin, Professeur titulaire à l'Université de Yaoundé 1, pour sa formation et son encadrement. Surtout pour son esprit de finesse dans la recherche ;
- Monsieur AYINA BOUNI Jean Paul, Maître des conférences à l'Université de Yaoundé 1 pour son attention et son expertise que j'ai bénéficiées ;
- Madame NKECK BIDIAS Solange, Professeur titulaire et Chef de Département de Didactique des disciplines à la Faculté des Sciences de l'Éducation de l'UY1 pour son encadrement administratif pendant ma formation ;
- Monsieur NJANDJOCK NOUCK, Professeur titulaire et Chef de laboratoire de Physique de l'environnement terrestre à la faculté des sciences de l'UY1 pour ses encouragements multiformes ;
- Madame MELI'I Larissa, Maître des conférences et Enseignante de Physique à la faculté des sciences de l'UY1 pour son assistance et sa présence remarquables ;
- Monsieur GAÏMATAKONE DALTA P., Principal du CSAO, établissement d'expérimentation pour m'avoir admis au sein de l'établissement ;
- Monsieur MASSE EUGÈNE, Directeur des études 4^e/3^e du CSAO pour l'accès facile dans la salle de classe ;
- Monsieur KAMGA Guy Moclaire pour ses multiples conseils et soutiens spirituels.

INDEX DES TABLEAUX

Index des tableaux

Tableau 1: Taux d'abandon et de redoublement des élèves dans l'ESG (2015-2020).....	8
Tableau 2: Tableau de Zimmermann-Asta (2015) réajusté par Eddy NGONGANG, présentant ce que le geste d'attention permet face à une information	70
Tableau 3: Présentation de l'échantillon de la population accessible de l'étude.....	76
Tableau 4: Les schémas expérimentaux en recherche quantitative	78
Tableau 5: Performance du groupe de contrôle au pré-test	100
Tableau 6: Performance du groupe expérimental au pré-test	100
Tableau 7: Performance des deux groupes au pré-test	109
Tableau 8: Moyenne des deux groupes au Pré-test	110
Tableau 9: T-test bilatéral au Pré-test	110
Tableau 10: Performance du groupe GT au post-test pour l'hypothèse H1	112
Tableau 11: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H1	112
Tableau 12: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H1	113
Tableau 13: Performance du groupe GT au post-test pour l'hypothèse H2	114
Tableau 14: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H2.....	114
Tableau 15: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H2.....	116
Tableau 16: Performance du groupe GT au post-test pour l'hypothèse H3	116
Tableau 17: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H3.....	117
Tableau 18: Performance des deux groupes au post-test pour l'hypothèse H3	119
Tableau 19: Test indépendant simple pour H1	119
Tableau 20: T-test bilatéral pour H1.....	120
Tableau 21: Test indépendant simple pour H2	123
Tableau 22: T-test bilatéral pour H2.....	123
Tableau 23: Test indépendant simple pour H3	125
Tableau 24: T-test bilatéral pour H3.....	125
Tableau 25: Récapitulatif de la validation des hypothèses	129

Index des figures

Figure 1: Carte de localisation GOOGLE EARTH du Complexe Scolaire Adventiste d'Odza par Eddy NGONGANG.....	20
Figure 2: image in situ du Complexe scolaire Adventiste D'Odza.....	20
Figure 3: Carte de localisation de l'établissement d'expérimentation réalisée par Eddy Ngongang.....	21
Figure 4: La taxonomie de Bloom révisée par Anderson (2001)	43
Figure 5: Modèle du traitement de l'information proposé par Büchel et Büchel (1995, p. 38).	66
Figure 6: Schéma présentant les cinq gestes mentaux selon De La Garanderie. Tombez, 2015, p. 83.	69
Figure 7: Schéma des trois phases de la métacognition.	73
Figure 8: relation entre processus mentale, stratégies cognitive et métacognition par Christelle et Natascha (2005)	79
Figure 9: La métaphore de l'iceberg pour représenter les conceptions (Giordan, 2003, publié en 2004).	87
Figure 10: Description du processus de transformation des conceptions (Giordan, 2002). ...	89
Figure 11: Environnement didactique accompagnant le modèle allostérique (Eastes & Pellaud, 2003).	91

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

SPT: Sciences physiques et technologiques

MINESEC : Ministère des Enseignements Secondaires

MINEDUB : Ministère de l'Éducation de Base

ANEN : Association Nationale pour le développement de l'Éducation Nouvelle

CEMEA : Centre d'Entraînement aux méthodes d'Éducation Active

CRAP: Currency Reliability Authority Point of view

MLT : Mémoire à Long Terme

MCT : Mémoire à Court Terme

MDT : Mémoire De Travail

CSAO : Complexe Scolaire Adventiste d'Odza

MHTG : Modèle Hybride de Tardif et de Giordan

GE : Groupe Expérimental

GT : Groupe Témoin

ODD : Objectifs pour le Développement durable

SP : Sciences Physiques

CESA 16-25 : Stratégie Continentale de l'Éducation pour l'Afrique 2016-2025

ESG : Enseignement Secondaire Général

UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture

TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study

APC : Approche Par les Compétences

APO : Approche Par les Objectifs

RÉSUMÉ

La présente étude vise à analyser l'impact de la prise en compte des conceptions des apprenants sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. En effet, les élèves ont souvent des conceptions sur les concepts physiques. Ces conceptions sont pourtant des savoirs « déjà là » qu'il faut déconstruire afin d'acquérir le nouveau savoir. Ainsi, nous postulons que la prise en compte des conceptions de l'apprenant favorise le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. Pour atteindre nos objectifs, nous avons mené une démarche de type quasi-expérimental, faite auprès de deux groupes (témoin et expérimental) de 20 participants chacun d'une classe de 4^e qui comportait 60 élèves dont l'âge moyen est de 13 ans, sélectionnés par échantillonnage systématique. Les données recueillies ont été analysées à l'aide d'un test T de Student, avec les logiciels EXCEL et SPSS. Les résultats permettent d'observer que le fait d'identifier, de comparer et d'amener les élèves à discuter de leurs propres conceptions contribue à la construction du savoir. Cette prise en compte des conceptions initiales semble jouer un rôle essentiel dans la construction des apprentissages en sciences physiques.

MOTS CLÉS: apprentissage, compétence, conception initiale, construction de savoirs, Poussée d'Archimède.

ABSTRACT

The present study aims to analyze the impact of taking into account learners' conceptions on the development of skills linked to the notion of Archimedes' Push in 4th grade. Indeed, students often have ideas about physical concepts. These conceptions are, however, knowledge “already there” that must be deconstructed in order to acquire new knowledge. Thus, we postulate that taking into account the learner's conceptions promotes the development of skills linked to the notion of Archimedes' Push in fourth-class grade. To achieve our objectives, we carried out a quasi-experimental type approach, carried out with two groups (control and experimental) of 20 participants each from a 4th grade class which included 60 students whose average age is 13 years old, selected by systematic sampling. The data collected were analyzed using a Student's T test, with EXCEL and SPSS software. The results show that identifying, comparing and leading students to discuss their own conceptions contributes to the construction of knowledge. This consideration of initial conceptions seems to play an essential role in the construction of learning in physical sciences.

KEYWORDS: Initial conception, learning, Archimedes' push, construction of knowledge.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La prise en compte des conceptions des apprenants dans les processus d'enseignement-apprentissage revêt une importance capitale, notamment en sciences physiques. En effet, les élèves développent souvent, avant même l'apprentissage formel, des conceptions personnelles sur les phénomènes étudiés, qui peuvent s'avérer erronées ou incomplètes. Négliger ces représentations initiales peut alors entraver l'acquisition des savoirs et savoir-faire visés par l'enseignement.

D'un point de vue institutionnel, les programmes scolaires camerounais soulignent la nécessité de s'appuyer sur les conceptions des élèves en vue de favoriser l'apprentissage des concepts scientifiques (MINEDUB, 2020 ; MINESEC, 2022). Cependant, il est à noter que dans la réalité des classes, les enseignants peinent encore à mettre effectivement en œuvre cette approche qui prend en compte les conceptions initiales (Nguefack, 2018 ; Djontu, 2021).

Giordan (1998) attribue cette difficulté au manque de formation des enseignants sur la prise en compte des conceptions des apprenants. Car, identifier les représentations initiales des élèves, les confronter et les faire évoluer, nécessitent des compétences didactiques spécifiques que les enseignants semblent ne pas maîtriser.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude, qui vise à évaluer l'impact de la prise en compte des conceptions des apprenants sur le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. L'objectif général est d'évaluer l'influence de cette approche sur les apprentissages des élèves en Sciences Physiques.

Plus spécifiquement, cette recherche se propose de répondre aux questions suivantes :

- ❖ Quelle est l'influence de l'identification des conceptions (par les apprenants) sur le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e ?
- ❖ Quelle est l'influence de faire comparer les conceptions initiales entre les apprenants sur le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e ?
- ❖ Quelle est l'incidence de la discussion (entre les apprenants) des conceptions initiales sur le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e ?

L'hypothèse générale de cette recherche est que la prise en compte des conceptions de l'apprenant favorise le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. De manière plus spécifique, il est attendu que :

- faire identifier les conceptions par les apprenants favorise le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e.
- faire comparer les conceptions par les apprenants favorise le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e.
- amener les apprenants à discuter de leurs conceptions favorise le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e.

Pour répondre à ces questions, cette recherche adopte une démarche quasi-expérimentale, menée auprès de deux groupes d'élèves de 4e sélectionnés par échantillonnage systématique. Les données seront recueillies à l'aide d'une épreuve d'items et analysées statistiquement à l'aide du test T de Student, avec les logiciels EXCEL et SPSS.

Ce mémoire s'articule autour de quatre chapitres. Le chapitre 1 s'intitule la Problématique de l'étude. Il présente la problématique centrale de l'étude et commence par dresser un contexte général et pertinent qui justifie l'intérêt de la recherche. Ensuite, il définit clairement les objectifs de l'étude et formule les questions de recherche auxquelles le mémoire tentera de répondre. Ce chapitre met également en évidence l'importance et la pertinence du sujet, en soulignant ses implications théoriques et pratiques. Enfin, il délimite le champ d'étude et annonce la structure générale du mémoire. Le chapitre 2 : Insertion théorique de l'étude. Il situe l'étude dans un cadre théorique approprié. Il passe en revue la littérature existante sur le sujet, en identifiant les principaux concepts, théories et modèles qui permettent de comprendre et d'analyser la problématique. Cette revue de la littérature permet de positionner la recherche par rapport aux travaux antérieurs, d'en souligner les apports et les limites, et de justifier les choix théoriques effectués. Ce chapitre se termine par la formulation d'un cadre conceptuel ou d'un modèle théorique qui guidera l'analyse. Le chapitre 3 : Méthodologie de l'étude, décrit en détail la démarche méthodologique adoptée pour répondre aux questions de recherche. Il explique le type d'étude réalisé (mixte, c'est-à-dire qualitative et quantitative à prédominance qualitative), les techniques de collecte de données utilisées (enquête, observation, et analyse des productions des apprenants) et les méthodes d'analyse employées (statistiques et analyse de contenu). Ce chapitre justifie également les choix méthodologiques effectués et en souligne les limites éventuelles. Et enfin le chapitre 4 : présentation, analyses et interprétation des résultats, présente les

principaux résultats de l'étude, les analyse en détail et les interprète à la lumière du cadre théorique développé au chapitre II. Il met en évidence les principaux constats, tendances et patterns observés, et discute de leurs implications théoriques et pratiques. Dans ce chapitre nous avons également inclu une discussion critique des résultats, en soulignant leurs forces, leurs faiblesses et leurs limites. Et nous avons formulé des perspectives de recherche futures.

CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE

La problématique se définit selon Fernandez et Catteeuw (2001) comme une approche théorique que le chercheur décide d'adopter pour traiter le problème de la question de départ. C'est dans la problématique qu'il se confronte aux positions d'autres chercheurs. Elle est aussi vue comme « *l'ensemble des hypothèses, des orientations, des problèmes envisagés, dans une théorie, dans une recherche* » (Grawitz, 1986, p.326). Autrement dit, la problématique est la présentation d'un problème sous différents aspects. Il s'agit de la question à laquelle le chercheur va tâcher de répondre en posant le problème de recherche, en ressortant les informations pertinentes et en se plaçant enfin dans le meilleur cadre spatio-temporel.

En nous basant sur ces définitions du terme « *problématique* », nous présenterons dans ce premier chapitre, la problématique de l'étude qui s'articule principalement et respectivement sur le contexte et la justification de l'étude, la formulation et la position du problème, l'objet de l'étude, la question de recherche, l'objectif de l'étude, la pertinence et l'originalité de l'étude et enfin sur la délimitation théorique et empirique de l'étude.

1.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE

1.1.1 RECOMMANDATIONS ÉTATIQUES POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE AU CAMEROUN

Conformément à la loi d'orientation de l'éducation N° 98/004 du 4 Avril 1998 dans son article 14, l'organisation et le contrôle de l'enseignement à tous les degrés sont des devoirs impérieux de l'État, dans son article 30 l'État procède à l'évaluation régulière du système éducatif question de l'améliorer. C'est alors que des recommandations étatiques pour l'enseignement de la physique sont données depuis 2012-2013 avec l'introduction de l'approche par les compétences (APC) avec une entrée par les situations de vie dans l'enseignement secondaire en classe de 6ème, venant remplacer l'approche par les objectifs (APO). L'APC entre en vigueur en classe de 4ème dès 2014 et ceci jusqu'à nos jours. Dans le programme d'études de 4^e / 3^e de PCT (2014), il est écrit :

« En ce début de millénaire, au moment où le Cameroun se fixe le cap de l'émergence à l'horizon 2035, son enseignement secondaire est confronté à de nombreux défis. Il doit notamment :

(i) Offrir, dans un contexte marqué par une forte croissance des effectifs du cycle primaire, une formation de qualité à un maximum de jeunes Camerounais ;

(ii) Préparer ceux-ci, grâce à des enseignements/ apprentissages pertinents, à s'intégrer au monde et à affronter un marché du travail de plus en plus exigeant.

En outre, les dispositifs de formation, dans leur conception et leur mise en œuvre, ont évolué de façon significative. En effet, à une école, jadis consacrée à l'acquisition de connaissances très souvent décontextualisées, s'est substituée partout dans le monde, une école soucieuse d'outiller les apprenants afin qu'ils puissent faire face à des situations de vie réelle, complexes et diversifiées. À la place d'une école coupée de la société, s'est installée une école intégrée, soucieuse du développement durable, et qui prend en compte les cultures et les savoirs locaux. La réalisation de cette école nouvelle, inscrite dans la loi d'orientation de l'Éducation, et la nécessité d'insertion socioprofessionnelle requièrent l'adoption d'un paradigme pédagogique pour l'élaboration des programmes d'études : l'Approche par les compétences avec une entrée par les situations de vie. » p.3

D'après Domoina (2023), L'approche par compétences est une méthode d'apprentissage qui se concentre sur l'acquisition de compétences plutôt que sur l'accumulation de connaissances. Pour Domoina (2023), cette approche permet de mettre l'accent sur les savoir-faire, les savoir-être et les savoirs transversaux des apprenants. De plus Domoina (2023) pense que le concept de compétences repose sur trois éléments importants à savoir :

- les connaissances : les savoirs théoriques que l'apprenant doit posséder ;
- les savoir-faire : les compétences techniques que l'apprenant doit acquérir ;
- les savoir-être : les attitudes et des comportements que l'apprenant doit développer.

L'APC permet de prendre en compte ces trois éléments et de les articuler autour d'un objectif commun à savoir, l'acquisition de compétences. Dans cette manière de faire, les

apprenants sont encouragés à apprendre en faisant, en résolvant des problèmes, en travaillant en groupe et en mettant en pratique ce qu'ils ont appris (Domoina, 2023).

Domoina (2023), révèle que l'APC permet de définir les compétences que les élèves doivent acquérir pour réussir leur scolarité et se fonde sur 04 étapes qui sont :

- **définition des compétences** : Selon Domoina (2023), il est question à cette étape d'identifier les compétences nécessaires pour atteindre un objectif donné. Les compétences sont définies en fonction des connaissances, des savoir-faire et des savoir-être nécessaires.
- **évaluation des compétences** : Cette étape implique d'évaluer les compétences des apprenants. Cette évaluation se fait par des tests, des mises en situation (situation problème, situation de vie), des entretiens individuels... (Domoina, 2023)
- **développement des compétences** : Dans cette étape, il est requis de mettre en place des actions de formation pour permettre aux apprenants d'acquérir les compétences manquantes. (Domoina, 2023)
- **évaluation de l'acquisition des compétences** : Cette dernière étape consiste à évaluer les apprenants sur les compétences qu'ils ont acquises. Cette évaluation se fait également par des tests, des mises en situation ou encore des entretiens individuels. (Domoina, 2023)

Domoina (2023), relate que l'APC a pour avantage qu'elle offre la possibilité de prendre en compte des besoins et capacités individuelles des apprenants. Pourtant Domoina (2023) lui-même, dit que l'APC se concentre sur l'acquisition de compétences et non sur l'accumulation des connaissances. Cependant comment parvenir à acquérir ces compétences ? N'existe-t-il pas des observables à cette acquisition ?

1.1.2. PRÉSENTATION DU PROGRAMME OFFICIEL DE PCT DE LA CLASSE DE 4^e

Dans le programme d'études de 4^e / 3^e de PCT (2014), il est dit que la discipline PCT a un rôle important à jouer dans le Cameroun en plein essor de développement. C'est alors que la formation du futur citoyen en PCT vise à lui faire développer des compétences dans un environnement où il sera de plus en plus amené à faire des choix. Le programme de PCT des classes de 4^e, qui est dans le prolongement des acquis des classes de 6^e et 5^e et une pseudo transposition des contenus de l'Arrêté N° 337/D/80/MINEDUC/IGP/ESG du 11/09/2000, permet à l'enseignant de mieux jouer son rôle de facilitateur auprès de

l'apprenant qui est de l'amener de plus en plus à mieux utiliser et capitaliser les acquis des outils construits en classe. Ce programme a pour but principal de permettre à l'apprenant de développer des compétences lui permettant de communiquer à l'écrit et à l'oral sur des phénomènes scientifiques de son environnement, de comprendre et d'expliquer des phénomènes naturels, de résoudre les problèmes que ces derniers posent dans ses domaines de vie, de sauvegarder et gérer durablement son environnement, de mettre en œuvre des processus d'acquisition des connaissances, d'implémenter la démarche scientifique et la démarche technologique, de comprendre et exploiter son environnement.

La discipline PCT a un volume horaire hebdomadaire de trois (03) heures pour un coefficient égal à trois (3). Ce programme qui se fera en soixante-quinze (75) heures pendant l'année scolaire et comporte quatre (04) modules :

- Module 1 : La matière : ses propriétés et ses transformations ;
- Module 2 : Actions mécaniques et énergie électrique ;
- Module 3 : Chimie et protection de l'environnement ;
- Module 4 : Projets et éléments d'ingénierie.

1.1.3. PROBLÈMES GÉNÉRAUX LIÉS À L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE AU CAMEROUN

Au Cameroun comme dans la plupart des pays d'Afrique au Sud du Sahara, l'offre d'éducation dans les écoles classiques de l'enseignement secondaire général ne couvre pas toute la demande potentielle. Les capacités d'accueil des infrastructures n'ont vraiment pas la même proportion que la population en âge d'y accéder. Ce qui entraîne les effectifs pléthoriques dans les salles de classes et ainsi, il y a toujours des apprenants qui n'achèvent pas leur scolarité et d'autres qui achèvent leur scolarité mais échouent. À cet effet, que faire des élèves qui échouent et de ceux qui n'achèvent pas leur scolarité ?

L'annuaire statistique du MINESEC (2020) révèle après estimation que 16% des élèves dans l'enseignement secondaire général ont abandonné leur scolarité et que 13% en moyenne des élèves ont échoué ou redoublé entre 2015 et 2020. Ce qui s'étend dans les autres ordres d'enseignement. Le tableau ci-après présente un récapitulatif de ces pourcentages de déperdition et d'échec et par année dans l'ESG au Cameroun entre 2015 et 2020.

Tableau 1: Taux d'abandon et de redoublement des élèves dans l'ESG (2015-2020)

Année	Taux d'abandon en %	Taux de redoublement en %
2015	11,74	13,19
2016	12,38	13,01
2017	24,39	12,78
2018	19,08	13,22
2019	16,51	11,87
2020	12,19	11,45

Source : Annuaire statistique du MINESEC, 2020

Le tableau donne un aperçu global des taux d'abandon et de redoublement au Cameroun. À son analyse, il existe une forte déperdition dans l'ESG qui amènerait à questionner un ensemble de choses à l'instar des pratiques enseignantes, de la méthode d'apprentissage des apprenants... Or, *« assurer suffisamment de places dans les écoles n'a jamais été l'objectif principal des pouvoirs publics. Mais plutôt réduire considérablement le taux de déperdition d'effectifs que connaîtraient les systèmes éducatifs dans le monde ¹ »*.

On entend par là que, nombre d'apprenants abandonnent l'école avant d'avoir terminé leur scolarité. Ceci serait dû dans une certaine mesure à la démotivation et au découragement de ces apprenants face aux obstacles qu'ils rencontreraient pendant leur scolarité. Pourtant, selon UNESCO (1983), tous les systèmes éducatifs mondiaux doivent contribuer fortement à réduire considérablement, voire même rendre inexistants la déperdition et l'échec des élèves.

Par ailleurs, la déclaration d'Incheon (2015) pour l'éducation 2030 fixe le cadre d'action pour la mise en place des objectifs de développement durable 4 (ODD4). Elle vise à assurer une éducation équitable et inclusive à travers une vision humaniste de l'éducation et du développement dans un esprit de responsabilité et d'obligation de rendre des comptes partagés. C'est un engagement des États membres à promouvoir des possibilités d'apprentissage tout au long de la vie, dans tous les contextes et à tous les niveaux de l'éducation avec une attention particulière portée à l'assurance qualité. A cet effet, selon Irina Bokova (2015, p. 12), *« elle encourage les gouvernements à offrir des possibilités d'apprentissage tout au long de la vie afin que chacun puisse continuer d'évoluer et soit du bon côté du changement. Elle affirme que l'éducation est un droit humain fondamental et*

¹ UNESCO, Annuaire internationale de l'éducation, 1983, volume XXXV, p27

est essentielle à la paix mondiale et au développement durable » (UNESCO, Éducation 2030, déclaration d’Incheon).

C’est fort de cela, que les ministres africains de l’éducation et de la formation s’étaient rencontrés à Kigali (2015) sous l’égide de l’Union Africaine pour mieux formuler l’agenda post-2015 de l’éducation en Afrique. Les recommandations issues de cette rencontre ont été validées par le Forum mondial sur l’éducation organisé par l’UNESCO à Incheon et la stratégie continentale de l’éducation en Afrique 2016-2025 fut adoptée tout en affirmant les capacités actuelles de l’Afrique à façonner son destin à travers « *un citoyen africain nouveau qui sera un agent de changement efficace pour le développement durable du continent* ». A cet effet, dix domaines prioritaires ont été identifiés pour guider la CESA 2016-2025. Il s’agit de :

- l’accès équitable, inclusif et égalitaire de tous ;
- la qualité des enseignants ;
- la qualité de l’enseignement et des acquis de l’apprentissage, la science, la technologie et le développement des compétences ;
- l’éducation pour un développement durable ;
- l’éducation à la citoyenneté mondiale ;
- l’alphabétisation des jeunes et des adultes ;
- les aptitudes et compétences pour la vie et le travail ;
- le financement, la gouvernance et les partenariats ;
- et l’éducation en situations de crise (CESA, 2016-2025).

Selon la CESA (2016-2025), la formation englobe tous les programmes et projets structurés d’éducation. C’est un secteur majeur qui contribue au développement de l’éducation et de la formation en Afrique et qui s’inscrit dans une logique d’apprentissage tout au long de la vie tant de l’apprenant que des continents. C’est un mode d’éducation qui permet à des millions d’enfants, de jeunes et d’adultes africains de bénéficier des opportunités d’apprentissage et de formation. Par contre :

- sur le plan de l’accès, la CESA 2016-2025 souligne que la plupart des gouvernements africains investissent seulement 1% de leur budget de l’éducation dans le développement de l’éducation ;
- au niveau de la qualité, pour la CESA 2016-2025, les données disponibles reposent sur l’évaluation formative des programmes et des projets montrant que les apprenants ont bénéficié de ces programmes d’éducation ;

- sur le plan de l'équité, ces programmes et projets sont caractérisés par un effort concerté pour assurer l'équilibre du genre et atteindre les groupes marginalisés et vulnérables ;

Le Rapport Mondial de Suivi (2015) stipule que le taux d'analphabétisme de l'Afrique est de 41%. Alors que l'analphabétisme reste « *un défi pour l'adoption des innovations scientifiques et technologiques afin d'améliorer la santé, l'agriculture et les moyens de subsistance* » (UNESCO, 2015). C'est pourquoi l'objectif stratégique 4 de la CESA 2016-2025 encourage d'assurer l'acquisition de connaissances et des compétences requises ainsi que l'amélioration des taux d'achèvement des études à tous les niveaux et pour tous les groupes, par des processus d'harmonisation nationale régionale et continentale.

Cependant, l'importance accrue de la science et de la technologie de nos jours n'est plus à prouver et amène à considérer la formation scientifique comme l'un des enjeux majeurs de l'avenir et du développement des continents en général et de l'Afrique notamment. La nécessité de faire acquérir aux jeunes une formation de base en sciences pour les amener à utiliser les connaissances dans les contextes variés de leur vie quotidienne et sociale est fort pressante. En occurrence, pour ce qui concerne les sciences physiques, Séoud (2001), affirme que l'importance des sciences physiques est manifeste et palpable. Pour lui, il suffit de regarder l'histoire du progrès pour se rendre compte que la physique est une science qui est à la base du développement technologique, industriel et économique. Si la modernité est passée par la machine à vapeur, par l'électricité, etc., les sciences physiques quant à elles sont à l'origine des progrès scientifiques et techniques. L'avantage des sciences physiques est qu'elles ne servent pas seulement à interpréter le monde mais aussi à le changer. Dans la même perspective, Ducloy (2006) rejoint Séoud (2001) pour dire que les sciences physiques sont une science à la base non seulement de notre civilisation technologique, mais aussi de notre culture. C'est d'ailleurs ce qui pourrait justifier la forte mobilisation de 85 pays, dont des pays en voie de développement d'Afrique, Asie et Amérique latine à Paris, lors du lancement en 2005, de l'année mondiale des Sciences Physiques (SP). Conscients de la valeur des SP dans la vie humaine, ces pays ont montré durant toute l'année 2005, « la forte implication des scientifiques dans les grands problèmes de la société tels que l'énergie, l'environnement, la santé » (Ducloy, 2006, p.1). Ainsi, perçu comme une science qui étudie les éléments fondamentaux de l'univers, leurs forces mutuellement exercées les uns sur les autres et les résultats produits, les sciences physiques sont quasi indispensables dans la compréhension et pour le développement durable de l'environnement social dans lequel le monde est plongé. Il y va sans dire, que cette science est un capital motivateur de l'esprit d'innovation et de créativité chez les élèves qui s'y adonnent. Ainsi, il apparaît clairement

que les sciences physiques ont une importante place dans le système scolaire mondial et au Cameroun en particulier. Pourtant, malgré l'APC avec entrée par les situations de vie, qui est appliquée, il se trouve que cette discipline est un objet de peur et une source d'échec pour de nombreux apprenants au Cameroun qui, parfois n'ont même pas la motivation d'en apprendre. Qu'est-ce qui pourrait vraiment expliquer une telle situation ? À cet effet, les pratiques enseignantes et les méthodes d'appropriation des connaissances par les élèves restent à questionner.

1.2. FORMULATION ET POSITION DU PROBLÈME

Au regard des systèmes éducatifs africains et de l'enseignement des sciences physiques en particulier, le rendement didactique, autrement dit le savoir acquis par rapport au temps passé est très faible voire insignifiant. Giordan (1998) mentionne le fait qu'un certain nombre d'erreurs de raisonnements ou d'idées erronées reviennent avec une répétabilité inquiétante chez les apprenants, même après plusieurs séquences successives d'enseignement, ce qui a été également observé chez les apprenants de la classe de 4^e A1 au CSAO. Pourtant, l'ensemble du cours paraît cohérent et logique, et que les leçons semblent apprises. Qu'est-ce qui fait donc problème ? Les causes pourraient être le grand nombre d'élèves, la perte d'intérêt pour le savoir enseigné, la dispersion des connaissances à travers les disciplines plurielles... Selon Giordan (1998), la raison fondamentale est que l'apprenant apparaît trop souvent comme un « *présent-absent* » lors des pratiques enseignantes dans la salle de classe. L'élève est bien en classe mais l'enseignant n'en tient pas compte et ignore ce qu'il sait ou croit savoir. Mais également, Il ne prend pas en compte sa façon d'apprendre. Alors que les méthodes d'enseignement doivent être centrées sur l'apprenant, pour qu'il prenne selon La Garanderie (1998), lui-même conscience de comment fonctionne son mental en vue de développer une autonomie véritable dans ses apprentissages.

Bodouin, Décamp et al (2016) révèlent qu'en 2015, près de 57 pays ont pris part au programme du TIMSS (Trends in International mathematics and Science Study) où il en est ressorti que les apprenants en Afrique rencontrent d'énormes lacunes face aux sciences expérimentales, même les pays comme le Japon, le Singapour, la Chine et certains pays de l'Europe de l'Est ne sont pas en reste. Ce qui remettrait en cause les méthodes d'enseignement employées qui n'atteignent pas les résultats escomptés, mais aussi les stratégies d'apprentissage des élèves qui semblent ne pas être meilleures ou même ne sont pas du tout développées chez les sujets apprenants.

D'après Joseph Brandolin (1996, p. 18 et 19), la mauvaise qualité de l'enseignement scientifique désapprouvé par les apprenants est due aux effectifs pléthoriques dans les classes urbaines et la démotivation de scolarisation rurale. Par ailleurs il note aussi que les enseignants exercent dans les mauvaises conditions, sans contrôle, encadrement et accompagnement pédagogiques véritables, ni suivi de carrières.

Il est avéré que l'envie d'apprendre les sciences n'est pas très développée de nos jours (Venturini, 2007, p.1). Effectivement, les conceptions scientifiques des élèves constitueraient un problème majeur d'apprentissage des sciences (Gauthier, Garnier et Marinacci, 2005 ; Tiberghien et Vince, sous presse), notamment en sciences physiques dont la vocation profonde est la modélisation du comportement du monde naturel et du monde des objets (Giuseppin, 1996). Et pour causes, la nature du curriculum, la discipline prise en compte, le niveau d'étude, le genre et l'environnement scolaire influencent les attitudes envers les sciences à l'école (Venturini, 2004).

Plusieurs autres raisons sont avancées comme la cause du rejet systémique des sciences physiques par les élèves, parmi lesquelles le manque de matériels didactiques et laboratoires équipés, la non-considération de l'individu enseigné dans l'élaboration des enseignements et le manque de motivation des apprenants. Cette situation donne matière à s'interroger sur le problème fondamental de l'échec en sciences physiques de certains apprenants en général et dans les classes de quatrième de l'enseignement secondaire en particulier. À cet effet, il est à noter que lors des pratiques enseignantes dans les classes du sous cycle d'orientation notamment, plusieurs enseignants encore, malgré leur bonne maîtrise du savoir enseigné et leur application de l'APC pour d'aucun, ne prendraient pas en compte les conceptions des apprenants. Ce qui constitue un réel obstacle à l'apprentissage. Fort de ces persistantes difficultés rencontrées en sciences physiques, le développement des stratégies d'apprentissage convenables inexistant chez les apprenants, semble être la pierre d'achoppement sur laquelle il faut s'appesantir.

1.3. OBJET DE L'ÉTUDE

Beaucoup d'enseignants se plaignent des élèves qu'ils n'étudient pas, qu'ils n'écoutent pas, qu'ils ne sont pas attentifs, qu'ils ne font aucun effort de concentration, ... Certes, ils n'ont pas tout à fait tort. D'après Bissonnette et Richard (2001), la jeunesse actuelle est sensiblement différente de celle d'il y a vingt ou trente ans. Si la plupart des jeunes sont en bonne santé, certains souffrent cependant de problèmes au niveau de la santé mentale notamment des conditions sociales difficiles génèrent le stress, l'anxiété, la révolte et, la

démotivation. Le nombre d'enfants maltraités, négligés ou ballottés d'un parent à l'autre est en constante augmentation. Au niveau intellectuel, Bissonnette et Richard (2001) pensent que les jeunes ont accès à de grandes quantités d'informations, mais celles-ci sont peu structurées et non hiérarchisées par manque de réflexion avec des adultes ou des enseignants qui pourraient les aider à les décoder et à en dégager le sens. C'est la raison pour laquelle un écart se creuse entre les apprenants. Au niveau social, beaucoup de jeunes doivent apprendre à s'adapter à des substituts parentaux et à une plus grande fratrie, en Afrique surtout. Leur univers social est fractionné, leur environnement est plus ou moins défavorable.

D'après Bissonnette et Richard (2001), certains élèves, au plan affectif, apprennent à négocier avec les adultes qui les entourent. De ce fait, ils deviennent précocement plus autonomes et gèrent donc mal cette autorité. En conséquence, ils réclament une attention individualisée et soutiennent difficilement un effort. Ceci montre que face à un enseignement, les apprenants ont, du fait de leur histoire ou de leur culture, une idée de l'objet de la connaissance qui soit vraie ou erronée. Cette idée de l'objet de la connaissance est ce que Astolfi (1996) appelle « le déjà là conceptuel » et Giodan (1997) appelle « *conception* ». Cependant, l'enseignant(e) ne doit pas ignorer cette situation et continuer à enseigner, pourtant son objectif premier est bel et bien l'apprentissage des élèves. Ce qui ne peut plus être une simple transmission de connaissances.

Par ailleurs, il est à souligner que plusieurs élèves n'étudient pas ou étudient mal. Ils n'ont certainement pas de bonnes méthodes d'apprentissage. Lise (2004a) affirme que l'apprentissage doit être soutenu par des actions bien structurées s'appuyant sur des stratégies d'apprentissage. De plus Lise (2004a) pense que les stratégies d'apprentissage ne s'apprennent pas de façon générale, en dehors de l'apprentissage d'une discipline scolaire, pour être automatiquement transférées par la suite lors d'un apprentissage particulier. Donc les stratégies d'apprentissage ne se développent pas automatiquement avec la fréquentation scolaire. Il revient à chaque enseignant de mettre en place un environnement qui favorise l'acte d'apprendre et basé sur ce que pense l'apprenant, c'est-à-dire ses conceptions initiales, aux prises avec l'approche allostérique (A. Giodan, 2001). Il convient également d'enseigner les stratégies d'apprentissage pertinentes aux apprenants, autrement dit leur apprendre à apprendre afin qu'ils développent leurs compétences. Que faire donc pour aider les élèves à apprendre ? C'est sans doute la question que se pose toute la communauté éducative. Cette étude va montrer comment aider les apprenants à apprendre en se basant au départ sur leurs conceptions pour ensuite développer des stratégies d'apprentissage afin

qu'ils deviennent compétents et autonomes c'est-à-dire acteurs et coauteurs de leur propre apprentissage.

1.4. QUESTIONS DE RECHERCHE

Cette étude comprend une question principale fondamentale et trois questions spécifiques dont elle va apporter des éléments substantiels de réponse.

1.4.1 Question principale

La question principale d'étude est la suivante :

Quelle est l'influence de la prise en compte des conceptions des apprenants sur le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e ?

1.4.2 Questions spécifiques

Dans l'optique d'opérationnaliser la question principale, les trois questions spécifiques suivantes sont dégagées.

- ✚ Quelle est l'influence de l'identification des conceptions (par les apprenants) sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e ?
- ✚ Quelle est l'influence de faire comparer les conceptions initiales entre les apprenants sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e ?
- ✚ Quelle est l'incidence de la discussion (entre les apprenants) des conceptions initiales sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e ?

1.5. HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE

Cette section présente l'hypothèse principale et les hypothèses spécifiques de l'étude.

1.5.1. Hypothèse principale

La prise en compte des conceptions de l'apprenant favorise le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

1.5.2. Hypothèses spécifiques

- faire identifier les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

- faire comparer les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.
- amener les apprenants à discuter de leurs conceptions favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

Ces hypothèses spécifiques se concentrent sur la discipline des sciences physiques notamment sur la notion de Poussée d'Archimède et examinent comment la prise en compte des conceptions de l'apprenant peut favoriser le développement des stratégies d'apprentissage.

1.6. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

1.6.1. Objectif général

L'objectif de l'étude est d'évaluer l'impact de la prise en compte des conceptions des apprenants sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

1.6.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs d'opérationnalisation de notre étude sont les suivants :

- mesurer l'influence de l'identification des conceptions (par les apprenants) sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e ;
- estimer l'influence de faire comparer les conceptions initiales entre les apprenants sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e ;
- déterminer l'incidence de la discussion (entre les apprenants) des conceptions initiales sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

1.7. PERTINENCE DE L'ÉTUDE

1.7.1. Pertinence de l'étude

Les méthodes d'enseignement telles qu'appliquées dans la plupart des cas, ne favorisent pas un transfert haut de gamme de savoirs, remettant en cause les aspects praxéologiques qui existeraient entre l'enseignant et l'élève. Les enseignements sont donnés mais les élèves

ne se les approprient pas, car les interventions pédagogiques faites ne tiennent pas toujours compte de l'ensemble des sujets apprenants dans la salle de classe. Pourtant la pratique enseignante doit pouvoir accompagner tout type élève dans son apprentissage. Cette étude va donc aider à rendre la pratique enseignante utile et bénéfique pour les apprenants, afin qu'ils apprennent. Cette étude va aider à tendre vers une pédagogie ouverte et vers une pédagogie d'autonomisation des apprenants en partant de leurs conceptions initiales.

Les questions d'enseignement et d'appropriation des savoirs sont diverses et complexes, étant donné les facteurs pluriels qui y entrent en œuvre. Avant tout enseignement ou tout acte d'« *apprendre* », une pleine activité de théorisation doit être menée par l'enseignant (e) ou l'apprenant (e). Cependant, il s'agit pour l'enseignant, de s'abstenir de l'immédiateté ou précipitation pédagogique et d'analyser à travers toutes ses composantes, l'objet d'enseignement, les buts poursuivis et les compétences visées dans l'acte pédagogique, les stratégies d'enseignement, les transformations de conduites que cet enseignement induit chez l'élève et par conséquent les stratégies d'appropriation de l'objet déployées par cet élève lors de son activité d'apprentissage. Cette étude va donc, à cet effet, outiller les enseignants à fonder leurs pratiques pédagogiques qui prennent en compte les conceptions initiales des apprenants, sur des aspects épistémologiques, psychologiques et sociologiques afin que l'appropriation du savoir soit optimale et durable.

Cette étude va contribuer à la limitation dans une autre mesure, de la déperdition scolaire et à la démotivation des apprenants quelques soient les causes, en érudant des approches éducatives d'enseignement/apprentissage qui assurent une éducation inclusive, équitable et de qualité (UNESCO, Déclaration d'Incheon, 2015, p.6). Par ailleurs, apprendre comment apprendre à tout type d'élève par les stratégies d'apprentissage qu'il engrange par lui-même, et non seulement, fera de cet élève un futur adulte, un employé ou responsable à quelque niveau qu'il soit, autonome, dévoué et performant dans la société, mais aussi permettra au concept d'« *éducation durable* » (UNESCO, 2015), de s'épanouir fondamentalement dans le contexte mondial en général et Camerounais en particulier.

1.7.2. Originalité de l'étude

L'originalité de cette étude réside dans son approche centrée sur l'élève et son processus d'apprentissage en physique, plus particulièrement autour du concept de la poussée d'Archimède. Contrairement aux approches traditionnelles qui se focalisent principalement sur la transmission des connaissances, cette recherche se donne pour objectif de prendre en compte les conceptions initiales des élèves pour favoriser une véritable compréhension du

phénomène. Trop souvent, l'enseignement des sciences physiques se limite à l'exposition magistrale de théories et de formules, sans véritablement tenir compte des représentations mentales que les élèves se sont déjà construites. Or, ces conceptions préalables, issues de l'expérience quotidienne ou d'un apprentissage antérieur, peuvent constituer de véritables obstacles à l'acquisition de nouvelles connaissances. C'est pourquoi cette étude se propose d'identifier et de prendre en compte ces conceptions initiales des élèves de la classe de 4e au Complexe Scolaire Adventiste d'Odza. À partir de cette analyse des représentations des apprenants, l'étude vise ensuite à développer des stratégies d'enseignement-apprentissage innovantes, adaptées à la nature et à la structure des conceptions identifiées.

L'objectif est de permettre aux élèves de confronter leurs propres schémas mentaux aux savoirs scientifiques, de les remettre en question et de construire progressivement une compréhension plus juste et plus profonde du phénomène de la poussée d'Archimède. Cette approche pédagogique, qui accorde une place centrale aux élèves et à leurs processus d'apprentissage, constitue une originalité majeure par rapport aux méthodes d'enseignement plus traditionnelles. Elle s'inscrit dans le courant de la didactique des sciences, qui reconnaît l'importance de prendre en compte les conceptions initiales des apprenants et de les accompagner activement dans la construction de leurs savoirs. Au-delà de l'acquisition de connaissances factuelles, l'étude vise également à développer chez les élèves des compétences transversales essentielles, telles que l'esprit critique, la résolution de problèmes et l'autonomie dans l'apprentissage. En effet, en confrontant leurs propres représentations aux concepts scientifiques, les élèves sont amenés à mobiliser des processus cognitifs de haut niveau, favorisant ainsi un apprentissage en profondeur et une meilleure maîtrise des enjeux des sciences physiques.

1.8. DÉLIMITATION THÉORIQUE OU THÉMATIQUE ET DÉLIMITATION EMPIRIQUE DE L'ÉTUDE

Pour mener à bien notre étude, nous avons établi une délimitation de l'étude.

1.8.1. Délimitation thématique et théorique de l'étude

Sur le plan thématique, cette étude se concentre sur l'apprentissage du concept de la poussée d'Archimède en sciences physiques, chez les élèves du sous-cycle d'orientation 4e/3e au complexe scolaire Adventiste d'Odza. Ce phénomène physique, qui régit le comportement des corps immergés dans un fluide, est reconnu pour sa complexité et les nombreuses conceptions erronées que les élèves peuvent développer à son sujet. Plutôt que

de se limiter à une transmission linéaire des connaissances théoriques, l'étude adopte une approche centrée sur les processus d'apprentissage des élèves. Elle vise à identifier et à prendre en compte les conceptions initiales des apprenants, afin de développer des stratégies pédagogiques adaptées permettant une véritable compréhension du concept de la poussée d'Archimède. Sur le plan théorique, cette recherche s'inscrit dans le courant de la didactique des sciences, qui reconnaît l'importance de considérer les représentations mentales des élèves comme point de départ de l'apprentissage. Les travaux de Bachelard (1938), Piaget (1937) et Vygotsky (1934) sur le rôle des conceptions initiales dans la construction des savoirs scientifiques constituent les fondements théoriques de cette étude. Plus spécifiquement, l'approche adoptée s'appuie sur les principes de la théorie des changements conceptuels, développée notamment par Posner et al (1982). Selon cette théorie, l'apprentissage ne peut se résumer à un simple transfert d'informations, mais nécessite une remise en question et une transformation progressive des schémas mentaux préexistants chez les élèves.

Dans cette perspective, l'étude vise à identifier les conceptions initiales des apprenants sur la poussée d'Archimède, à les confronter aux savoirs scientifiques, et à mettre en œuvre des stratégies pédagogiques permettant aux élèves de construire de nouvelles représentations plus justes et plus cohérentes. Ces stratégies d'enseignement-apprentissage s'inscrivent dans une approche constructiviste, où l'élève est placé au cœur du processus d'apprentissage. Elles s'appuient sur des activités d'investigation, de résolution de problèmes et de mise en situation, favorisant ainsi l'engagement actif des élèves et le développement de compétences transversales essentielles. Par ailleurs, la délimitation théorique de cette étude prend également en compte les spécificités du contexte éducatif du complexe scolaire Adventiste d'Odza. Elle s'intéresse notamment aux enjeux et aux contraintes liés à cet environnement scolaire particulier, afin d'adapter au mieux les stratégies pédagogiques proposées.

Ainsi donc, notre étude pour être bien appréhendée et bien développée, va s'appuyer essentiellement sur deux théories. Il s'agit dans un premier temps de la théorie du modèle allostérique de Giordan (1990) qui est fondée sur les conceptions qu'un apprenant peut avoir sur un savoir pour enfin lui donner les outils pour apprendre. Dans un second temps, de la théorie métacognitive de Tardif (1992) qui permet à tout apprenant de se connaître, de connaître son fonctionnement mental, de se donner lui-même les moyens d'apprendre et de parvenir à l'apprentissage autonome.

1.8.2 Délimitation empirique de l'étude

1.8.2.1. Du point de vue spatial ou géographique

Cette étude traite de la prise en compte des conceptions et du développement des stratégies d'apprentissage chez les apprenants du sous-cycle d'orientation. Elle concerne les établissements scolaires du Cameroun en général et particulièrement ceux de la région du Centre. Il s'agit principalement des établissements scolaires de l'arrondissement de Yaoundé IV dans le département du Mfoundi en particulier le Complexe Scolaire Adventiste d'Odza. C'est un établissement confessionnel qui compte plus de 3500 élèves répartis dans trois sections à savoir, sections francophone générale, Sciences Technologiques du Tertiaire (STT) et anglophone avec à son actif plus de deux cent personnels permanents et vacataires. Le Complexe scolaire Adventiste d'Odza comporte à sa tête un principal et un administrateur financier ensuite viennent les six directeurs des études, les trois surveillants généraux soutenus par neuf surveillants généraux adjoints et près de deux cent enseignants permanents et vacataires.

Figure 1: Carte de localisation GOOGLE EARTH du Complexe Scolaire Adventiste d'Odza par Eddy NGONGANG



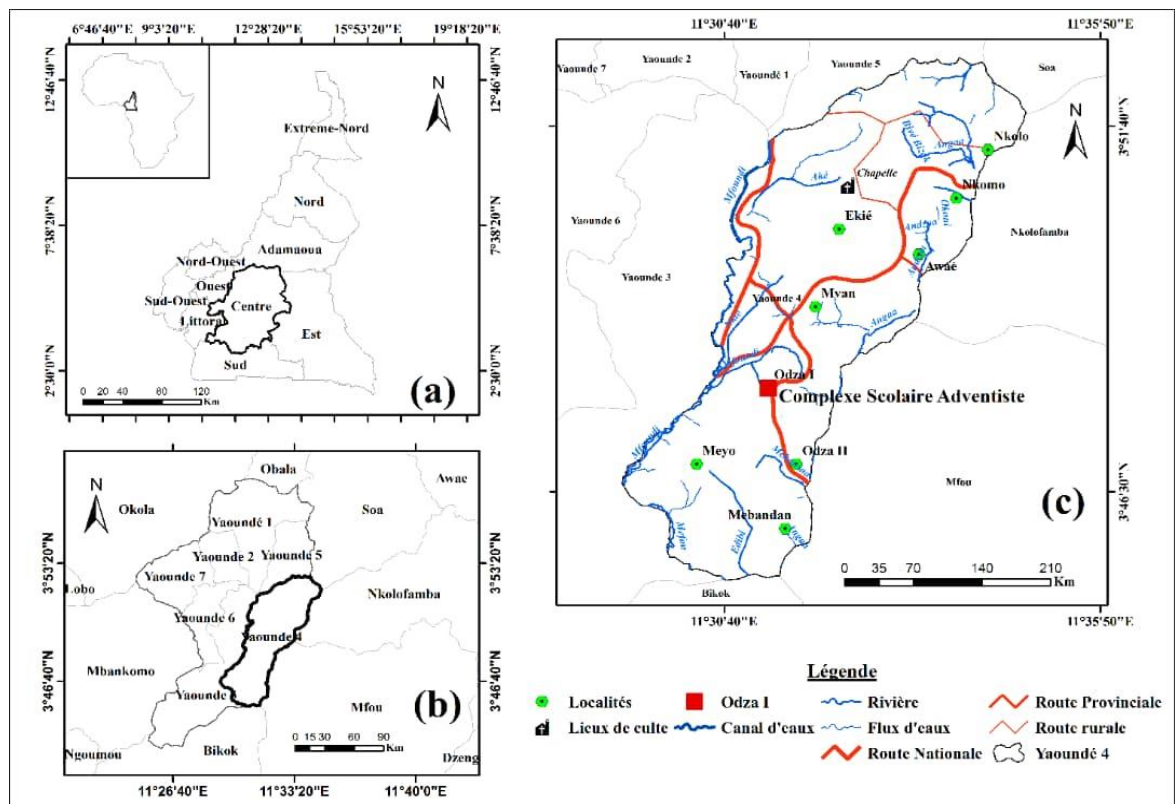
Source: GOOGLE EARTH, 2021

Figure 2: image in situ du Complexe scolaire Adventiste D'Odza



Source : NGONGANG Eddy, 2021

Figure 3 : Carte de localisation de l'établissement d'expérimentation réalisée par Eddy Ngongang



Source: Eddy Ngongang, 2023

(a) carte administrative du Cameroun représentant ses régions et plus précisément la région du Centre.

(b) carte administrative des départements du centre montrant spécifiquement le département du Mfoundi et ses départements voisins, ainsi que ses arrondissements et plus précisément l'arrondissement de Yaoundé 4.

(c) carte administrative représentant l'arrondissement de Yaoundé 4 et ses limites administratives ainsi que ses localités, son réseau routier, son réseau hydrographique, ses lieux de cultes et particulièrement le complexe scolaire adventiste d'Odza.

1.8.2.2. Du point de vue temporel

Cette étude est menée au cours de l'année académique 2023-2024 et les informations qu'elle contient en terme d'effectifs des élèves et de résultats scolaires découlent des enquêtes menées durant l'année scolaire 2021-2022 aux mois de mai et juin dans la région du centre, département du Mfoundi, arrondissement de Yaoundé IV.

En résumé, nous avons présenté le contexte général et la justification de notre sujet, le problème de recherche, l'objet de l'étude et les questions de recherche qui y sont liés, Puis nous avons ressorti les objectifs et la pertinence et l'originalité de notre étude ainsi que la délimitation thématique ou théorique et empirique.

CHAPITRE 2 : INSERTION THÉORIQUE DU SUJET

L'insertion théorique constitue une étape cruciale dans la construction de tout mémoire, car elle permet de situer la recherche dans le champ des connaissances existantes. Selon Bourdieu (1990), la théorie offre un cadre d'analyse qui aide à comprendre les phénomènes sociaux et éducatifs en les plaçant dans un contexte plus large. Cette section explore les concepts et notions clés de notre étude.

2.1. APPROCHE NOTIONNELLE

À l'école d'aujourd'hui et de demain, on veut former des citoyens capables de répondre aux différents enjeux qui affectent nos sociétés (Organisation de coopération et de développement économiques [OCDE], 2017). C'est pourquoi, en ce début de 21^e siècle, Gagnon Delphine (2020) souligne que l'enseignement s'est complexifié et qu'il n'est plus seulement une question de transmission de connaissances élémentaires. C'est dans le même ordre d'idées que Giordan (2000) a affirmé qu'enseigner ne veut pas dire apprendre. Ce qui signifie que l'enseignant peut enseigner sans que les élèves apprennent véritablement. A cet effet, il est donc à dire que la méthode de l'enseignant(e) serait très déterminante dans le processus de l'apprendre des sujets enseignés. Pour mieux comprendre de quoi il s'agit, l'approche des concepts tels que forces, stratégies d'apprentissage, apprentissage, mémoire et conceptions de l'apprenant dans ce chapitre va édifier à propos.

2.1.1. NOTION DE FORCES : ASPECTS HISTORIQUE ET ÉPISTÉMOLOGIQUE

2.1.1.1. Aspect historique

Le concept de force est ancien, mais il a mis longtemps à obtenir une nouvelle définition utilisable. En effet, à la différence de grandeurs physiques telles que la longueur ou la masse, qui sont représentées par des grandeurs scalaires, les forces peuvent être représentées par des vecteurs. Les représentations vectorielles des forces doivent être distinguées des forces proprement dites. Dans le contexte de la mécanique, la force est le principe physique ou métaphysique en vertu duquel un corps est capable d'effectuer des changements, en particulier des mouvements ou des modifications du mouvement. Dans la tradition romantique, la force est un principe qui régit tous les phénomènes en tant que manifestations de la vie. Le terme lui-même a changé de sens à plusieurs reprises dans l'histoire européenne, au début du XVII^e siècle d'abord avec Galilée puis Descartes, qui l'associent à la masse et à

la vitesse, à la fin du XVII^e siècle, ensuite, avec Newton, qui l'identifie à une action à distance, puis au milieu du XIX^e siècle avec Helmholtz, qui établit le principe de la conservation de l'énergie et fonde la cinétique moderne. Dans un registre plus proche du romantisme, des philosophes tels que Schelling ou Schopenhauer désignent par force (Kraft) ce qui constitue l'essence dynamique de la matière, et dont le principe se situe en dehors de la chaîne des causes et des effets.

Aujourd'hui, la notion de force en physique reste très utilisée, en particulier dans l'enseignement et dans l'ingénierie. Pourtant, alors que les moments, l'énergie et les quantités de mouvement ou impulsions sont des grandeurs dérivées de la physique, la force à l'exemple de la Poussée d'Archimède, peut être vue comme un artifice de modélisation, commode mais non indispensable. En mécanique analytique existent des formulations de la mécanique classique qui n'utilisent pas le concept de force. Ces formulations, apparues après la mécanique newtonienne, font cependant appel à des notions encore plus abstraites que le vecteur force, et on considère en conséquence qu'il vaut mieux les introduire seulement dans l'enseignement supérieur. Par ailleurs, les forces sont d'autre part souvent confondues avec le concept de contrainte, et notamment avec les tensions.

2.1.1.2. Aspect épistémologique

Certains philosophes et physiciens, dits opérationnalistes ou instrumentalistes au sujet des forces, nient qu'il existe des forces : selon eux, les vecteurs de forces utilisés en mécanique sont des outils utiles du physicien, mais ils ne décrivent rien dans la réalité. Un de leurs arguments est que les forces sont imperceptibles. Les réalistes au sujet des forces, à l'opposé, soutiennent que les vecteurs de forces réfèrent à des forces qui existent indépendamment de leur représentation. À l'objection selon laquelle les forces seraient imperceptibles, ils répondent souvent que la perception tactile ou le sens musculaire nous permettent d'expérimenter de telles entités physiques. Archimède (vers l'an 250 ap JC), lors de l'étude du problème du bras de levier, évoquait le poids des corps, sans expliquer plus explicitement ce qu'il entendait. Lors des études sur les poulies, la notion de force est utilisée confusément comme la tension dans les fils. Même le problème du plan incliné ou celui de la chute des corps sont résolus par Galilée sans faire appel explicitement à la notion de force. Parallèlement, la composition des forces apparaît implicitement dans les travaux de Simon Stevin (*De Beghinselen der Weeghconst*, 1586). Toutefois, la distinction entre la notion de force et de vitesse n'y est pas encore nette.

À la suite de Huygens (1629), Leibniz (1686) définit mathématiquement la force vive comme la masse multipliée par le carré de la vitesse, ainsi que l'action comme cette force ($m \cdot v^2$) multipliée par le temps, autrement dit la somme de toutes les forces vives d'un système pendant une durée, concept que répandront Wolff, Maupertuis et Lagrange. Isaac Newton quant à lui, définit force dans *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687) comme la force accélératrice, et cette force accélératrice est ce qu'on entend par force en physique de nos jours. Elle permet une présentation simple de la mécanique classique avec les lois du mouvement de Newton. Sauf que Newton ne considère pas ces « forces » d'un point de vue physique mais seulement mathématique.

Aristote pour rendre compte de toutes les forces qui s'exercent dans la nature, forge le terme d'*energeia* (« énergie »). Il fonde l'étude de la physique comme « science théorique » à partir de quelques principes et de quelques définitions fondamentales. La nature (*physis*), dont traite la « physique », se définit par le mouvement. Selon Aristote, l'action du moteur sur le mobile suppose leur contact. La persistance du mouvement des projectiles constitue alors un problème qui va se poser de façon plus vive à la fin du Moyen Âge dans la pensée scolastique.

La théorie scolastique de l'*impetus* (« impulsion ») tente de résoudre ce problème, tout en s'intégrant dans le paradigme aristotélicien. D'après cette théorie, lorsque le moteur entre en contact avec le mobile, il peut lui communiquer un *impetus*, qui est une sorte de force motrice capable de le mouvoir pendant un certain temps. Cependant, la première conception moderne du mouvement est due à Galilée qui conçoit le mouvement indépendamment de la force et fonde ainsi la mécanique moderne. Son *Dialogue sur les grands systèmes du monde*, publié en 1632, et ses *Discours sur deux sciences naturelles*, paru en 1638, contribuent de façon décisive à la constitution de la mécanique moderne en partant de l'idée que certains mouvements n'ont pas besoin de cause pour persévérer. Alors que pour Galilée, les corps ne tombent pas naturellement sous l'action d'une force extérieure, mais en vertu d'une tendance naturelle qu'ils ont tous en tant que corps lourds (« corps graves ») et qui les dirige vers le centre de la terre, Isaac Newton rompt avec la conception « *internaliste* » et téléologique du mouvement pour ne retenir que l'action qui s'exerce de l'extérieur, de façon purement mécanique.

Contrairement à Descartes qui réduit la force à la réalisation d'un mouvement, Newton place la force au fondement de sa physique. Par ailleurs, il privilégie un type de force qui semble à son époque particulièrement mystérieuse à savoir la gravitation. Pourtant, chez

Leibniz, la force ne fait pas l'objet du même type de définition que chez Newton. Il ne s'agit pas pour lui d'un phénomène physique s'exerçant sur des corps, ou d'une caractéristique de ces corps, mais bien d'une réalité métaphysique dont l'idée permet d'éclairer celle de « substance ». Pour Leibniz, la force est par essence active et ne peut être ramenée à un quelconque mouvement d'inertie. Il refuse l'idée newtonienne de force d'attraction, qu'il tient pour un « miracle perpétuel ». Sa conception est plus proche de celle d'Aristote et de la tradition scolastique que des modernes puisqu'il réhabilite la notion d'entéléchie (mouvement dirigé vers son état final) et de passage de la puissance à l'acte. En 1760, le physicien et mathématicien Leonhard Euler expose sa conception de la force physique. Il conçoit la force sur le modèle de la gravitation universelle de Newton et la relie directement aux dimensions physiques (taille, volume, densité) des objets qui la possède. La force est donc pour Euler une propriété des corps, un pouvoir qu'ils possèdent en raison même de leur qualité de corps. Elle est plus exactement une propriété de la matière, idée que partage également Denis Diderot en France.

Ce dernier étend même ce point de vue à la sensibilité, interprétée comme un développement de la force d'où son concept de « sensibilité universelle ». De son côté, Michael Forster voit dans la conception herderienne de la force, du philosophe allemand Gottfried Herder pour qui une force est comme une force naturelle, une façon de résoudre le problème de la relation corps-esprit. C'est d'abord dans une perspective kantienne que le philosophe Arthur Schopenhauer fait de la force, corrélée à la notion de « Volonté », la meilleure approximation que le sujet connaissant puisse atteindre de la « *chose en soi* ». En supposant que des forces primitives comme manifestations particulières d'une volonté universelle, la philosophie de Schopenhauer est venue surmonter les querelles du matérialisme et de l'idéalisme.

2.1.2. HISTORIQUE ET ÉPISTÉMOLOGIQUE DE LA NOTION DE POUSSÉE D'ARCHIMÈDE

Vers 250 av. J.-C. Archimède, mathématicien et physicien grec, fait la découverte du principe de la poussée exercée par un fluide sur un objet immergé, connu sous le nom de "principe d'Archimède". Tout part d'une observation empirique au cours de laquelle Archimède observe attentivement le comportement des objets immergés dans l'eau. Il l'aurait découvert en remarquant qu'un objet plongé dans l'eau semble perdre une partie de son poids. Ainsi Vers 212 av. J.-C. Archimède aurait crié "Eurêka !" qui signifie « J'ai trouvé

! », lors de cette découverte. Pendant l'expérimentation, Archimède a mené des expériences en plongeant différents objets dans l'eau, observant et mesurant les changements de poids. Et à partir de ces observations, il a formulé une loi générale décrivant le principe de la poussée exercée par un fluide sur un objet immergé. Ce qui conduit Archimède à formuler mathématiquement le principe, en établissant une relation entre le volume de l'objet, la densité du fluide et la force de poussée. Archimède (III^e siècle av. J.-C.) applique son principe pour résoudre des problèmes concrets, tels que la conception de navires et la vérification de la pureté de l'or.

Au I^{er} siècle ap. J.-C., Héron d'Alexandrie, mathématicien et ingénieur grec, donne une description et une explication au principe d'Archimède dans ses travaux. Cependant au XVII^e siècle, René Descartes et Blaise Pascal approfondissent la compréhension théorique du principe d'Archimède et mettent sur pieds des relations entre la pression hydrostatique et la poussée d'Archimède. Daniel Bernoulli et Leonhard Euler au XVIII^e siècle, quant à eux formalisent davantage le principe d'Archimède dans le cadre de la mécanique des fluides. À l'époque contemporaine c'est-à-dire à partir du XX^e siècle jusqu'à aujourd'hui, Le principe d'Archimède devient nécessaire pour de nombreuses applications dans des domaines tels que l'architecture navale, l'hydraulique, l'aéronautique, etc. Et continue d'être enseigné et appliqué dans de nombreux contextes scientifiques et techniques. Le principe d'Archimède ne se limite pas seulement à l'eau, mais s'applique à tout fluide, quelle que soit sa nature (liquide ou gazeuse). Cette universalité en fait un concept fondamental de la physique, qui permet de comprendre et de prédire le comportement des objets immergés dans n'importe quel fluide.

Donc, le principe d'Archimède, découvert il y a plus de 2 000 ans, a connu une évolution importante au fil du temps, avec des contributions significatives des scientifiques au cours des siècles pour en affiner la compréhension et les applications.

2.1.3. STRATEGIES D'APPRENTISSAGE

2.1.3.1. L'usage de la notion de stratégie

Bégin (2008) s'inspirant de Weinstein et Mayer (1986), soutient formellement que dans le contexte de l'apprentissage scolaire actuel, l'appellation stratégie d'apprentissage est utilisée comme terme générique pour désigner tous les comportements adoptés par l'apprenant en cours d'acquisition, et tout ce qui peut influencer la façon dont il apprend. En

plus, les analyses laissent voir que l'usage de l'expression *stratégie d'apprentissage* désigne, de manière indifférenciée, des groupes d'actions (Pressley, El-Dinary, Brown, Schuder, Bergman, York et Gaskins, 1995), des procédures, des techniques ou des comportements particuliers (Ruph et Hrimch, 2001), l'objectif visé par l'utilisation de la stratégie comme la catégorie *stratégie de répétition* (Boulet, Savoie-Zajc et Chevrier, 1996), le domaine auquel réfère la stratégie, comme les stratégies cognitives et affectives (Boulet et collab., 1996 ; Hrimch, 2000), le contexte d'apprentissage dans lequel la stratégie est utilisée, par exemple, la stratégie d'apprentissage collaborative selon Dansereau (1988) et la situation ou la tâche visée, comme les stratégies de résolution de problème de Montague (1992).

Par ailleurs, la notion de stratégie d'apprentissage provient des travaux et des recherches issus de l'approche cognitive en psychologie. Cependant, cette approche présente deux grands aspects. D'une part la cognition qui d'après Matlin (2001), réfère aux différentes activités mentales liées au traitement de l'information et d'autre part la métacognition qui selon Peters et Viola (2003), s'intéresse à la connaissance ou à la conscience que la personne possède de son propre fonctionnement. Peters et Viola (2003) poursuivent en disant que la métacognition trouve son existence dans le fait qu'il est important de regarder son propre fonctionnement cognitif afin de l'ajuster aux situations dont fait face l'apprenant. Tout ceci permet de mieux appréhender Lise (2004), lorsqu'elle relève que la métacognition se rapporte à la connaissance de soi comme apprenant et à la capacité de gérer ses processus mentaux, son activité intellectuelle. Lise (1996, 2004) la métacognition intègre trois composantes à savoir, premièrement la connaissance métacognitive qui fait référence à la connaissance des activités mentales, autrement dit la connaissance des processus cognitifs et des stratégies utilisées concernant directement l'activité mentale de l'apprenant en situation d'apprentissage, deuxièmement la gestion de ses processus mentaux qui réfère à la connaissance des procédures ou des stratégies particulières qui doivent être mise en en branle pour réaliser les tâches et des situations dans lesquelles l'activité cognitive de l'apprenant est fortement engagée.

Et troisièmement la prise de conscience des deux qui fait référence à la connaissance de soi en tant que personne apprenante et à la connaissance des activités mentales exploitées dans les situations d'apprentissage.

2.1.3.2. La classification des stratégies

Les nomenclatures de stratégies d'apprentissage qu'on retrouve dans les écrits de recherche sont nombreuses et présentent de grandes différences entre elles. Weinstein et Mayer (1986) proposent une classification dans laquelle les stratégies sont organisées autour des processus d'emménagement et de traitement de l'information et autour de niveaux d'apprentissage selon les tâches visées simples et/ou complexes. Les sous-stratégies sont plutôt bien détaillées pour leurs stratégies cognitives, mais elles le sont beaucoup moins pour les deux autres grands domaines de stratégies proposés, à savoir, les stratégies métacognitives encore appelées *comprehension monitoring strategies* et les stratégies affectives. McKeachie, Pintrich, Lin et Palmer (1987) proposent aussi une classification qui sépare les stratégies en fonction des tâches ou des situations impliquées, mais elle est peu précise et contient des stratégies qui se caractérisent par des niveaux de complexité très variables. D'ailleurs, certaines de ces stratégies s'apparentent plutôt à des tâches globales, telle que c'est le cas pour la prise de notes.

Quant à eux, Boulet et ses collaborateurs (1996) présentent une catégorisation des stratégies relativement élaborée. Ils les repartissent séparément selon les différents domaines cognitifs, métacognitifs, affectifs et de gestion des ressources, et font une subdivision de chaque catégorie en fonction du rôle des stratégies ou des objectifs visés par leur utilisation. En filigrane, la taxonomie proposée par Himech (2000) possède des caractéristiques comparables, bien que certaines des catégories adoptées et plusieurs stratégies proposées soient différentes. Toutefois, chaque composante de leurs taxonomies respectives est considérée comme une stratégie en soi. Il s'agit de lire, souligner, poser des questions, savoir utiliser adéquatement son matériel, etc. Ce qui implique que plusieurs stratégies nécessitent probablement d'autres stratégies pour être exécutées. Cette tendance à proposer des stratégies de complexité fort différente ou qui varient d'une taxonomie à l'autre rend équivoque l'identification des stratégies les plus pertinentes à enseigner. Dans le guide pédagogique (2015) encore appelé « livre au programme » qui accompagne les enseignants dans leur fonction régaliennne et mis en œuvre par le MINESEC pour les sciences physiques et technologiques (SPT) au sous-cycle d'orientation 4^e/3^e, il y a des stratégies qui réfèrent à des procédures ou à des étapes pour aborder des tâches de lecture, d'interprétation, de compréhension et de production.

C'est la raison pour laquelle, Peters et Viola (2003) proposent qu'il y ait des activités pour aider à l'enseignement de certaines stratégies en milieu scolaire. Par ailleurs il semblerait que certaines stratégies tiennent peu compte de la réalité des processus cognitifs. Par exemple, les stratégies pour maintenir la concentration sont habituellement classées

dans les stratégies affectives. Il est vrai que le domaine affectif influence l'apprentissage, mais le contrôle de la concentration ne peut se faire par un contrôle de l'affect. Au contraire, la concentration est un mécanisme mental qui relève du domaine métacognitif. Elle implique le contrôle de ses activités mentales, pour les orienter vers une tâche spécifique, dans le but, entre autres, de tenter d'isoler les processus cognitifs de l'impact d'un affect trop important (Bégin, 1992 ; Rapport, Gill et Schafer, 1973). Enfin, certaines stratégies se retrouvent parfois dans deux catégories différentes pour une même taxonomie. D'après Boulet et ses collaborateurs (1996), par exemple, les stratégies telles que se fixer des objectifs, établir des horaires de travail, établir des plans de travail sont classées dans les stratégies de gestion des ressources, alors qu'elles présentent des similitudes évidentes avec les stratégies telles que se fixer des buts, estimer le temps nécessaire et sa répartition, prévoir des étapes à suivre qui sont classées dans les stratégies métacognitives.

Cette répartition de stratégies comparables dans des catégories différentes ajoute à la difficulté de différencier les stratégies entre elles. Une telle singularité des stratégies proposées par chacun met en lumière la grande variabilité dans la façon de les identifier, de les considérer et signale l'absence d'un cadre de référence qui permettrait une meilleure harmonisation de leur usage. Il apparaît dès lors nécessaire de replacer la notion de stratégie d'apprentissage dans son contexte d'origine pour en resituer le rôle et déterminer ce qui la compose.

Au regard donc du large spectre du concept d'apprentissage, cette partie de l'étude permettra d'une part de définir ce qu'est apprendre et d'autre part de présenter les produits de l'apprentissage selon Bloom et Gagné.

2.1.3.1. Apprendre : qu'est-ce que c'est ?

À l'école, apprendre est la recherche de l'acquisition d'un savoir. Pourtant, elle semble perdre de la vue que le savoir doit être utile à l'apprenant dans la vie. Cependant, la vie demande une adaptation permanente, or s'adapter c'est « apprendre ». À cet effet, apprendre est synonyme de vie, d'analyse de celle-ci, de sa critique, de savoir l'analyser pour en tirer profit et réajuster les comportements. Par conséquent, l'apprendre est un enrichissement pour l'Homme et est également le moteur de l'évolution.

Comme la compréhension, l'apprentissage consiste en une interaction entre le monde et la théorie du monde qui existe dans les consciences. (Smith, 1979, pp. 122-123).

L'apprentissage correspond donc à la formation d'un comportement nouveau qui suppose un degré de maturité donné et une adaptation sensorielle, mais l'apprentissage permet de

dépasser ces données de l'hérédité ou des sens. Il y a apprentissage lorsqu'il y a modification systématique, c'est-à-dire dans une direction déterminée et permanente de la réaction d'un organisme à une situation donnée qui se répète. (Berbaum, 1971, p. 108).

Apprendre, c'est donc changer, c'est désirer, agir et acquérir, c'est devenir ce qu'on est. Apprendre (apprehendere), c'est également comprendre (comprehendere). C'est donc prendre avec, non pas fixer artificiellement de l'extérieur. C'est satisfaire un besoin, réduire un désir, répondre à une motivation. C'est saisir, assimiler, intégrer puis retenir, non pas automatiser d'abord à force de répétitions contraignantes et coercitives. C'est faire intervenir son intelligence et sa volonté, avant sa mémoire. (Mirza, 1976, p. 23). Philippe Perrenoud (2004) dit que les êtres humains ne peuvent survivre sans apprendre. Pourtant, rien n'est plus complexe, fragile, subjectif, imprévisible, incontrôlable que les processus d'apprentissage. Rien n'est moins aseptisé. L'apprentissage se trouve être une source d'identité, de bonheur, de maîtrise, d'estime de soi. Perrenoud (2004) décline plusieurs facettes de l'apprendre.

« *L'erreur, un outil pour enseigner* », écrit Jean-Pierre Astolfi (1993). Essayer, échouer, recommencer, analyser ses erreurs est sans doute la seule façon d'apprendre durablement. Même si les connaissances nouvelles n'écornent pas l'image de soi, ne détruisent aucune croyance, n'enlèvent aucune illusion, ne bousculent aucun tabou, nul ne peut apprendre sans se mettre en déséquilibre, volontairement ou non. Se mettre en déséquilibre, c'est assumer un état provisoire de mise en échec ou d'impuissance. On ne peut apprendre véritablement sans tenter de faire ce qu'on ne sait pas faire, puisqu'il s'agit d'apprendre en le faisant, non seulement dans le registre des actions concrètes mais aussi dans celui des opérations intellectuelles. L'expérience de l'apprenant est donc celle de ses propres limites. S'il apprend vite, s'il les repousse de façon visible, ses progrès seront gratifiants et soutiendront son effort. Lorsque ce n'est pas le cas, le risque d'échouer peut détourner de toute chance de réussir.

C'est en manipulant des objets, en éprouvant leur résistance, en confrontant ses idées à la réalité avec celles des autres à propos d'une situation vécue en commun que l'élève dépasse ses points de vue, évoque d'autres possibles ou envisage d'autres approches que la sienne. Ces pratiques passent nécessairement par la verbalisation ou l'expression écrite, une bonne maîtrise de celles-ci facilite l'apprendre. On peut rappeler ici le rôle important du langage dans le développement cognitif du jeune enfant. Perrenoud (2004) pense qu'à l'école, la parole, l'écriture, le dessin, le schéma sont les médiums entre deux ou plusieurs apprenants et les instruments de la prise de conscience. Et que dire à haute voix ses idées

permet de les voir autrement. Perrenoud (2004) va plus loin en disant que le fait pour l'apprenant d'écrire ses idées augmente sa cohérence et les schématiser augmente son organisation. L'expression oblige chacun à se décentrer de son point de vue personnel, à débattre et à argumenter avec les autres, à prendre en compte des avis contraires pour élaborer ensemble une autre explication. Discuter, s'opposer, chercher ensemble la proposition la plus approchée à un problème conduit à prendre du recul rapport à sa conception initiale. Cette pratique conduit à argumenter son opinion, à trouver des contre-arguments à celles des autres. La vision du monde de l'élève se trouve enrichi ou au contraire affaibli ; il s'agit alors d'en produire une vision autre. Tout ceci tire son essence du modèle socioconstructiviste de Vygotski (1934)

Cependant, la démarche générée incite à faire de nouvelles investigations, et de nouvelles observations. Ainsi donc, les nouvelles données recueillies peuvent fournir des éléments pour reformuler ses idées. Pour Perrenoud (2004), Ces dialogues permanents entre élèves, dans des groupes de travail, conduisent à l'abstraction, à la conceptualisation ou à la modélisation. Des symboles, des schémas, un vocabulaire adéquat, des concepts peuvent en rendre compte de l'apprendre de l'élève.

Pour apprendre, il faut pouvoir argumenter. Nous passons d'ailleurs une grande partie du temps à argumenter pour nous convaincre ou convaincre les autres. La présence de contre-argumentation, l'expression de certitude ou au contraire d'incertitude sont des éléments propres à transformer ses idées. Selon Perrenoud (2004), Argumenter, c'est défendre un point de vue et donc l'enrichir tant qu'il « tient la route » ou le laisser tomber quand sa position n'est plus recevable. C'est en même temps réfuter la thèse contraire. Il faut fournir des raisons à l'appui de la position défendue pour la justifier, ou alors laisser une certaine place aux éventuelles contre-propositions, ce que Perrenoud (2004) appelle négociation. Assurément, tout effort d'information et toute démarche d'investigation a pour but majeur d'affiner et/ou déplacer les conceptions de l'apprenant. Au départ, seul un argument, souvent une affirmation vient soutenir une proposition. Devant les objections immédiates des autres élèves, les individus prennent l'habitude d'avancer plusieurs arguments, voire il les interconnecte pour réaliser un étayage sans faille ou presque. Pour convaincre, l'élève peut s'appuyer sur des exemples, ou alors peut induire une idée générale à partir de quelques cas vécus afin de conclure à partir de cas particuliers.

Par contre, argumenter exige la construction de relations plus denses. Il s'agit d'après Perrenoud (2004), de mettre l'accent sur les causes, les conséquences, sans oublier les concessions et les restrictions. Parmi les pratiques de l'argumentation, une petite

démonstration est toujours préférable quand elle est possible. Il convient de prouver de manière concrète et irréfutable que ces arguments ne sont pas des paroles en l'air. Mais au-delà des arguments avancés, ce qui prédomine ce n'est pas la suite des arguments, c'est leur consistance et leur cohésion. Ils doivent cerner, enfermer la conception contraire pour lui faire lâcher prise. En situation d'interaction, quand celle-ci est possible, la mise en place d'une argumentation élaborée est facilitée par la présence même des arguments et des contre-arguments de l'autre.

Chacun peut prendre appui sur ce qui vient d'être dit pour compléter, nuancer, réfuter les arguments de l'autre. L'idée de négociation peut être surprenante et pourtant elle a une place considérable dans la démarche de l'apprendre. Les objections font partie intégrante du processus. Le fait que l'élève objecte prouve qu'il s'intéresse au contenu en jeu. Il est tout à fait normal que l'élève réagisse ainsi quand le savoir va à l'encontre de ce qu'il pense. Se sentant déstabilisé, il tend à résister. Une première réaction est simplement de lui demander pourquoi il dit cela. L'apprenant est obligé de se livrer. Il précise nécessairement sa pensée, les arguments qui lui tiennent à cœur sont avancés en premier. Le fait de l'exprimer peut suffire pour lui permettre de se rendre compte qu'elle est inconsistante.

Par ailleurs, selon Bruno Robbes (2019), l'apprendre est un processus par lequel une personne acquiert des connaissances, maîtrise des habiletés ou développe des attitudes. Jean-Pierre Astolfi (1992), pour permettre de bien comprendre, a distingué la connaissance du savoir. Dans la même logique, Sylvain Connac (2017) l'explique ainsi : « *La connaissance est subjective, elle est le fruit intériorisé et global de l'expérience individuelle tandis que le savoir est le résultat d'un processus d'objectivation des connaissances par un travail intellectuel autour d'un cadre théorique. Il prend la forme d'informations lorsqu'il est transmis* ».

Autrement dit la connaissance est donc ce qui constitue le bagage de l'apprenant et le savoir est le contenu à apprendre, dans la perspective où le savoir doit se transformer chez celui-ci en connaissances.

Lise (1991) souligne qu'apprendre est une phase qui peut suivre ou précéder un cours, et pendant laquelle l'apprenant doit donc mettre en branle certaines activités intellectuelles ou stratégies intellectuelles qui lui permettront de soit mémoriser une information, soit de pratiquer une procédure soit de développer des habiletés de résolution de problèmes. Selon Giordan (1998), « *apprendre* » peut-être considéré comme une suite d'actions que l'élève a intériorisées sachant qu'il puise sa dynamique dans des actions. Dès lors, les différents mouvements d'Education Nouvelle (1958) tels que ANEN, CEMEA, CRAP etc., pensent

que “*c’est en agissant que l’on apprend*” ; « *learning by doing* ». Pour les mouvements d’Education Nouvelle (1958), l’apprentissage doit être un facteur de progrès global de l’élève avant d’être une accumulation de connaissances. Et Célestin Freinet (1926) fera du “tâtonnement expérimental” un de ses trois principes de sa pédagogie.

Cependant, l’action se trouve limitée face aux contraintes plus ou moins rigides imposées par nombre d’apprentissages scolaires, les activités en classe permettent librement d’investiguer. L’élève y trouve un contact vivifié avec des objets, des phénomènes, des lieux, des êtres vivants ou des personnes. L’action favorise le questionnement, elle suscite la motivation. L’enfant peut y manifester son pouvoir ou y déployer sa créativité. Les difficultés rencontrées sont une incitation à chercher ; elles ne signifient jamais l’incapacité ou l’impuissance. Il y va sans dire que l’action est indubitablement un passage incontournable pour apprendre mais reste insuffisante. Elle n’a d’intérêt que par rapport à un projet de l’élève, car l’appropriation d’un savoir doit répondre à un besoin. De plus, l’action pour être formatrice doit s’accompagner d’un ensemble d’autres caractéristiques inhérentes à l’acte d’apprendre. L’action doit prendre appui sur des relations d’expression, d’écoute et d’échange. Celles-ci passent par des phases de confrontation, de mise en relation et de production de significations. Par ailleurs La difficulté principale que rencontre toujours l’apprenant est de se décentrer de sa propre action. Pour réussir une action, l’apprenant doit en comprendre les finalités. C’est alors que le monde extérieur n’enseigne pas directement à l’individu ce qu’il est censé apprendre. Par contre c’est l’individu qui doit créer du sens à partir de l’environnement. Giordan (1998) affirme également que « *Apprendre, c’est se confronter à la réalité. C’est en expérimentant un geste, c’est en testant une hypothèse, c’est en éprouvant une idée que l’on apprend* ».

Selon Skinner, l’apprendre se résume à un réflexe où l’élève est soumis à une sorte de conditionnement consistant à le stimuler et à le récompenser ou le punir en fonction de ses résultats dans la perspective de lui faire adopter le comportement attendu. Cette approche basée sur entraînement de l’apprenant, a bien fonctionné sur les apprentissages simples. Cependant, l’apprenant reste en marge et n’est pas toujours au centre de son apprentissage. La vision behavioriste en tant que théorie de l’apprentissage s’intéresse à l’étude des comportements observables et mesurables et considère l’esprit comme une « *boîte noire* » (Good et Brophy, 1990). Les fondements théoriques du behaviorisme remontent jusqu’à Aristote qui étudiait les associations entre des événements naturels comme l’éclair et la foudre. La conception behavioriste est également dérivée des travaux des philosophes empiristes britanniques et de la théorie darwinienne de l’évolution, qui met en relief la façon

dont les individus s'adaptent à leur environnement. Toutefois, le terme béhaviorisme est apparu au début du XXe siècle, introduit par le psychologue américain John Watson (1914). Celui-ci reprochait un manque de rigueur scientifique à la psychologie qui se voulait l'étude des états intérieurs ou des sentiments au moyen de méthodes subjectives d'introspection.

Watson (1914) insistait sur le fait que, n'étant pas observables, ces états ne pouvaient être étudiés. Il a été grandement influencé par les travaux du physiologiste russe Ivan Pavlov sur le conditionnement des animaux. Watson (1919) proposait de faire de la psychologie une discipline scientifique en préconisant le recours à de procédures expérimentales objectives en vue d'établir des résultats exploitables statistiquement. Cette conception l'entraîna à formuler la théorie psychologique du stimulus-réponse ou conditionnement classique. Comme Pavlov (1903), il a d'abord travaillé avec des animaux, mais plus tard s'est intéressé au comportement humain. Il croit que les humains naissent avec des réflexes ainsi qu'avec les réactions émotionnelles de l'amour et de la rage. Pour lui tout autre comportement est le résultat des associations stimulus-réponse créées par le conditionnement. Pourtant il apparaît 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. Cette relation ternaire est souvent qualifiée de triangulaire.

Apprendre, selon le prisme épistémologique, met en exergue deux paradigmes notamment ontologique et constructiviste. Parlant du point de vue « ontologique », il s'agit de l'action que l'objet de la connaissance a sur le sujet connaissant, se référant ainsi au savoir. Alors que le paradigme « constructiviste » se réfère à l'élève ou au sujet connaissant, agissant sur l'objet de la connaissance. Selon Bachelard (1928), le problème de l'objet de la connaissance réside dans l'acte même d'apprendre ou de connaître. Ainsi apprendre consiste à détruire ce qui dans l'esprit fait obstacle à la spiritualisation autrement dit ce qui fait obstacle à l'assise de nouvelles connaissances dans l'esprit mental. C'est fort de cela que Bachelard (1928) dit : « Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés ». Selon Novak (1984), il existe un écart entre la pensée de l'élève et la pensée scientifique. Cette mouvance "épistémologique", en cours de développement, repose sur l'idée qu'une meilleure connaissance des structures du savoir ou des méthodes propres à les produire facilite l'acte d'enseignement. Le point de départ est toujours la construction du savoir sur un plan épistémologique ou historique.

Les écrits de Kuhn (1970) et surtout Popper (1961) dans les pays anglo-saxons, Bachelard (1934, 1938) dans les pays francophones sont mis principalement à contribution (idées de changement de paradigme, de réfutabilité ou d'obstacle épistémologique). Il en résulte des pratiques éducatives très diverses. Par exemple, pour les tenants de Bachelard, l'enseignant essaie en s'appuyant sur l'histoire des sciences de repérer les obstacles et d'en expliciter la nature (Canguilhem 1974, Rumelhard 1986). Pour chacun d'eux, il prévoit ensuite des situations pédagogiques propres à les dépasser ou à les éviter. Différentes variantes existent cependant dans leur traitement. Le plus souvent, l'enseignant essaie de faire exprimer les représentations des élèves puis l'enseignant explique en tenant compte des obstacles potentiels (Bednarz 1989). Aujourd'hui cette tendance devient également systémique. Se basant sur les idées de Von Bertalanffy (1967) ou Morin (1977), le savoir se conçoit en termes de système. Sur le plan de l'éducation, De Rosnay (1975), Pocztar (1989) et Dick et Carey (1990) pensent tout de même.

Du point de vue strictement psychanalytique, l'éducation consiste essentiellement, à donner à l'enfant les moyens de se défendre contre les exigences pulsionnelles issues du ça autrement dit des envies, des désirs ou des plaisirs et qu'il ne peut pas encore maîtriser lui-même, dans la situation de pré maturation affective et de détresse dans laquelle il se trouve. Il est donc nécessaire que l'enfant intériorise l'interdit proféré par les parents, et se constitue ainsi un surmoi ou encore une sorte de conscience morale, destiné à s'imposer aux pulsions archaïques des processus primaires. C'est justement dans le même ordre d'idées que Freud (1933), dans les Nouvelles conférences écrit que:

L'enfant doit apprendre à dominer ses pulsions et à s'adapter au milieu social. L'enfant ne parvient pas de lui-même à se modifier ainsi ; il faut que l'éducation pour une grande part l'y contraigne. Rien d'étonnant à ce que souvent cette tâche ne soit qu'incomplètement réalisée. L'enfant doit donc être éduqué, quoi qu'il arrive, et toute éducation digne de ce nom implique un minimum de contrainte imposée aux exigences sans limites de l'inconscient. Toute éducation doit contraindre, même s'il n'est pas sûr, que, pour autant, l'éducation sera réussie. (Freud, Nouvelles conférences sur la psychanalyse, 1933, op. cit., p. 194)

Comme le souligne le philosophe J.F. Lyotard (1988), qui pense que « *toute éducation est inhumaine puisqu'elle ne va pas sans contrainte et terreur, j'entends la moins contrôlée, la moins pédagogique, celle que Freud nomme castration et qui lui fait dire, à propos de la bonne manière d'élever les enfants, que, de toute façon, ce sera mal (proche en cela de la*

*mélancolie kantienne). Et inversement, tout ce qui, dans l'institué peut, à l'occasion, percer de détresse et d'indétermination est si menaçant que l'esprit raisonnable ne peut manquer d'y redouter, à juste titre, une puissance inhumaine de dérèglement. » (J.F. Lyotard, L'inhumain, op. cit., p. 12-13.). La psychanalyse nous permet plutôt d'en éclairer les conditions. Cependant, d'où vient la difficulté presque insurmontable de la tâche éducative ? C. Castoriadis (1990) répond à cette interrogation en disant « *qu'il semble nous pourrions évoquer une raison assez forte, rendant au moins la psychanalyse et la pédagogie presque impossibles : c'est que les deux visent à changer les êtres humains.* » (C. Castoriadis, Le monde morcelé, Paris, Seuil, 1990, p. 142.)*

Pourtant toute la question est alors de savoir en quel sens il convient de changer les sujets apprenants. La réponse de Freud (1933) n'est pas absolument déterminée. Contrairement à ce qu'une formule souvent citée pourrait laisser penser, il ne saurait s'agir de substituer purement et simplement aussi bien que cela aurait un sens, le conscient à l'inconscient. Par ailleurs, l'objectif de l'analyse n'est pas en effet d'éliminer une instance psychique au profit d'une autre, mais bien plutôt de modifier le « Je », ou le conscient, dans le sens où il devienne d'après (Castoriadis, 1990), capable de recevoir et d'admettre les contenus de l'inconscient, en les réfléchissant et en devenant capable de choisir lucidement les impulsions et les idées qu'il tentera de mettre en place. En d'autres termes, le « Je » a à devenir une subjectivité réfléchissante, capable de délibération et de volonté. Un tel objectif, estime C. Castoriadis (1990), serait :

à la fois inaccessible, puisqu'il ne peut pas exister d'être humain dont l'inconscient a été conquis par le conscient, dont les pulsions sont soumises à un contrôle complet par les considérations rationnelles, qui a cessé de fantasmer et de rêver et monstrueux, puisque si nous atteignons cet état, nous aurions tué ce qui fait de nous des êtres humains, qui n'est pas la rationalité mais le surgissement continu, incontrôlé et incontrôlable de notre imagination radicale créatrice dans et par le flux des représentations, des affects et des désirs. Au contraire, une des fins de l'analyse est de libérer ce flux du refoulement auquel il est soumis par un Je qui n'est d'habitude qu'une construction rigide et essentiellement sociale.

Il s'agit moins de condamner dogmatiquement le désir plutôt que de tenter de l'éduquer. C'est d'ailleurs pourquoi la psychanalyse et l'éducation ont partie liée relève Castoriadis (1990). La pulsionnalité fondamentale de l'être humain apprenant de Freud (1933), n'est pas une raison de désespérer de l'homme, car ce serait oublier que l'homme travaille, invente,

rêve, construit, crée grâce à ses contenus inconscients. Un homme dont l'inconscient aurait été totalement asséché ne serait plus un homme, dans la stricte mesure où ses capacités de création, et d'autocréation, d'auto-engendrement, bref, d'autonomie (lato sensu), seraient totalement détruites. Le nécessaire apprentissage, auquel l'apprenant doit être soumis, et qui consiste à lui apprendre à dominer ses pulsions, constitue une part essentielle de l'éducation. Mais par contre, les conditions d'intériorisation de l'interdit parental sont multiples et difficilement maîtrisables. D'où vient alors toute la difficulté de la tâche parlant ainsi du processus éducatif idoine. Freud (1933) est en tout cas formel sur le point selon lequel l'enfant doit apprendre à maîtriser l'exigence pulsionnelle qui l'habite, et, pour ce faire, l'intervention des éducateurs est indispensable.

Considérons de prime abord que le but principal de toute éducation est d'apprendre à l'enfant à maîtriser ses pulsions : impossible en effet de lui laisser une liberté totale, de l'autoriser à obéir sans contrainte à toutes ses impulsions. L'éducation doit donc inhiber, interdire, réprimer et c'est ce à quoi elle s'est de tout temps amplement appliquée. Castoriadis (1990) énonce sans ambiguïté que la tâche éducative comporte une dimension irréductible de domestication des pulsions, et rien ne serait plus préjudiciable à l'élève, voire à la société, que faire preuve d'un laxisme total dans l'éducation des enfants. Freud (1933) quant à lui était conscient des dégâts induits par une éducation excessivement sévère, aussi bien que par une éducation laxiste, où l'enfant est laissé à lui-même, et ainsi confronté, sans défense, à ses propres démons intérieurs. Les défenses qui n'auront pas été intériorisées au moment opportun chez l'enfant, lui feront alors cruellement défaut puisqu'il sera exposé à un « inconscient à ciel ouvert » et s'exposera à la psychose. C'est bien pour cela que Castoriadis (1990) suggère qu'à un tel risque, où il y va de l'humanité même de l'homme, seule une éducation bien pensée, à l'écoute de la psychanalyse, peut faire pièce. A cet effet, il ne faut pas permettre à l'adolescent de s'abandonner à son bon plaisir ; il doit obéir, pour apprendre à commander.

Par nature, l'enfant apprenant n'est ni bon ni mauvais, étant donné qu'il n'a de connaissance ni du Bien ni du Mal. Une telle innocence ignorante est sans valeur et de courte durée, souligne Freud (1936). Bientôt, se manifestent dans l'enfant le caprice et le Mal. Mais la privation et la discipline apportent un support au Moi dans son effort pour acquérir le contrôle des pulsions du Ça et pourraient amener l'enfant à apprendre. Il est donc nécessaire que les enseignants coopèrent avec le « moi » de leurs élèves.

Sur le plan cognitif, la psychologie cognitive attribue une importance primordiale au fonctionnement de la mémoire d'apprentissage. Autrement dit, les modèles cognitifs

réfèrent à des systèmes qui intègrent différentes étapes pour le traitement de l'information et pour l'utilisation et la production des connaissances en mémoire. Selon Tardif (1997) en psychologie cognitive, l'apprentissage est l'établissement de liens entre les nouvelles informations et les connaissances antérieures. Il entend par là que l'apprentissage est un processus cumulatif. Il en est ainsi du fait que les nouvelles connaissances s'associent aux connaissances antérieures soit pour les confirmer, soit pour y ajouter des informations, soit pour les nier. Dans ce dernier exceptionnel, les nouvelles connaissances ne pourront pas remplacer si facilement les connaissances antérieures, il faudra une longue négociation. Par ailleurs, Tardif (1997) soutient que l'apprentissage est un processus actif et constructif. Il va sans dire que la personne qui apprend ne reste pas passive devant les informations extérieures qui lui sont présentées mais plutôt élabore une sélection. C'est donc ce processus de sélection qui induit la création des règles qui permettent d'interagir de façon significative avec les informations reçues.

En outre, Tardif (1997) approuve que l'apprentissage signifiant est indubitablement lié à la représentation et à l'organisation des connaissances en mémoire. La mémoire étant une composante très importante de la psychologie cognitive, il est avère que plus les connaissances sont organisées chez un individu, plus il a de possibilités de pouvoir y associer de nouvelles informations d'une façon significative et de pouvoir les réutiliser de manière fonctionnelle et opératoire. Ce qui confirme les idées de Legendre (1993) lorsqu'il déclare que :

La définition de l'apprendre se compose de deux éléments spécifiques. Le premier réfère à l'apprentissage comme acte de perception. En ce sens, c'est par l'acte de perception que tout objet est saisi par le sujet apprenant. À cela, s'ajoutent les caractéristiques d'interaction et d'intégration de l'objet par le sujet, c'est-à-dire que l'apprentissage en tant qu'acte est ce qui permet non seulement à l'individu de percevoir l'objet, mais il est ce qui permet à l'individu d'interagir avec l'objet et de l'intégrer.

De plus, Legendre (1993) précise que l'objet représente les connaissances, les habiletés, les aptitudes et les valeurs qui sont récupérées par l'acte de perception et organisées ensuite dans la structure cognitive de l'élève. Le deuxième élément qu'on retrouve dans cette définition est celui du processus. Dans ce contexte, le processus est défini comme ce qui fait évoluer le sujet apprenant en lui permettant de modifier la synthèse de ses savoirs, de ses habiletés, de ses attitudes et de ses valeurs. À ce titre, Carbonneau et Legendre (2002) s'inscrivent en droite ligne pour dire que l'apprentissage est conçu comme un changement

ou une transformation du contenu ou de la structure interne de la mémoire à partir du traitement de l'information ou du travail sur les connaissances elles-mêmes. Pour ce qui est de la définition de Vienneau (2011), l'apprentissage est un processus interne qui interagit avec l'objet et qui cumule, ajoute quelque chose à quelque chose d'autre, pour construire activement des savoirs chez l'apprenant. Par ailleurs, ce processus fait appel à toutes les dimensions de l'apprenant, telles que les dimensions sociales, affectives et cognitives (Vienneau, 2011, p. 10 et p.33).

Au regard de tout ce qui a été dit, il convient de dire « qu'apprendre » est une alchimie complexe.

2.1.3.2. Produits de l'apprentissage

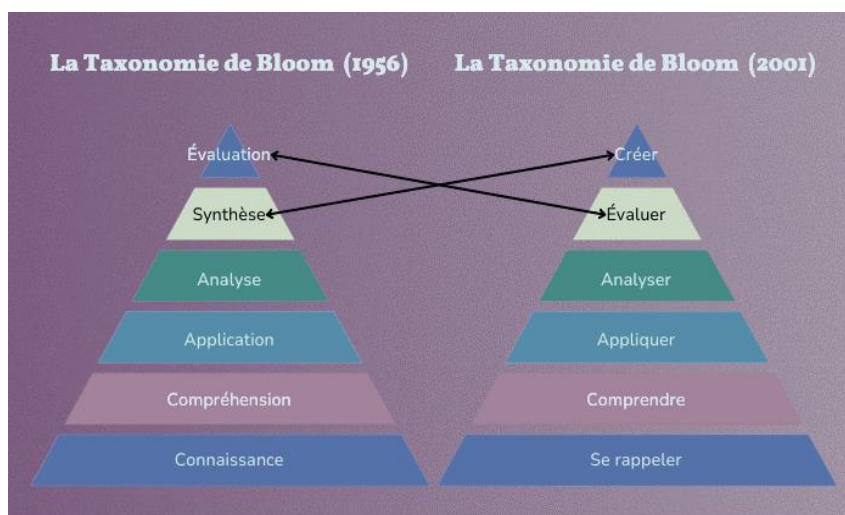
Dans cette séquence, nous allons aborder les produits de l'apprentissage selon Benjamin Samuel Bloom et selon Robert M. Gagné, tous des psychologues de l'apprentissage. Les produits d'apprentissage de Bloom (1956), également connus sous le nom de taxonomie de Bloom, sont une classification de six objectifs d'apprentissage développée par Bloom et al (1956). La taxonomie de Bloom (1956) est largement utilisée dans le domaine de l'éducation pour structurer les objectifs pédagogiques et les niveaux de complexité des compétences cognitives. Voici les différents produits d'apprentissage de Bloom (1956), classés du plus simple au plus complexe :

- **connaissance** : Il s'agit du niveau le plus bas de la taxonomie de Bloom, où l'apprenant est capable de se souvenir et de rappeler des informations de base. Les produits d'apprentissage à ce niveau incluent la mémorisation de faits, la récitation de concepts clés, l'identification de termes, etc.
- **compréhension** : À ce niveau, l'apprenant démontre sa compréhension des informations en les expliquant, en les résumant ou en les interprétant. Les produits d'apprentissage peuvent inclure la reformulation d'idées, la description de concepts, l'interprétation de graphiques, etc.
- **application** : À ce stade, l'apprenant est capable d'utiliser les connaissances acquises pour résoudre des problèmes ou appliquer des concepts dans des situations concrètes. Les produits d'apprentissage peuvent inclure la résolution de problèmes, l'utilisation de méthodes ou de techniques, la démonstration de compétences pratiques, etc.

- **Analyse** : Ce niveau implique la capacité de décomposer les informations en parties distinctes, d'identifier les relations entre ces parties et de reconnaître les schémas ou les structures. Les produits d'apprentissage peuvent inclure l'analyse de données, la décomposition de concepts complexes, l'identification des causes et des effets, etc.
- **Synthèse** : À ce stade, l'apprenant est capable de synthétiser les informations en combinant des éléments pour former un tout cohérent, de formuler des jugements et de générer des idées nouvelles. Les produits d'apprentissage peuvent inclure la création de modèles, la formulation d'arguments, la conception de projets, etc.
- **Évaluation** : Il s'agit du niveau le plus élevé de la taxonomie de Bloom, où l'apprenant est capable de produire de nouvelles idées, de générer des solutions originales et d'élaborer des produits innovants. Les produits d'apprentissage peuvent inclure la création d'œuvres artistiques, la rédaction de thèses, la conception de prototypes, etc.

Il est important de noter que les niveaux de la taxonomie selon Bloom (1956) ne sont pas linéaires et qu'ils peuvent être utilisés de manière séquentielle ou non, en fonction des objectifs d'apprentissage et des compétences visées. Anderson (2001) révisé la taxonomie de Bloom. Selon Anderson (2001), cette nouvelle approche serait plus utile aux éducateurs et répondrait plus efficacement à la modernisation des écoles et à des modes d'apprentissages. Dans cette nouvelle version de Anderson (2001) de la taxonomie de Bloom, selon l'illustration de la figure 2 ci-dessous, trois catégories ont été renommées. Ainsi, « connaissance » est devenu se « rappeler », « compréhension » est changé en « comprendre » et « synthèse » est remplacé par « créer ». Pour Anderson (2001), le sommet de la hiérarchie doit plutôt être la « création » et non « l'évaluation », car la capacité des apprenants à appliquer leurs connaissances réside dans leur manière créative. C'est la raison pour laquelle les catégories ont été changées en verbes pour refléter les actions. C'est alors que la taxonomie de Bloom révisée (Anderson, 2001) organise les compétences de la plus basique à la plus complexe et les divise en deux dimensions à savoir la connaissance et les processus cognitifs. D'après Anderson (2001), cette nouvelle approche de la taxonomie de Bloom facilite la création d'objectifs pédagogiques plus précis et axée sur la performance.

Figure 4: La taxonomie de Bloom révisée par Anderson (2001)



Source : <https://www.beedeez.com/fr/blog/quest-ce-que-la-taxonomie-de-bloom>

La taxonomie de Bloom est selon Anderson (2001), un outil essentiel pour la conception de formation, offrant une structure solide pour la formation et l'évaluation. Anderson (2001) déclare que « *taxonomie de Bloom permet aux éducateurs de classer l'apprentissage de manière à aider les apprenants à développer leurs aptitudes et à progresser de manière structurée. Elle favorise également la réflexion des étudiants sur leur progression académique* ». Anderson (2001) pense que l'impact de la taxonomie de bloom s'observe à trois niveaux de la chaîne éducative et soutient :

- pour les étudiants, elle renforce la puissance cérébrale, promeut la pensée de haut niveau, et développe des qualifications recherchées par les employeurs.
- pour les enseignants, elle aide à déterminer le niveau intellectuel auquel chaque étudiant peut travailler et facilite la conception d'évaluations en alignant les objectifs d'apprentissage du cours avec le niveau de maîtrise souhaité.
- pour les établissements, elle contribue à l'obtention de meilleurs résultats et à la création de programmes d'études répondant aux besoins de l'industrie.

Pour Gagné (1976), l'apprentissage est un processus comparable à d'autres processus organiques humains tels que la digestion et la respiration. Aussi, Gagné (1976) définit l'apprentissage comme étant un processus exclusif à certains organismes vivants, comme plusieurs animaux, incluant l'être humain, exception faite des plantes. C'est un processus qui permet à ces organismes de modifier leur comportement de façon assez rapide et plus ou moins permanente, de telle sorte que la même modification ne doive pas se produire chaque fois que se présente une nouvelle situation. Et Gagné (1976) ajoute : « Un

observateur peut reconnaître qu'un apprentissage a eu lieu lorsqu'il note un changement de comportement et la persistance de ce changement ». Il semble donc que l'apprentissage puisse être un processus interne qui se produit lorsqu'un organisme interagit ou entre en interaction avec son environnement, il en résulte alors un changement plus ou moins permanent, un état plus ou moins persistant dans le comportement de cet individu. Ainsi, la compréhension de Gagné (1976) à propos de l'apprentissage embrasse les quatre éléments suivants.

1) L'apprentissage comme processus, c'est-à-dire comme un passage d'un état initial à un état final, d'une étape ou d'une progression séquentielle à la suivante ;

2) L'apprentissage comme interaction d'un ensemble de facteurs, c'est-à-dire que l'apprentissage est perçu comme étant fonction de conditions internes et externes au sujet. Par exemple, les préalables, la motivation, la relation pédagogique et l'environnement ;

3) L'apprentissage comme résultat, autrement dit, un acquis résultant d'expériences diverses, lequel acquis est susceptible d'être apprécié et mesuré ;

4) L'apprentissage en termes de modification systématique du comportement, c'est-à-dire une modification qui se fait dans une direction déterminée, qui est relativement durable et qui présente un caractère adaptatif.

Tous ces quatre éléments d'appui de Gagné (1976) pour agrémenter l'intelligibilité du concept d'apprentissage prouvent le caractère pluriel et profond qu'il possède.

En se penchant sur les différents produits de l'apprentissage identifiés dans la théorie Gagné (1976), l'apprentissage établit des états persistants chez l'apprenant qu'il appelle des capacités. Parler de capacité, c'est se référer à ce qui est emmagasiné en mémoire chez l'apprenant et qui rend possible la démonstration de ses comportements. Pour Gagné (1976) les sortes de capacités ou résultats de l'apprentissage sont, pour ainsi dire, des catégories qui transcendent les différents secteurs de la connaissance. C'est alors à cet effet que Gagné (1976) en distingue cinq à l'instar de l'information verbale, des habilités intellectuelles, des stratégies cognitives, des habilités motrices et des attitudes.

- *Information verbale (savoir que)* : Il s'agit de la capacité signifiant que l'individu peut se représenter la réalité et/ou communiquer ses représentations de cette dernière. Par exemples : nommer les mois de l'année, nommer les pièces de la découpe d'un bœuf à partir d'illustrations de ces pièces.
- *Habilités intellectuelles (comment savoir)* : Il est question ici des capacités rendant l'apprenant apte à réaliser certaines opérations au moyen de représentations symboliques

de son environnement. Par exemple élaborer, tracer les plans d'une maison. Ces habilités sont au nombre de cinq à savoir, la discrimination, les concepts concrets, les concepts définis, les règles ou liens entre les concepts, les règles d'ordre supérieur ou association de règles.

- *Stratégies cognitives* : Il s'agit pour Gagné (1976), des capacités structurées permettant à l'apprenant l'acquisition des autres types de capacités et leur gestion. Par exemple, dans la résolution d'un problème, la stratégie consistera à combiner des concepts concrets et des règles ou principes.
- *Habiletés motrices* : Cela concerne par ailleurs, d'après Gagné (1976), les capacités qui engendrent des activités physiques. Toutefois, elles comportent les deux volets (intellectuel et moteur). Par exemple, apprendre à lancer au base-ball.
- *Attitudes* : Il s'agit des capacités se traduisant par des états internes appris qui affectent le choix d'une action personnelle vis-à-vis de certaines catégories de choses, de personnes ou d'événements. Par exemple, préférer la musique aux sports ou une chose à telle autre.

Avant de présenter, avec exemple à l'appui, les huit types d'apprentissage tels que perçus par Gagné (1976), il importe de signaler que les phases et les processus d'apprentissage se retrouvent de façon plus ou moins explicite dans chacun de ces types. La présentation de ces types fait ressortir le caractère cumulatif et hiérarchique de l'apprentissage tel que préconisé par Gagné (1976). En ce sens, il faut d'abord gravir un à un les échelons du bas avant d'être en mesure d'atteindre progressivement ceux du haut, au mieux, passer d'un degré inférieur à un degré supérieur ou alors passer du plus simple au plus complexe. Gagné (1976) souligne que l'apprenant cumule des habilités qui s'offrent en éléments préalables à l'acquisition d'autres habilités qui se situent évidemment à un niveau supérieur, d'où l'émanation du caractère hiérarchique. Ainsi, tout nouvel apprentissage repose sur un édifice de capacités antérieures les unes aux autres. Par exemple, lorsqu'un individu a appris une règle particulière, il a ainsi acquis une capacité nouvelle, susceptible de lui faciliter l'apprentissage de plusieurs autres règles de même niveau ou de niveau supérieur. Pour bien s'expliquer, Gagné (1976) décrit huit types d'apprentissage.

🚦 Apprendre à réagir à des signaux

C'est un apprentissage qui correspond au conditionnement pavlovien basé sur des réactions involontaires. Exemple : le réflexe rotulien ;

🚦 Apprentissage de connexion stimulus-réponse

C'est le conditionnement de Skinner où la réponse est volontaire, sélective, spécifique à un stimulus donné. Exemple : au début de l'apprentissage de la langue anglaise, le stimulus « chat » provoquera la réponse « cat » ;

✚ Formation de chaînes motrices

C'est l'apprentissage de séquences comportementales excluant le verbal. Exemple : mouvements à faire pour nouer les lacets d'une chaussure ;

✚ Formation de chaînes verbales

Ce qui consiste en un enchaînement où les réponses sont verbales. Exemple: épeler un mot;

✚ Apprentissage d'une discrimination multiple

Cet apprentissage repose sur les types précédents sauf apprendre à réagir à des signaux, et stipule que le sujet est en état de fournir des réponses différentes à des stimuli voisins. Exemple : face à trois triangles distincts, repérer le triangle isocèle, le triangle isocèle-rectangle et le triangle équilatéral ;

✚ Apprentissage d'un concept

Ce type d'apprentissage permet de classer des situations-stimuli en termes de caractères abstraits, telle la liberté. Il réside dans une réponse à de nouveaux stimuli en respectant leurs attributs communs avec les stimuli antérieurs. Par exemple, reconnaître parmi les forces celles qui sont de contact et celles qui ne le sont pas ;

✚ Apprentissage de règles ou principes

C'est un apprentissage qui repose sur la connaissance de concepts, une règle étant un lien entre deux ou plusieurs concepts conformément à certains critères logiques. Par exemple les objets ronds roulent;

✚ Résolution de problèmes

C'est le type d'apprentissage qui consiste en l'association à un niveau supérieur de deux ou plusieurs principes de niveau inférieur déjà appris, en vue de l'atteinte d'un objectif préalablement défini. Ce type d'apprentissage correspond à la capacité « stratégie cognitive ». Exemple : la traduction d'un texte américain en langue française.

2.1.4. APPRENTISSAGE ET MÉMOIRE

Dans cette section, nous présentons les modèles de mémoire, les types de connaissances et leur place dans l'apprentissage.

2.1.4.1. Modèles de mémoire

La maîtrise des apprentissages scolaires par un apprenant passe par la mise en place conjointe d'un grand nombre d'habiletés, reposant sur des processus mentaux forts distincts bien que complémentaires les uns des autres. Les recherches sur le cerveau suggèrent que

ce n'est pas seulement le mode de l'information, le type de stimuli verbal et/ou non-verbal, les contenus, qui caractérisent son sens mais plutôt le type d'organisation ou de transformation qu'on opère sur elle. « Ce qui apparaît comme bien plus important que la nature du stimulus est comment le sujet traite le stimulus. » Le traitement et/ou le maintien d'une information en vue de la transformer en notion apprise par un sujet apprenant relève de la mémoire. A cet effet, les modèles de mémoire séquentiel et Baddley et Hitch permettent de mieux contenir en soi le processus mental de l'apprentissage.

2.1.4.1.1. Modèle séquentiel ou sériel

Ce modèle de mémoire est développé par Atkinson et Shiffrin (1968). Selon Atkinson et Shiffrin (1968), l'information est traitée en parallèle et très brièvement dans des systèmes sensoriels spécifiques pour chaque modalité perspective, ensuite envoyée dans un système de stockage à court terme (MCT) aux capacités de stockage limitées correspondant à l'empan mnésique d'un apprenant avoisinant sept éléments. Atkinson et Shiffrin (1968) attestent que ce système communique avec un système de mémoire à long terme (MLT) qui, quant à lui, est supposé assurer certaines fonctions de contrôle. Raison pour laquelle Case (1985) affirme que le MLT intervient non seulement dans la réalisation d'opérations cognitives de transformation mais aussi dans le choix d'une stratégie de récupération de l'information traitée. Par ailleurs, Atkinson et Shiffrin (1968) soutiennent le fait que dans ce modèle séquentiel, l'information transite par le système à court terme pour atteindre au bout du compte le système à long terme. Atkinson et Shiffrin (1968) soulignent en outre que « plus longtemps une information reste dans le système à court terme, plus il est probable qu'elle acquiert un statut plus durable dans le système à long terme.

Le maintien de l'information en MCT est assuré et facilité par le processus de récupération articulatoire, consistant à se répéter mentalement l'information stockée sous forme verbale. » Ainsi, ce modèle séquentiel de Atkinson et Shiffrin (1968), est intéressant parce qu'il rend effectivement compte du mécanisme de transfert de l'information traitée de la MCT à la MLT. De plus, Atkinson et Shiffrin (1968) ont essayé de montrer que la mémoire humaine peut essentiellement être décomposée en trois parties. Notamment la mémoire sensorielle, la mémoire à court terme et la mémoire à long terme.

Pour Atkinson et Shiffrin (1968), la plupart des informations reçues le sont à travers de sens pourtant la majorité d'entre elles ne peuvent pas être traitées correctement, tout simplement à cause des limites de la mémoire. Tous les sens humains sont dotés chacun des

systèmes de mémoire sensorielle mais les systèmes observés sur le modèle Atkinson-Shiffrin (1968) se rapportent à la vue et à l'ouïe. À cet effet, il s'agit de la mémoire iconique pour la vue qui se maintient pendant moins une demi-seconde et de la mémoire échogène pour l'ouïe, quant à elle s'efface au bout de trois à quatre secondes.

Atkinson-Shiffrin (1968) définissent la MCT comme une mémoire qui contient une information conservée par les sens suffisamment longtemps pour être utilisée. Cependant, Peterson (1959) a montré que la MCT se maintient pendant moins de trente secondes pourtant il est observé que la MCT varie en fonction des conditions d'apprentissage.

D'après le modèle Atkinson-Shiffrin (1968), la MCT peut être transférée vers la MLT si l'information est traitée et mémorisée assez vite. Il est clair que la MLT possède une capacité illimitée et peut durer toute une vie selon les conditions.

Par ailleurs, le modèle séquentiel se trouve extrêmement linéaire, ne mettant presque pas à contribution la MCT et la MLT. Ce modèle suggère que les informations ou les souvenirs disparaissent au cours du temps, pourtant certains apprenants semblent capables de mémoriser des choses pendant des décennies. Par conséquent, dire, comme Atkinson-Shiffrin (1968) que chaque esprit possède exactement trois stockages de mémoire pourrait être trop simpliste. Bien que ce modèle Atkinson-Shiffrin (1968) ne pouvant être complètement écartée, il existe des modèles plus avancés et modernes en occurrence, les modèles de Baddley et Hitch (1974) et de Cowan (1988). Mais dans le cadre de notre étude nous allons insister sur le modèle de Baddley et Hitch.

2.1.4.1.2. Modèle de Baddley et de Hitch

Baddeley et Hitch (1974) ont proposé un modèle de la mémoire de travail composé de plusieurs sous-systèmes. De manière globale, la MDT est définie comme une fonction cognitive possédant une capacité limitée qui soutient l'exécution de tâches complexes. Par ailleurs, elle permet donc de retenir des informations pertinentes à la tâche, tout en permettant simultanément le traitement et la gestion des informations (Miyake & Shah, 1999). De plus, la MDT soutient selon Cowan (2014) l'exécution de tâches cognitives complexes à savoir la planification, la compréhension, le raisonnement et la résolution de problèmes. La MDT est donc une variable d'intérêt depuis plusieurs dizaines d'année et différents modèles conceptuels ont été élaborés. Parmi les principaux modèles, l'on retrouve celui de Cowan (1988) et celui d'Engle (Engle, Kane, & Tuholski, 1999). Toutefois, le

modèle le plus commun et le plus utilisée demeure celui de Baddeley et Hitch (1974), notamment dans une perspective développementale, où chaque composante entretient sa trajectoire développementale propre. Le modèle de Baddeley et Hitch (1974) reste le modèle conceptuel de la MDT utilisé dans les études portant sur développement cognitif des apprenants (Kroesbergen, van't Noordende, & Kolkman, 2014).

Selon ce modèle de Baddeley et Hitch (1974), la MDT est l'amalgame de trois principales composantes à savoir la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial et l'administrateur central. Le tampon épisodique constitue une quatrième composante, ajouté a posteriori par les auteurs pour tenter d'expliquer l'interaction entre les différentes composantes de la MDT et la mémoire à long terme (Baddeley, 2000). Le modèle a une structure hiérarchique où chaque composante a des fonctions spécifiques et déterminées.

Nommée boucle articulatoire, la boucle phonologique est la composante la plus étudiée du modèle (Baddeley, 2012). Cette composante est responsable de la rétention de l'information auditive ou phonologique avec le soutien de deux sous-systèmes : un système de stockage phonologique et un système de répétition articulatoire (Baddeley, 2003b). Le système de stockage phonologique est passif et limité. C'est un système qui selon Baddeley (2003b), conserve l'information verbale en mémoire quelques secondes avant qu'elles soient effacées. Le système de répétition articulatoire permet toujours selon Baddeley (2003b), de réactiver les représentations phonologiques par répétition subvocale, afin d'être conservées dans le système de stockage phonologique (Baddeley, 1986, 2003b). En général, Dehn (2008) affirme que le fonctionnement de la boucle phonologique peut être comparé à un enregistrement continu sur une bande audio d'une durée limitée. Par conséquent, tout stimulus verbal est enregistré automatiquement par la boucle phonologique par le biais du système de stockage phonologique. Ces informations peuvent être effacées par l'ajout de nouvelles informations enregistrées sur la bande audio ou être conservées par une écoute continue soutenue par le système de répétition articulatoire.

Pour sa part, le calepin visuo-spatial permet la rétention d'informations visuelles et spatiales (Baddeley & Hitch, 1974). De la même façon que la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial se divise en deux sous-systèmes d'après Logie (1995, 2011) un système de rétention passif parlant de la mémoire tampon visuelle et un système de répétition interne mettant en lumière le transcritteur interne. La mémoire tampon visuelle a pour fonction d'intégrer et de garder en mémoire l'information en modalité visuelle comme les couleurs et les formes ainsi que la représentation visuelle d'un stimulus verbal ou tactile au toucher d'un objet. L'information y est conservée pour une durée limitée environ une à

deux secondes. Pourtant le transcritteur interne selon Logie (1995, 2011), est l'outil de rétention et de répétition des informations spatiales et dynamiques, comme le mouvement, la direction et les informations kinesthésiques. Il contribue à la répétition active des séquences de localisation et de mouvements ainsi qu'au maintien des informations visuelles en mémoire.

Baddeley & Hitch (1974) attestent que L'administrateur central constitue la composante principale du modèle et se situe à la tête de la hiérarchie. Pour Baddeley & Hitch (1974), C'est l'administrateur central qui est responsable de la coordination et de la supervision de l'information provenant des autres composantes. Cependant, Il assure principalement la fonction de contrôle attentionnel. D'après Baddeley (1996), L'administrateur central permet ainsi de cibler, diviser et basculer l'attention dans le but de traiter, accéder et d'emmagasiner l'information provenant des autres composantes. Shah & Miyake (1996) ajoutent en disant que l'administrateur central inhibe aussi l'information non pertinente et gère les stratégies de rappel lors de tâches complexes. Ainsi, cette composante peut également être subdivisée selon la modalité des informations traitées, qu'elles soient verbales ou visuo-spatiales (Shah & Miyake, 1996).

Le tampon épisodique permet de consolider et de combiner les informations auditives et visuo-spatiales provenant de la boucle phonologique et du calepin visuo-spatial. Baddeley (2000) soutient fortement le fait que cette composante de la MDT permet également d'intégrer les connaissances épisodiques et sémantiques emmagasinées en mémoire à long terme. Cette composante demeure toutefois la moins étudiée à ce jour (Baddeley, Allen, & Hitch, 2010), et ce encore moins selon une perspective développementale (Wang, Allen, Lee, & Hsieh, 2015).

Sur le plan développemental, avant l'âge de 4 ans, Wiebe et al. (2011), suggèrent que la MDT se distingue difficilement d'autres fonctions cognitives comme l'inhibition, lesquelles seraient alors davantage représentées comme un concept unitaire. Or, les trois principales composantes du modèle de Baddeley et Hitch (1974) sont présentes dès l'âge de 4 ans (Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006) et leur capacité augmente de manière linéaire entre l'âge de 4 et 14 ans (Gathercole, 1999; Gathercole, Pickering, Ambridge, & Wearing, 2004; Nevo & Breznitz, 2013). Wang et al. (2015) relèvent que le tampon épisodique se développe également de l'enfance à l'âge adulte. Plus spécifiquement, l'empan mnésique c'est-à-dire le nombre de stimuli maximal retenu à court terme, augmente rapidement jusqu'à l'âge 8 ans, puis graduellement jusqu'à 12 ans. À partir de cet âge,

l'empan ralentit son développement et correspond de près à celui de l'âge adulte (Gathercole, 1999). Pour leurs parts, les capacités de l'administrateur central, lorsque mesurées à l'aide de tâches d'empan complexe autrement dit des tâches qui nécessitent à la fois la rétention et le traitement simultané d'informations, augmentent selon Siegel (1994) de manière linéaire jusqu'à l'âge de 16 ans.

Case, Kurland, & Goldberg (1982) suggèrent que l'empan mnésique augmente avec l'âge en raison de l'amélioration des processus de la MDT, alors que Baddeley (1986) atteste que l'empan mnésique s'accroît grâce à l'augmentation de la vitesse d'articulation qui permet une répétition subvocale plus rapide. Or, pour Henry & Millar (1993), l'amélioration de l'empan peut aussi s'expliquer par l'augmentation des connaissances et l'utilisation de stratégies de mémorisation. Kane & Engle (2002) avancent l'idée selon laquelle la maturation du cortex préfrontal de l'enfance à l'adolescence explique également le développement de la MDT. De manière plus précise, avant l'âge de 7 ans, la répétition subvocale liée au système de répétition articulatoire de la boucle phonologique est présente, mais sous une forme primitive et peu exploitée (Gathercole, Adams, & Hitch, 1994; Gathercole & Hitch, 1993; Tam, Jarrold, Baddeley, & Sabastos-DeVito, 2010). Entre 6 et 8 ans, période concomitante au début des apprentissages scolaires, les élèves commencent à utiliser davantage de stratégies verbales, dont la répétition subvocale, afin de transformer les informations visuelles en informations phonologiques (Hitch, Halliday, Schaafstal, & Schraagen, 1988).

Dehn (2008) soutient fermement que les plus jeunes enfants s'appuient beaucoup plus sur des informations visuelles pour développer leurs capacités de la MDT permettant ainsi de retenir et de manipuler davantage d'informations qu'elles soient simples ou plus complexes, en augmentant la vitesse de traitement de l'information et l'utilisation de processus automatiques et l'utilisation de stratégies. L'émergence des capacités de MDT chez l'enfant joue donc un rôle clé dans le développement d'habiletés cognitives connexes, dont les apprentissages scolaires.

La MDT est liée au fonctionnement scolaire, notamment en favorisant chez l'élève des comportements propices aux apprentissages. En effet, Baddeley (2012) déclare que le fonctionnement optimal de la boucle phonologique offre un soutien lors de l'exécution de tâches complexes en permettant la répétition interne des consignes. Concernant l'administrateur central, il permet à l'élève de garder en mémoire la séquence des consignes durant la performance (Gathercole, Durling, Evans, Jeffcock, & Stone, 2008). Lorsque la boucle phonologique et l'administrateur central sont fortement sollicités et surchargés, ils

ne peuvent alors remplir leur fonction. En conséquence, les élèves ayant de faibles capacités de MDT ont de la difficulté à se souvenir des consignes et à les mettre en application (Engle, Carullo, & Collins, 1991; Gathercole et al., 2008). De façon plus générale, les élèves présentant de faibles capacités de MDT sont aussi perçus comme ayant des capacités d'attention limitées, des difficultés à évaluer la qualité de leurs travaux et à générer de nouvelles solutions à un problème (Alloway, Gathercole, Kirkwood, & Elliott, 2009; Gathercole, Alloway, et al., 2008). Dès le début de la scolarisation, la MDT joue également un rôle étroit dans les apprentissages en lecture, en écriture, en mathématiques et plus loin aussi en sciences physiques au sous cycle d'orientation 4^e/3^e.

À l'âge de 5 ans, les capacités de MDT verbale permettent de prédire 6 ans plus tard les apprentissages subséquents en lecture, en orthographe ainsi qu'en mathématiques (Alloway & Alloway, 2010). La MDT verbale est également un meilleur prédicteur que le statut socio-économique et le quotient intellectuel pour prédire la performance scolaire de la maternelle à la 2^e année (Alloway, Alloway, & Wootan, 2014). Spécifiquement chez les élèves en difficultés d'apprentissage, les capacités de MDT, et non le quotient intellectuel, prédisent les apprentissages subséquents en lecture et en mathématiques (Alloway, 2009). En effet, les déficits en MDT et les difficultés d'apprentissage sont étroitement liés. La plupart des élèves ayant de faibles capacités de MDT présentent aussi des difficultés notables en français ou en mathématiques (Gathercole & Alloway, 2008) et en sciences physiques par conjecture.

2.1.4.2. Types de connaissances et processus

Selon Anderson (1983, 1985), en psychologie cognitive, on distingue deux grandes catégories de connaissances à savoir : les connaissances procédurales et les connaissances déclaratives. Par contre, Marzano, Brandt et al (1988) ont montré que les connaissances procédurales pouvaient se partager en en connaissances procédurales et conditionnelles. Ce qui vient corroborer l'idée de Schoenfeld (1985), qui a beaucoup insisté sur le développement des connaissances de conditions de l'usage des procédures chez l'apprenant. À cet effet, qu'il s'agisse des domaines purement cognitif, affectif, social, sensoriel ou moteur, d'après Tardif (1997), on distingue trois grandes catégories de connaissances : les connaissances déclaratives, procédurales et conditionnelles. Tardif (1997) approuve que ces catégories de connaissances sont très importantes dans la conception cognitive de l'enseignement et de l'apprendre étant donné qu'elles influent systématiquement sur les stratégies d'enseignement qui sont fort différentes d'un(e) enseignant(e) à l'autre, et représentées également dans la mémoire à long terme différemment.

Concernant les connaissances déclaratives, Tardif (1997) souligne qu'elles correspondent exclusivement à des connaissances théoriques. Il s'agit donc des connaissances qui sont reconnues comme des savoirs. Pour Gagné (1985), cette catégorie de connaissances renvoie à la connaissance des faits, de règles, des lois, de principes. Par exemple la connaissance des grandes villes du Cameroun, l'énoncé des lois, des théorèmes ou des principes en sciences physiques constituent des connaissances déclaratives. Il en est de même sans être exhaustif, de la définition d'un cercle, de formule pour calculer le poids d'un corps, de la façon de résoudre un problème écrit en sciences physiques ou même en mathématique, des dates historiques, des règles de grammaire, etc. Selon Tardif (1992), les connaissances déclaratives sont construites suivant deux processus mentaux à savoir le processus d'élaboration et le processus d'organisation. Pour Tardif (1992), le processus d'élaboration provient de toute activité mentale que l'apprenant effectue et qui ajoute une information supplémentaire dans sa mémoire à long terme. Il s'agit d'un nouveau lien qui est donc élaboré vu que la mémoire est organisée en réseaux sémantiques.

En rapport avec le processus d'organisation, Tardif (1992) soutient fortement qu'il est responsable de la création d'une restructuration permettant de structurer les informations que l'apprenant reçoit en sous-ensembles significatifs dont les relations sont mises en évidence. Cette organisation sert à retracer les informations en mémoire au moment où elles sont sollicitées ou demandées. Par conséquent, les connaissances déclaratives sont fondamentalement des connaissances plutôt statiques que dynamiques et doivent, pour permettre l'action, être traduites en procédures ou conditions, autrement dit en connaissances procédurales ou conditionnelles.

En lisant Tardif (1997), il en ressort clairement que les connaissances procédurales correspondent au comment de l'action, aux étapes pour réaliser une action ou à la procédure permettant la réalisation de cette action. Par ailleurs, ce sont des connaissances qui portent sur la réalisation d'une tâche ou d'une activité en s'appuyant sur le comment et sur les étapes à suivre. Il s'agit le plus souvent des savoir-faire. Ces connaissances se différencient des connaissances déclaratives parce qu'elles sont des connaissances de l'action ou des connaissances dynamiques. Selon Tardif (1997), l'apprenant est placé obligatoirement dans un contexte d'action pour développer les connaissances procédurales qui sont en elles-mêmes des séquences d'actions en le guidant dans son cheminement d'acquisition du savoir-faire ou procédure. Par exemple, la mise en application des étapes pour réaliser une analyse littéraire, conduire une expérience de sciences physiques au laboratoire, construire un circuit électrique ou électronique, prendre des notes... constituent des connaissances procédurales.

En outre, l'apprentissage d'une connaissance procédurale requiert deux processus mentaux. Tardif (1992) parle de processus de procéduralisation qui permet l'apprentissage de chacune des actions de la procédure et de processus de composition qui enclenche les automatismes nécessaires à l'efficacité des actions par la pratique répétée.

C'est logiquement pourquoi Tardif (1997) affirme :

La poursuite d'objectifs liés au développement de connaissances procédurales exige que l'élève soit continuellement placé dans un contexte de réalisation de tâches réelles. Ce n'est que dans l'action accomplie par l'apprenant lui-même que ces connaissances peuvent se développer. L'enseignant devient beaucoup plus un médiateur entre la connaissance à acquérir et l'élève qu'un transmetteur direct des informations. Il doit fournir une rétroaction à la fois sur les stratégies utilisées pour effectuer l'activité, sur les étapes de réalisation et leur exactitude, sur le produit obtenu, et sur la vitesse d'exécution. (Tardif, 1997, Pour un enseignement stratégique, p.49)

Les connaissances dites conditionnelles sont d'après Tardif (1992), les connaissances qui se rapportent aux conditions de réalisation d'une action voire même d'une stratégie. Tardif (1997) renchérit en évoquant qu'il s'agit des connaissances responsables du transfert des apprentissages, qui créent de l'expertise chez l'apprenant. Ceci permet de mieux comprendre Tardif (1997), lorsqu'il atteste que, le fait pour un apprenant de connaître un ensemble de théories, de lois, et de procédures ne suffisent pas pour qu'il soit reconnu comme un apprenant expert mais plutôt dans la mesure où il peut, dans différents contextes, appliquer ces diverses connaissances déclaratives et procédurales en association avec les connaissances conditionnelles. Par conséquent donc, il importe que les apprenants connaissent fondamentalement les différentes stratégies pour comprendre un texte, pour résoudre un problème etc. Tardif (1997) ajoute que les apprenants doivent être à mesure de choisir avec certitude, telle stratégie pour traiter un problème sur les interactions mécaniques ou encore telle stratégie pour une expérience sur la poussée d'Archimède au lieu d'une telle autre. Il est ce pourtant clair que c'est grâce aux connaissances conditionnelles que les élèves optent, devant un ensemble de problèmes en sciences physiques, soit pour telle formule soit pour telle autre ; soit pour telle démarche soit pour telle autre.

Par ailleurs, les connaissances conditionnelles se rapportent essentiellement à des classifications et à des catégorisations. C'est probablement le point d'assaut de Tardif (1992) lorsqu'il affirme que les connaissances conditionnelles correspondent aux

connaissances du quand et pourquoi agir de telle manière plutôt que d'une telle autre, qui s'acquièrent par deux processus mentaux. Il s'agit d'une part, du processus mental de généralisation qui permet d'identifier les caractéristiques communes à quelques situations où est appliquée une connaissance spécifique et d'agrandir son champ d'application. Et d'autre part, du processus mental de discrimination qui aide ou permet à l'apprenant de restreindre le nombre de situations auxquelles la connaissance s'applique.

En résumé, toujours dans la perspective cognitiviste, Raymond (2001) affirme sans ambages que l'apprentissage s'exerce sur tous ces trois types de connaissances. Concernant les connaissances déclaratives, c'est le quoi ou l'essence même des choses. Pour les connaissances procédurales, c'est le comment, le savoir-faire et les séquences d'action que l'apprenant mobilise pour apprendre une notion. En fin, parlant des connaissances conditionnelles, il s'agit non seulement du quand mais aussi des conditions d'utilisation d'une connaissance déclarative ou procédurale.

2.1.5. CONCEPTIONS DE L'APPRENANT COMME TREMPLIN DE L'APPRENTISSAGE

Dans cette section nous verrons la notion de conceptions de l'apprenant plus en profondeur et surtout les conceptions comme socle des apprentissages.

2.1.5.1. Notion de conception de l'apprenant

Dans le dictionnaire électronique *Larousse* une conception se définit comme l'action d'élaborer quelque chose dans son esprit, de le concevoir. Cette définition plutôt vaste nécessite que l'on s'attarde plus longuement sur la façon de définir cette notion. Selon Paccaud (1991), une conception est une trace de notre vécu qui associe histoire familiale, socio-culturelle et scolaire. Ainsi, elle dit que les conceptions, « c'est ce qu'il nous reste lorsque l'on a tout oublié » (Paccaud, 1991, p.1) alors que pour Giordan (1996), une conception est le fruit d'une expérience antérieure de l'apprenant. C'est à la fois sa grille de lecture, d'interprétation et de prévision de la réalité que l'individu a à traiter et sa prison intellectuelle. Il ne peut comprendre le monde qu'à travers elle. Chez un apprenant, une conception renvoie à ses interrogations ou questions. Elle prend appui sur ses raisonnements et ses interprétations ou encore son mode opératoire, sur les autres idées qu'il manipule parlant de son cadre de références, mais également sur sa façon de s'exprimer c'est-à-dire ses signifiants et sur sa façon de produire du sens au prise avec son réseau sémantique. Les différentes études menées sur l'apprentissage et l'enseignement, comme le souligne Canal de Léon (1992), ont mis en avant le fait qu'il existe une construction spontanée de

connaissances chez l'enfant, avant qu'il ne soit élève, en lien avec son environnement socio-culturel.

Les conceptions d'un apprenant ou d'un élève, sont ses questions, ses idées, ses raisonnements. Tout ceci constitue, d'après Giordan (1996), le cadre de référence de l'apprenant. Par conséquent, avant de commencer un apprentissage, l'apprenant possède déjà des idées sur les notions qui vont être abordées. Grâce à ces idées, l'élève interprète les différentes situations de classe, les explications de l'enseignant ou encore les différents documents à sa portée. Ainsi, Giordan (1996) met avant le fait qu'une conception n'est pas ce qui émerge durant le temps de classe par le biais de l'écrit ou de l'oral mais plutôt la structure de pensée qui est à l'origine de ce que l'élève pense, dit, écrit ou dessine. A cet effet donc, une conception n'est pas une notion du savoir savant malgré le fait, pour un élève, qu'elle possède un statut d'explication à une situation donnée. Selon Astolfi et Peterfalvi (1993), toutes les conceptions d'un élève fonctionnent comme un système d'interprétation des situations scientifiques rencontrées.

Cet écart entre conception et savoir savant vient du fait que la conception est de nature fausse. C'est la raison pour laquelle Astolfi et Peterfalvi (1993) montrent que les conceptions sont ce qui empêche d'atteindre l'objectif poursuivi en classe. Au regard donc de cette logique, la démarche d'apprentissage entreprise en classe est dépendante des conceptions et de leur stabilité. Si on ignore cet élément, les conceptions peuvent se maintenir et empêcher les apprenants d'acquérir le savoir savant visé, comme le souligne Giordan (1996). Comme chaque élève est différent, les conceptions des apprenants le sont également. Par ailleurs, quiconque parle de conceptions différentes parle également de systèmes d'interprétation différents. Ainsi, d'après Laugier et Lefèvre (1993), même sans interaction extérieure pouvant influencer les individus, des élèves observant une même situation ne verront pas nécessairement la même chose.

D'après Vygotski (1934), les conceptions peuvent être classées en deux grandes familles, d'un côté les conceptions se formant de l'expérience quotidienne et ayant une portée locale, de l'autre, les conceptions scientifiques qui ont une portée plus générale. Pour Vygotski (1934), ces deux types de conceptions possèdent un développement interdépendant grâce à un processus d'interaction constante. Ainsi, le développement des conceptions scientifiques influence le système de conceptions quotidiennes. Ceci s'explique par le fait que les conceptions scientifiques ne peuvent se développer qu'en puisant dans les conceptions quotidiennes. Ceci étant, une conception ne se développe jamais seule, comme semble le penser Boyer (2000), mais en lien avec d'autres conceptions qui, prises dans leur

ensemble, forment un système mêlant à la fois conceptions quotidiennes et conceptions scientifiques. Les conceptions d'un individu sont en constante évolution car elles forment un système mettant en relation les différents concepts en jeu lors d'une situation. C'est alors que Giordan et De Vecchi (1994) révèlent qu'une conception est un modèle explicatif organisé, simple, logique, utilisé le plus souvent par analogie. Et que les apprenants possèdent un certain nombre de conceptions, avec lesquelles ils essayent d'interpréter le monde qui les entoure.

2.1.5.2. Conception comme rempart de l'apprentissage

Les conceptions de l'apprenant dépendent fondamentalement, selon Giordan (1998), de cinq éléments qui sont :

- le problème qui est l'ensemble des questions plus ou moins explicites occasionnant la mise en œuvre de la conception. Il s'agit donc du moteur de l'activité intellectuelle ;
- le cadre de référence quant à lui, est l'ensemble des connaissances périphériques activées par le sujet apprenant pour formuler sa conception. Autrement dit, il s'agit des autres conceptions déjà présentes ou maîtrisées sur lesquelles l'élève s'appuie pour produire sa nouvelle conception ;
- les opérations mentales qui sont l'ensemble de processus intellectuels ou de transformations que l'apprenant mobilise. Ces opérations intellectuelles permettent au sujet de mettre en relation les éléments du cadre de référence, de faire des inférences ou de raisonner afin de produire ou d'utiliser sa conception. Il s'agit donc des invariants opératoires ;
- le réseau sémantique, entendu par l'organisation interactive mise en œuvre à partir du cadre de référence et des opérations mentales permettant de donner une cohérence sémantique à tout. Autrement dit cette organisation produit un réseau de significations et un sens bien spécifique à la conception ;
- les signifiants qui l'ensemble des signes, traces et symboles nécessaires à la production et/ou à l'explication de la conception.

Ces éléments de dépendance d'une conception montrent à suffisance qu'elle est fondamentalement un tremplin sur lequel doit se focaliser tout apprentissage. Ainsi donc, l'enseignement n'est pas quelque chose de simple et d'évident. Car l'enseignant doit

enseigner de sorte que l'élève apprenne vraiment. L'apprenant devrait s'imprégner entièrement du savoir enseigné. Selon Giordan (1998), il apparaît nettement que l'apprendre n'est pas un simple processus de transmission où l'enseignant détient tout le savoir et l'apprenant est juste un réceptacle, mais surtout un processus de transformation des questions, des idées initiales, des façons de raisonner habituelles des élèves. L'enseignant cependant doit le faciliter considérablement. Pour cela, Giordan (1998) révèle qu'il doit "faire avec" les conceptions de l'apprenant en permettant leur expression. Il peut aussi "faire contre" en tentant, après avoir fait émerger les conceptions, de convaincre les apprenants qu'ils se trompent ou que leurs conceptions sont limitées souligne également Giordan (1998).

Chaque élève acquiert un certain nombre de pré-savoirs plus ou moins vrais ou plus ou moins non scientifiques dans son environnement socioculturel et familial dans lequel il évolue. Ces pré-savoirs contribuent alors à la construction des conceptions de cet élève, lui permettant d'élaborer dans un premier temps des réponses aux situations problèmes posées. De ce fait, contrairement à Condillac (1776), l'apprenant n'est pas « vierge de toute connaissance ou de tout raisonnement ». En effet, Piaget (1923), avec son courant constructiviste, récuse cette idée de passivité de l'apprenant en déclarant qu'« apprendre c'est agir ». Quant à Bachelard (1967), il souligne également que l'élève arrive à l'école avec des connaissances empiriques déjà construites, ce qu'Astolfi et Devalay (1989) appellent plutôt « *déjà-là conceptuel* ». C'est donc ce « *déjà-là* » qui permet à l'élève de construire son propre schéma ou système de pensée. Cependant, selon Astolfi et Devalay (1989), les solutions élaborées par cet élève peuvent ne pas être forcément en adéquation avec les savoirs enseignés, sauf après rupture épistémologique qu'il parvient à une connaissance plus opératoire. Piaget (1975), explique à que « *la connaissance passe d'un état d'équilibre à un autre par des phases transitoires au cours desquelles les connaissances antérieures sont mises en défaut* ». Selon Piaget (1975), si ce moment de déséquilibre est surmonté, il y a donc réorganisation des connaissances au cours les nouvelles acquisitions sont intégrées au savoir antérieur. Ce qui corrobore avec la position de Bachelard (1967), lorsqu'il relève que « l'élève doit prendre conscience de ses propres conceptions pour rentrer dans une période ou phase de déséquilibre lui permettant de franchir les obstacles jusqu'au savoir ». C'est fort donc de cela, qu'Astolfi (1996) cité par Saoussen (2014) a défini six étapes nécessaires pour prendre en compte les conceptions chez l'apprenant selon qu'il suit :

- les entendre par une écoute positive de ce qu'expriment les élèves ;
- les comprendre en postulant que les erreurs ne sont pas fortuites mais méritent d'être analysées ;
- les faire identifier : Vu le fonctionnement inconscient des représentations, la prise de conscience par chacun contribuant déjà à leur évolution ;
- les faire comparer ce qui favorise la décentration des points de vue, et révèle aux élèves une diversité qu'ils n'imaginent pas dans les idées en présence dans la classe pour expliquer un même phénomène ;
- les faire discuter en provoquant des conflits socio-cognitifs dont la psychologie indique que ce sont d'importants leviers du développement intellectuel ;
- les suivre en surveillant leur évolution à court et moyen terme, au long de la scolarité obligatoire et d'abord au cours d'une même année.

D'après Saoussen (2014), il faut noter que ces processus de prise en compte des conceptions évoque certaines objections dues à la gestion du temps didactique face à des programmes chargés ce qui demande un temps supplémentaire que l'institution scolaire ne peut pas accorder. Pourtant il est important que les élèves apprennent.

2.1.5.3. Étapes de l'apprentissage selon le modèle allostérique

La nécessité de comprendre comment, un individu apprend et élabore son propre savoir est primordiale dans l'acte d'apprendre. Par ailleurs, Giordan (1987) pense que les connaissances préalables d'un apprenant sont parfois des obstacles à l'assimilation de nouvelles informations. De ce fait, autant de pistes pertinentes pour réfléchir à la manière dont est proposé le savoir aux élèves, souligne Giordan (1987), et plus généralement pour améliorer la manière des enseignants de communiquer, de proposer des idées et de « faire passer » des informations nouvelles auprès des apprenants. Ce qui a conduit Giordan (1987) à décrire les pertinents modèles de l'apprendre, ainsi que les pédagogies qui en ont découlé basés sur quatre éléments fondamentaux, trop souvent négligés dans les modèles classiques :

- l'importance de l'idée de déconstruction – reconstruction des idées (ou structures de pensée) préexistantes ;
- l'influence de l'environnement dans lequel se déroule l'apprentissage,
- l'aspect dynamique et systémique de l'élaboration des savoirs,
- l'importance des différents niveaux auxquels l'apprendre se joue.

C'est l'intégration de ces quatre éléments que propose le modèle allostérique de l'apprendre (Giordan & al., 1987), en récusant la linéarité de l'acquisition des savoirs et en articulant cette acquisition autour du concept de conception, tout en portant une attention accrue au contexte pédagogique. Ce modèle permet d'apporter de nouveaux éclairages sur l'apprendre et d'affiner notre compréhension de ce qui se passe dans la tête de l'apprenant. À ce titre, il est susceptible de conduire à une pédagogie dans laquelle l'enseignant retrouve une place centrale. Le savoir est une résultante de la juxtaposition de conceptions. Les conceptions constitutives du savoir étant par nature intégrées dans des structures mentales dynamiques enchevêtrées et liées par des liens de forces très variables. C'est pourquoi Giordan (2002) compare les conceptions aux acides aminés des protéines. À ce titre, Giordan (2002) affirme que la biologie moléculaire fournit un exemple de protéines particulièrement adaptées à cette métaphore parlant ainsi des protéines allostériques, dont la structure et la fonctionnalité changent sous l'influence de leur environnement. D'où le modèle allostérique de l'apprendre.

2.2. REVUE DE LITTÉRATURE

La revue de la littérature est essentielle pour contextualiser cette recherche et identifier les contributions théoriques et empiriques pertinentes. Elle nous permet d'explorer les travaux antérieurs sur la prise en compte des conceptions des apprenants. Selon Cooper (1988), la revue de littérature est un processus qui aide à établir des connexions entre les idées et à situer de nouvelles recherches dans le champ des connaissances existantes. Cette démarche nous permet d'identifier des modèles et des tendances de notre étude.

2.2.1. Prise en compte des conceptions

Liégeois et Mullet (2021), dans leur étude sur la compréhension des concepts de physique par les élèves, ont révélé que les élèves possèdent la plupart des temps des conceptions initiales erronées ou "naïves" concernant des concepts physiques fondamentaux comme la force, l'énergie, la vitesse, etc. Lesquelles conceptions selon Liégeois et Mullet (2021), influencent fortement leur compréhension et leur apprentissage de la physique. C'est dans la même veine d'idées que diSessa et Cobb (2019) soulignent que les élèves développent des modèles mentaux, parlant des représentations internes, pour comprendre et raisonner sur les concepts mathématiques et que ces modèles mentaux peuvent différer significativement des modèles mathématiques formels. Par ailleurs, Liégeois et Mullet (2021) pensent sans aucune réserve que les séquences pédagogiques traditionnelles ne permettent pas toujours de transformer en profondeur les conceptions initiales des élèves et

que certaines conceptions erronées persistent même après l'enseignement. Cependant, Liégeois et Mullet (2021), tout comme DiSessa et Cobb (2019) confirment d'après leurs résultats que le fait d'identifier et de prendre en compte les conceptions initiales des élèves est primordial pour concevoir un enseignement efficace et des stratégies pédagogiques adaptées qui permettront de faire évoluer progressivement les modèles mentaux des élèves.

Ainsi, Vosniadou et al. (2020) disent que les enseignants doivent identifier et prendre en compte les conceptions initiales des élèves en concevant des stratégies pédagogiques ou d'enseignement spécifiques pour favoriser l'évolution conceptuelle chez les apprenants et leur transformation progressive. En fin de compte, Liégeois et Mullet (2021) trouvent dans un premier temps que partir des conceptions initiales des élèves et les confronter à des situations problèmes favorise un apprentissage plus profond et durable. Et dans un second temps que concevoir des séquences pédagogiques qui permettent la transformation progressive des conceptions est un enjeu majeur. Ce qui vient conforter Vosniadou et al. (2020), dans leur position, qui trouvent également à la fin de leur étude éventuelle que les conceptions des apprenants influencent fortement leur compréhension et l'acquisition de nouveaux savoirs et qu'en plus, prendre en compte ces conceptions dans l'enseignement permet d'amener les élèves à une compréhension plus juste et durable.

En bref, nous soulignons l'importance cruciale de prendre en compte les conceptions initiales des élèves pour concevoir un enseignement de la physique plus efficace et significatif, permettant aux élèves de développer des stratégies d'apprentissage et des compétences.

2.2.2. De la gestion mentale

La gestion mentale est un courant pédagogique, une démarche qui explore, décrit et étudie les gestes mentaux de la connaissance dans leur diversité. Elle renseigne les individus apprenant sur la manière dont ils réalisent telle ou telle tâche. Il s'agit d'une pédagogie de la réussite qui permet à l'apprenant de mieux se connaître afin d'être efficace. Selon De La Garanderie (1996), la pédagogie de la gestion mentale est une source de motivation pour les apprenants qui s'y investissent. Et Giordan (1999) complimente en disant qu'« on n'apprend sans être motivé ». Selon J-P CHICH et al (1993), plusieurs enfants découvrent seuls, consciemment ou inconsciemment leurs stratégies mentales d'apprentissage et donc réussissent. D'autres par méconnaissance et/ou par non utilisation de ces stratégies, tâtonnent, perdent toute motivation et se trouvent en situation d'échec.

Cependant, souligne De La Garanderie (1991), c'est en décrivant précisément comment la pensée procède efficacement que l'enseignant donne à l'apprenant qui échoue les moyens de la réussite. J-P CHICH et al (1993), affirme que « la gestion mentale amène l'apprenant à gérer par lui-même des situations d'adaptation aux problèmes et non par reproduction du modèle.

Ainsi l'apprenant acquiert des connaissances transférables et durables ». Il s'agit pour l'apprenant de d'arriver à une motivation d'apprendre par la conscientisation au moyen de « l'évocation » (Garanderie, 1990). D'après De La Garanderie (1993), le vrai service qu'un enseignant rend à l'élève, c'est de lui transmettre les moyens d'acquérir des connaissances et de les développer, tant entendu que chaque cerveau est unique que le sont les empreintes digitales relèvent J-P CHICH et al (1993).

2.2.2.1. Évocation et apprentissage

La théorie de la gestion mentale repose essentiellement sur le concept de « l'évocation » qui selon J-P CHICH et al (1993), est une activité mentale d'appropriation des connaissances et constitue une étape importante qui précède la construction des conceptions chez tout apprenant. J-P CHICH et al (1993) trouve que la conception et l'évocation se confondent parfois. La première condition de tout apprentissage est de sortir de la passivité perceptive de récepteur pour aller à l'activité de l'effecteur mental. Et J-P CHICH et al (1993) pensent que c'est le rôle crucial de l'évocation, point de départ de l'apprendre. L'apprenant met sur pied à partir des comportements mentaux, des habitudes évocatives qui se traduisent par une représentation mentale de ce a été perçu. Selon J-P CHICH et al (1993), l'habitude évocative est « en effet la cheville ouvrière de la construction de la pensée, car l'objet perçu est fixe, l'image mentale est mobile, extensible, resserrable et modifiable à l'infini »

Enfin, en plus d'être une pédagogie de la rencontre de soi et de l'autre, ainsi qu'une pédagogie du projet, de l'autonomie et de la différenciation, la Gestion mentale se veut également une pédagogie du sens par la promotion de l'évocation. Dans la perspective de l'apprentissage, elle se fonde aussi sur la volonté de proposer des moyens d'enseignement qui permettent de se dégager de la pédagogie du conditionnement à l'intérieur de laquelle prime la dyade stimulus-réponse. A la pédagogie traditionnelle dans laquelle, bien souvent, cette pédagogie à deux temps est proposée, la Gestion mentale propose l'éventualité d'une pédagogie à trois temps dans laquelle on considère, entre la perception et l'action, une étape

intermédiaire : l'évocation. Cette pédagogie a pour but de faire sortir l'apprenant de la « passivité perceptive du récepteur pour aller à l'activité de l'effecteur mental ² ». Elle s'appuie sur l'idée que pour apprendre et comprendre, il faut absolument que l'être humain fasse exister mentalement l'objet donné à percevoir à l'aide d'évoqués visuels et/ou auditifs-verbaux. Au lieu de penser que l'apprentissage puisse s'effectuer sur l'objet perçu, La Garanderie (1987) postule que l'apprentissage ne peut s'effectuer que sur le produit des habitudes évocatives, méthodes personnelles de traitement de l'information que chacun met en place très tôt. Par rapport à la première phase, celle de la présentation du message et du codage perceptif, deux pratiques inhérentes à la pédagogie de la Gestion mentale retiennent l'attention.

Elle préconise que les apprenants soient mis en projet d'évoquer puisque « c'est bien avant de percevoir qu'il convient d'être en situation de « projet », pour à l'avance « jeter devant soi » ce qu'on vise à capter pour soi » ; autrement dit pour, à l'avance, structurer implicitement ou explicitement l'activité intellectuelle à laquelle on va se livrer. Ceci fait, il est aussi recommandé de présenter sous deux modalités l'objet de perception (présentation visuelle et auditive-verbale), ce qui rejoint les propositions d'une pédagogie de la différenciation. Lorsque vient ensuite la phase de l'évocation, le moment de l'appropriation mentale, la pédagogie de la Gestion mentale préconise de laisser du temps pour évoquer, afin de constituer le sens, selon le fonctionnement mental propre à chaque apprenant. Dans ce temps accordé à la conquête du sens, des pauses pédagogiques sont proposées. Lors de ces pauses, les apprenants sont invités, au moyen du dialogue pédagogique, à partager leur démarche. Grâce à ce travail de verbalisation et de conscientisation, il est par la suite possible d'investir la troisième phase, celle de l'action et de la tâche à réaliser. L'information codée est alors outil d'action et le projet peut s'engager sur la voie de l'utilisation ou de la réutilisation de ce qui a été codé.

Face à l'élève qui apprend, La Garanderie (1987) suggère que le pédagogue doit se poser deux questions essentielles : qu'en est-il du sens pour celui qui apprend ? et par quel chemin peut-il s'ouvrir à la connaissance ? Sans s'y opposer, cette exigence n'appelle pas nécessairement une méthode, au sens d'une démarche didactique organisée et outillée techniquement en vue d'obtenir un résultat. Elle traduit plus fondamentalement une attitude qui, d'une certaine manière, remet en cause la position traditionnelle de l'enseignant. Cette attitude n'est pas sans évoquer celle qui est à l'œuvre dans la relation d'aide inspirée

²PRATIQUE PÉDAGOGIQUE DE LA GESTION MENTALE, J.P. CHIH et Al, 1991, p.11

de l'expérience thérapeutique et éducative de Carl Rogers (1968, 1970, 1973). Dans la perspective d'une meilleure compréhension, J-P Gaté (2013, p.11), suggère que :

Plutôt que d'exercer un pouvoir sur l'élève, pouvoir que lui confère son propre savoir ou savoir-faire, l'enseignant doit « s'effacer » pour permettre à l'élève d'identifier ses propres ressources et de faire advenir en lui le sens de ce qui est à apprendre ou alors « à prendre pour soi... ». Certes, il ne s'agit pas là d'une « non-directivité molle ». Averti des structures de la connaissance et des lois de la vie mentale, l'enseignant est invité à guider l'élève dans sa rencontre avec le sens, car nous avons montré l'étroite solidarité entre le dialogue pédagogique et le questionnement introspectif. Dans cette logique, et en référence aux travaux qui privilégient ce concept, l'éducateur occupe bien une position de médiateur : d'une part, il permet ou favorise la révélation du sujet à lui-même, par son questionnement, ou les reformulations de ce qu'il comprend du fonctionnement de son élève ; d'autre part, il ouvre un chemin par les propositions qu'il est amené à lui faire, en vue d'une meilleure effectivité mentale, d'un usage plus fonctionnel de ses ressources. En ce sens, il conviendrait de prendre le terme de méthode selon son origine étymologique, c'est-à-dire : *methodos* qui invite au chemin (*odos*).

Pour Jean-Paul Michot (1990), le terme de médiation semble convenir à la démarche du dialogue pédagogique, bien qu'il ne soit pas explicitement utilisé par son auteur. Ainsi, la Gestion mentale pourrait être considérée comme une « pédagogie de la médiation mentale ». L'analyse de J-P Gaté (2013) montre que cet acte de médiation par le « *dialogue pédagogique* » est fondamental dans la démarche de la Gestion mentale. Et que l'adulte médiateur permet en effet au sujet, en situation de tâche mentale, de se rendre explicites les structures mentales nécessitées par son accomplissement, de donner du sens à son projet, de l'enrichir en le modifiant et, par-là, de se remettre en situation de réussite ou de remotivation. » Ainsi que le soulignait, dans son titre, le colloque d'Angers qui s'est tenu en 1989, la Gestion mentale est « voie vers l'autonomie ». La Garanderie (1988) souligne clairement que « La libération de la vie mentale grâce à la connaissance que l'on en acquiert est la condition indiscutable de la liberté pédagogique et de la promotion des responsabilités de l'élève. Le sentiment que le progrès dépend de soi engendre la volonté de construire son succès ». C'est alors que pour J-P Gaté (2013), la finalité ultime de la gestion mentale est

que l'élève devienne son propre pédagogue à partir du moment où il accède à l'intelligence de ses moyens et où lui est offerte la possibilité d'en user.

Selon l'analyse de Guy Le Bouëdec (1998) le dialogue pédagogique pourrait donc s'inscrire, de prime abord, beaucoup plus nettement dans une démarche d'accompagnement, au sens premier de cheminer « à côté », c'est-à-dire sans préjuger d'un terme qui serait fixé d'avance ou d'une direction préalablement tracée. En dialogue pédagogique, le chemin est à faire ensemble. Il suffit de s'ouvrir à « l'intuition donatrice de sens ». Mais le dialogue pédagogique se construit aussi autour de propositions d'élucidations, qui sont des apports d'extériorité sur une manière possible de devenir autre et dont l'apprenant peut éventuellement tirer profit. Le savoir sur le fonctionnement mental, tel qu'il a été défini par Antoine de La Garanderie (1996) fait ainsi force de propositions, même si celles-ci conservent toujours un statut d'hypothèses qui demandent vérification et qui sont appelées à être confirmées dans la rencontre avec la réalité de la personne. De ce point de vue, le dialogueur en Gestion mentale renseigne aussi le sujet sur ce qu'il pourrait ou devrait faire. Parce qu'il possède une connaissance théorique des actes de connaissance qui légitime son rôle, il est en mesure non seulement de poser les bonnes questions pour aider son interlocuteur à découvrir les procédures qu'il utilise pour connaître, mais également de lui faire découvrir des procédures insoupçonnées dont il pourrait profiter.

Par ailleurs, Gaté (2012, 2013) déclare que « dans le dialogue pédagogique, nous avons affaire, en principe, à deux ignorances de départ : l'apprenant ne sait pas comment s'y prendre pour apprendre, le compétent en dialogue pédagogique ne sait pas comment l'apprenant s'y prend pour apprendre. Le compétent en dialogue pédagogique veut apprendre comment s'y prend l'apprenant et il ne peut l'apprendre que si l'apprenant le lui apprend. Il faut que l'apprenant l'apprenne avant lui pour le lui faire connaître. C'est là le contraire de la situation pédagogique habituelle : l'enseignant sait avant l'apprenant. Dans le dialogue pédagogique, l'apprenant sait avant le compétent. »

2.2.2.2. Prise de conscience d'un profil d'apprentissage

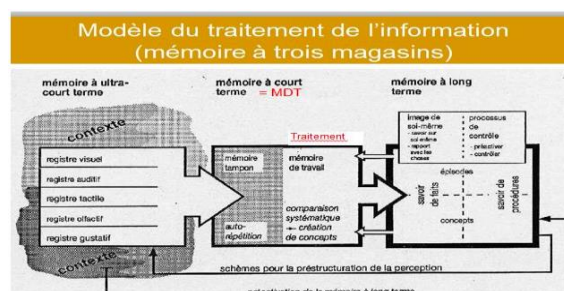
D'après Büchel (1995) avance qu'il y a trois systèmes distincts qui constituent la mémoire aussi appelés magasins. Le sens des flèches allant de gauche à droite, montre que l'information est perçue selon différents registres, par les cinq sens, au niveau de la mémoire à ultra-court terme. L'information passe ensuite dans la mémoire à court terme (MCT),

appelée aussi mémoire de travail, qui va traiter l'information afin d'en faire quelque chose. Enfin, si la MCT souhaite garder l'information, celle-ci sera transmise à la mémoire à long terme (MLT). Büchel (1995) affirme que c'est dans la MLT que sont stockés les savoirs en occurrence, ceux sur les faits, mais également ceux sur soi et son fonctionnement (métacognition). La MLT va permettre à l'individu de se remettre en question en renvoyant à la MCT l'image de soi et des autres ainsi que l'analyse des processus mis en place. De plus, celle-ci va également construire des schèmes pour structurer les différentes perceptions et est en lien avec la mémoire à ultra-court terme.

Le geste d'attention, selon De La Garanderie (1998), est important pour apprenant de se mettre en projet pour agir sur une information perçue. Lorsqu'un apprenant décide de retenir une information pour la mémoriser, il doit « être attentif », se mettre en projet dans le but de mémoriser mais il doit également pouvoir évoquer, et se créer une image mentale de notre perception. De La Garanderie (2002) avance que « la vie mentale commence quand on transforme le perçu en évoqué » (p. 9). Il existe différentes façons d'évoquer les informations perçues pour les faire exister dans l'univers mental, et c'est donc ces diverses formes d'évocation qui définissent d'après De La Garanderie (2002), le profil d'apprentissage. Il y a des actions nécessaires à l'analyse de ce qui se passe dans le cerveau pour agir par rapport à une information. Ces actions sont au nombre de trois. Il s'agit de la perception, de l'évocation et de la restitution. Pour faire un lien avec la mémoire humaine, un parallèle est fait avec le modèle de traitement de l'information de Büchel (1995) tel que le montre la figure 6.

La perception, qui passe par les cinq sens, est perçue de manière plus ou moins semblable selon les individus. Dans cette logique, Weil-Barais (1993, p. 91) stipule que « Nous ne recherchons pas l'information mais nous la recevons sans effort conscient et que le monde s'impose à nous. » Or, il suffit d'imaginer ce que serait les activités quotidiennes de l'homme privé d'une ou de plusieurs de ses modalités sensorielles pour saisir l'importance de la fonction perceptive. Chaque individu, qui possède ses modalités

Figure 5: Modèle du traitement de l'information



Source: Büchel et Büchel (1995, p. 38).

sensorielles, perçoit les stimulations extérieures de la même manière souligne Weil-Barais (1993). Le premier contact avec une information quelconque touche à la partie de la mémoire humaine appelée mémoire à ultra-court terme. C'est à ce niveau-là qu'est perçu, par notre mémoire, tout stimulus venant de l'extérieur. Cette mémoire à ultra-court terme est également appelée registres sensoriels. Dans cette partie, les informations reçues n'existent que sous la forme matérielle.

Prenons en exemple le registre visuel et les informations que l'œil perçoit. Büchel (1995) déclare que « c'est parce qu'il y a une telle quantité d'informations qui nous arrive simultanément par les registres sensoriels qu'il nous faut des stratégies nous permettant de comprimer cette masse d'information. L'intelligence humaine comprime de l'information en l'insérant dans un schème » (p. 39). La perception englobe toutes les sensations reçues du monde. Les informations peuvent être auditives, visuelles, olfactives, tactiles et gustatives. Selon Pébrel (1993), « la perception correspond à un premier niveau d'analyse du cerveau qui organise les sensations élémentaires issues de nos organes des sens, de façon qu'elles deviennent significatives » (p. 15). Ce qui est alors reçu par les cinq sens est alors reconnu par le cerveau, en présence de l'objet de perception. La qualité de ce qu'un apprenant perçoit est essentielle pour tout apprentissage. Weil-Barais (1993) explique que « les activités perceptives sont à la base de tous les autres comportements. Sans perception préalable il ne serait pas possible d'apprendre, de parler, de mémoriser, de communiquer » (p. 92). Zimmermann-Asta (2015) dit donc que « c'est sur cet objet perçu que va s'exercer l'évocation ». Or, Ayina et al. (2019) soulignent bien que les apprenants n'évoquent pas directement les concepts scientifiques. Cependant, leurs récits portent des signes d'une évolution vers une meilleure conceptualisation. Dans la même veine, Ayina et al. (2019) pensent que le récit aide les apprenants à construire scientifique des phénomènes perçus et, en même temps, permet à l'enseignant de mieux apprécier le moment approprié pour institutionnaliser le savoir visé par son enseignement. Selon Ayina et al. (2019), le récit assure une bonne médiation dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences physiques. Donc le récit reste un facteur primordial de la perception et l'évocation des apprenants au cours de leur apprentissage.

Parlant du geste de perception, l'individu perçoit à travers les cinq sens. Ce que l'on perçoit est un objet présent, quelque chose qui se produit directement et représente un court moment de stimulation sensorielle. La perception est souvent indépendante de la volonté d'un individu. L'évocation mentale est un geste volontaire à l'inverse de la perception. Pour créer cette évocation mentale, l'apprenant doit faire preuve d'introspection, c'est-à-dire

tenter d'analyser son fonctionnement intérieur. L'information fournie par l'introspection va permettre de comprendre ses processus mentaux et sa vie mentale. « Les neurosciences commencent à apporter des validations à la gestion mentale, c'est le cas pour la reconnaissance de l'évocation » (Zimmermann-Asta, 2015). Pendant l'évocation, il s'agit, de se faire une image mentale de l'objet perçu, afin de le mémoriser. Ce geste nécessite un traitement de l'information perçue, c'est donc de l'encodage. Il s'agit pour l'élève, de se « mettre en projet » de mémorisation. De La Garanderie (1993) avance alors que « la loi pédagogique fondamentale, c'est que, pour apprendre et pour comprendre, l'apprenant a besoin d'images mentales ». Sachant en effet que l'objet perçu est fixe, De La Garanderie (1993) soutient justement que l'image mentale est l'intermédiaire souple entre le perçue et le concept. Il existe plusieurs formes de mise en projet, selon les perceptions et les préférences d'apprentissage. Pour De La Garanderie (1990), « l'évocation est dans le prolongement et au-delà de la perception.

Le projet est le moteur de l'activité mentale, sans lequel il n'y a pas de traitement de la perception, et donc pas de mémorisation possible. Cette activité mentale ou évocation, peut s'apparenter à la mémoire à court terme, ou la mémoire de travail. De Ribaupierre et Spira (1991) définissent la mémoire à court terme comme un système à capacité limitée, permettant de maintenir temporairement et de manipuler l'information durant la réalisation des tâches, ce qui va permettre à l'apprenant d'agir sur l'information perçue pour en faire quelque chose. Cette étape nécessite un geste d'attention de la part de l'élève, raison pour laquelle Pébrel (1993) explique que « l'attention ou la saisie des informations conditionne toute activité intellectuelle et sans elle aucun apprentissage ne saurait commencer ». Par rapport à l'évocation, l'élève, pour se faire une image mentale à traiter, dans un premier temps voit, re-voit ce qu'il a perçu ; il s'agit du visuel. Et dans un second temps, entend, ré-entend ce qu'il a perçu ; il s'agit de l'auditif.

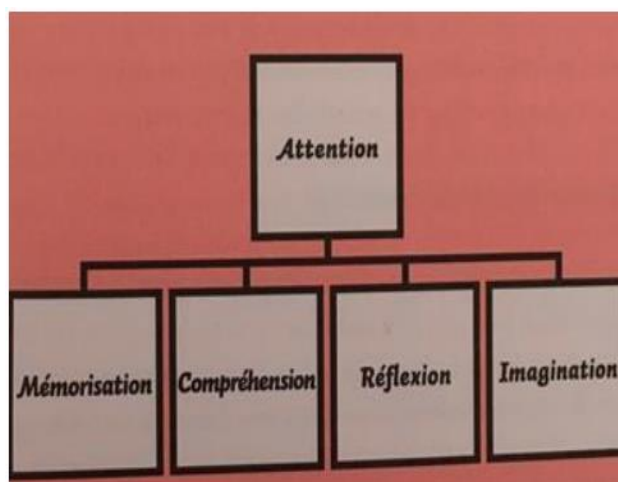
Zimmermann-Asta (2015) explique « qu'en gestion mentale, les « images mentales » peuvent être des images visuelles ou des images auditives. Et par la suite, De La Garanderie intègre des images kinesthésiques, tactiles, olfactives ou gustatives... » (p. 20). Grâce à différents exercices contenus dans le cahier d'activités, les enseignants (es) doivent aider leurs élèves à prendre conscience de leurs habitudes évocatives et déceler la préférence évocative de chacun pour leur permettre de mieux apprendre et ainsi définir un profil d'apprentissage. L'évocation est une partie importante de ce travail et a été utilisé comme base pour créer les questionnaires et cahiers d'activités.

Pour la restitution, il existe également des préférences de restitution. Certains apprenants préfèrent rendre leur travail par voie orale, d'autres en image ou dessins, alors que d'autres préfèrent encore transmettre ce qu'ils ont retenu en mouvements. C'est seulement lorsque l'information passe à travers la perception et l'évocation que l'élève peut être capable de la restituer puisqu'elle est passée alors dans la mémoire à long terme, zone de la mémoire où est logé ce que l'on veut restituer. Il s'agit là d'une forme de stockage, avant de pouvoir faire de la récupération de données. C'est dans la MLT que se passe le stockage des connaissances (métaconnaissances). Il est question des connaissances sur soi, sur la tâche à effectuer ou sur les stratégies à utiliser pour résoudre un problème. Ces métaconnaissances peuvent aussi concerner les processus métacognitifs, comme la planification, le contrôle continu et la régulation, pour l'aboutissement d'une tâche.

2.2.2.3. Gestes mentaux et dynamique mentale

La pédagogie des gestes mentaux se veut ainsi une pédagogie eidétique (Jaensch, 1920), qui favorise chez les élèves le développement d'une pensée intuitive et concrète, basée sur la perception directe et la visualisation des objets et phénomènes, par le dévoilement et la mise à jour des structures de projet de sens sous-tendant les actes de connaissance. La dimension de la rencontre avec l'autre y est manifeste et, en cela la situation paraît beaucoup plus « égalitaire » que dans une situation d'enseignement traditionnel. Pour De La Garanderie (1990), la gestion mentale est composée de cinq gestes mentaux (cf. figure 7 suivante). Il s'agit de l'attention, la mémorisation, la compréhension, la réflexion et l'imagination créatrice.

Figure 6: Schéma présentant les cinq gestes mentaux selon De La Garanderie



Source : Tombez, 2015, p. 83.

Tous ces gestes mentaux peuvent s'exercer et se combiner, pour être utilisés de manière adéquate dans chaque situation. Chacun de ces gestes a un rôle précis, tout en étant étroitement lié avec un ou plusieurs autres. La mémorisation : L'action de mémorisation consiste à emmagasiner une information, dans un but de la restituer par la suite, de l'exploiter. Il s'agit de placer une nouvelle donnée dans notre univers mental. La compréhension : L'action de compréhension permet à notre cerveau de s'approprier un sens à l'information reçue. Pour la comprendre, il faut la comparer avec le stock de renseignements déjà en mémoire. La réflexion : L'action de réflexion est en lien avec la mémorisation et la compréhension. Elle permet à un individu de mobiliser et d'appliquer en comparant. L'imagination : L'action d'imagination permet de créer, d'inventer des situations ou des informations inédites à une question inédite ou inconnue. Comme le présente la figure ci-dessus, le geste d'attention est le geste par lequel les autres gestes mentaux découlent.

Pour traiter une information, il faut être attentif. C'est ce geste mental qui ouvre le champ de la connaissance. Selon l'explication de Tombez (2015) : « si je ne sais pas faire le geste d'attention, je ne peux ni mémoriser, ni comprendre, ni réfléchir, ni imaginer » (p. 84). Le cerveau est constamment stimulé par des flux d'informations sensorielles différentes. De la Garanderie (2002) définit l'attention comme étant « l'action de fixer son esprit, la concentration de l'esprit sur un objet de pensée » (pp. 74-75). Le cerveau a appris à trier toutes les perceptions qu'il reçoit en permanence et grâce au geste d'attention, il favorise la concentration lors de l'effectuation d'une tâche donnée. Le geste de l'attention permet de faire vivre une information perçue par les sens dans un univers mental, afin d'en faire quelque chose par la mémorisation, la compréhension, la réflexion et l'imagination. (Zimmermann-Asta, 2015)

Tableau 2: Tableau réajusté par Eddy NGONGANG, présentant ce que le geste d'attention permet face à une information

Être attentif « C'est évoquer, c'est-à-dire faire exister dans sa tête sous forme d'images, de son, de discours, les éléments de notre projet a sélectionnés » p.45
Mémoriser « C'est mettre un objet en mémoire en l'évoquant et en contrôlant l'évocation avec le projet de le retrouver ou de le restituer au temps opportun » p.46

Comprendre « C'est établir une liaison entre l'évocation d'un objet et une évocation pertinente prise de la mémoire » p.48
Réfléchir « C'est évoquer sur un problème donné, afin d'en comprendre le sens, et par la suite rechercher dans sa mémoire une loi, une règle, une formule ou un exemple typique applicable à ce problème » p.49
Imaginer « C'est être attentif, mémoriser, comprendre et réfléchir avec pour objectif d'aller au-delà du modèle donné » p.49

Source : Zimmermann-Asta, 2015

Automatiquement, le projet de « faire quelque chose » d'une action, met en place dans le cerveau une évocation afin de faire vivre l'information dans l'univers mental. C'est alors que De La Garanderie (2002, p. 20) dit : « *Le sujet qui ne se donne pas pour projet d'évoquer la chose qu'il va devoir percevoir, dont le projet se borne à la consigne de regarder, d'écouter, etc. ne procurera pas le même sens à son acte d'attention que celui qui y met celui d'évoquer la chose qui sera perçue. De même pour la mémorisation, le projet et l'acte qui s'ensuivra n'aura pas le même sens si le sujet n'y met pas de sens d'avenir.* »

Cette évocation n'est d'autre qu'une étape très importante pour mémoriser et varie en fonction de chaque individu. Les informations perçues étant nombreuses et continues. Ainsi, grâce au geste d'attention, il est possible de se mettre en projet dans le but de mémoriser, comprendre, réfléchir ou imaginer, en créant une image mentale par évocation. Les cinq gestes mentaux, ainsi que le projet, sont des actes qui nécessitent une volonté et une forte motivation de la part de l'individu. Pendant les pratiques enseignantes, les enseignants peuvent demander aux élèves d'être attentifs. Toutefois, si ceux-ci n'ont aucune motivation et ne se mettent pas volontairement en projet, il ne se passera rien. De La Garanderie (2002, p. 20) l'explique ainsi :

Si je dis à un élève de se concentrer, de ne pas se laisser distraire, de faire un effort pour être attentif, cela ne lui donne aucunement le sens de ce qu'il doit réaliser comme opération... En revanche, si je lui demande de regarder, d'écouter, de palper, de humer, de déguster, en ayant le projet de faire exister dans sa conscience sous forme d'images, de mots, qui exprimeront ce qu'il percevra, il sentira ce que je veux dire, pratiquement, sur le champ, mieux encore : c'est le rapport de sens intrinsèque qu'il y a entre ma proposition et

l'acte attentif qui le frappera, au point de s'aviser que s'il accomplit l'acte de cette façon il est sûr de le réussir.

D'après la gestion mentale, concernant le fait de se « mettre en projet », De La Garanderie (1987) explique « *qu'il n'y a pas de vie mentale maîtrisée pour l'être humain, si elle n'est pas animée par des projets. Entendons-nous bien : il s'agit ici de projets mentaux, c'est-à-dire de la direction donnée à l'activité mentale elle-même, en dehors de tout rapport avec une activité extérieure* » (p. 94). Ayant identifié les structures mentales mises en œuvre par des apprenants en situation de réussite lors d'opérations cognitives données, La Garanderie (1989) propose une pédagogie des moyens d'apprendre dans laquelle les impératifs habituels tels que : sois attentif, réfléchis, concentre-toi, etc. sont remplacés par des descriptions opérationnelles de ce qu'il convient de faire mentalement pour répondre à la prescription. Dans les profils pédagogiques, La Garanderie (1989) affirme : « La pédagogie n'est pas un simple art d'instruire autrui, à partir de connaissances personnellement acquises. Elle est fondamentalement la science des processus quasi spontanément employés par les individus humains pour retenir, pour comprendre, pour composer, pour chercher, pour trouver. »

Dans l'optique de la gestion mentale, la pédagogie balise le chemin de l'autonomie pour les apprenants. Cependant, les apprenants informés des processus mentaux nécessaires pour gérer une tâche et conscients de leurs propres habitudes mentales, ne subissent plus l'enseignement, mais ils le vivent et sont nourris par la motivation de se connaître et de savoir comment connaître.

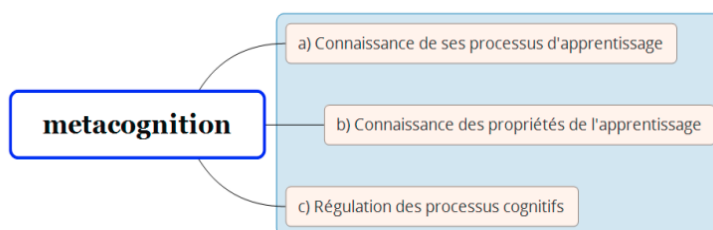
2.2.3. La métacognition

Au regard de l'évolution sociétale, l'enjeu repose sur les différentes formes de raisonnement des apprenants plutôt que sur l'apprentissage lui-même. L'être humain se différencie du monde animal par le fait qu'il est capable d'acquérir sans cesse de nouvelles connaissances, peut également agir sur celles-ci pour modifier son environnement et son comportement face à une situation. Par rapport à ces capacités d'apprentissage, des questions plus liées au contexte scolaire émergent. Comment l'élève mémorise ? Comment va-t-il retrouver dans sa mémoire les informations adéquates pour chaque situation ? Comment fait-il des liens avec ce qu'il a déjà appris ? Toutes ces questions, et bien d'autres, sont liées à la métacognition. Il s'agit d'analyser « ce qui se passe » dans le cerveau d'un apprenant et les connaissances qu'il possède afin d'adapter son comportement. Comme le cite Vianin (2009), « la métacognition consiste donc à descendre du vélo pour se regarder

pédaler ou à se tenir sur le bord de la piscine pour critiquer sa manière de nager » (p. 57). Lorsqu'on parle de métacognition à la lumière de la psychologie cognitive, on parle avant tout d'activités mentales et de stratégies d'apprentissages, car l'action d'apprendre n'est pas innée et nécessite d'avoir des compétences et des connaissances sur sa façon de travailler. Comme l'explique Vianin (2009) « la plupart des élèves en difficulté manquent cruellement de connaissances et de compétences en matière de stratégies d'apprentissage et de procédures efficaces de travail » (p. 22). C'est également la gestion de ses propres compétences que l'on peut appeler métacognition. En quelque sorte, la métacognition pourrait être la connaissance de ses connaissances ou, en d'autres termes, une réflexion sur sa façon de penser et de réfléchir. Développé par Flavell (1971), ce concept possède deux composantes différentes. La première composante est celle des connaissances métacognitives d'un individu et la seconde est celle de l'utilisation de ces connaissances métacognitives pour effectuer la gestion de ses processus mentaux. Étant considéré comme un pionnier dans le domaine de la métacognition, Flavell (1976) propose que « la métacognition se rapporte à la connaissance qu'on a de ses propres processus cognitifs, de leurs produits et de tout ce qui touche, par exemple, les propriétés pertinentes pour l'apprentissage d'information ou de données... la métacognition se rapporte entre autres choses, à l'évaluation active, à la régulation et l'organisation de ces processus en fonction des objectifs cognitifs ou des données sur lesquelles ils portent, habituellement pour servir un but ou un objectif concret » (p. 232).

Comme le présente la figure 7, la métacognition englobe trois phases.

Figure 7: Schéma des trois phases de la métacognition.



Source: Flavell, J. H. (2021). Metacognition: A conceptual framework and implications for teaching and learning

Il est à remarquer que la métacognition est étroitement fondée sur un certain nombre de paramètres. Afin de peaufiner la compréhension, il est nécessaire d'expliquer les trois types de métacognition. Il s'agit de la métamémoire, la métacompréhension et la métarésolution.

2.2.3.1. La métamémoire

La métamémoire est le processus mental qui permet d'observer et de savoir ce que le sujet sait sur sa façon de mémoriser. C'est en quelque sorte, un contrôle que l'élève opère sur son propre fonctionnement, mais également sur les stratégies qu'il utilise et la régulation de celles-ci. Le Berre, Eustache et Beaunieux (2009) expliquent que la métamémoire « renvoie aux connaissances sur les processus cognitifs et à toute activité cognitive en terme de contrôle et de régulation qu'un individu peut exercer sur son propre fonctionnement cognitif » (pp. 312-313). Un exemple est le fait que : « *Je sais que j'arrive mieux mémoriser lorsque j'ai mangé quelque chose, il faut que j'aie fait mon goûter avant de me mettre au travail* ». À cet effet, tout apprenant utilise donc sa métamémoire et ses connaissances qu'il a de lui pour optimiser ses apprentissages.

2.2.3.2. La métacompréhension

Ce processus mental permet de savoir ce que le sujet sait sur la façon dont il comprend. De manière générale, il s'agit de savoir qu'on a compris une information. Noël (1997) affirme que « par exemple, comprendre le sens de consignes serait un exemple de compréhension d'un message, tandis que savoir qu'on les a comprises ou pas serait un exemple de métacompréhension » (p.11). En voici un exemple : « *Je suis en train de lire un article en pensant à autre chose et je stoppe ma lecture car je me rends compte que je n'ai pas compris ce que j'ai lu* ».

2.2.3.3. La métarésolution

Ce processus mental va permettre de savoir comment le sujet analyse un problème et comment il fait pour savoir quelles stratégies utilisées pour le résoudre. Dans cette troisième partie, l'individu sait comment résoudre un problème, quelle(s) stratégie(s) il va utiliser. En voici un exemple : Je sais comment résoudre une addition en colonne et quelles stratégies utiliser pour être certains de mon calcul. J'additionne d'abord les unités, puis les dizaines et ensuite les centaines. Je dois retenir un chiffre si mon addition dépasse dix, pour le rajouter à la colonne suivante.

En définitive, La métacognition est un concept intéressant et important dans le domaine de la psychologie cognitive, qui se réfère à la connaissance et à la régulation de processus cognitifs. Elle concerne la capacité pour un individu de réfléchir sur ses pensées, ses connaissances, ses compétences et ses stratégies, ainsi que sur la manière dont il les utilise pour résoudre des problèmes, prendre des décisions et accomplir des tâches. Par conséquent, la métacognition comprend deux dimensions principales à savoir : la connaissance

métacognitive et la régulation métacognitive. La connaissance métacognitive fait référence à notre compréhension de nos propres processus cognitifs, de nos capacités et de nos limites. Ainsi pour un apprenant, elle implique sa capacité d'évaluer ses propres connaissances, de reconnaître ce qu'il sait et ce qu'il ne sait pas, afin de prendre conscience de ses forces et faiblesses cognitives. La régulation métacognitive quant à elle, concerne la gestion et le contrôle de processus cognitifs. Cela inclut chez l'élève, la planification de stratégies cognitives, la surveillance de sa compréhension et de sa progression, la détection des erreurs, la correction des erreurs, l'adaptation de ses stratégies en fonction des exigences de la tâche, et la réflexion sur sa propre performance cognitive.

Il ressort que la métacognition joue un rôle essentiel dans l'apprentissage des sciences physiques, car elle permet aux individus de réguler leur propre apprentissage. En comprenant leurs propres processus cognitifs, les apprenants peuvent choisir les stratégies les plus appropriées pour une tâche donnée, surveiller leur compréhension, s'auto-évaluer, détecter les lacunes dans leurs connaissances et prendre des mesures pour les combler. La métacognition est également liée à des compétences plus larges telles que l'autorégulation, l'autonomie et la résolution de problèmes. En développant une métacognition solide, les apprenants peuvent devenir plus efficaces et autonomes, capables d'adapter leurs pensées et leurs actions en fonction des exigences de la situation. En bref, la métacognition implique chez tout apprenant, la connaissance et la régulation de ses propres processus cognitifs. Elle comprend la connaissance de soi en tant que penseur et apprenant, ainsi que la capacité de gérer et d'ajuster ses stratégies cognitives pour améliorer son apprentissage et sa performance. La métacognition joue un rôle central dans l'apprentissage efficace et l'autonomie cognitive.

2.2.4. Stratégie cognitive

La stratégie cognitive est un concept qui englobe différentes approches et techniques visant à améliorer les processus de pensée, la résolution de problèmes et la prise de décision. La mise en application d'une stratégie cognitive par tout apprenant renvoie selon Daniel Kahneman (2011) à la mise en œuvre de sept éléments capitaux à savoir le développement de la conscience de soi, la planification et organisation, l'utilisation des techniques de brainstorming, la gestion du temps, la réflexion et révision, l'utilisation des modèles mentaux et l'apprentissage continu.

Tableau 3: Éléments de mise en œuvre d'une stratégie cognitive adapté par Ngongang, E.

Éléments de mise en œuvre	Impact sur l'apprenant
Développer la conscience de soi	Aide l'apprenant à jouer sur ses forces et à compenser ses faiblesses
Planifier et organiser	L'organisation des idées permet à l'apprenant de clarifier sa réflexion et facilite sa rédaction
Utiliser les techniques de brainstorming	Stimule la créativité et aider les auteurs (apprenants) à surmonter les obstacles ou blocages mentaux
Gérer le temps.	La gestion efficace du temps favorise chez l'apprenant la concentration et la productivité
Réfléchir et réviser	Tout apprenant est interpellé à réfléchir de manière critique sur leur propre travail. Cela permet d'améliorer la clarté, la cohérence et la qualité globale de leur production.
Utiliser les modèles mentaux	Les modèles mentaux ou schémas cognitifs ou cadre de référence peuvent servir de guide pour la réflexion et la rédaction.
Apprentissage continu	Permet à l'apprenant de s'ouvrir à d'autres moyens pour apprendre et enrichir sa réflexion en vue d'améliorer son raisonnement.

Source : Kahneman D, 2011

L'approche cognitive est une perspective théorique et scientifique qui se concentre sur l'étude des processus mentaux et cognitifs tels que la perception, l'attention, la mémoire, le langage, la résolution de problèmes et la prise de décision. Cette approche considère l'esprit humain comme un système de traitement de l'information, similaire à un ordinateur, qui

traite activement et organise les informations provenant de l'environnement. L'approche cognitive s'intéresse à la manière dont les individus perçoivent, interprètent, stockent, rappellent et utilisent l'information. Elle met l'accent sur les processus internes et mentaux qui sous-tendent nos comportements observables. Un apport important de l'approche cognitive est la notion de représentation mentale, qui se réfère à la manière dont les informations sont codées, stockées et manipulées dans l'esprit. Selon cette perspective, les individus utilisent des schémas, des modèles et des structures cognitives pour organiser l'information et faciliter la compréhension et le traitement. Par ailleurs, l'approche cognitive est indubitablement une approche scientifique qui se concentre sur l'étude des processus mentaux et cognitifs. Elle considère l'esprit humain comme un système de traitement de l'information et cherche à comprendre comment tout individu traite, organise et utilise l'information pour comprendre le monde qui l'entoure afin de se performer.

En effet, les stratégies cognitives sont des méthodes et des approches utilisées pour traiter l'information, résoudre des problèmes et accomplir des tâches cognitives. Elles représentent des techniques mentales que les apprenants devraient utiliser de manière consciente pour améliorer leur performance et optimiser leur processus de pensée. Les éléments fondamentaux qui émanent de la mise en œuvre des stratégies cognitives sont entre autres, l'amélioration de la performance, l'adaptation aux tâches, la flexibilité, l'autorégulation et l'apprentissage-enseignement. (Robert Sternberg, 1997)

Tableau 4: Éléments fondamentaux que produisent les stratégies cognitives chez l'apprenant de Robert Sternberg (1997)

Élément fondamental	Impact sur l'apprenant
Amélioration de la performance	organiser l'information de manière significative, accéder aux connaissances pertinentes, résoudre les problèmes de manière efficace et prendre des décisions éclairées
Adaptation aux tâches	choisir les stratégies appropriées en fonction de la demande de la tâche

Flexibilité	ajuster ses méthodes en fonction de ses besoins, de l'évolution de la situation et des objectifs spécifiques ; modifier les stratégies en cours de route.
Autorégulation	la prise de conscience de ses processus cognitifs, ainsi que l'évaluation et l'ajustement de stratégies en fonction des résultats obtenus.
Apprentissage-enseignement	en enseignant et en utilisant activement des stratégies cognitives, cela aide l'apprenant à développer des compétences métacognitives et à devenir plus efficaces et autonomes.

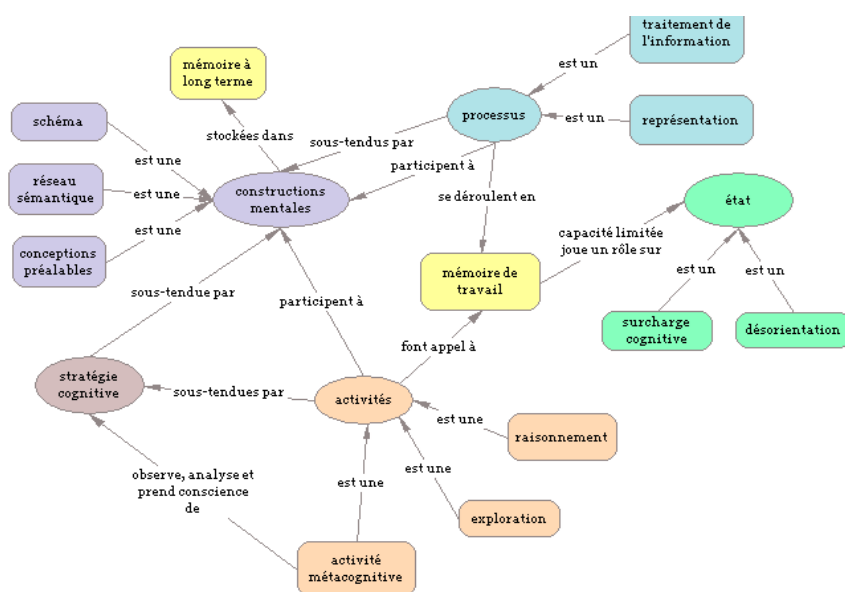
Source : Ngongang, E. 2024

Bref, les stratégies cognitives sont des techniques mentales que nous utilisons pour améliorer notre performance cognitive. Elles nous aident à aborder les tâches cognitives de manière réfléchie et efficace, en adaptant nos méthodes en fonction des exigences de la tâche. Les stratégies cognitives sont flexibles, liées à la métacognition et peuvent être enseignées pour favoriser l'apprentissage efficace.

La métacognition, la gestion mentale et les stratégies cognitives sont tous des concepts liés à la réflexion sur nos propres processus cognitifs. Bien qu'ils aient des origines et des approches différentes, ils partagent une certaine similarité dans leur objectif d'améliorer la prise de conscience et le contrôle des processus de pensée chez l'apprenant. La métacognition de Tardif (1992) se concentre sur la connaissance et la régulation de nos propres processus cognitifs. Elle met l'accent sur la prise de conscience de nos stratégies de pensée, la compréhension de nos forces et faiblesses cognitives, ainsi que la capacité à réguler et à adapter nos méthodes de traitement de l'information en fonction des tâches et des objectifs. La gestion mentale, quant à elle, est une approche développée par Antoine de La Garanderie (1980), un pédagogue français. Elle vise à améliorer l'efficacité de la pensée

et de l'apprentissage en identifiant et en utilisant les processus mentaux qui permettent de comprendre, de mémoriser et de restituer l'information. La gestion mentale met l'accent sur des notions telles que l'attention, la compréhension, la mémorisation, la réflexion et la structuration des connaissances. Les stratégies cognitives, plus généralement, font référence aux méthodes et aux approches que nous utilisons pour traiter l'information, résoudre des problèmes et accomplir des tâches cognitives. Elles peuvent inclure des méthodes telles que la planification, l'organisation, la visualisation, la répétition, la recherche d'indices et la décomposition des problèmes complexes en étapes plus simples.

Figure 8: relation entre processus mentale, stratégies cognitive et métacognition



Source : Christelle, L. et Natascha, P. (2005). *Les stratégies d'apprentissage et la métacognition*

En résumé, ces concepts se rejoignent dans leur préoccupation commune pour la réflexion sur les processus cognitifs. La métacognition de Tardif met l'accent sur la connaissance et la régulation de ces processus, la gestion mentale se concentre sur l'utilisation optimale des processus mentaux dans l'apprentissage, tandis que les stratégies cognitives font référence aux méthodes spécifiques que nous utilisons pour résoudre des problèmes et accomplir des tâches. Ensemble, ils offrent des perspectives et des outils pour améliorer notre compréhension de nous-mêmes en tant que penseurs et apprenants, et pour optimiser nos performances cognitives.

2.3. THÉORIES EXPLICATIVES

2.3.1. Modèle de Tardif

Concernant la métacognition centrée sur les aspects cognitifs, Flavell (1976) et Tardif (1990) s'intéressent aux connaissances métacognitives ou métaconnaissances. Selon Focant (2004) « au cours d'une tâche, les connaissances métacognitives des différents types sont utilisées de manière interactive pour s'adapter au mieux aux attributs de la tâche, en fonction de ses caractéristiques personnelles et des stratégies à sa disposition » (2004, p. 20). Brown (1975, 1977, 1978, 1980) s'intéresse, quant à elle, aux capacités, habiletés ou compétences métacognitives. Ce que Kluwe et Spada (1980) appellent « *executive processes* ». C'est l'aspect procédural de la gestion métacognitive d'une tâche que Brown (1980) définit par des processus spécifiques qui permettent au sujet d'exercer une autorégulation. Ces processus regroupent l'anticipation (par exemple, prévision d'étapes dans la résolution d'une tâche), le contrôle (monitoring qui consiste à surveiller que l'on ne dévie pas du but à atteindre, à repérer ses erreurs) et la régulation (par exemple, corriger ses erreurs quand c'est nécessaire).

Brown (1978) tente d'opérationnaliser la définition et, par la suite, elle proposera même de l'abandonner en lui préférant quelques concepts clés qui font référence aujourd'hui, tels le monitoring, la planification, l'auto-évaluation. C'est elle aussi qui a clairement exprimé des différences importantes dans la métacognition, notamment quand elle distingue entre savoir quand on sait (« *knowing when you know* »), savoir ce que l'on sait (« *you know what it is that you know* »), savoir ce que l'on a besoin de connaître (« *knowing what you need to know* ») et connaître l'utilité de stratégies d'intervention (« *knowing the utility of active intervention* »). En ce qui concerne l'aspect « savoir ce que l'on sait », Brown (1980) s'intéresse à la capacité d'un apprenant à émettre un jugement sur sa capacité à se souvenir (métamémoire). Lequel jugement Brown (1980) demande à tout apprenant d'avoir avant et après la performance ou prédiction afin de développer une confiance dans ses réponses.

À l'occasion de la prédiction, le sujet doit émettre un jugement avant d'exécuter la tâche de mémorisation proprement dite : il s'agit pour lui d'estimer, à partir d'une liste, le nombre d'items dont il pourra se souvenir. Enfin, Brown (1980) étudie également la conscience qu'ont les apprenants d'être prêts à évoquer des faits, des événements. Cette connaissance implique que l'apprenant est capable de déterminer si les épreuves qu'on lui a proposées ont été suffisamment étudiés, mémorisés, pour lui garantir un rappel ultérieur efficace. Cette

conception et ces techniques d'approche de la problématique de la métamémoire sont proches de celles auxquelles B. Noël (1991, 1997) a eu recours dans son étude du concept de métacompréhension pour donc ainsi dire métaconceptualisation et méta application. Cependant, Brown (1980) ne fait pas toujours clairement la différence entre la connaissance, la perception ou l'évaluation d'un processus cognitif et l'exploitation que fait l'apprenant de cette connaissance.

C'est alors que Brown (1980) s'intéresse à un troisième aspect de la métacognition « savoir ce que l'on a besoin de connaître », il s'agit de la métacompréhension. Elle pense que les lecteurs efficaces sont non seulement capables de contrôler ce qu'ils connaissent, mais ils savent aussi qu'il existe certaines catégories d'information nécessaire pour eux s'ils veulent réussir une tâche déterminée. Dresser une liste de questions à poser pour obtenir l'information manquante, indispensable à la compréhension d'un texte, montre, par exemple, que le lecteur est conscient de ce qui lui fait défaut pour comprendre le texte, indique qu'il sait ce dont il a besoin pour réussir la tâche. Le quatrième aspect envisagé par Brown (1980), toujours dans le cadre de ses études sur la métacompréhension, concerne « *knowing the utility of active intervention* », connaître l'utilité de stratégies d'intervention, c'est-à-dire comprendre par exemple que, quand on lit, on peut sûrement essayer plusieurs stratégies pour arriver à mieux comprendre le texte donné (par exemple, faire appel à la relecture, se poser des questions à soi-même sur l'information manquante, etc.). Le recours à de telles stratégies témoigne d'une prise de conscience par le sujet de la nécessité d'une intervention spécifique lorsqu'il estime que sa compréhension n'est pas optimale. L'utilisation de stratégies métacognitives adaptées à la situation est une des caractéristiques qu'on peut mettre en évidence chez des lecteurs efficaces (Brown, 1980). Si on les compare aux lecteurs doués, ceux qui le sont moins manquent de connaissance quant aux buts de la lecture, sont peu sensibles au besoin d'agir d'une façon stratégique, échouent à évaluer l'adéquation des stratégies choisies, n'appliquent pas les stratégies de façon spontanée et appliquent rigidelement les stratégies imposées.

Wong (1985) et Bouffard-Bouchard (1994), réalisent des expériences avec des élèves en situation d'échec comparés aux élèves qui réussissent et les différences de résultats entre novices et experts et montrent que l'inefficacité des efforts des élèves en échec s'explique par une déficience de type plus métacognitif que cognitif. Ainsi, il semble que les élèves en échec aient des connaissances et des compétences, mais qu'ils ne savent pas les utiliser ni les transférer, cette inefficacité étant d'abord attribuée au fait « qu'ils ne savent pas ce qu'ils savent » (cité par Doly, p. 18 dans Grangeat et Meirieu, 1997). Cette conscience de ce que

l'on sait et de ce qu'on ne sait pas est ce que Flavell (1976) appelle « les connaissances métacognitives ».

« Ces recherches montrent également que les difficultés métacognitives des élèves en échec sont à comprendre par rapport à un déficit d'ordre affectif, celui de la motivation : les élèves en échec n'ont pas un bon "concept de soi", ils ne se connaissent pas et ne se font pas confiance ; ils abandonnent très vite et sont dépendants d'une prise en charge extérieure à l'inverse de ceux, en réussite, qui sont persévérants et autonomes » (Doly, pp. 18-19 dans Grangeat et Meirieu, 1997). Métacognition et motivation sont donc intimement liées. C'est alors que Lafortune et Saint-Pierre (1996, 1998) élargissent ainsi le concept de métacognition en intégrant de plus en plus les aspects affectifs liés à l'apprentissage.

La métacognition et l'apprentissage autorégulé, sont des concepts provenant de plusieurs orientations théoriques différentes, pourtant ont plusieurs points en commun. D'où le fait qu'ils soient souvent utilisés comme synonymes. Comme le soulignent Dinsmore, Alexander et Loughlin (2008, p. 404), ces deux concepts mettent par ailleurs l'accent sur l'idée que « *individuals make efforts to monitor their thoughts and actions and to act accordingly to gain some control over them. It is, in effect, a marriage between self-awareness and intention to act that aligns these bodies of work* ». Ces deux concepts traitent ainsi de la gestion des pensées et des actions des apprenants afin de développer leur contrôle sur leurs actions. Ce contrôle passe par la prise de conscience et l'intentionnalité reliées à l'action. Divers aspects les différencient aussi. Un aspect de confusion entre métacognition et apprentissage autorégulé peut résider dans le fait que dans le cas de la métacognition, la régulation est vue comme une des stratégies d'action de la métacognition. C'est alors que, dans le cas de l'apprentissage autorégulé, le modèle de Tardif (1990) souligne que le processus même d'apprentissage repose sur le processus d'autorégulation dont les principales phases sont la planification, le contrôle/ajustement et l'auto-évaluation.

L'inclusion des aspects affectifs dans ce domaine repose aussi pour une bonne part sur des connaissances, par exemple, la connaissance de soi comme apprenant. L'apport majeur de ce domaine réside donc dans les connaissances à acquérir pour atteindre ses buts d'apprentissage. Dans le cas de l'apprentissage autorégulé, le but visé est d'identifier les facteurs personnels et contextuels d'influence et leur interaction. Dans ce cas, l'interaction à propos des facteurs personnels se situe entre les connaissances, mais également avec les perceptions, les comportements et les émotions.

Afin de situer les apports de chacun de ces concepts, les parties qui suivent proposent un bref historique des principaux développements dans le domaine de la métacognition et un

tour d'horizon des travaux sur l'apprentissage autorégulé en contexte scolaire. Ensuite, seront envisagés la contribution de l'ouvrage dans le domaine ainsi que les apports de chacun des chapitres regroupés en deux parties. La conclusion de l'ouvrage proposera comme perspective future d'intégrer les concepts de métacognition et d'apprentissage autorégulé afin de mieux comprendre la dynamique d'apprentissage d'un apprenant en contexte de classe de façon à contribuer à une meilleure connaissance des facteurs qui peuvent participer à la réussite scolaire de tous.

Tardif (1992) s'appuie sur les théories du traitement de l'information en psychologie cognitive. Cependant Tardif (1992), décrit les différentes étapes du traitement de l'information par l'apprenant. Premièrement l'encodage. Selon Tardif (1992), l'encodage est le premier processus par lequel l'apprenant intègre les informations provenant de l'environnement dans sa mémoire. Tardif (1992) implique l'attention, la perception et l'activation des connaissances antérieures. Deuxièmement le Stockage, qui fait référence à la façon dont l'apprenant organise et conserve l'information dans sa mémoire à long terme (Tardif, 1992). Cela inclut bien évidemment des processus comme l'élaboration et l'organisation des connaissances. Troisièmement, la récupération qui est le processus par lequel l'apprenant rappelle et utilise les informations stockées en mémoire (Tardif, 1992). Cependant, elle implique l'activation des connaissances pertinentes pour résoudre un problème ou réaliser une tâche. Pour compléter et améliorer ces étapes de traitement de l'information par l'apprenant, Tardif (1999) ajoute tout d'abord le transfert, qui est la capacité de l'apprenant à utiliser ses connaissances dans de nouvelles situations (Tardif, 1999). Il s'agit d'un processus essentiel pour l'application des apprentissages dans des contextes variés. Et enfin la généralisation, en faisant référence à la capacité de l'apprenant à étendre ses apprentissages à d'autres domaines ou à d'autres tâches (Tardif, 1999). Elle permet de développer des compétences transférables à différents contextes.

Le modèle de Tardif (1992) accorde une grande importance au fonctionnement de la mémoire dans l'apprentissage. Il distingue la mémoire à court terme, la mémoire de travail et la mémoire à long terme, et leurs interactions dans l'apprentissage. Selon Tardif (1992), les connaissances et les expériences antérieures de l'apprenant jouent un rôle crucial dans l'apprentissage. Ces connaissances préalables constituent la base sur laquelle se construisent de nouvelles connaissances. Tardif (1992) décrit sept (07) principales étapes du processus d'apprentissage qui s'apparentent aux gestes mentaux. Il s'agit de la motivation, Tardif (1992) souligne que la motivation est la première étape cruciale dans le processus d'apprentissage. Elle permet à l'apprenant de s'engager dans la tâche ; de la perception, C'est

l'étape où l'apprenant prend conscience des informations présentes dans son environnement et les sélectionne en fonction de ses besoins (Tardif, 1992) ; de la compréhension qui implique que l'apprenant donne un sens aux informations perçues en les reliant à ses connaissances antérieures (Tardif, 1992) ; de l'acquisition, qui consiste à intégrer de nouvelles informations dans sa mémoire à long terme (Tardif, 1992) ; de l'intégration, qui permet à l'apprenant de relier ses nouvelles connaissances à celles déjà acquises, favorisant ainsi une meilleure structuration de ses apprentissages (Tardif, 1992) ; de l'organisation et de l'utilisation des connaissances fait référence à la capacité de l'apprenant à mobiliser et à appliquer ses connaissances dans des situations concrètes (Tardif, 1992).

Le modèle de Tardif (1992) souligne l'importance du rôle de l'enseignant dans la facilitation des processus d'apprentissage. L'enseignant doit guider l'élève, susciter sa motivation ou sa métacognition, puisqu'elles sont intimement liées et favoriser l'activation de ses connaissances antérieures. Autrement dit, l'enseignant doit être un facilitateur ou un accompagnateur (Giordan, 1998), c'est-à-dire qu'il s'appuie sur les conceptions des apprenants pour les amener à construire de nouvelles connaissances de manière significative. D'après ce modèle, Tardif (1999) soutient l'idée selon laquelle, les élèves bénéficient d'une instruction claire et structurée, qui leur donne les outils nécessaires pour atteindre les objectifs d'apprentissage visés.

2.3.2. Modèle de Giordan : Pertinences relatives du modèle de l'apprendre

2.3.2.1. Le modèle allostérique de l'apprendre

Pour constituer le cœur de notre approche théorique, le modèle allostérique de l'apprendre, développé au LDES depuis plus de vingt-cinq années (Giordan & De Vecchi, 1987 ; Giordan & Girault, 1996 ; Eastes & Pellaud, 2005), satisfait à toutes les conditions nécessaires à notre projet de formalisation didactique des processus d'apprentissage : fort ancrage dans la pratique pédagogique, bases épistémologiques solides, haut degré de conceptualisation, nombreuses possibilités de formalisation, multiples connexions avec les autres théories, grande adaptabilité interdisciplinaire... En outre, le choix de ce modèle est très largement légitimé par le nombre de validations et de prolongements théoriques et pédagogiques dont il a fait l'objet ces dernières années (Pellaud, 2000, 2002 ; Honorez, 2001 ; Cariou, 2007 ; Pellaud, 2007 ; Bourdeault, 2010 ; Golay, 2007, 2009 ; Bêty, 2010). La description que nous en faisons ci-dessous explicite ce choix, en terminant par l'évocation de ses avantages théoriques et pratiques.

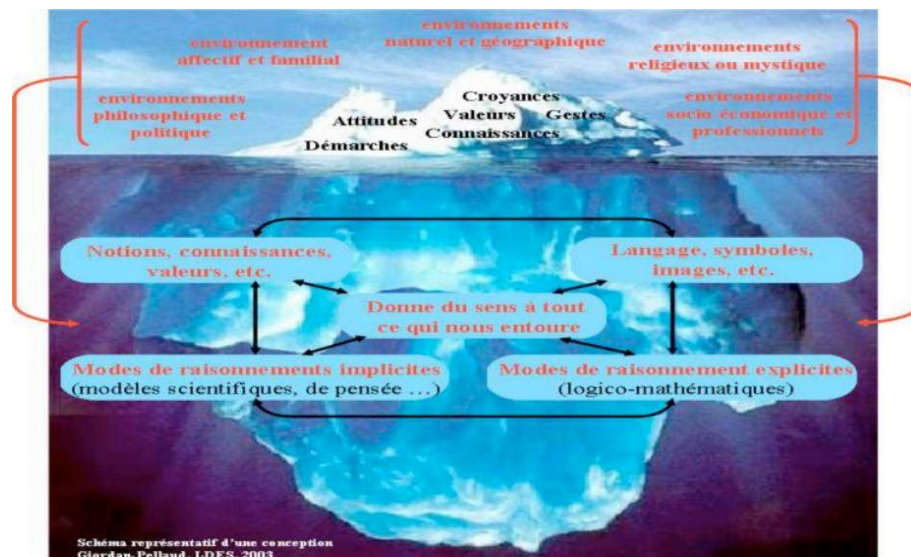
A l'origine de la dénomination du modèle, une métaphore émise par André Giordan (Giordan, 1986 ; Giordan, 1989). Le savoir, modulaire et siège de processus dynamiques permanents, lui rappelle les protéines allostériques qu'il a rencontrées dans sa formation de biologiste. Plastiques et sensibles à leur environnement, les protéines allostériques adoptent des formes et des fonctions différentes selon le milieu dans lequel elles sont placées. Ce concept a été formalisé par Monod, Changeux et Wyman dans une série d'articles, dont le plus important a été publié en 1965 dans (Monod, 1965).

« L'allostérie du grec *allos* qui signifie autre et *stereós* qui traduit solide, est un mode de régulation de l'activité d'une enzyme par lequel la fixation d'une molécule effectrice en un site modifie les conditions de fixation d'une autre molécule, en un autre site distant, de la protéine. [...] L'hémoglobine constitue un exemple important de protéine allostérique, bien qu'elle ne soit pas une enzyme stricto sensu mais plutôt une molécule de transport. Chaque monomère de l'hémoglobine, qui en comporte quatre, peut fixer une molécule de dioxygène. La fixation de la première molécule de dioxygène augmente l'affinité de liaison de la seconde, la fixation de la seconde augmente l'affinité pour la troisième et ainsi de suite. Il s'agit d'une coopération positive par effet homotrope. » (Wikipédia, 2011) Il ne faut pas plus que cette métaphore pour que les anglo-saxons regroupent l'ensemble de ses travaux sous le vocable de « allosteric learning model ». Contrairement à beaucoup d'autres modèles, ce dernier possède la particularité principale de récuser l'hypothèse de linéarité de l'acquisition des savoirs, en proposant qu'ils se fassent et se défassent au gré des expériences vécues par l'individu, mais également sous l'influence forte de ses affects et de ses émotions. C'est ainsi qu'apparaît le concept de « conception » (Giordan, 1978 ; Giordan & De Vecchi, 1987), véritable brique élémentaire de la pensée, et que l'apprendre est défini non plus comme une simple dynamique de construction du savoir, mais comme un « processus de déconstruction-reconstruction des conceptions » (Giordan & Girault, 1996). Il induit alors une vision systémique qui étend les aspects cognitifs aux paramètres émotionnels, affectifs, motivationnels, méta et infra cognitifs et qui prend en compte les aspects paradoxaux de l'apprendre (Giordan, 2007 ; Golay, 2010).

En portant une attention accrue au contexte dans lequel se déroule l'apprentissage, le modèle allostérique commence alors à fournir aux enseignants, par les nouveaux éclairages sur l'élaboration des savoirs individuels qu'il propose, des clés précieuses pour mieux comprendre leurs élèves et la façon dont ils perçoivent leurs enseignants, en leur proposant notamment un environnement didactique destiné à faciliter l'apprendre (Giordan & Girault, 1992 ; Giordan & Pellaud, 2004). De par ces multiples

potentialités et depuis sa première formulation, le modèle allostérique de l'apprendre n'a cessé de se développer, selon de multiples axes (Education au développement durable : Pellaud, 2000 ; Pellaud, Giordan & Eastes, 2007 ; Giordan & Souchon, 2008 ; Education thérapeutique : Golay, Lager & Giordan, 2007, 2009).

Figure 9: La métaphore de l'iceberg pour représenter les conceptions



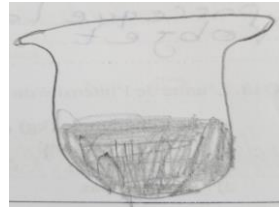
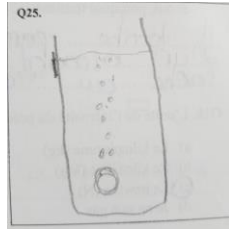
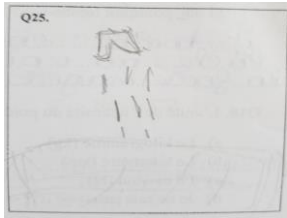
Source: A. Giordan et M. P. Develay (Eds.), 2004

D'après Giordan (1978), « La conception n'est pas le produit de la pensée, elle est le processus même de l'activité mentale. Elle devient une stratégie, à la fois comportementale et mentale, que gère l'apprenant pour réguler son environnement » (Giordan, 1996b). Cette réflexion sur la nature des conceptions a conduit à des représentations toujours plus complexes, destinées à rendre compte de toutes les caractéristiques utiles à la compréhension des éléments fondamentaux de la pensée. Giordan (2003) établit une réflexion plus complète sur la nature des conceptions qui mêlait la métaphore de l'iceberg (Giordan & De Vecchi, 1987) à la description articulée de leurs soubassements, comme le rappelle la figure 9 (Giordan & Pellaud, 2004). C'est la représentation qui constituera le point de départ de la formalisation du modèle allostérique.

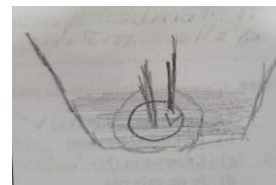
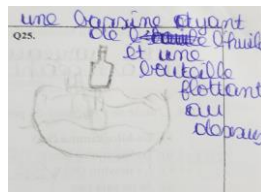
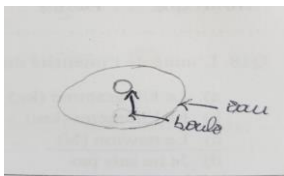
Une question préoccupante et souvent posée consiste à se demander si tous les élèves interprètent leur discours avec chacun leur propre conception. Le cas échéant, le travail de l'enseignant serait titanesque. Cependant, Eastes & Pellaud (2004b) montrent que le nombre de conceptions sur un sujet donné est souvent restreint. C'est alors que dans notre recherche expérimentale sur l'expérience contre-intuitive portant sur les notions de forces notamment la notion de Poussée d'Archimède, nous avons obtenu invariablement des

conceptions différentes et classées en catégorie, chez les participants, suite à la question « fais le schéma d'un objet immergé dans un fluide ressortissant la Poussée d'Archimède » :

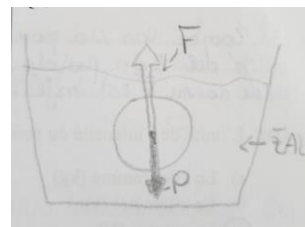
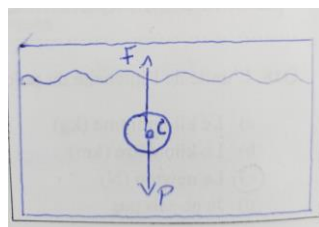
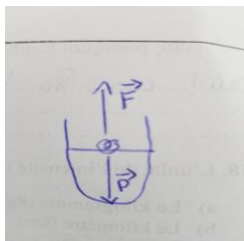
Catégorie des conceptions naïves



Catégorie des conceptions intermédiaires



Catégorie des conceptions scientifiques



Selon Eastes (2013), sur le plan pédagogique, les conceptions initiales des enfants résistent à des années d'enseignement classique d'un sujet. Force est de constater donc leur stabilité, Giordan (2004) montre la résistance des conceptions face à l'enseignement frontal, nécessitant une approche pour les transformer. D'où le modèle allostérique de Giordan (2004) comme stratégie d'enseignement/apprentissage.

2.3.2.2. Le cœur du modèle allostérique : la transformation des conceptions

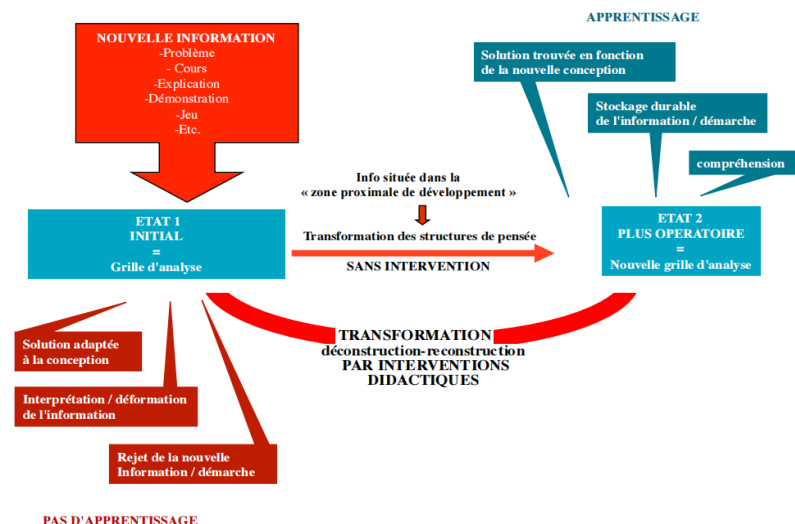
Admettant qu'apprendre, c'est modifier la structure de son savoir ou passer d'un état de savoir à un autre, généralement sous l'influence d'un ensemble d'informations nouvelles.

Dès lors, Giordan (1998) conçoit la formule suivante disant que : « Apprendre, c'est transformer ses conceptions ». Car Giordan (1998) pense qu'au sein de la multiplicité d'environnements dans lesquels se trouve l'apprenant et face aux informations qu'il reçoit, son savoir nouveau ne peut simplement s'accumuler que très rarement, comme le suppose l'école constructiviste. En effet, si les conceptions sont indispensables pour permettre de créer le lien entre le savoir déjà acquis et le savoir à acquérir, elles peuvent vite constituer un obstacle à l'apprendre, comme le précisait Bachelard (1938) qui selon lui, c'est en termes d'obstacles qu'il faut poser le problème de la connaissance scientifique. Et il ne s'agit pas de considérer des obstacles externes, comme la complexité et la fugacité des phénomènes, ni d'incriminer la faiblesse des sens et de l'esprit humain. C'est dans le même ordre d'idée que Bachelard (1938) affirme : *« c'est dans l'acte même de connaître, intimement, qu'apparaissent, par une sorte de nécessité fonctionnelle, des lenteurs et des troubles. (...) En fait, on connaît contre une connaissance antérieure, en détruisant des connaissances mal faites, en surmontant ce qui, dans l'esprit même, fait obstacle à la spiritualisation. (...) Il est alors impossible de faire d'un seul coup table rase des connaissances usuelles. (...) Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés »*.

Perçue à travers la grille d'analyse que constitue le système explicatif existant de l'apprenant, chaque nouvelle information va donc être interprétée, déformée, modelée et reformulée, voire appauvrie avant de pouvoir s'y adapter au réseau de conceptions exerçant un rôle de « filtre réducteur » (Eastes, 2013). Eastes (2013) avance que *“ bien des exemples vont dans ce sens, montrant que, si accommodation il y a, elle ne se fait pas forcément dans le sens d'une meilleure compréhension des phénomènes”*.

Mais si les conceptions jouent un rôle de « filtre » pour toute nouvelle information et si apprendre consiste en la transformation des conceptions, il est important ce pourtant d'accepter qu'elles soient en même temps les seuls éléments à la disposition de l'individu apprenant pour effectuer cette transformation. Il ne lui est possible d'apprendre qu'à partir d'elles ; entre temps, le savoir antérieur, seul outil à sa disposition, lui a servi de cadre interprétatif.

Figure 10: Description du processus de transformation des conceptions



Source: Giordan, A. (2002). Les conceptions des élèves : enjeux et perspectives pp. 25-40

La figure 10 propose une première modélisation de l'apprendre. Elle montre que l'information nouvelle peut soit être filtrée et déformée par la conception, soit induire sa transformation en une conception plus opératoire. Si l'adaptation de la nouvelle information proposée à l'apprenant n'est pas possible, alors elle peut être purement et simplement rejetée. Pour qu'elle ait quelque chance de passer « directement » sans intervention didactique, il faut en effet qu'elle entre en résonance avec l'ensemble des connaissances antérieures de l'apprenant. Pour Vygotsky (1933), cela signifie qu'elle doit se trouver dans sa « zone proximale de développement », ce qui ne peut se produire que pour un pourcentage très restreint d'élèves. Pour tous les autres, il est nécessaire de mettre en place des interventions didactiques appropriées, tenant compte des conceptions et permettant de s'approcher au maximum de cette zone proximale de développement. La figure 10 permet ainsi de mieux comprendre que l'élaboration individuelle des savoirs est faite de multiples aspects, nécessitant alors des phases de « déconstruction de savoirs ».

Il est donc nécessaire de penser la transformation du savoir comme un processus simultané de « déconstruction – reconstruction » des conceptions, où l'ancien savoir serait transformé et ne céderait véritablement la place au nouveau que lorsqu'il apparaîtrait désuet. Dès lors, il importe de chercher à savoir quels peuvent être les paramètres susceptibles de permettre cette déconstruction -reconstruction du réseau de conceptions.

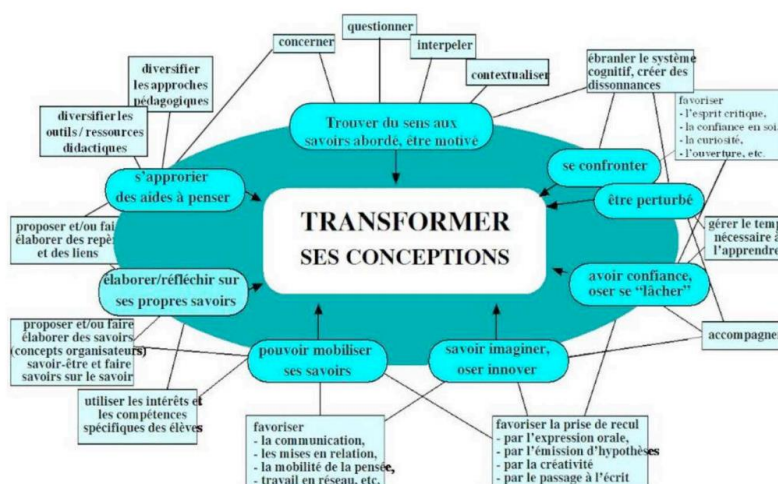
Par conséquent, Eastes (2002), relève que trois éléments fondamentaux constituent la signature « allostérique » du modèle de l'apprendre de Giordan (1998) :

- La transformation du savoir s'opère par une succession d'étapes élémentaires permettant chacune de « passer d'une conception à une autre ».
- Dans une situation pédagogique donnée, l'information apportée à l'apprenant n'est que rarement suffisante pour induire cette transformation ; au contraire, c'est elle en général qui est transformée par la conception à modifier.
- Pour favoriser la modification de cette dernière, des interventions didactiques sont nécessaires, qui conduisent à la nécessité de construire un environnement didactique approprié et spécifique.

2.3.2.3. Environnement didactique selon Giordan 2002

Eastes (2013) souligne qu'un « environnement didactique » accompagne le modèle allostérique de l'apprendre, et se trouve être une sorte de feuille de route présentée notamment sous la forme d'une carte conceptuelle récapitulant les différents leviers sur lesquels il est possible et nécessaire d'agir pour transformer les conceptions des apprenants. L'environnement didactique est donc l'ensemble des éléments et des méthodes que l'enseignant doit mettre à la disposition de l'apprenant pour tenter de favoriser la transformation de ses conceptions. L'utilisation du verbe « tenter » est ici importante car, comme le précisent Giordan (1987) et Meirieu (2001), « Seul l'élève peut apprendre, et personne ne peut le faire à sa place ». Pourtant Giordan (1987) et Meirieu (2001), tous deux, indiquent également que « Si seul l'élève apprend, il ne peut apprendre seul ». Et c'est là qu'intervient le rôle indispensable de l'enseignant ou du médiateur dans un sens large.

Figure 11: Environnement didactique accompagnant le modèle allostérique



Source: Eastes, J., & Pellaud, M. (2003). Modèles didactiques et apprentissage des sciences pp. 215-230

La figure 11 présente des facteurs favorables à l'acte d'apprendre selon Eastes & Pellaud (2003), qui doivent être mis en interaction les uns avec les autres. Car pour Eastes & Pellaud (2003), c'est dans la diversité que l'apprenant a le plus de chances de construire son propre savoir. Ces facteurs, font référence à ce que l'élève doit avoir la possibilité de faire, d'être, de réaliser ou de penser dans une dimension sociocognitive et au rôle de l'enseignant-médiateur, en rapport avec ses objectifs pédagogiques et didactiques.

Par ailleurs, Pellaud et Eastes (2003) décrivent l'environnement didactique en l'illustrant par son application à une situation pédagogique relative à la présentation publique d'une expérience de « lévitation » autrement dit un thème qui permet d'aborder un grand nombre de notions touchant à de très multiples branches de la physique, tout en offrant la possibilité de les relier au quotidien des apprenants, qu'ils soient élèves ou public d'une activité de vulgarisation.

Cependant, pour transformer ses conceptions, l'élève doit, selon Giordan (2003), développer sept attitudes importantes. Il s'agit de :

- trouver du sens aux savoirs abordés, être motivé ;
- se confronter - être perturbé, déstabilisé, confronté à d'autres réalités ;
- avoir confiance, oser se « lâcher », être accompagné ;
- savoir imaginer, oser innover;
- pouvoir mobiliser ses savoirs, les articuler autour de concepts organisateurs ;
- élaborer, réfléchir sur ses propres savoirs ;
- s'approprier des aides à penser.

Les aides à penser telle que les définit Giordan (1998) consistent en tout ce que l'enseignant peut proposer, en matière de supports d'informations ou de méthodes, pour rendre l'apprendre plus accessible. Dans le cadre de la séquence décrite ci-dessus comme dans n'importe quelle situation de médiation, du cours frontal à la démarche expérimentale en passant par le travail de groupe, la visite de musée, l'intervention d'un spécialiste, la recherche d'informations (Internet, ouvrages, médias), le projet, la définition d'objectifs, la création d'un spectacle, l'utilisation de jeux, de simulation, de modèles, l'élaboration de conceptogrammes, les métaphores, les histoires... tout est nécessaire pour offrir le maximum de chances à l'apprenant d'accéder aux savoirs et de transformer ses conceptions.

En effet, l'environnement didactique de Giordan (2002) montre comment fait en sorte que les apprenants construisent peu à peu leur savoir en lui donnant du sens, en le renforçant et en établissant des liens entre leurs connaissances. L'importance d'une telle approche réside surtout dans l'autonomie qu'acquiert l'apprenant face à son propre apprentissage, cette autonomie devant l'aider à développer un esprit critique en même temps qu'une imagination créatrice, capable de l'aider à dépasser les cadres de pensée proposés, non seulement par l'enseignant, mais par l'école d'une manière générale. Pour cela, le modèle de Giordan (1990) met en lumière cinq étapes pour que l'élève parvienne à un apprentissage significatif :

- Conceptions préalables de l'apprenant : Giordan (1990) part du principe que tout apprenant possède déjà des conceptions, des représentations et des connaissances antérieures sur le sujet à apprendre. Ces conceptions préalables jouent un rôle crucial dans les nouveaux apprentissages ;
- Déstabilisation cognitive : Giordan (1990) révèle que, pour que l'apprentissage soit significatif, l'apprenant doit être confronté à une situation de déséquilibre ou de remise en question de ses conceptions initiales. Cela crée un conflit cognitif qui le pousse à chercher de nouvelles explications ;
- Reconstruction des connaissances : Selon Giordan (1990), l'apprenant doit alors s'engager activement dans un processus de reconstruction et de réorganisation de ses connaissances. Il doit intégrer de nouvelles informations et les articuler avec ses conceptions préalables ;
- Appropriation personnelle : L'apprentissage n'est réellement significatif, avance Giordan (1990), que lorsque l'apprenant s'approprie personnellement les nouvelles connaissances construites. Cela implique de les comprendre, de les intégrer à sa structure cognitive et de pouvoir les réinvestir dans de nouvelles situations;
- Régulation des apprentissages : Selon Giordan (1990), l'apprenant doit être capable de réguler et d'autoréguler ses propres processus d'apprentissage. Cela passe par la prise de conscience de ses propres stratégies cognitives et métacognitives (Tardif, 1990).

Ces cinq étapes du modèle allostérique de Giordan (1990) contribuent à transformer les conceptions initiales des apprenants pour qu'ils s'approprient des savoirs mis à leur disposition.

2.4. DÉFINITION DES VARIABLES

2.4.1. Variable indépendante (VI)

La variable indépendante de notre étude est la Prise en compte des conceptions des apprenants. Pour opérationnaliser nous avons défini trois (03) variables indépendantes spécifiques :

- Variable Indépendante 1 : Identification des conceptions par les apprenants
- Variable Indépendante 2 : Comparaison des conceptions entre les apprenants
- Variable Indépendante 3 : Discussion des conceptions entre apprenants grâce à un conflit sociocognitif

2.4.2. Variable dépendante (VD)

La variable dépendante de notre étude est le développement des stratégies d'apprentissage chez les apprenants.

TABLEAU SYNOPTIQUE

Variables de l'étude	Modalités	Indicateur	Indices
VI: Prise en compte des conceptions des apprenants	- incitation à la prise de conscience des conceptions initiales chez les apprenants - comparaison des idées initiales entre les pairs -confrontation des idées initiales entre les pairs	- La qualité des questions - Échange des idées initiales entre pairs -conflit socio-cognitifs	- Bon - Moyen - Faible
VD: développement des stratégies d'apprentissage	- développement des stratégies d'apprentissage	- Attitudes des apprenants	

chez les apprenants.	- développement des compétences - Autorégulation	- productions des apprenants - les notes des apprenants	- Bon - Moyen - Faible
VI1: Identification des conceptions par les apprenants	-Série de questions - prise de conscience individuelle	Émergence des idées initiales	
VI2: Comparaison des conceptions entre les apprenants	Échange en groupes	Déconstruction des idées initiales ou déstabilisation	- Bon - Moyen - Faible
VI3: Discussion des conceptions entre apprenants	confrontation en groupes des idées initiales	-conflit sociocognitifs -Déconstruction-reconstruction - Apprentissage véritable	- Bon - Moyen - Faible

2.5. CONSTAT THÉORIQUE

Le modèle de Giordan (2002) met donc l'accent sur l'importance de l'interaction entre les apprenants, les connaissances scientifiques et les situations d'apprentissage. Il vise à favoriser l'autonomie et la construction active des connaissances chez les élèves, en les engageant dans des situations d'apprentissage stimulantes et authentiques qui prend en compte leurs conceptions ou leur « déjà là conceptuel » à partir des six étapes d'Astolfi (1996). Ce qui exige que l'enseignant soit un « enseignant stratégique » qui est selon Tardif (1992), un enseignant qui est censé connaître les stratégies cognitives et métacognitives en relation avec ce qu'il enseigne et qui lui donne les qualités « d'un planificateur de l'apprentissage et un médiateur entre les connaissances et l'élève » ; un enseignant qui

prend en compte les expériences antérieures de l'apprenant et surtout leur influence sur ses connaissances acquises, ses perceptions de soi et ses compétences (Tardif, 1992). Cependant, le modèle de Tardif (1990) quant à lui met l'accent sur le rôle actif de l'enseignant dans la planification et la mise en œuvre d'un enseignement explicite, ainsi que sur l'importance d'une progression graduelle de l'apprentissage. En plus, Tardif (1992) soutient l'idée selon laquelle les élèves bénéficient d'une instruction claire et structurée, qui leur donne les outils nécessaires pour atteindre par eux-mêmes les objectifs d'apprentissage visés voire la compétence recherchée. D'après ces deux modèles de Tardif et Giordan, un constat est fait selon lequel ces modèles visent à amener les apprenants à l'autonomie, ils s'appuient sur les expériences antérieures ou connaissances antérieures ou conceptions initiales des apprenants. Tardif (1990) et Giordan (1990) visent le développement des compétences chez l'apprenant en opérant trois (03) changements importants d'après Romainville (1996). Tout d'abord, le passage « d'un apprentissage centré sur les matières à un apprentissage centré sur l'élève apprenant », ensuite le passage « d'un apprentissage centré sur des acquis peu mobilisables à un apprentissage centré sur un potentiel d'action » et enfin le passage « d'un apprentissage de connaissances à un apprentissage de savoir-faire, de savoir-réfléchir ». Par ailleurs, Tardif (1990) et Giordan (1990) soutiennent que la considération des conceptions erronées ou opérationnelles des apprenantes contribue fortement après leur transformation, dans leur processus d'apprentissage et les conduire à un apprentissage autonome. Pourtant, le rejet ou l'ignorance ou la non considération des conceptions est un fâcheux obstacle à l'apprentissage et peut conduire les apprenants à l'échec malgré les meilleures méthodes d'enseignement déployées et utilisées.

CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE

La méthodologie d'après Kasenti et Savoie-Zajc (2004) est définie comme l'ensemble cohérent et organisé de façons de faire la recherche. Il s'agit d'un ensemble d'étapes structurées et bien organisées qui permettent la collecte et l'analyse des données dans l'optique de produire des résultats. Conformément à notre problématique dont le but principal est d'étudier la relation entre la prise en compte des conceptions des apprenants et le développement des stratégies d'apprentissage chez ces apprenants en sciences physiques, nous présenterons dans ce chapitre les principes méthodologiques suivis pour le recueil et l'analyse des données de cette recherche. Nous poserons, dans un premier temps le type de recherche. Ensuite, nous expliciterons d'une manière spécifique le choix des données empiriques, situations, objets d'étude et niveaux de classe retenues par rapport à notre outil de recherche ainsi que les outils d'analyse correspondants. Nous préciserons en quoi la méthodologie mise en œuvre nous aidera à progresser dans l'étude des relations entre la prise en compte des conceptions et le développement des stratégies d'apprentissage. En fin de ce chapitre, nous représentons par un schéma synthétique des deux moments de recueil et d'analyse des données.

3.1. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE : RECHERCHE MIXTE

En rapport avec notre thème de recherche et des hypothèses y afférentes déjà formulées, nous avons choisi d'utiliser la recherche quantitative mais agrémentée par des commentaires et explications. La recherche quantitative est une recherche quasi expérimentale basée sur l'expérimentation d'un modèle didactique en salle de classe. Elle vise à effectuer une comparaison entre les deux pratiques, dont l'une est frontale et l'autre centrée sur les conceptions initiales des apprenants donc sur les apprenants et l'amélioration de la qualité des apprentissages en Sciences Physiques. Ceci dans le but de développer les compétences sur la notion de Poussée d'Archimède chez les apprenants. Cette recherche permettra de mieux mesurer l'influence de la prise en compte des conceptions sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède.

3.2. COLLECTE DES DONNÉES QUANTITATIVES

Notre recherche a pour but d'évaluer l'impact de la prise en compte des conceptions sur le développement des compétences chez les élèves de classe de 4^e de l'enseignement francophone général au CSAO.

3.2.1. Choix de l'établissement et de la salle de classe

Compte tenu du fait que nous souhaitons appliquer un modèle didactique de prise en compte des conceptions des apprenants en sciences physiques, il était important pour nous de choisir un établissement scolaire qui nous servira de base pour mener notre expérimentation. Il a fallu compter sur nos facilités et contacts personnels. A cet effet, nous avons retenu un établissement qui contiendra le groupe expérimental et le groupe de contrôle. Cet établissement se trouve dans l'arrondissement de Yaoundé IV. Il s'agit principalement du Complexe Scolaire Adventiste d'Odza (CSAO). Le choix de cet établissement comme lieu d'expérimentation est raisonné et repose sur le fait que nous y soyons enseignant de physique chimie. En effet, nous avons contacté l'administration et nos collègues qui nous ont facilité l'accès à l'expérimentation. Ce qui nous a épargné les difficultés liées à la recherche d'établissements qui accepteraient volontiers l'expérimentation au sein de leurs classes. Par ailleurs, la raison la plus importante était la motivation d'un grand nombre des élèves à y participer. Cependant, certains enseignants étaient réticents à l'expérimentation et au renouvellement des pratiques.

Notre recherche vise à montrer les limites de toute méthode d'enseignement qui ignorerait les conceptions initiales des apprenants et de proposer un modèle didactique qui prendrait en compte les conceptions de l'apprenant afin de développer chez ce dernier des stratégies d'apprentissage autonomes. Elle s'appuie sur la mise en œuvre des modèles didactiques conjoints de Giodan (1990) et de Tardif (1990) que nous appelons modèle hybride GT. S'inscrivant dans le cadre d'un Master, cette recherche fine, qui, nécessitant un dispositif lourd, aurait pu faire l'objet d'un corpus étendu à plusieurs cas. Cependant, afin de ne pas être trop ambitieux et de pas mettre en péril ce projet, il a été privilégié l'étude d'un cas ou d'un niveau à savoir le niveau 4^e. Nous avons décidé d'opérer un choix raisonné du niveau d'étude qui nous servira d'étude de cas. Ce choix raisonné repose sur la notion de forces notamment la poussée d'Archimède, contenu didactique du programme officiel. Nous avons donc décidé de travailler avec la classe de quatrième. Ce choix s'explique par le fait que les apprenants débutent avec à proprement dit avec les sciences physiques, ce qui serait un facteur essentiel de l'émergence des conceptions initiales erronées ou opérationnelles chez les apprenants de ce niveau scolaire.

3.2.2. Population et échantillonnage

La population mère de notre étude est constituée des élèves de la classe de quatrième et troisième des établissements secondaires d'enseignement général du Cameroun. Le choix de ce groupe s'explique par le fait que les apprenants sont dans la phase d'initiation aux sciences physiques et par ailleurs par le fait que nous voulons analyser l'impact de la prise des conceptions de ces jeunes esprits en initiation aux sciences physiques en vue de développer leur autonomie dans l'apprentissage.

La population cible quant à elle regroupe l'ensemble des élèves du sous-cycle d'orientation 4^e/3^e du CSAO durant l'année scolaire 2021-2022. Il s'agit d'un ensemble cosmopolite composé de près de 715 apprenants en moyenne, repartis dans les deux niveaux d'enseignement selon les informations de la direction des études pour le compte de l'année scolaire 2021-2022.

Étant donné que nous menons notre étude en classe de quatrième principalement, notre population accessible est composée des élèves des classes de quatrième du CSAO qui sont environ 390 élèves au total pour le compte de l'année scolaire 2021-2022. En effet, cet établissement compte quatre enseignants de Sciences Physiques et Technologiques (SPT) repartis dans les six (06) quatrièmes que compte l'établissement. En ce qui concerne notre enquête, nous avons fait, concernant notre échantillon, un échantillonnage systématique avec liste de la classe comme base de sondage. Cependant, nous avons choisi une seule classe de quatrième A1 constituée de 65 élèves dont l'âge est compris entre 11 et 13 ans. Mais certains élèves n'ont pas pu prendre part aux enquêtes pendant cette période-là. Dans un premier temps à cause de leur absence. Pour cela, nous avons dénombré 02 élèves absents en 4^e A1 à cette période d'expérimentation. Dans un second temps, par souci d'équilibre de nos deux groupes, nous avons aléatoirement exclu 03 élèves pour être plus objectif avec un effectif total des élèves restants de 60.

Ces élèves restants, nous les avons répartis en deux (02) groupes dont un groupe témoin (GT) et un groupe expérimental (GE) comportant chacun 20 élèves choisis selon l'échantillonnage systématique avec un pas de sondage de 3 obtenu suivant la formule :

$$\text{Pas de l'échantillonnage} = 3 \quad \text{C'est-à-dire} \quad \frac{60}{20} = 3$$

Tableau 5: Présentation de l'échantillon de la population accessible de l'étude

CLASSE CHOISIE : 4^{ème} A1
--

Groupe Témoin (GT)	Groupe Expérimental (GE)
EFFECTIFS DES ÉLÈVES	
ENQUÊTES : 40 élèves	
20 élèves	20 élèves

Source: Enquêtes de terrains, 2022

3.2.3. Choix de la méthode de collecte des données

Nous avons choisi une méthode de collecte de données appelée méthode quasi expérimentale pour les données quantitatives. Cependant, nous avons au préalable recueilli les conceptions des 40 élèves confondus des deux groupes avant l'élaboration des outils de recherche (la leçon portant sur la notion de Poussée d'Archimède prenant en compte les conceptions initiales des apprenants).

Selon Karsenti et Savoie 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 telles que présentées dans le tableau 6 suivant.

Tableau 6: Les schémas expérimentaux en recherche quantitative

CRITERES	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	Non	Non

Source : Karsenti et Savoie Zajc (2006)

Notre recherche a pour but de montrer l'influence de la prise en compte des conceptions dans le processus d'enseignement/apprentissage en vue de développer les compétences chez les apprenants. Afin d'atteindre cet objectif, nous avons décidé d'adopter un débit quantitatif basée sur l'expérimentation du modèle didactique en salle de classe.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons adopté un schéma quasi-expérimental où le test sera administré au groupe expérimental (GE) et au groupe de contrôle (GT). Le groupe expérimental recevra un enseignement basé le modèle hybride Giordan-Tardif avec prise en comptes des conceptions initiales. Alors que le groupe de contrôle recevra un enseignement sémi-frontal habituel (APC sans prise en compte des conceptions). En effet, ce schéma est quasi expérimental parce qu'en tant que chercheur nous ne pouvons pas contrôler toutes les conditions de l'expérimentation.

L'importance de cette méthode réside dans le fait que le groupe 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 du sous-cycle d'orientation 4^e/3^e de l'enseignement secondaire général. Ce schéma d'expérimentation permettra de mesurer l'impact ou l'influence de la prise des conceptions des apprenants comme support d'investigation sur le développement des stratégies d'apprentissage/compétences.

3.2.4. Instruments de collecte des données

L'objectif principal de cette recherche est de valoriser la prise en compte des conceptions des apprenants en sciences physiques comme rempart des enseignements afin de développer chez les apprenants des compétences. Il s'agit donc d'une recherche visant le renouvellement des pratiques enseignantes en salle de classe. À cet effet, nous avons construit des outils de collecte de données qui trouvent leur base dans le modèle quasi expérimental. Le dispositif de recueil des données comprend un pré-test, des questionnaires destinés aux élèves avant l'expérimentation, et un post-test.

3.2.4.1. Le pré-test et le post-test

Les tests sont des instruments qui permettent d'évaluer le niveau d'apprentissage des élèves dans le cadre d'une recherche quasi-expérimental. Il s'agit d'un ensemble d'items portant sur un thème précis du programme qui sera posées avant et après l'expérimentation. Ce test nous permettra d'évaluer la pertinence des pratiques enseignantes basées sur la prise

en compte des conceptions des apprenants dans le développement des stratégies d'apprentissage plus épanouies chez ces derniers.

Le pré-test permet de vérifier la situation de départ dans laquelle se trouvent les élèves avant l'expérimentation. Tandis que le post-test permet d'évaluer la capacité des apprenants à raisonner après l'expérimentation, autrement dit, après un cours de SPT basé sur la prise en compte des conceptions des apprenants comme outils d'investigation.

Le test porte sur la notion de forces notamment sur la notion de Poussée d'Archimède (représentation et caractéristiques). Afin de mieux évaluer l'évolution du raisonnement en SPT des élèves nous avons conçu un même questionnaire pour le pré-test et pour le post-test et pour les deux groupes expérimentaux.

Afin de mener à bien notre test, nous avons conçu un instrument de collecte des informations auprès des élèves. Cet outil vise à mesurer le raisonnement des apprenants à travers une série d'items (épreuve), qui s'apparente à une évaluation, qui nous permettra de recueillir les notes des élèves de nos deux groupes expérimentaux et nous aiderons à évaluer le niveau d'impact de la prise en compte des conceptions des apprenants dans la pratique enseignante sur les performances de ceux-ci en sciences physiques.

L'instrument de collecte (voir Annexe) est constitué d'une partie réservée aux informations générales des élèves, d'une autre partie réservée à l'identification de l'enquêteur et de vingt-un items. Les informations générales de l'enquête portent sur le sexe, l'âge, le niveau d'épanouissement de l'élève et l'établissement.

3.2.4.2. Déroulement de l'expérimentation : cours de SPT comme outil d'expérimentation

Nous avons soumis le groupe expérimental à une leçon dont le titre est « LA NOTION DE POUSSÉE D'ARCHIMÈDE » (voir annexe). Bien avant le déroulement de cette leçon, nous avons dans un premier temps effectué le pré-test dans les deux groupes expérimental et témoin. Lequel test nous a aussi permis de recueillir en même temps un premier aperçu des conceptions initiales ou connaissances antérieures des apprenants sur ce savoir. La semaine suivante, nous sommes revenus sur certains items, question de confirmer ces conceptions. Nous avons donc conduit la leçon en nous appuyant sur le MHTG qui vise à favoriser une construction active des connaissances par les élèves, en s'appuyant sur leurs représentations initiales et en les engageant dans une démarche d'investigation et de résolution de problème et dont la mise en œuvre repose sur les sept (07) étapes suivantes

1. Activation des conceptions préalables des élèves

- ✓ Nous avons interrogé les élèves sur leurs connaissances et représentations initiales du sujet.
- ✓ Nous avons fait émerger et explicité les conceptions préalables des élèves.

2. Présentation de la situation-problème

- ✓ Nous avons proposé une situation-problème qui suscite l'intérêt et la curiosité des élèves.
- ✓ Nous avons amené les élèves à identifier les enjeux de la situation et à se questionner.

3. Élaboration d'hypothèses et de pistes de résolution

- ✓ Nous avons ici encouragé les élèves à formuler des hypothèses et des pistes de résolution de la situation-problème.
- ✓ Nous avons favorisé les échanges et la confrontation des idées entre les élèves.

4. Exploration et investigation

- ✓ Nous avons mis en place des activités permettant aux élèves d'explorer, d'expérimenter et d'investiguer sur la notion abordée.
- ✓ Nous les avons guidés dans leur démarche d'investigation en les questionnant et en les aidant à structurer leur réflexion sur la notion de la Poussée d'Archimède.

5. Structuration des connaissances

- ✓ Nous avons accompagné les élèves dans la synthèse et la structuration des nouvelles connaissances acquises.
- ✓ Nous les avons amenés à faire des liens avec les conceptions initiales et les enrichir pour un meilleur construit.

6. Application et transfert :

- ✓ Nous avons proposé des situations permettant aux élèves d'appliquer et de transférer les nouvelles connaissances.
- ✓ Nous les avons encouragés à mobiliser leurs acquis dans de nouveaux contextes.

7. Réflexion métacognitive :

- ✓ Nous avons amené les élèves à réfléchir sur leur propre processus d'apprentissage.
- ✓ En fin nous les avons guidés dans l'identification de leurs progrès et de leurs difficultés.

Par ailleurs, nous avons intégré trois (03) sur les six étapes d'Astolfi pour prendre en compte les conceptions initiales chez l'apprenant. Lesquelles trois étapes qui constituent nos hypothèses spécifiques. Pour ce faire, nous avons pour chaque hypothèse, élaboré des activités d'apprentissage pour amener les élèves à apprendre par eux-mêmes, en les guidant par des instructions et par le « scénario complet de l'activité » afin de rendre évidentes toutes les exigences et toutes les composantes de la tâche d'après Tardif (1992) cité par Naouel Boubir (2018).

3.3. Analyse des données quantitatives

Afin d'analyser les données quantitatives issues des deux tests, nous avons fait appel à des techniques statistiques grâce aux logiciels SPSS version 25 et EXCEL 2016. 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. Dans l'analyse statistique de confirmation, nous avons utilisé le T-test de Student afin de mesurer la différence du rendement au sein de chaque groupe et pour chacune de nos hypothèses. Ce T-test de Student permettra d'évaluer l'évolution réalisée au sein de chaque groupe pendant le test.

Nous avons également utilisé un test de la variance afin de corriger les différences qui existaient dès le début entre le groupe expérimental et de contrôle. L'analyse de la variance garantit la précision de l'expérimentation quand il est difficile d'uniformiser les conditions dans lesquelles s'est déroulé le test, en corrigeant la différence entre les deux groupes.

Au regard de la visée heuristique de notre recherche, nous avons construit une méthodologie en nous inspirant de travaux préexistants. Nous avons fait le choix d'adopter une méthode quantitative qui était basée sur l'expérimentation d'un modèle didactique associé à un test dans deux groupes distincts. La quantité importante de données quantitatives nécessitait une analyse purement statistique assortie de commentaires et

explications afin de générer des résultats. Les résultats de cette analyse seront présentés dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 4 : PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Dans ce chapitre, nous présentons les résultats sous forme des productions des élèves, de tableaux, de diagrammes et de courbes. Nous procéderons par la suite à une comparaison appuyée par des commentaires, des moyennes, et des T-tests par rapport aux performances du groupe témoin et du groupe expérimental. Les données proviennent des tests d'habiletés effectués auprès de nos deux groupes.

4.1. ANALYSE DES PRODUCTIONS DES ÉLÈVES

Notre étude s'intéresse à l'impact de la prise en compte des conceptions des apprenants sur le développement de leurs stratégies d'apprentissage en sciences physiques, plus précisément sur le concept de la poussée d'Archimède. L'objectif est d'évaluer les transformations ou changements dans les connaissances et la compréhension des élèves suite à une intervention pédagogique visant à confronter leurs conceptions initiales. A cet effet, un groupe expérimental comportant 20 élèves a été soumis à un pré-test et à un post-test portant sur trois questions liées à la poussée d'Archimède. Les réponses de trois élèves ont été sélectionnées pour une analyse approfondie au hasard.

4.1.1. Présentation des productions suite aux questions à choix multiples (QCM)

Cette section présente les trois items qui nous ont permis d'analyser les productions de trois élèves au pré-test et au post-test respectivement.

Q1 : qu'est-ce la poussée d'Archimède? Q2: pourquoi un corps qui flotte sur l'huile ne flotte pas sur l'eau? Q3 : quel est le point d'application de la poussée d'Archimède?

Réponses ou choix de réponse de trois élèves au pré-test :

- ✓ élève 1 (R1 : la force développée par un corps immergé dans un fluide. R2 : l'eau est moins dense que l'huile. R3 : centre de gravité)
- ✓ élève 2 (R1:la force que subit un fluide en contact avec un corps. R2 : l'eau est moins dense que l'huile. R3 : point central)
- ✓ élève 3 (R1 : la force que subit un fluide en contact avec un corps. R2 : l'eau est aussi dense que l'huile. R3 : centre de masse)

Lors du post-test nous avons eu les réponses suivantes :

- ✓ élève 1 (R1 : la force que subit un corps immergé dans un fluide. R2 : l'eau est plus dense que l'huile. R3 : centre de poussée)
- ✓ élève 2 (R1 : la force que subit un corps immergé dans un fluide. R2 : l'eau est plus dense que l'huile. R3 : centre de poussée)
- ✓ élève 3 (R1 : la force que subit un corps immergé dans un fluide. R2 : l'eau est plus dense que l'huile. R3 : centre de poussée)

4.1.2. Analyse des résultats de productions des élèves

Cette section présente une comparaison des réponses des apprenants du GE avant et après le test et ainsi que leur performance.

Avant le test, les réponses des apprenants sont :

Réponses de l'élève 1 :

- Q1 : La poussée d'Archimède est la force développée par un corps immergé dans un fluide.
- Q2 : L'eau est moins dense que l'huile, donc un corps qui flotte sur l'huile ne flotte pas sur l'eau.
- Q3 : Le point d'application de la poussée d'Archimède est le centre de gravité.

Réponses de l'élève 2 :

- ✓ Q1 : La poussée d'Archimède est la force que subit un fluide en contact avec un corps.
- ✓ Q2 : L'eau est moins dense que l'huile, donc un corps qui flotte sur l'huile ne flotte pas sur l'eau.
- ✓ Q3 : Le point d'application de la poussée d'Archimède est le point central.

Réponses de l'élève 3 :

- ✓ Q1 : La poussée d'Archimède est la force que subit un fluide en contact avec un corps.
- ✓ Q2 : L'eau est aussi dense que l'huile, donc un corps qui flotte sur l'huile flotte aussi sur l'eau.
- ✓ Q3 : Le point d'application de la poussée d'Archimède est le centre de masse.

Selon les résultats au pré-test, les élèves présentent des conceptions erronées ou incomplètes sur le concept de la poussée d'Archimède. Ils confondent la force exercée par

le fluide sur le corps immergé avec la force exercée par le corps sur le fluide. Leurs réponses montrent également des lacunes dans la compréhension de la densité des fluides et du point d'application de la poussée d'Archimède.

Après le test, les réponses des apprenants sont :

Réponses de l'élève 1 :

- Q1 : La poussée d'Archimède est la force que subit un corps immergé dans un fluide.
- Q2 : L'eau est plus dense que l'huile, donc un corps qui flotte sur l'huile ne flotte pas sur l'eau.
- Q3 : Le point d'application de la poussée d'Archimède est le centre de poussée.

Réponses de l'élève 2 :

- Q1 : La poussée d'Archimède est la force que subit un corps immergé dans un fluide.
- Q2 : L'eau est plus dense que l'huile, donc un corps qui flotte sur l'huile ne flotte pas sur l'eau.
- Q3 : Le point d'application de la poussée d'Archimède est le centre de poussée.

Réponses de l'élève 3 :

- Q1 : La poussée d'Archimède est la force que subit un corps immergé dans un fluide.
- Q2 : L'eau est plus dense que l'huile, donc un corps qui flotte sur l'huile ne flotte pas sur l'eau.
- Q3 : Le point d'application de la poussée d'Archimède est le centre de poussée.

Selon les résultats au post-test, les élèves ont développé une meilleure compréhension du concept de la poussée d'Archimède. Ils ont une définition correcte de la poussée d'Archimède, une bonne connaissance de la relation entre la densité des fluides et la flottabilité, ainsi que la localisation du point d'application de la poussée d'Archimède.

Les résultats montrent que la prise en compte des conceptions initiales des élèves a permis d'améliorer la compréhension du concept de la poussée d'Archimède. L'intervention pédagogique a conduit à un changement conceptuel significatif chez les élèves du groupe expérimental. De plus, ces résultats soulignent l'importance de la prise en compte des conceptions des apprenants dans la conception des activités d'apprentissage en sciences physiques. L'identification des conceptions initiales permet aux enseignants de mieux cibler leurs interventions et de développer des stratégies efficaces pour favoriser l'apprentissage.

En conclusion, notre étude montre que l'intégration des conceptions des apprenants dans l'enseignement des sciences physiques, en particulier sur le concept de la poussée d'Archimède, peut contribuer de manière significative au développement des stratégies d'apprentissage chez les élèves.

4.2. DES TESTS D'HABILETÉS

Il s'agit du pré-test encore appelé test d'homogénéité et du post-test ou test expérimental. Dans cette section nous allons présenter les performances des élèves après être soumis aux tests d'habiletés.

4.2.1. Tests d'homogénéité des performances des groupes ou pré-test

Cette section vise à vérifier l'équivalence de niveaux de nos deux groupes avant expérimentation, en comparant les notes obtenues au pré-test. Alors, les tableaux 4, 5 et 6 présentent respectivement les performances au pré-test des élèves du groupe témoin, du groupe expérimental et deux des deux groupes de la classe de 4^e A1 du Complexe Scolaire Adventiste d'Odza pour le compte de l'année scolaire 2021-2022.

Tableau 7: Performance du groupe de contrôle au pré-test

Notes sur 20	Nombre d'élèves	Pourcentages en %
8	1	5
9	2	10
10	3	15
11	4	20
12	4	20
13	2	10
14	2	10
15	1	5
16	1	5
17	0	0
Total	20	100

Source: Enquête sur le terrain, 2021

La moyenne générale du groupe de contrôle est de **11.65**

Tableau 8: Performance du groupe expérimental au pré-test

Notes sur 20	Nombre d'élèves	Pourcentages en %
8	1	5
9	3	15
10	2	10
11	3	15
12	3	15
13	3	15
14	2	10
15	2	10
16	1	5
17	0	0
Total	20	100

Source: Enquête sur le terrain, 2021

La moyenne générale du groupe expérimental est de **11.85**

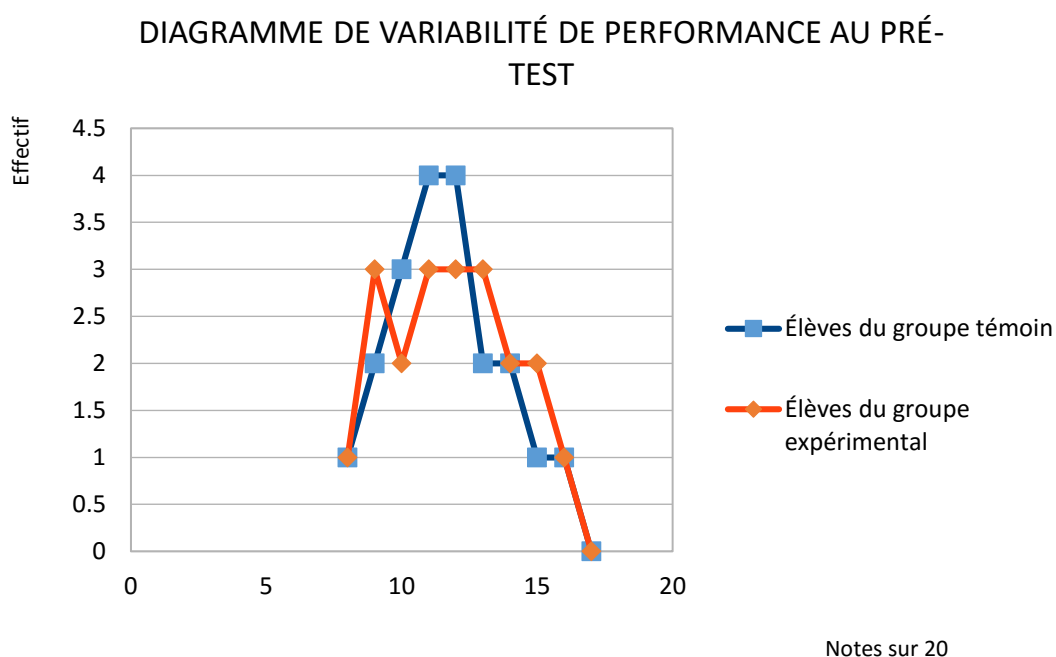
Tableau 9: Performance des deux groupes au pré-test

PERFORMANCE AU PRE-TEST		
Notes sur 20	Élèves du GT	Élèves du GE
8	1	1
9	2	3
10	3	2
11	4	3
12	4	3
13	2	3
14	2	2
15	1	2
16	1	1

17	0	0
Total	20	20

Source: Enquêtes sur le terrain, 2021

Pour une mieux observer l'homogénéité de niveaux entre les deux groupes (témoin et expérimental), nous allons représenter les courbes de variation relative au pré-test. A cet effet, le graphique 1 donne le rapport clair d'homogénéité de niveaux de ces deux groupes avant l'expérimentation.



Graphique 1: Courbes de fréquences des notes des deux groupes au pré-test

Ce graphique montre que les deux courbes varient quasiment de la même manière. Ce qui met en évidence le niveau similaire des groupes témoin et expérimental. Donc nous pouvons dire que les deux groupes sont presque au même palier en terme de connaissances sur la notion de Poussée d'Archimède avant l'expérimentation. Pour confirmer les résultats d'homogénéité du graphique 1 nous allons déterminer par la suite la covariance au pré-test de la performance des deux groupes ainsi que le coefficient de corrélation.

Tableau 10: Moyenne des deux groupes au Pré-test

Group Statistics					
	Groupes	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean

PERFORMANCE AU PRE-TEST	0	20	11.65	2.084	0.466
	1	20	11.85	2.277	0.509

Source : logiciel SPSS 25

La covariance entre les performances du groupe témoin et du groupe expérimental au pré-test est de 0,9 pour des moyennes respectives 11,65 et 11,85. Cela indique une très forte corrélation positive entre les deux groupes avant l'intervention. Cela signifie que les participants des deux groupes avaient des niveaux de performance très similaires au départ sur la notion de poussée d'Archimède et par conséquent ne constituaient pas une table rase. Le coefficient de corrélation étant égal à 0.71, cela montre clairement que les performances des deux groupes sont les mêmes donc homogènes. Les apprenants des deux groupes sont au même niveau de connaissances ou de conceptions initiales.

Tableau 11: T-test bilatéral au Pré-test

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
PERFORMANCE AU PRE-TEST	Equal variances assumed	38	0.774	0.200
	Equal variances not assumed	37.706	0.774	0.200

Source : logiciel SPSS 25

Nous avons calculé ce T-test en mode de calcul bilatéral, avec pour type 2 et nous avons obtenu **0.774** qui est largement supérieur 0.05. Lorsque le test-t (T-test) entre les performances du groupe témoin et du groupe expérimental au pré-test vaut **0.774**, cela indique que la différence moyenne entre les deux groupes n'est pas statistiquement significative. Autrement dit, il n'y a pas de différence significative entre les performances initiales des deux groupes. Par conséquent, les participants des groupes témoin et

expérimental avaient des niveaux de performance similaires avant l'expérimentation. Ce qui renforce la validité interne de l'étude et la pertinence de l'analyse de variance pour évaluer l'effet de la prise en compte des conceptions des apprenants sur le développement de leurs compétences et par ricochet leur performances

4.2.2. Test expérimental ou Post-test

Cette section vise à évaluer les niveaux de performances des deux groupes après expérimentation. Après avoir implémenté notre instrument de recherche uniquement dans le Groupe expérimental, qui est une leçon prenant en compte les conceptions des apprenants et fondée sur le modèle conjoint des apprentissages de Giordan et Tardif avec comme approches cognitiviste et socio-constructiviste. Tandis que le Groupe de contrôle a reçu la même leçon mais dans une méthode quasi-frontale classique (APC sans prise en compte des conceptions initiales). Ainsi, les tableaux 8, 9 et 10 présentent les performances du groupe expérimental par rapport au groupe de contrôle au post-test conformément à chaque hypothèse (H₁, H₂ et H₃) de notre étude, assorties de certaines données statistiques.

○ Post-test des groupes témoin et expérimental pour l'hypothèse H₁

Tableau 12: Performance du groupe GT au post-test pour l'hypothèse H₁

Notes sur 20	Nombres d'élèves	pourcentage en %
10	3	15
11	2	10
12	3	15
13	3	15
14	4	20
15	3	15
16	2	10
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
Total	20	100

Source: Enquête sur le terrain, 2021

La moyenne générale est de 13.00

Tableau 13: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H1

Notes sur 20	Nombres d'élèves	pourcentage en %
10	0	0
11	0	0
12	2	10
13	1	5
14	2	10
15	4	20
16	3	15
17	4	20
18	2	10
19	2	10
20	0	0
Total	20	100

Source: Enquête sur le terrain, 2021

La moyenne générale est de 15.95

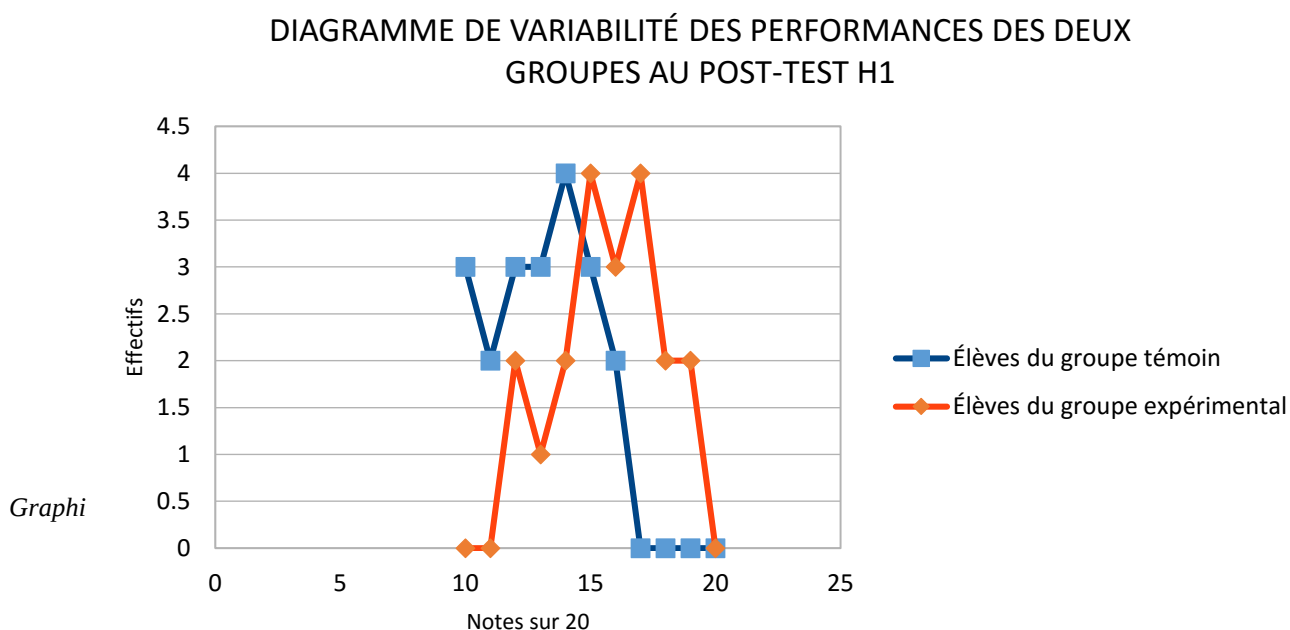
Tableau 14: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H1

Performance des deux groupes post-test pour l'hypothèse H1		
Notes sur 20	Élèves du groupe témoin	Élèves du groupe expérimental
10	3	0
11	2	0
12	3	2
13	3	1
14	4	2
15	3	4
16	2	3

17	0	4
18	0	2
19	0	2
20	0	0
Total	20	

Source: Enquête sur le terrain, 2021

Pour une mieux observer l'impact de faire identifier les conceptions par les apprenants sur leur performance entre les deux groupes (témoin et expérimental), nous allons représenter les courbes de variation relative au post-test. A cet effet, le graphique 2 donne le rapport clair de la différence de performance de ces deux groupes GT et GE après l'expérimentation de l'hypothèse H1.



Ce graphique présente la différence de performance entre le groupe témoin et le groupe expérimental constitués des apprenants de la classe de 4^{ème} A1 au post-test pour l'hypothèse H1. Nous pouvons remarquer une forte concentration des notes du groupe expérimental entre 14 et 18 sur 20 tandis que chez le groupe témoin l'on a une forte concentration de notes entre 10 et 14 sur 20. Ainsi donc, nous constatons une amélioration des performances de ce groupe expérimental après expérimentation de l'hypothèse H1, contrairement au groupe témoin.

○ Post-test des groupes témoin et expérimental pour l'hypothèse H₂

Tableau 15: Performance du groupe GT au post-test pour l'hypothèse H₂

Notes sur 20	Nombres d'élèves	pourcentage en %
10	1	5
11	3	15
12	3	15
13	4	20
14	4	20
15	3	15
16	2	10
17	0	0
18	0	0
19	0	0
20	0	0
Total	20	100

Source: Enquête sur le terrain, 2021

La moyenne générale est de 13.20

Tableau 16: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H₂

Notes sur 20	Nombres d'élèves	pourcentage en %
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	1	5
14	3	15
15	3	15
16	4	20
17	4	20
18	2	10
19	3	15
20	0	0

Total	20	100
-------	----	-----

Source: Enquête sur le terrain, 2021

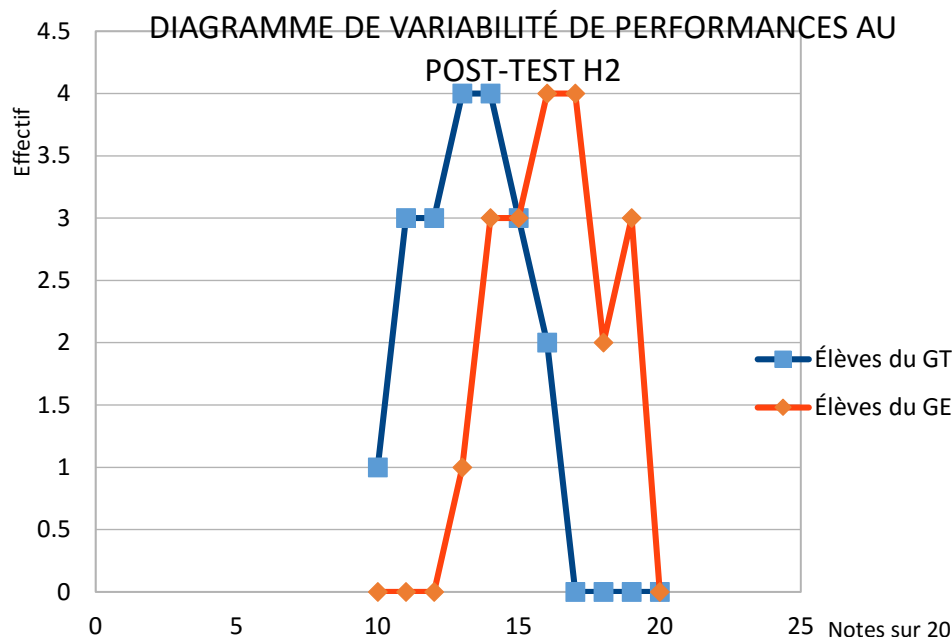
La moyenne générale est de 16.25

Tableau 17: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H2

Performance des deux groupes post-test pour l'hypothèse H ₂		
Notes sur 20	Élèves du groupe témoin	Élèves du groupe expérimental
10	1	0
11	3	0
12	3	0
13	4	1
14	4	3
15	3	3
16	2	4
17	0	4
18	0	2
19	0	3
20	0	0
Total	20	

Source: Enquête sur le terrain, 2021

Pour une mieux appréhender l'impact de faire comparer les conceptions par les apprenants entre eux sur leur performance, nous allons représenter les courbes de variation de performance relative au post-test entre les deux groupes (témoin et expérimental). A cet effet, le graphique 3 donne le rapport clair de la différence de performance de ces deux groupes GT et GE après l'expérimentation de l'hypothèse H2.



Graphique 3: Variabilité des performances des groupes témoin et expérimental au post-test pour l'hypothèse H1

Le graphique 3 montre l'écart qui existe entre les performances du groupe expérimental et celles du groupe témoin. Nous pouvons voir qu'aucun participant du GE n'a obtenu une note inférieure à 13 sur 20. Pourtant c'est bien le cas dans le GT. Par ailleurs, nous observons sur ce graphique, avec les positions relatives des deux courbes, que le nombre de participants du GE ayant obtenu une note supérieure ou égale à 15 sur 20 est significatif, pourtant dans le GT, les participants pour cette opérationnalisation de l'hypothèse H2, ont eu majoritairement des notes comprises entre 11 et 15 sur 20. Mais cependant, aucun participant du GE n'a quand même pu atteindre une note de 20 sur 20 même après cette deuxième phase d'expérimentation, raison pour laquelle la courbe orange du GE décroît jusqu'au point d'abscisse 20. Ce qui traduirait l'insuffisance des deux phases de l'expérimentation H1 et H2.

○ Post-test des groupes témoin et expérimental pour l'hypothèse H3

Tableau 18: Performance du groupe GT au post-test pour l'hypothèse H3

Notes sur 20	Nombres d'élèves	pourcentage en %
10	0	0
11	1	5
12	3	15

13	4	20
14	5	25
15	3	15
16	3	15
17	1	5
18	0	0
19	0	0
20	0	0
Total	20	100

Source: Enquête sur le terrain, 2021

La moyenne générale est de 13.95

Tableau 19: Performance du groupe expérimental au post-test pour l'hypothèse H3

Notes sur 20	Nombres d'élèves	pourcentage en %
10	0	0
11	0	0
12	0	0
13	0	0
14	0	0
15	1	5
16	2	10
17	3	15
18	5	25
19	4	20
20	5	25
Total	20	100

Source: Enquête sur le terrain, 2021

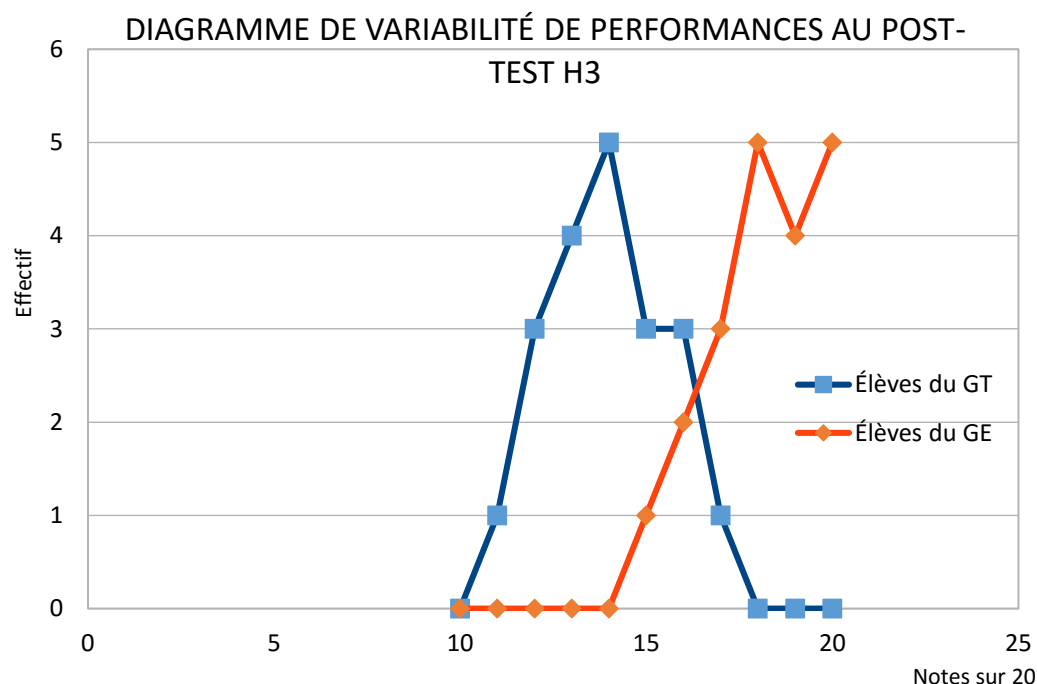
La moyenne générale est de 18.2

Tableau 20: Performance des deux groupes au post-test pour l'hypothèse H3

Performance des deux groupes post-test pour l'hypothèse H3		
Notes sur 20	Élèves du groupe témoin	Élèves du groupe expérimental
10	0	0
11	1	0
12	3	0
13	4	0
14	5	0
15	3	1
16	3	2
17	1	3
18	0	5
19	0	4
20	0	5
Total	20	

Source: Enquête sur le terrain, 2021

Pour une mieux évaluer l'influence de faire discuter les apprenants de leurs conceptions entre eux sur leur performance, nous allons représenter les courbes de variation de performance relative au post-test entre les deux groupes. A cet effet, le graphique 3 donne le rapport clair de la différence de performance de ces deux groupes GT et GE après l'expérimentation de l'hypothèse H3.



Graphique 4: Variabilité des performances des groupes témoin et expérimental au post-test pour l'hypothèse H2

Le graphique 4 montre le grand fossé qui existe entre les performances du groupe expérimental et celles du groupe témoin. Nous pouvons voir la courbe de performance du GE croître. Cependant, aucun participant du groupe expérimental n'a obtenu une note inférieure à 15 sur 20. Par ailleurs, nous observons aussi sur ce graphique, avec les positions relatives des deux courbes, que le nombre de participants du GE ayant obtenu une note supérieure ou égale à 16 sur 20 est très significativement considérable, car un seul participant a eu 15 sur 20 et plusieurs ont obtenu une note comprise entre 17 et 20 sur 20 environ 17 participants. Par contre dans le GT, leur courbe de performance (bleue) montre que la majeure partie des participants (17 participants) a obtenu un note inférieure ou égale à 15 sur 20. Nous pouvons remarquer l'influence significative de l'expérimentation de l'hypothèse H2 sur les performances du GE.

Au terme de ces trois phases de notre expérimentation, nous constatons quand même avec intérêt que les performances de certains participants du GT ont augmenté un tout petit peu après chaque phase alors qu'ils n'étaient pas soumis à l'expérimentation. Ceci pourrait s'expliquer à travers plusieurs facteurs non maîtrisés pendant l'expérimentation. Par exemple les échanges ou la communication entre les participants des deux groupes. Nous

avons même constaté après un certain temps de notre expérimentation, que deux participants habitant la même maison faisaient partir l'un du GT et l'autre du GE.

4.3. VÉRIFICATION DES HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

4.3.1. Vérification de l'hypothèse de recherche H1

Cette section examine de manière systématique les données collectées pour évaluer la validité de l'hypothèse H1 formulée. À travers une analyse statistique rigoureuse, notamment à l'aide du T-test de Student.

○ Rappel de l'hypothèse de recherche H1

HR1 : Faire identifier les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

□ Formulation des hypothèses statistiques

Pour confirmer notre hypothèse de recherche H1, nous avons dû formuler deux hypothèses statistiques, l'hypothèse nulle H_0 et sa contre hypothèse H_a .

H_0 : Faire identifier les conceptions par les apprenants ne favorise pas le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

H_a : Faire identifier les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

□ Vérification des conditions d'application du T-test

- Il existe un groupe expérimental GE et un groupe témoin ou de contrôle GT comportant chacun 20 participants.
- La VI (Faire identifier les conceptions) est qualitative tandis que la VD (Développement des stratégies d'apprentissage) est quantitative.
- Le Test de Student permet de comparer les moyennes du GE et du GT au pré-test et au post-test.

□ Génération de la valeur du T-test avec le logiciel SPSS

Tableau 21: Test indépendant simple pour H1

Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
PERFORMANCE POST-TEST H1	Equal variances assumed	.046	.831	4.323
	Equal variances not assumed			4.323

Tableau 22: T-test bilatéral pour H1

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
PERFORMANCE POST-TEST H1	Equal variances assumed	38	.000	2.750
	Equal variances not assumed	37.848	.000	2.750

□ Comparaison et prise de position

Nous avons appliqué le T-test dans les deux groupes témoin et expérimental. Les résultats montrent que dans le groupe témoin le T-Student a une valeur de **4.323** pour une probabilité de **0.831** largement supérieure à la valeur de référence **0.05** par conséquent non significative. Ce résultat nous permet de conclure qu'il n'y a pas de différence de

performances du groupe témoin tant au pré-test qu'au post-test. Pourtant dans le groupe expérimental, le test t montre qu'il y a une différence statistiquement très significative ($p < 0.001$) entre les performances des deux groupes au post-test. Nous relevons une différence de moyenne entre les groupes de 2.750, ce qui signifie que le groupe témoin a obtenu en moyenne 2.750 points de moins que le groupe expérimental au post-test. Ce résultat suggère que le groupe GE obtient de meilleures performances que le groupe GT. Par conséquent, il existe une différence bien perceptible entre les performances du groupe expérimental au pré-test et au post-test. Cependant, l'hypothèse nulle H_0 telle que formulée est rejetée et la contre hypothèse H_a selon laquelle, Faire identifier les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e est confirmée.

4.3.2. Vérification de l'hypothèse de recherche H2

Cette section examine de manière systématique les données collectées pour évaluer la validité de l'hypothèse H2 formulée. À travers une analyse statistique à l'aide du T-test de Student.

○ Rappel de l'hypothèse de recherche H2

HR2 : Faire comparer les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

□ Formulation des hypothèses statistiques

Pour confirmer notre hypothèse de recherche H2, nous avons dû formuler deux hypothèses statistiques, l'hypothèse nulle H_0 et sa contre hypothèse H_a .

H_0 : Faire comparer les conceptions par les apprenants ne favorise pas le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

H_a : Faire comparer les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

□ Vérification des conditions d'application du T-test

- Il existe un groupe expérimental GE et un groupe témoin ou de contrôle GT comportant chacun 20 participants.
- La VI (Faire comparer les conceptions) est qualitative tandis que la VD (Développement des stratégies d'apprentissage) est quantitative.
- Le Test de Student permet de comparer les moyennes du GE et du GT au pré-test et au post-test.

□ Génération de la valeur du T-test avec le logiciel SPSS

Tableau 23: Test indépendant simple pour H2

Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
PERFORM ANCE POST- TEST H2	Equal variances assumed	.033	.857	5.451
	Equal variances not assumed			5.451

Tableau 24: T-test bilatéral pour H2

Independent Samples Test				
		t-test for Equality of Means		
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
PERFOR MANCE	Equal variances assumed	38	.000	3.050

POST-TEST H2	Equal variances not assumed	37.944	.000	3.050
---------------------	------------------------------------	---------------	-------------	--------------

Source: spss 25

□ Comparaison et prise de position

En appliquant le T-test dans les deux groupes témoin et expérimental, les résultats montrent que dans le groupe témoin, le T-Student a une valeur de **5.451** pour une probabilité de **0.857** ce qui est largement supérieure à la valeur de référence **0.05**, par conséquent non significative. Ce résultat nous permet de conclure qu'il n'y a pas de différence de performances du groupe témoin tant au pré-test qu'au post-test. Pourtant dans le groupe expérimental, le test t montre qu'il y a une différence statistiquement très significative (**p < 0.001**) entre les performances des deux groupes au post-test. Nous remarquons une différence de moyenne entre les groupes de **3.050**, ce qui signifie que le groupe témoin a obtenu en moyenne 3.050 points de moins que le groupe expérimental au post-test. Ce résultat suggère que les deux groupes ont des performances significativement différentes sur le post-test, avec le groupe GE obtenant de meilleurs résultats que le groupe GT. Par conséquent, il existe une différence bien perceptible entre les performances du groupe expérimental au pré-test et au post-test. Cependant, l'hypothèse nulle H_0 telle que formulée est rejetée et la contre hypothèse H_a selon laquelle, Faire comparer les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e est confirmée.

4.3.3. Vérification de l'hypothèse de recherche H3

Cette section examine de manière systématique les données collectées pour évaluer la validité de l'hypothèse H3 formulée. À travers une analyse statistique à l'aide du T-test de Student.

○ Rappel de l'hypothèse de recherche H3

HR3 : Amener les apprenants à discuter de leurs conceptions favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

□ Formulation des hypothèses statistiques

Pour confirmer notre hypothèse de recherche H3, nous avons dû formuler deux hypothèses statistiques, l'hypothèse nulle H_0 et sa contre hypothèse H_a .

H_0 : Amener les apprenants à discuter de leurs conceptions ne favorise pas le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

H_a : Amener les apprenants à discuter de leurs conceptions favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

□ Vérification des conditions d'application du T-test

- Il existe un groupe expérimental GE et un groupe témoin ou de contrôle GT comportant chacun 20 participants.
- La VI (Faire discuter les apprenants de leurs conceptions) est qualitative tandis que la VD (Développement des stratégies d'apprentissage) est quantitative.
- Le Test de Student permet de comparer les moyennes du GE et du GT au pré-test et au post-test.

□ Génération de la valeur du T-test avec le logiciel SPSS

Tableau 25: Test indépendant simple pour H3

Independent Samples Test				
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
		F	Sig.	t
PERFORMA NCE POST- TEST H3	Equal variances assumed	.020	.889	8.630
	Equal variances not assumed			8.630

Tableau 26: T-test bilatéral pour H3

Independent Samples Test	
	t-test for Equality of Means

		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
PERFORMANCE POST-TEST H3	Equal variances assumed	38	.000	4.250
	Equal variances not assumed	37.853	.000	4.250

□ Comparaison et prise de position

Nous avons appliqué le T-test dans les deux groupes témoin et expérimental. Les résultats montrent que dans le groupe témoin le T-Student a une valeur de **8.630** pour une probabilité de **0.889** largement supérieure à la valeur de référence **0.05** par conséquent non significative. Ce résultat nous permet de conclure qu'il n'y a pas de différence de performances du groupe témoin tant au pré-test qu'au post-test. Pourtant dans le groupe expérimental, le test t montre qu'il y a une différence statistiquement très significative (**p < 0.001**) entre les performances des deux groupes au post-test. Nous remarquons une différence de moyenne entre les groupes de **4.250**, ce qui signifie que le groupe témoin a obtenu en moyenne 4.250 points de moins que le groupe expérimental au post-test. Ce résultat montre que le groupe GE est bien plus de meilleur en performance que le groupe GT. Cependant, l'hypothèse nulle H_0 telle que formulée est rejetée et la contre hypothèse H_a selon laquelle, Faire comparer les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e est confirmée.

Tableau 27: Récapitulatif de confirmation des hypothèses spécifiques

Hypothèses spécifiques	Groupes	T-Student	Décisions
H.S ₁	Témoin	0.831	Confirmée
	Expérimental	0.000	

H.S₂	Témoïn	0.857	Confirmée
	Expérimental	0.000	
H.S₃	Témoïn	0.889	Confirmée
	Expérimental	0.000	

Source: Enquête sur le terrain, 2021

4.4. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Dans cette session, il est question pour nous d'interpréter et de discuter des résultats recueillis sur le terrain en fonction des études théoriques déjà menées et de l'hypothèse générale de recherche. Et par ailleurs de mettre en évidence l'impact de ces résultats sur les acteurs concernés de notre recherche.

4.4.1. Résultats de l'hypothèse H1

Notre hypothèse de recherche H1 était : le fait de faire identifier les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e. Au regard des résultats mathématiques obtenus, le test de Student a révélé au pré-test que la valeur p égale à 0.774 est bien plus élevée que la valeur seuil 0.05, donc statistiquement non significative. De plus le pré-test nous a fait constater que les deux groupes avaient vraisemblablement le même niveau avant l'expérimentation car les courbes de variabilité de performances révèlent que les notes des groupes de contrôle et expérimental sont concentrées entre 10 et 13 sur 20. Cependant, nous avons obtenu une moyenne générale au pré-test de 11.65 pour le GT et de 11.85 pour le GE légèrement supérieure. Alors, nous voyons donc bien qu'il n'y a pas de différence significative entre les notes des deux groupes. Pourtant après l'expérimentation, la valeur p du T student donne 0.000, valeur très inférieure à 0.05 et donc statistiquement significative. Parallèlement, nous avons obtenu une moyenne générale de 13.00 pour le GT et de 15.75 pour le GE pour un écart de 2.75 points au post-test. Vu cet écart et le T student, il y transparaît que les apprenants du groupe expérimental ont considérablement progressé au terme de cette première phase d'expérimentation ; il y a amélioration de performances du GE.

De tout ceci, il en ressort par conséquent que, faire identifier les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage chez les apprenants.

Ce résultat que nous avons, est également celui de Giordan (1980, 1990) quand il déclare que *« tout apprenant possède déjà des conceptions, des représentations et des connaissances antérieures sur le sujet à apprendre. Faire émerger ces conceptions préalables jouent un rôle crucial dans les nouveaux apprentissages »*. En effet, même en psychologie cognitive Tardif (1990) parvient au résultat en disant que *« les connaissances et les expériences antérieures de l'apprenant jouent un rôle crucial dans l'apprentissage. Faire identifier ces connaissances préalables constitue la base sur laquelle se construisent de nouvelles connaissances »*. Concernant les récents travaux, Liégeois et Mullet (2021) affirment que les élèves ont souvent des conceptions initiales erronées ou "naïves" concernant des concepts en physique et que l'identification de ces conceptions influencent fortement leur compréhension et leur apprentissage de la physique. Ainsi, il est primordialement impératif de faire identifier les conceptions initiales des apprenants au cours du processus d'enseignement/apprentissage afin d'atteindre la stature d'une éducation de qualité et durable au Cameroun tel que visent les Objectifs de Développement Durable 4 des Nations Unies. Nous apportons dans cette étude une contribution aux ODD à travers une leçon de physique qui permet de faire identifier les conceptions initiales par les apprenants.

4.4.2. Résultats de l'hypothèse H2

Notre hypothèse de recherche H2 était : le fait de faire comparer les conceptions entre les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e. En raison des résultats obtenus et présentés plus haut, le test de Student a révélé après cette deuxième expérimentation que la valeur p égale à 0.00 et inférieure à 0.05 est très significative. Par ailleurs, nous avons obtenus au post-test après le test de l'hypothèse de recherche 2, une moyenne générale de 13.20 pour le GT et de 16.25 pour le GE pour un écart de 3.05 points entre les deux moyennes. En nous appuyant sur cet écart important et sur la valeur p très significative du T Student obtenue au post-test, nous affirmons que les apprenants du groupe expérimental ont considérablement amélioré leur performance au terme de cette première phase d'expérimentation. En définitive, nous attestons avec beaucoup plus de certitude que faire comparer les conceptions initiales entre les apprenants dans la logique socio-cognitiviste ou socioconstructiviste, favorise effectivement le développement de leurs stratégies d'apprentissage. Après avoir fait identifier ce que les apprenants savent de la notion de Poussée d'Archimède, l'enseignant a mis en œuvre un moyen de confronter leurs idées entre eux. Ce qui a donc entraîné une

déstabilisation cognitive ou une déconstruction chez la plupart des apprenants, qui vite ont pris conscience des différences d'idées initiales sur le savoir abordé, contribuant fortement dans l'amélioration de leur compréhension du savoir abordé. D'où l'amélioration des performances que nous avons remarquée dans le groupe expérimental. Notre résultat est également confirmé par Giordan (1990) déclare que pour que l'apprentissage soit significatif, l'apprenant doit être confronté à une situation de déséquilibre ou de remise en question de ses conceptions initiales. Justement, à ce propos, Tardif (1992) pensent le rôle de l'enseignant est crucial et dit à cet effet que l'enseignant doit guider l'élève, susciter sa motivation et favoriser l'activation de ses connaissances antérieures. Dans la même veine de pensées, Vosniadou et al. (2020) affirment que « *Concevoir des séquences d'enseignement-apprentissage qui permettent la transformation progressive des conceptions est primordial* ». Car, partir des conceptions initiales des élèves et les confronter (...) favorise un apprentissage plus profond et durable ajoutent Vosniadou et al. (2020).

4.4.3. Résultats de l'hypothèse H3

Notre hypothèse de recherche H3 était : le fait d'amener les apprenants à discuter de leurs conceptions favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4^e.

Partant de nos résultats obtenus après le test de l'hypothèse H3, nous avons une moyenne générale du groupe témoin qui n'a pas vraiment changé, d'une valeur de 13.95 contre une moyenne générale de 18.20 pour le groupe expérimental. De plus, la courbe de variabilité de performances au post-test H3 montre clairement que les performances entre deux groupes sont diamétralement opposées. Les apprenants du GT ont eu majoritairement des notes comprises entre 11 et 13 alors que les apprenants du GE ont eu des notes comprises entre 15 et 20 avec une plus grande majorité de notes entre 18 et 20. Par ailleurs, au sein du groupe témoin, la valeur de F (Fisher) est de 0.020 et la valeur de Sig. (p-value) est de 0,889. Comme la p-value est supérieure à 0,05, cela signifie que les performances du groupe de contrôle sont statistiquement équivalentes avant et après le test de l'hypothèse H3. Cependant, l'analyse bilatérale nous montre que la valeur de T est de 0.00 avec un degré de liberté non spécifié et que la p-value associée n'est pas indiquée, mais nous pouvons considérer qu'elle est inférieure à 0,05 (sinon elle aurait été mentionnée). Alors, cela signifie que la différence entre les moyennes des deux groupes témoin et expérimental, est statistiquement significative.

Il est vrai, bien que cette étude a été menée auprès d'un nombre relativement restreint d'élèves notamment pour une seule classe de 4e, nous avons 20 participants pour le groupe témoin et 20 autres pour le groupe expérimental, ce qui peut limiter la généralisation des résultats que nous avons obtenu. Mais puisqu'il s'agit d'une étude de cas, ces résultats sont bels et bien acceptables et peuvent être reproduits. Cependant, avec l'augmentation du nombre d'établissements et de classes impliqués, cette limite pourra davantage être dépassée, permettant d'obtenir un échantillon plus représentatif de la population ciblée. Par ailleurs, nous sommes également conscients que cette étude s'est déroulée sur une période relativement courte environ deux mois (7 semaines) partant du pré-test, des tests jusqu'au post-test, ce qui pourrait ne pas permettre de saisir l'évolution à long terme des conceptions et des stratégies d'apprentissage des élèves. Néanmoins, en prolongeant la durée de l'étude sur plusieurs années scolaires, il serait possible d'observer les mêmes changements sur le long terme et d'en tirer des conclusions plus robustes.

Grâce au possible élargissement de taille de l'échantillon et à l'allongement de la durée de l'étude, cette recherche offre plusieurs perspectives intéressantes. Tout d'abord, cette étude permet de mieux comprendre les processus cognitifs et les représentations mentales des élèves, ce qui est essentiel pour adapter les enseignements à leurs besoins spécifiques. En identifiant les idées préconçues ou les difficultés récurrentes, les enseignants peuvent concevoir des activités et des supports pédagogiques plus efficaces, favorisant un réel apprentissage en profondeur plutôt qu'un simple encodage superficiel des connaissances. Par ailleurs, le développement de stratégies d'apprentissage autorégulé chez les élèves, comme la planification, le contrôle et l'évaluation de leur propre démarche, les rend plus autonomes et responsables face à leurs apprentissages, ce qui améliore leurs résultats à long terme. Enfin, cette approche centrée sur l'apprenant contribue à valoriser ses compétences, sa motivation et son engagement dans les activités scolaires, permettant ainsi une meilleure réussite et épanouissement des élèves.

4.5. SUGGESTIONS ET RECOMMANDATIONS

Au terme de la présente étude nous faisons les suggestions et recommandations suivantes.

1. Aux chefs d'établissement, impliquez activement les enseignants dans le processus de l'étude en :

- organisant des séances de formation et d'échanges avec les enseignants pour les sensibiliser à l'importance de la prise en compte des conceptions des élèves.
 - sollicitant leur expertise et leur retour d'expérience pour enrichir la conception et la mise en œuvre des activités pédagogiques.
 - encourageant une collaboration étroite entre les chercheurs et les enseignants.
2. Aux chercheurs, diversifiez les méthodes de recueil des données en :
- utilisant une combinaison de questionnaires, d'entretiens individuels et de focus groups pour mieux cerner les conceptions des élèves.
 - observant les élèves en situation d'apprentissage pour identifier leurs stratégies d'apprentissage.
 - analysant les productions écrites et les traces d'activités des élèves.
3. Aux enseignants, prenez en compte les différences individuelles et assurez un suivi longitudinal des élèves en :
- étudiant l'influence de facteurs tels que le niveau scolaire, le profil d'apprentissage ou le contexte socio-culturel sur les conceptions et les stratégies d'apprentissage.
 - adaptant les activités pédagogiques en fonction des besoins spécifiques identifiés.
 - mettant en place un dispositif permettant de suivre les mêmes élèves sur au moins deux années scolaires.
 - en identifiant des stratégies d'apprentissage les plus efficaces pour permettre aux élèves de dépasser leurs conceptions erronées et de construire une compréhension solide du concept.
 - analysant l'évolution des conceptions et des stratégies d'apprentissage sur le long terme.
 - identifiant les éléments clés qui favorisent ou entravent le développement des compétences des élèves.
4. Aux inspecteurs pédagogiques, valorisez les résultats de l'étude en :
- organisant des séminaires et des ateliers de partage d'expériences avec la communauté éducative.
 - élaborant des ressources pédagogiques à destination des enseignants.

En prenant en compte ces différentes recommandations, l'étude sur la prise en compte des conceptions des apprenants et le développement des stratégies d'apprentissage en sciences physiques notamment la notion de Poussée d'Archimède, pourra apporter des éléments de réflexion et d'action concrets pour améliorer les pratiques d'enseignement et d'apprentissage en sciences physiques.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le présent mémoire s'est intéressé à l'impact de la prise en compte des conceptions des apprenants sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de la poussée d'Archimède chez les élèves du sous-cycle d'orientation 4e/3e. Malgré les efforts consentis pour améliorer l'enseignement-apprentissage des sciences physiques, force est de constater que les élèves rencontrent encore d'importantes difficultés dans l'acquisition des savoirs liés notamment à la notion de poussée d'Archimède. Ces difficultés pourraient être en partie liées au fait que les conceptions préalables des élèves ne sont pas suffisamment prises en compte dans le processus d'enseignement-apprentissage. Ce qui nous pousse donc dans cette étude à évaluer l'impact de la prise en compte des conceptions des apprenants sur le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. La question générale qui a sous-tendu notre étude est celle à savoir, quelle est l'influence de la prise en compte les conceptions des apprenants sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e ? Pour opérationnaliser, nous avons formulé trois (03) questions spécifiques:

- Quelles est l'influence de l'identification des conceptions (par les apprenants) sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e ?
- Quelle est l'influence de faire comparer les conceptions initiales entre les apprenants sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e ?
- Quelle l'incidence de la discussion (entre les apprenants) des conceptions initiales sur le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e ?

Dans l'optique de répondre à ces questions nous avons posé une hypothèse générale qui était : La prise en compte des conceptions de l'apprenant favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. Et trois hypothèses spécifiques :

- H1-Faire identifier les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e.
- H2-Faire comparer les conceptions par les apprenants favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e.

- H3-Amener les apprenants à discuter de leurs conceptions favorise le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e.

Cette étude s'inscrit dans une approche de recherche quasi-expérimentale. Notre échantillon était composé de deux groupes de 20 participants de la classe de 4e chacun, sélectionnés de manière systématique à pas de 3. Les données ont été collectées à l'aide d'une épreuve d'items permettant de recueillir les productions des apprenants. La méthode utilisée était le T-student et les outils d'analyse étaient EXCEL et SPSS.

Les résultats de la présente étude ont montré que, pour l'hypothèse H1, nous avons obtenu une valeur du test-T égale à 0.00 très inférieure à 0.05, valeur seuil de significativité statistique. Ce qui confirme que, faire identifier les conceptions par les apprenants a effectivement favorisé le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. Pour l'hypothèse H2, nous avons également obtenu une valeur du test-T égale à 0.00 très inférieure à 0.05, valeur seuil de significativité statistique. Ce confirme effectivement que faire comparer les conceptions par les apprenants a également favorisé le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. Enfin pour l'hypothèse H3, nous avons toujours obtenu une valeur du test-T égale à 0.00 très inférieure à 0.05, valeur seuil de significativité statistique. Par conséquent, amener les apprenants à discuter de leurs conceptions a aussi favorisé le développement des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. Cette hypothèse est confirmée.

Par ailleurs, les résultats de cette étude confirment l'hypothèse générale selon laquelle la prise en compte des conceptions de l'apprenant favorise le développement des compétences liées à la notion de Poussée d'Archimède en classe de 4e. En effet, les différentes stratégies mises en œuvre dans le cadre de cette étude, à savoir l'identification, la comparaison et la discussion des conceptions des apprenants, ont permis d'améliorer significativement les performances de ces derniers dans l'acquisition des stratégies d'apprentissage liées à la notion de Poussée d'Archimède.

Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte les conceptions préalables des élèves dans l'enseignement-apprentissage des sciences physiques, notamment pour la notion de Poussée d'Archimède. Ils invitent les enseignants à accorder une attention particulière à l'identification, à la comparaison et à la discussion des conceptions des apprenants afin de favoriser le développement de leurs stratégies d'apprentissage.

Au-delà de ces aspects, d'autres recherches pourraient être menées pour approfondir la compréhension de l'impact de la prise en compte des conceptions des apprenants sur l'apprentissage des sciences physiques, notamment en explorant d'autres notions ou en utilisant d'autres approches méthodologiques. Il serait également intéressant d'étudier les effets à long terme de ces stratégies sur le développement des compétences des élèves.

En définitive, cette étude apporte une contribution significative à la réflexion sur les meilleures pratiques d'enseignement-apprentissage de physique, en mettant en évidence l'importance de la prise en compte des conceptions des apprenants pour favoriser le développement de leurs stratégies d'apprentissage.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Achermann, M. (2018). *Métacognition et profils d'apprentissage : la conscientisation à travers un cahier d'activités*.
- Anderson, L. W., et Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Astolfi, J. P., Darot, E., Ginsburder-Vogel, Y. et Toussaint, J. (1997). *Mots-clés de la didactique des sciences*. Bruxelles : De Boeck.
- Ayina, B. et Awomo, A. (2019). Syllabus Vol 8 (2). *Modélisation du concept de chaleur par les jeunes apprenants du CETIC de Nsem à travers le récit comme mode de transposition didactique dans une approche par les compétences*.
- Bachelard, G. (1934). *Le nouvel esprit scientifique*. Paris : PUF.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.
- Büchel, F. et Büchel, H. (1995). *Modèles de traitement de l'information et leurs implications pour l'enseignement*. In A. G. B. de la Torre (Ed.), *L'éducation et les sciences cognitives* (pp. 30-45). Paris : Éditions L'Harmattan.
- Christelle, L. et Natascha, P. (2005). *Les stratégies d'apprentissage et la métacognition*. In *Revue des sciences de l'éducation*, 31(2), 141-157.
- DiSessa, A. A. et Cobb, P. (2019). *Analyse des modèles mentaux des élèves en mathématiques*.
- Djontu, G. N. (2021). The effects of financial development on economic growth in sub-Saharan Africa. *Annals of Economics and Finance*, 22(1), 215-235.
- Eastes, J. et Pellaud, M. (2003). *Modèles didactiques et apprentissage des sciences*. In *Revue des sciences de l'éducation*, 29(2), 215-230.
- Eastes, R.-E. (2013). *Processus d'apprentissage, savoirs complexes et traitement de l'information : Un modèle théorique à l'usage des praticiens, entre sciences cognitives, didactique et philosophie des sciences*. Paris.
- Freud, S. (1916). *Introduction à la psychanalyse*. Paris : Payot.
- Gagné, R. M. (1976). *Les principes fondamentaux de l'apprentissage : application à l'enseignement*. Montréal : HRW.

- Gerber, S. (2013). *L'enseignement des gestes mentaux pour une meilleure réussite scolaire*. Lausanne.
- Giordan, A. (1989). An allosteric learning model. In *Actes IUBS-CBE* (Révisé au meeting de Moscou, 1988).
- Giordan, A. (1994). *Enseigner n'est pas apprendre*. Résonances, n° 1.
- Giordan, A. (2002). *Les conceptions des élèves : enjeux et perspectives*. In A. Giordan (Ed.), *Les conceptions des élèves en sciences* (pp. 25-40). Paris : Éditions L'Harmattan.
- Giordan, A. (2004). *Les conceptions des élèves : un enjeu pour l'enseignement des sciences*. In A. Giordan et M. P. Develay (Eds.), *Comprendre et enseigner les sciences* (pp. 45-60). Paris : Éditions L'Harmattan.
- Giordan, A. (2007). *Apprendre à apprendre* (avec J. Altet). Paris : Libro.
- Giordan, A. (2010). *Aux origines du savoir : La méthode pour apprendre*. Nice : Éditions Ovidia.
- La Garanderie, A. de. (1984). *Le dialogue pédagogique avec l'élève*. Paris : Le Centurion.
- La Garanderie, A. de. (2012). Objet, finalité et spécificités méthodologiques dans le dialogue pédagogique. In J.-P. Gaté (Ed.), *Pratiquer le dialogue pédagogique à l'Université*. Lyon : Chronique sociale.
- Liégeois, L. et Mullet, E. (2021). Étude sur la compréhension des concepts de physique par les élèves.
- Marion, A. (2018). *Métacognition et profils d'apprentissage : la conscientisation à travers un cahier d'activités*.
- S. Bissonnette, M. et Richard, Chenelière/Mac Graw-Hill. (2001). *Comment construire des compétences en classe*.
- Nguefack, J. (2018). Corruption, investment and economic growth in sub-Saharan African countries: A structural dynamic panel data approach. *African Development Review*, 30(4), 335-349.
- Tardif, J. (1992). *Pour un enseignement stratégique : L'apport de la psychologie cognitive*. Montréal : Éditions Logiques.
- Tardif, J. (1999). *Le transfert des apprentissages*. Montréal : Éditions Logiques.

Tardif, J., & Meirieu, P. (1996). *Stratégie en vue de favoriser le transfert des connaissances*. Vie pédagogique.

Tombez, M. (2015). *Les gestes mentaux : un outil pour l'apprentissage*. Paris : Éditions Retz.

Vosniadou, S., et al. (2020). Recherche sur les conceptions initiales des élèves en sciences et leur évolution.

ANNEXES

ANNEXE 1 : AUTORISATION DE RECHERCHE

REPUBLIQUE DU CAMEROUN Paix- Travail- Patrie ***** UNIVERSITE DE YAOUNDE I ***** FACULTE DES SCIENCES DE L'EDUCATION ***** DEPARTEMENT DE DIDACTIQUE DES DISCIPLINES		REPUBLIC OF CAMEROON Peace- Work- Fatherland ***** THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I ***** THE FACULTY OF EDUCATION ***** THE DEPARTMENT OF DIDACTICS
Le Doyen The Dean N° <u>184</u> /18/UII/FSE/VDSSE Yaoundé, le...<u>08</u>..<u>OCT</u>..<u>2018</u>.....		
AUTORISATION DE RECHERCHE 		
Je soussigné, Pr MBALA ZE Barnabé, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Education, atteste que l'étudiant NGONGANG MAGNOU EDDY GABIN, matricule 16R3349, est inscrit en Master II, Département de Didactique des Disciplines, spécialité Physique, option Conseiller pédagogique. L'intéressé, dans le cadre de ses travaux de recherches, a besoin de collecter des données auprès des Lycées d'enseignement secondaire général de la ville de Yaoundé, en vue de l'obtention de son diplôme de Master II. Il travaille sous la direction du Pr MGBWA Vandelin et du Dr AYINA, enseignants des universités, sur le thème : « La prise en compte des conceptions des apprenants en sciences physiques et développement des stratégies d'apprentissage chez les élèves du sous cycle d'orientation 4^e/3^e ». Je vous saurai gré des dispositions que vous voudriez bien prendre pour la mise à sa disposition de toute information susceptible de l'aider. En foi de quoi la présente autorisation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.		
Pour le Doyen et par ordre 		

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
Paix- Travail- Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

FACULTE DES SCIENCES DE
L'EDUCATION

DEPARTEMENT DE DIDACTIQUE
DES DISCIPLINES

REPUBLIC OF CAMEROON
Peace- Work- Fatherland

THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

THE FACULTY OF EDUCATION

THE DEPARTMENT OF DIDACTICS

Le Doyen

The Dean

N° 185 /18/UYI/FSE/VDSSE

Yaoundé, le 08 OCT 2018

LETTRE DE RECOMMANDATION

Je soussigné, Pr MBALA ZE Barnabé, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Education, autorise l'étudiant NGONGANG MAGNOU EDDY GABIN, matricule 16R3349, inscrit en Master II, Département de Didactique des Disciplines, spécialité Physique, option Conseiller pédagogique, à effectuer un stage académique au sein de votre auguste institution.

En foi de quoi la présente recommandation lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Pour le Doyen et par ordre

ANNEXE 3 : LEXIQUE : DÉFINITIONS DES CONCEPTS DE L'ÉTUDE

1. Développement

Le développement renvoie au processus de progression, d'évolution et de construction des connaissances et compétences chez les élèves au fil du temps.

2. Conceptions initiales

Les conceptions initiales font référence aux idées, représentations et croyances que les élèves possèdent sur un concept ou phénomène avant tout enseignement formel.

3. Prise en compte

La prise en compte consiste à identifier, à considérer et à s'appuyer sur les conceptions initiales des élèves pour concevoir des activités d'apprentissage plus efficaces.

4. Stratégies d'apprentissage

Les stratégies d'apprentissage sont les différentes méthodes et techniques utilisées par les élèves pour acquérir, comprendre, mémoriser et appliquer les connaissances.

5. Compétence

Une compétence est la capacité à mobiliser et à combiner un ensemble de ressources (connaissances, savoir-faire, attitudes) pour résoudre avec succès une famille de situations-problèmes.

6. Métacognition

La métacognition renvoie à la capacité d'un apprenant à réfléchir sur ses propres processus cognitifs, à les contrôler et à les réguler.

7. Profil d'apprentissage

Le profil d'apprentissage fait référence aux caractéristiques individuelles (cognitive, affective, sociale) qui influencent la manière dont un apprenant aborde, traite et assimile les informations.

8. Apprentissage

L'apprentissage désigne le processus par lequel un individu acquiert de nouvelles connaissances, compétences ou manières de faire.

9. Gestion mentale

La gestion mentale concerne l'ensemble des processus mentaux (perception, mémorisation, raisonnement, etc.) mis en œuvre par l'apprenant pour traiter l'information et construire ses apprentissages.

10. Évocation

L'évocation est l'action de faire resurgir, de se remémorer ou de faire appel à des connaissances antérieures.

11. Perception

La perception est le processus par lequel un individu organise et interprète les informations sensorielles provenant de son environnement.

12. Restitution

La restitution désigne l'action de reproduire ou de rappeler des connaissances apprises ou des informations mémorisées.

13. Psychologie cognitive

La psychologie cognitive est l'étude des processus mentaux impliqués dans l'acquisition, le traitement, le stockage et l'utilisation de l'information.

14. Encodage

L'encodage correspond au processus par lequel les informations sont transformées et intégrées dans la mémoire.

15. Processus mentaux

Les processus mentaux désignent l'ensemble des fonctions cognitives (perception, attention, mémorisation, raisonnement, etc.) mises en œuvre dans l'apprentissage.

16. Processus d'enseignement-apprentissage :

Le processus d'enseignement-apprentissage fait référence à l'interaction dynamique entre l'enseignant, les élèves et les contenus d'apprentissage.

17. Stratégies d'enseignement :

Les stratégies d'enseignement sont les approches, méthodes et techniques utilisées par l'enseignant pour favoriser les apprentissages des élèves.

18. Conflit sociocognitif

Le conflit sociocognitif désigne une situation d'interaction où les représentations, les points de vue ou les raisonnements d'un apprenant entrent en contradiction avec ceux d'un ou plusieurs de ses pairs.

19. Transfert de compétences

Le transfert de compétences correspond à la capacité à mobiliser et à appliquer des connaissances et des savoir-faire acquis dans un contexte donné à une nouvelle situation.

20. Dialogue pédagogique

Le dialogue pédagogique renvoie aux interactions verbales entre l'enseignant et les élèves visant à favoriser la construction des apprentissages.

21. Environnement didactique

L'environnement didactique fait référence à l'ensemble des conditions matérielles, organisationnelles et relationnelles mises en place pour faciliter les apprentissages.

22. Savoir scientifique

Le savoir scientifique désigne l'ensemble des connaissances validées et établies dans un domaine scientifique donné.

23. Échantillon

Un échantillon est un sous-ensemble représentatif de la population étudiée, sur lequel porte l'observation ou l'expérimentation.

24. Échantillonnage

L'échantillonnage est le processus de sélection d'un échantillon représentatif de la population cible.

25. Groupe témoin

Le groupe témoin est un groupe de sujets qui ne bénéficie pas du traitement expérimental, afin de permettre la comparaison avec le groupe expérimental.

26. Groupe expérimental

Le groupe expérimental est le groupe de sujets qui bénéficie du traitement ou de l'intervention mise en place dans le cadre de l'étude.

ANNEXE 4: OUTIL D'EXPÉRIMENTATION : PLAN DU COURS SELON LE MODÈLE HTG

Titre de la leçon : La poussée d'Archimède

Objectifs d'apprentissage

- Identifier les conceptions initiales des élèves sur la poussée d'Archimède.
- Comparer les conceptions des élèves entre eux.
- Discuter des conceptions en se basant sur le modèle hybride de Tardif et Giordan (MHTG).
- Développer une compréhension scientifique de la poussée d'Archimède.

Durée : 2 heures

Matériels

- ✓ Bêchers de différentes tailles
- ✓ Cylindres gradués
- ✓ Eau
- ✓ Objets de différentes densités (bois, métal, plastique)
- ✓ Balance
- ✓ Corde
- ✓ Cahier de cours pour les notes
- ✓ Tableau blanc ou tableau noir

Déroulement de la leçon

Phase 1 : Activation des connaissances antérieures et identification des conceptions (45 minutes)

1. **Introduction** : Demander aux élèves de réfléchir à ce qu'ils savent déjà sur la poussée d'Archimède.
 - Qu'est-ce que la poussée d'Archimède ?
 - Comment peut-on la mesurer ?
 - Quelles sont ses applications dans la vie de tous les jours ?
2. **Mise en commun** : Encourager les élèves à partager leurs idées et à les noter au tableau.

3. **Modélisation des conceptions** : Utiliser le MHTG pour catégoriser les conceptions des élèves :

- **Conceptions naïves** : Représentent des idées préconçues, souvent basées sur l'expérience personnelle.
- **Conceptions scientifiques** : Représentent une compréhension scientifique de la poussée d'Archimède.
- **Conceptions intermédiaires** : Représentent un mélange de conceptions naïves et scientifiques.

4. **Discussion** : Encourager les élèves à discuter de leurs conceptions et à les comparer entre eux.

- Quelles sont les similarités et les différences entre les conceptions ?
- Quelles sont les conceptions les plus répandues ?
- Quelles sont les conceptions qui semblent les plus justes ?

Phase 2 : Expérimentation et construction de nouvelles connaissances (45 minutes)

1. **Expérience** : Proposer aux élèves une expérience simple pour observer la poussée d'Archimède.

- Mesurer à l'aide d'une balance la masse d'un objet.
- Plonger cet objet dans un bécher rempli d'eau et observer le niveau d'eau.
- Mesurer le volume d'eau déplacé V par l'objet.
- Calculer la masse de l'eau déplacée par la formule $m = \rho \times V$.
- Calculer la valeur du poids de cette eau déplacée par la formule $P = m \times g$
- Comparer la masse de l'eau déplacée à la masse de l'objet mesurée par la balance.

2. **Discussion** : Encourager les élèves à discuter de leurs observations et à les relier à la notion de poussée d'Archimède.

- Que remarquez-vous ?
- Comment expliquez-vous ces observations ?
- Quelle est la relation entre le volume d'eau déplacé et la force de poussée ?

3. **Modélisation des conceptions** : Revenir au modèle hybride de Tardif et Giordan et discuter de l'évolution des conceptions des élèves après l'expérience.

- Quelles conceptions ont été confirmées ou infirmées ?
- Quelles nouvelles conceptions ont émergé ?

- Quelles questions restent en suspens ?

Phase 3 : Synthèse et application (30 minutes)

1. **Synthèse** : Revenir sur les points clés de la leçon et présenter la définition scientifique de la poussée d'Archimède.
 - La poussée d'Archimède est une force verticale ascendante exercée par un fluide sur un objet immergé.
 - Elle est égale au poids du fluide déplacé par l'objet.
2. **Applications** : Discuter des applications de la poussée d'Archimède dans la vie de tous les jours.
 - La flottabilité des bateaux
 - Le fonctionnement des sous-marins
 - Le contrôle de la densité des objets
3. **Évaluation** : Proposer aux élèves un exercice d'application pour évaluer leur compréhension de la poussée d'Archimède.

Conclusion

Cette leçon vise à développer une compréhension scientifique de la poussée d'Archimède en s'appuyant sur les conceptions initiales des élèves et en les amenant à les confronter à l'expérience et à la théorie. Le modèle hybride de Tardif et Giordan permet de suivre l'évolution des conceptions des élèves et de les aider à construire une compréhension plus complète de la notion.

Remarques :

- Cette leçon peut être adaptée en fonction du niveau des élèves et de leurs connaissances préalables.
- Il est important de laisser les élèves explorer leurs conceptions et de les encourager à partager leurs idées.
- **L'utilisation d'expériences et de simulations peut aider les élèves à visualiser la poussée d'Archimède et à mieux comprendre son fonctionnement.**

Questionnaire pré-test adressé aux élèves de la classe de quatrième pour recueillir leurs conceptions initiales sur les notions des actions mécaniques en vue d'un meilleur apprentissage.

Bonjour chers apprenants,

Je suis un étudiant chercheur camerounais de la faculté des sciences de l'éducation de l'université de Yaoundé I, inscrit en didactique des disciplines option conseillé pédagogique. J'effectue une recherche qui porte sur la « prise en compte des conceptions de l'apprenant en sciences physiques et développement des stratégies d'apprentissage chez les élèves du sous-cycle d'orientation 4^e/3^e ». Nous voudrions avoir de vous des éléments de base aidant à l'accompagnement d'une meilleure construction des connaissances ou d'un meilleur apprentissage par l'apprenant lui-même. A cet effet, tout en vous rassurant que toutes les informations vous concernant resteront confidentielles, les informations non correctes ou fausses pourraient constituer un blocage à notre objectif. Veuillez donc remplir ce questionnaire avec sincérité et honnêteté. Merci infiniment pour votre compréhension.

SECTION I : Identification

A. Identification de l'enquêté(e)

Q1. Nom de l'établissement fréquenté.....

Q2. Ageans

Q3. Classe

Q5. Sexe : féminin ☐ masculin ☐

Q6. Epanoui(e) : à l'école seulement ☐ à la maison seulement ☐ à l'école et à la maison ☐

Pourquoi ?.....
.....
.....
.....

B. Identification de l'enquêteur

Q7.
Noms :.....
.....

Page 1 sur 4

Q8. Date de l'entretien : __/__/2022

Q9. Durée de l'entretien : heure du début : heure de fin :

SECTION II : recueil des conceptions initiales sur les actions mécaniques

Q10. As-tu déjà entendu parler du poids d'un corps ? Oui ☐ Non ☐

Selon toi, qu'est-ce que le poids d'un corps ?

.....
.....
.....

Q11. En tant que force, le poids d'un corps possède des caractéristiques. Lesquelles ?

.....
.....
.....
.....
.....

Q12. Donne le symbole du poids d'un corps.

Q13. Représente le poids d'un pot de fleurs sur une table.

Q13.

Q14. Le poids est une grandeur physique

- a) Vectorielle
- b) Scalaire
- c) Rien des deux

Q15. L'intensité du poids d'un corps notée P

- a) Diminue lorsqu'on va en altitude
- b) Diminue lorsqu'on se rapproche de la terre
- c) Augmente avec l'altitude

Q16. Existe-t-il une différence entre le poids et masse d'un corps ?

- a) Oui
- b) Non
- c) Je ne sais pas

Q17. As-tu déjà remarqué que tout corps lâché au voisinage de la terre tombe ?

- a) Oui
- b) Non

Si oui, pourquoi tombe-t-il ? Si non, pourquoi ne tombe-t-il pas ?

.....
.....
.....

Q18. L'unité de l'intensité du poids d'un corps est

- a) Le kilogramme (kg)
- b) Le kilomètre (km)
- c) Le newton (N)
- d) Je ne sais pas

Q19. Si l'intensité de la pesanteur d'un lieu donné vaut $9,80\text{N/kg}$, le poids d'une balle de masse $2,5\text{kg}$ est :

Q20. La poussée d'Archimède est :

- a) La force que subit un fluide en contact avec un corps.
- b) La force développée par un corps immergée dans un fluide.
- c) La force que subit un corps immergé dans un fluide.

Q21. La poussée d'Archimède est caractérisée par :

- a) Une direction verticale et un sens descendant
- b) Un sens ascendant et une direction verticale
- c) Un sens descendant et une direction horizontale

Q22. L'intensité de la poussée d'Archimède est égale à celle du poids du liquide déplacé par le corps immergé

- a) Vrai
- b) Faux

Q23. La poussée d'Archimède ne dépend vraiment pas de la nature du liquide

- a) Vrai
- b) Faux

Q24. Un solide immergé dans un liquide au repos est soumis simultanément au poids P et à la poussée d'Archimède F . Ce solide remonte et flotte au-dessus du liquide lorsque ;

- a) $P > F$
- b) $P < F$
- c) $P = F$

Q25. Fais un schéma d'un objet immergé dans un fluide ressortant la poussée d'Archimède.

Q26. Un corps flotte sur l'huile et ne flotte pas sur l'eau parce que :

- a. L'eau est plus dense que l'huile
- b. L'eau est moins dense que l'huile
- c. L'eau est aussi dense que l'huile

Q27. Le point d'application de la poussée d'Archimède est appelé :

- a. Centre de gravité
- b. Centre de masse
- c. Point central
- d. Centre de poussée

Q25.

Q28. Énonce le principe des actions réciproques :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Q29. Deux groupes d'élèves de 4^e jouent au tir à la corde et sont donc en interaction. Représente cette situation avec les forces qui sont en interaction.

Q29.

Q30. Deux forces interagissent sur le pot de fleurs de la question Q13, lesquels ?

.....

.....

ANNEXE 6 : QUESTIONNAIRE POST-TEST ADRESSÉ AUX ÉLÈVES

Questionnaire Post-test adressé aux élèves de la classe de quatrième pour mesurer leur degré d'appropriation des savoirs ou leur compétence et leur développement des stratégies d'apprentissage sur la notion de poussée d'Archimède.

Bonjour chers apprenants,

Je suis un étudiant chercheur de la faculté des sciences de l'éducation de l'université de Yaoundé 1, inscrit en didactique des disciplines option physique et spécialité conseillé pédagogique. J'effectue une recherche qui porte sur le thème « **Prise en compte des conceptions des apprenants et développement des stratégies d'apprentissage en sciences physiques chez les élèves du sous-cycle d'orientation 4^e/ 3^e** ». Nous voudrions avoir de vous des éléments de base aidant à l'accompagnement d'une meilleure construction des connaissances ou d'un meilleur apprentissage par l'apprenant lui-même. A cet effet, tout en vous rassurant que toutes les informations vous concernant resteront confidentielles, les informations non correctes ou fausses pourraient constituer un blocage à notre objectif scientifique. Veuillez donc être sincères et honnêtes. Merci pour votre bonne compréhension.

SECTION 1 : Identification

A. Identification de l'enquêté (e)

Q1. Établissement fréquenté :

.....

Q2. **Noms** **et**
prénoms :

Q3. Âge :**ans**

Q4. Classe :

Q5. Sexe :

B. Identification de l'enquêteur

Q6. Noms et
prénoms :

Q7. Date du jour :/...../ 2022

Q8. Durée : 2H; **Heure du début**..... **heure de fin**
.....

SECTION 2 : Évaluation des performances N°

Q9. Qu'est-ce que la poussée d'Archimède?

.....
.....
.....

Q10. L'unité de la Poussée d'Archimède est le :

- a) le kilogramme (kg)
- b) le kilomètre (km)
- c) le newton (N)
- d) Je ne sais pas

Q11. La Poussée d'Archimède est caractérisée par :

- a) une direction verticale et sens descendant
- b) un sens ascendant et une direction verticale
- c) un sens descendant et une direction horizontale

Q12. L'intensité de la poussée d'Archimède est égale à celle du poids du liquide déplacé par le corps immergé

- a) vrai
- b) faux

Q13. La Poussée d'Archimède dépend souvent de la nature du liquide dans lequel le corps est immergé

- a) faux
- b) vrai

Q14. Un corps immergé dans un fluide au repos est soumis simultanément à son poids P et à la poussée d'Archimède F . Ce corps coule et reste au fond du récipient lorsque :

- a) $P > F$
- b) $P = F$
- c) $P < F$

Q15. Un œuf de poule gâté immergé dans un liquide coule et reste au fond du récipient

- a) faux
- b) vrai

Q16. Lorsqu'on parle de fluide, il s'agit d'un gaz ou/et d'un liquide

- a) faux
- b) vrai

Q17. Si un corps flotte sur l'huile et ne flotte pas sur l'eau alors

- a) l'eau est plus dense
- b) l'huile est plus dense
- c) l'eau est aussi dense que l'huile

Q18. Le point d'application de la poussée d'Archimède est appelé

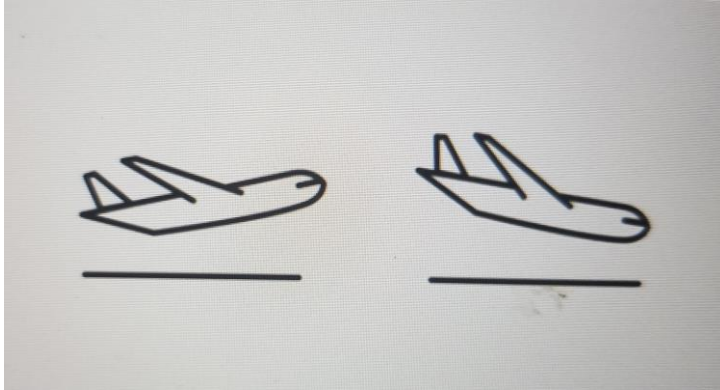
- a) centre de masse
- b) centre de gravité
- c) point central
- d) centre de poussée

Q19. Énonce le théorème de la poussée d'Archimède

.....
.....

.....
.....

Q20. Dis dans quel cas $P < F$ et représente sur ces deux avions le poids P et la poussée d'Archimède F lors du décollage et de l'atterrissage.



Q21. La poussée d'Archimède est appliquée dans les domaines de la navigation et l'aviation

- a) vrai
- b) faux

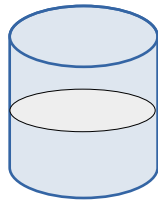
Q22. L'intensité de la poussée d'Archimède F est égale à l'intensité du poids du liquide déplacé

- a) vrai
- b) faux

Q23. Une noix de coco complètement immergée dans l'eau, déplace un volume d'eau dont la masse vaut 0,635 kg. Calcule l'intensité de la poussée d'Archimède F sachant que $g = 10 \text{ N/kg}$

.....
.....
.....
.....

Q24. L'intensité du poids de la noix étant égale à 2,35 N, représente sur un schéma le poids de la noix P et la poussée d'Archimède F calculée à la question Q22. Échelle



Q25. Les applications de la poussée d'Archimède reposent sur les principes des aérostats et de flottaison

a) vrai

b) faux

Barème de correction	
Q1-Q19, Q21,Q22 et Q25	1pt
Q20, Q23 et Q24	2pts

ANNEXE 7 : RÉSULTATS DU T-TEST HYPOTHÈSE H1

DATASET ACTIVATE DataSet1.

```
SAVE    OUTFILE='C:\Users\Geophysicien EDDY NG\Desktop\Projet spss  
didact\Untitled2.sav'  
/COMPRESSED.
```

DATASET ACTIVATE DataSet3.

DATASET CLOSE DataSet1.

GET DATA

```
/TYPE=XLSX  
/FILE='C:\Users\Geophysicien EDDY NG\Desktop\Projet spss didact\Données stat  
Master II DID pour spss2bon.xlsx'  
/SHEET=name 'Feuil11'  
/CELLRANGE=FULL  
/READNAMES=ON  
/DATATYPEMIN PERCENTAGE=95.0  
/HIDDEN IGNORE=YES.
```

EXECUTE.

DATASET NAME DataSet4 WINDOW=FRONT.

T-TEST GROUPS=Groupes(0 1)

```
/MISSING=ANALYSIS  
/VARIABLES=PERFORMANCEGTH1  
/CRITERIA=CI(.95).
```

Notes

Output Created		16-JUL-2024 16:19:33
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet4
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	40

Missing Value Handling	Definition of Missing	User defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on the cases with no missing or out-of-range data for any variable in the analysis.
Syntax		T-TEST GROUPS=Groupes(0 1) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=PERFORMANCE GTH1 /CRITERIA=CI(.95).
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.00

[DataSet4]

Group Statistics

	Groupes	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PERFORMANCE	0	20	13.00	1.947	.435
POST-TEST H1	1	20	15.75	2.074	.464

Independent Samples Test

			Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
			F	Sig.	t
PERFORMANCE POST-TEST H1	Equal variances assumed		.046	.831	4.323
	Equal variances not assumed				4.323

Independent Samples Test

t-test for Equality of Means		
df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference

PERFORMANCE POST-TEST H1	Equal	variances	38	.000	2.750
	assumed				
	Equal	variances not	37.848	.000	2.750
		assumed			

Independent Samples Test

			t-test for Equality of Means		
			Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
PERFORMANCE POST-TEST H1	Equal	variances assumed	.636	4.038	1.462
	Equal	variances not assumed	.636	4.038	1.462

ANNEXE 8 : RÉSULTATS DU T-TEST HYPOTHÈSE H2

SAVE OUTFILE='C:\Users\Geophysicien EDDY NG\Desktop\Projet spss didact\Untitled3
POST TEST H1.sav'

/COMPRESSED.

DATASET ACTIVATE DataSet3.

DATASET CLOSE DataSet4.

GET DATA

/TYPE=XLSX

/FILE='C:\Users\Geophysicien EDDY NG\Desktop\Projet spss didact\Données stat
Master II DID pour spss2bon.xlsx'

/SHEET=name 'Feuil12'

/CELLRANGE=FULL

/READNAMES=ON

/DATATYPEMIN PERCENTAGE=95.0

/HIDDEN IGNORE=YES.

EXECUTE.

DATASET NAME DataSet5 WINDOW=FRONT.

T-TEST GROUPS=Groupes(0 1)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=PERFORMANCEGTH2

/CRITERIA=CI(.95).

Notes

Output Created		16-JUL-2024 16:27:39
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet5
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	41

Missing Value Handling	Definition of Missing	User defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on the cases with no missing or out-of-range data for any variable in the analysis.
Syntax		T-TEST GROUPS=Groupes(0 1) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=PERFORMANCEG TH2 /CRITERIA=CI(.95).
Resources	Processor Time	00:00:00.02
	Elapsed Time	00:00:00.00

Independent Samples Test

				t-test for Equality of Means		
				df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
PERFORMANCE TEST H2	POST-	Equal variances assumed		38	.000	3.050
		Equal variances not assumed		37.944	.000	3.050

[DataSet5]

Group Statistics

		Groupes	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PERFORMANCE TEST H2	POST-	0	20	13.20	1.735	.388
		1	20	16.25	1.803	.403

Independent Samples Test

			Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
			F	Sig.	t
PERFORMANCE POST-TEST H2	Equal variances assumed		.033	.857	5.451
	Equal variances not assumed				5.451

Independent Samples Test

				t-test for Equality of Means		
				Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
PERFORMANCE TEST H2	POST-	Equal variances assumed		.559	4.183	1.917
		Equal variances not assumed		.559	4.183	1.917

ANNEXE 9 : RÉSULTATS DU T-TEST HYPOTHÈSE H3

SAVE OUTFILE='C:\Users\Geophysicien EDDY NG\Desktop\Projet spss didact\Untitled4
POST TEST H2.sav'

/COMPRESSED.

DATASET ACTIVATE DataSet3.

DATASET CLOSE DataSet5.

GET DATA

/TYPE=XLSX

/FILE='C:\Users\Geophysicien EDDY NG\Desktop\Projet spss didact\Données stat
Master II DID pour spss2bon.xlsx'

/SHEET=name 'Feuil13'

/CELLRANGE=FULL

/READNAMES=ON

/DATATYPEMIN PERCENTAGE=95.0

/HIDDEN IGNORE=YES.

EXECUTE.

DATASET NAME DataSet6 WINDOW=FRONT.

T-TEST GROUPS=Groupes(0 1)

/MISSING=ANALYSIS

/VARIABLES=PERFORMANCEGTH3

/CRITERIA=CI(.95).

Notes

Output Created		16-JUL-2024 16:41:31
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet6
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	42
Missing Value Handling	Definition of Missing	User defined missing values are treated as missing.

Cases Used		Statistics for each analysis are based on the cases with no missing or out-of-range data for any variable in the analysis.
Syntax		T-TEST GROUPS=Groupes(0 1) /MISSING=ANALYSIS /VARIABLES=PERFORMAN CEGTH3 /CRITERIA=CI(.95).
Resources	Processor Time	00:00:00.00
	Elapsed Time	00:00:00.00

Group Statistics

Groupes		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PERFORMANCE TEST H3	0	20	13.95	1.605	.359
	1	20	18.20	1.508	.337

Independent Samples Test

			Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means
			F	Sig.	t
PERFORMANCE TEST H3	POST-	Equal variances assumed	.020	.889	8.630
		Equal variances not assumed			8.630

Independent Samples Test

			t-test for Equality of Means		
			df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference
Equal variances assumed			38	.000	4.250

PERFORMANCE POST-TEST H3	Equal variances not assumed	37.853	.000	4.250
--------------------------	-----------------------------	--------	------	-------

Independent Samples Test

			t-test for Equality of Means		
			Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
PERFORMANCE TEST H3	POST-	Equal variances assumed	.492	5.247	3.253
		Equal variances not assumed	.492	5.247	3.253

Table des matières

REMERCIEMENTS.....	iv
INDEX DES TABLEAUX	v
Index des figures.....	vi
LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES	vii
RÉSUMÉ	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE DE L'ÉTUDE	4
1.1. CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE.....	4
1.1.1 RECOMMANDATIONS ÉTATIQUES POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE AU CAMEROUN.....	4
1.1.2. PRÉSENTATION DU PROGRAMME OFFICIEL DE PCT DE LA CLASSE DE 4 ^e	6
1.1.3. PROBLÈMES GÉNÉRAUX LIÉS À L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE AU CAMEROUN.....	7
1.2. FORMULATION ET POSITION DU PROBLÈME.....	11
1.3. OBJET DE L'ÉTUDE	12
1.4. QUESTIONS DE RECHERCHE	14
1.4.1 Question principale.....	14
1.4.2 Questions spécifiques	14
1.5. HYPOTHÈSES DE L'ÉTUDE.....	14
1.5.1. Hypothèse principale	14
1.5.2. Hypothèses spécifiques	14
1.6. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE.....	15
1.6.1. Objectif général	15
1.6.2. Objectifs spécifiques	15
1.7. PERTINENCE DE L'ÉTUDE.....	15
1.7.1. Pertinence de l'étude	15
1.7.2. Originalité de l'étude	16
1.8. DÉLIMITATION THÉORIQUE OU THÉMATIQUE ET DÉLIMITATION EMPIRIQUE DE L'ÉTUDE.....	17
1.8.1. Délimitation thématique et théorique de l'étude.....	17
1.8.2 Délimitation empirique de l'étude	19
1.8.2.1. Du point de vue spatial ou géographique	19
1.8.2.2. Du point de vue temporel.....	21
CHAPITRE 2 : INSERTION THÉORIQUE DU SUJET	22

2.1. APPROCHE NOTIONNELLE	22
2.1.1. NOTION DE FORCES : ASPECTS HISTORIQUE ET ÉPISTÉMOLOGIQUE	22
2.1.1.1. Aspect historique	22
2.1.1.2. Aspect épistémologique.....	23
2.1.2. HISTORIQUE ET ÉPISTÉMOLOGIQUE DE LA NOTION DE POUSSÉE D'ARCHIMÈDE	25
2.1.3. STRATEGIES D'APPRENTISSAGE	26
2.1.3.1. L'usage de la notion de stratégie	26
2.1.3.2. La classification des stratégies	27
2.1.3.1. Apprendre : qu'est-ce que c'est ?	29
2.1.3.2. Produits de l'apprentissage	39
2.1.4. APPRENTISSAGE ET MÉMOIRE.....	44
2.1.4.1. Modèles de mémoire.....	44
2.1.4.1.1. Modèle séquentiel ou sériel	45
2.1.4.1.2. Modèle de Baddley et de Hitch	46
2.1.4.2. Types de connaissances et processus.....	50
2.1.5. CONCEPTIONS DE L'APPRENANT COMME TREMPIN DE L'APPRENTISSAGE .	53
2.1.5.1. Notion de conception de l'apprenant	53
2.1.5.2. Conception comme rempart de l'apprentissage	55
2.1.5.3. Étapes de l'apprentissage selon le modèle allostérique	57
2.2. REVUE DE LITTÉRATURE.....	58
2.2.1. Prise en compte des conceptions	58
2.2.2. De la gestion mentale	59
2.2.2.1. Évocation et apprentissage	60
2.2.2.2. Prise de conscience d'un profil d'apprentissage	63
2.2.2.3. Gestes mentaux et dynamique mentale	67
2.2.3. La métacognition	70
2.2.3.1. La métamémoire	71
2.2.3.2. La métacompréhension	72
2.2.3.3. La métarésolution	72
2.2.4. Stratégie cognitive	73
2.3. THÉORIES EXPLICATIVES	78
2.3.1. Modèle de Tardif.....	78
2.3.2. Modèle de Giordan : Pertinences relatives du modèle de l'apprendre	82
2.3.2.1. Le modèle allostérique de l'apprendre.....	82
2.3.2.2. Le cœur du modèle allostérique : la transformation des conceptions....	85

2.3.2.3. Environnement didactique selon Giordan 2002	88
2.4. DÉFINITION DES VARIABLES.....	91
2.4.1. Variable indépendante (VI).....	91
2.4.2. Variable dépendante (VD)	91
TABLEAU SYNOPTIQUE	91
2.5. CONSTAT THÉORIQUE.....	92
CHAPITRE 3 : MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE	94
3.1. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE : RECHERCHE MIXTE.....	94
3.2. COLLECTE DES DONNÉES QUANTITATIVES	94
3.2.1. Choix de l'établissement et de la salle de classe	95
3.2.2. Population et échantillonnage.....	95
3.2.3. Choix de la méthode de collecte des données	97
3.2.4. Instruments de collecte des données.....	98
3.2.4.1. Le pré-test et le post-test	98
3.2.4.2. Déroulement de l'expérimentation : cours de SPT comme outil d'expérimentation	99
CHAPITRE 4 : PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS.....	103
4.1. ANALYSE DES PRODUCTIONS DES ÉLÈVES	103
4.1.1. Présentation des productions suite aux questions à choix multiples (QCM) 103	
4.1.2. Analyse des résultats de productions des élèves	104
4.2. DES TESTS D'HABILETÉS	106
4.2.1. Tests d'homogénéité des performances des groupes ou pré-test	106
4.2.2. Test expérimental ou Post-test	110
○ Post-test des groupes témoin et expérimental pour l'hypothèse H₁	110
○ Post-test des groupes témoin et expérimental pour l'hypothèse H₂	113
○ Post-test des groupes témoin et expérimental pour l'hypothèse H₃	115
4.3. VÉRIFICATION DES HYPOTHÈSES DE RECHERCHE	119
4.3.1. Vérification de l'hypothèse de recherche H1	119
□ Formulation des hypothèses statistiques	119
□ Vérification des conditions d'application du T-test	119
□ Génération de la valeur du T-test avec le logiciel SPSS	120
□ Comparaison et prise de position	120
4.3.2. Vérification de l'hypothèse de recherche H2	121
□ Formulation des hypothèses statistiques	121
□ Vérification des conditions d'application du T-test	122

□ Génération de la valeur du T-test avec le logiciel SPSS	122
□ Comparaison et prise de position	123
4.3.3. Vérification de l'hypothèse de recherche H3	123
□ Formulation des hypothèses statistiques	123
□ Vérification des conditions d'application du T-test	124
□ Génération de la valeur du T-test avec le logiciel SPSS	124
□ Comparaison et prise de position	125
4.4. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	126
4.4.1. Résultats de l'hypothèse H1	126
4.4.2. Résultats de l'hypothèse H2	127
4.4.3. Résultats de l'hypothèse H3	128
4.5. SUGGESTIONS ET RECOMMANDATIONS	129
CONCLUSION GÉNÉRALE	132
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	135
ANNEXES	138
.....	148
.....	149
.....	150