

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

CENTRE DE RECHERCHE ET DE FORMATION
DOCTORALE EN SCIENCES HUMAINES SOCIALES ET
EDUCATIVES

UNITE DE RECHERCHE ET DE FORMATION
DOCTORALE EN SCIENCES DE L'EDUCATION

DÉPARTEMENT DE DIDACTIQUE DES DISCIPLINES



REPUBLIC OF CAMEROON

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTY OF EDUCATION

POST GRADUATE SCHOOL FOR SOCIAL AND
EDUCATIONAL SCIENCE

DOCTORAL RESEARCH UNIT FOR SCIENCE OF
EDUCATION

DIDACTIC'S DISCIPLINES DEPARTMENT

**ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE DE LA CHIMIE :
CONSTRUCTION DU CONCEPT DE SAPONIFICATION EN
CLASSE DE TERMINALE SCIENTIFIQUE AU LYCEE
BILINGUE DE NKOLETON PAR L'EXPERIMENTATION**

Mémoire présenté et soutenu publiquement en vue de l'obtention du Diplôme de **Master en
Didactique des Disciplines** le 20 septembre 2024

Option : Didactique de chimie

Par :

NDZIE DONALD SYLVAIN

Licencié en chimie

Matricule : **20V3708**

JURY

Président : DONGO Étienne. Pr

Rapporteurs : AYINA BOUNI. MC

NTEDE NGA. MC

Examineur : NJINGTI NFOR. MC



Année académique 2023-2024

À

Mes défunts parents

MVOGO MFESSE TELESPHORE

EDENE PETRONILLE

SOMMAIRE

SOMMAIRE	ii
REMERCIEMENTS	iii
LISTE DES ACRONYMES	iv
LISTE DES SYGLES	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	vii
RESUME	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE I : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE	3
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET INSERTION THEORIQUE	4
CHAPITRE II : PROBLEMATIQUE	34
PARTIE II : CADRE METHODOLOGIQUE	43
CHAPITRE III : METHODOLOGIE ET EXPERIMENTATION DE L'ETUDE	44
CHAPITRE IV : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS	66
CONCLUSION GENERALE	75
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	77
ANNEXES	80
TABLE DE MATIERES	84

REMERCIEMENTS

Ce travail de recherche est le résultat de la conjugaison des efforts des personnes, familles et institutions à qui ces remerciements sont adressés.

Les Professeurs AYINA BOUNI et NTEDE NGA ; Dr AWOMO ATEBA et Dr AMBOMO Nicole qui ont accepté de nous diriger et orienter tout au long de ce travail scientifique ; la qualité de leurs conseils et leur soutien ont grandement contribué à la réalisation de ce mémoire.

Professeur NKECK BIDIAS Renée Solange (chef de département de la didactique des disciplines), pour son dévouement et sa contribution à ce que nous ayons une formation de qualité.

Chef de l'établissement d'accueil à savoir Madame Mohamadou GUIDADO née KINGUI Hawaou, proviseur du Lycée Bilingue de Nkoléton; Sans oublier les enseignants, les élèves des différentes classes enquêtées qui ont accepté de perturber leurs programmes pour nous permettre de mener à bien nos investigations.

Ainés et camarades pour leurs points de vue lors des échanges.

Monsieur MBIANDA Aubin Ledoux, par ailleurs chef de département de PCT et Monsieur ADAMOU Lavoisier, censeur en charge des PCT dudit lycée pour leurs encouragements, conseils et soutien indéfectible dans tout et pour tout ce qui a permis d'être à la hauteur des différentes attentes pour la réalisation de ces travaux Pratiques.

Ma fiancée ETEME Angèle Catherine et à tous les autres membres de ma famille pour leur soutien multiforme.

Des remerciements également à la tutelle scientifique.

LISTE DES ACRONYMES

ENS : Ecole Normale Supérieure

HS : Hypothèse Secondaire

OS : Objectif Secondaire

PCT : Physique-Chimie-Technologie

QS : Question Secondaire

TP : Travaux Pratiques

VD : Variable Dépendante

VI : Variable Indépendante

ZPD : Zone Proximale De Développement

LISTE DES SIGLES

SOMA : Sujet-Objet-Milieu-Agent

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Tableau Synoptique.	40
Tableau 2 : Répartition de l'échantillon des classes théorique et expérimentale.....	45
Tableau 3 : Résultats du pré-test	66
Tableau 4: Résultat du test.....	67
Tableau 5: Résultat du post-test.....	69
Tableau 6: Récapitulatif du post-test et du prétest	69

LISTE DES FIGURES

Figure 1: La relation didactique dans le SOMA inspiré de Legendre (1995).....	20
Figure 2: Les quatre processus d'apprentissage selon KOLB (1984).....	26
Figure 3: Les quatre types d'apprenants et les modes élémentaires de connaissance, selon Kolb (1984)	28
Figure 4 : Zone Proximale de Développement (réf. UNIVERSITÉ DE ROUEN (ESPE ACADÉMIE DE ROUEN) Approche collaborative de la construction des évaluations en SVT et impact motivationnel chez des élèves de cycle 4.).....	31
Figure 5 : Pyramide de la taxonomie de Bloom repris par Patrice HARDOUIN	47
Figure 6: Etapes de préparation de la solution de soude	52
Figure 7 : Etapes de préparation de la solution fille.....	53
Figure 8 : Etapes de la préparation du savon	54
Figure 9 : Diagramme des résultats du pré-test.....	67
Figure 10: Diagramme des résultats du test	68
Figure 11 : Diagramme des résultats du post-test	69
Figure 12 : Diagramme comparatif du prétest-post-test	70

RESUME

Le concept de « saponification » est un concept dont l'élément intégrateur est l'écriture de son équation bilan et sa construction nécessite la mobilisation du concept de l'expérimentation. Or, il s'avère que de nombreux apprenants en classes scientifiques même après avoir suivi une expérience dite « de cours » selon Kane (2011), ont du mal à conceptualiser l'équation de saponification. C'est ainsi que nous nous sommes proposés de montrer l'impact de l'expérimentation dans la construction de l'équation de saponification chez les apprenants des classes de Terminale scientifique. Il s'agit principalement d'examiner la pertinence de l'expérimentation comme mode de transposition didactique dans l'enseignement/apprentissage du concept de saponification chez les élèves des classes de Terminales scientifiques au travers de deux activités que sont : une étude analogique entre la formation et l'hydrolyse d'un monoester et d'un triester, et l'exécution par les apprenants eux-mêmes d'un protocole expérimental portant essentiellement sur une réalisation des différentes étapes de la synthèse du savon en laboratoire. L'étude est réalisée à Yaoundé au Cameroun, plus précisément chez 118 apprenants des classes de Terminale scientifique du Lycée Bilingue de Nkoléton où l'échantillon a été divisé en deux classes à savoir une classe expérimentale ayant suivi un enseignement basé sur l'expérimentation et une classe témoin ayant suivi un enseignement classique. La démarche expérimentale s'articule en trois temps suivant le pré-test, le test et le post-test. Ce protocole expérimental dans sa partie finale est assorti de 13 questions ouvertes, semi-ouvertes et tâches auxquelles les apprenants ont été soumis. La partie « test » qui porte sur l'analogie a été assortie de 10 questions ouvertes et semi-ouvertes, permettant aux élèves de mieux conceptualiser la saponification. À la fin de ce processus et après une analyse des résultats obtenus, il s'avère que les apprenants du groupe expérimental ont mieux construit le concept de Saponification comparés à leurs camarades du groupe témoin n'ayant pas reçu un enseignement basé sur l'expérimentation. Toutefois, des obstacles rencontrés par les élèves du groupe expérimental nous font penser qu'on pourrait obtenir de meilleurs résultats si on associe à la démarche expérimentale, l'étude des concepts tels que réactif limitant et proportions stœchiométriques tout en mettant en exergue les niveaux de savoir.

Mots clés : travaux pratiques ; transposition didactique ; expérimentation ; analogie ; saponification.

ABSTRACT

The concept of "saponification" is one where the integrative element is the writing of its balanced equation, and its construction requires the mobilization of the concept of experimentation. However, it turns out that many learners in scientific classes, even after participating in a so-called "course" experiment according to Kane (2011), struggle to conceptualize the saponification equation. Thus, we aimed to demonstrate the impact of experimentation on the construction of the saponification equation among learners in scientific final-year classes. The main focus is to examine the relevance of experimentation as a mode of didactic transposition in teaching/learning the concept of saponification among students in scientific final-year classes through two activities: an analogical study between the formation and hydrolysis of a monoester and a triester, and the execution by the learners themselves of an experimental protocol primarily involving the various stages of soap synthesis in the laboratory. The study was conducted in Yaoundé, Cameroon, specifically with 118 learners from the scientific final-year classes at Bilingual Gouvernement High School of Nkoléton, where the sample was divided into two classes: one experimental class that received instruction based on experimentation and a control class that underwent traditional teaching. The experimental approach is structured into three phases: pre-test, test, and post-test. The final part of this experimental protocol includes 13 open-ended and semi-open-ended questions and tasks to which the learners were subjected. The "test" section focusing on analogy included 10 open-ended and semi-open-ended questions, allowing students to better conceptualize saponification. At the end of this process, after analyzing the results obtained, it appears that learners in the experimental group constructed the concept of saponification better compared to their peers in the control group who did not receive instruction based on experimentation. However, obstacles encountered by students in the experimental group suggest that better results could be achieved if concepts such as limiting reagents and stoichiometric proportions are integrated into the experimental approach while highlighting levels of knowledge.

Keywords: practical work; didactic transposition; experimentation; analogy; saponification

INTRODUCTION GENERALE

La didactique étant une science qui s'occupe des problèmes d'enseignement et d'apprentissage, de nombreuses recherches en science de l'éducation ont depuis peu pris de nouvelles orientations.

Cependant, le statut épistémologique de l'activité expérimentale au travers des travaux pratiques (Kane, 2011) requiert trois usages fondamentaux en didactique. Ces usages de l'expérimentation lui permettent entre autre de mettre en exergue quelques caractéristiques de l'apprentissage expérientiel (Kolb, 1984) qui est un type d'apprentissage allant du processus de la création de connaissance en passant par le processus d'adaptation majeure de l'humain et des interactions entre les humains et leur environnement. Ceci nous permet de constater que face à un nouvel enseignement, les élèves ne sont pas totalement vides et mieux encore, ils possèdent leurs propres conceptions leur permettant de comprendre et d'interpréter leur environnement (Giordan & Roméro, 2018). C'est sans aucun doute ce qui nous amène à nous intéresser à la construction par les apprenants, du concept de saponification à travers l'expérimentation comme mode de transposition didactique.

À ce propos, notre expérience sur le terrain en tant qu'enseignant de chimie nous a permis de constater que bien qu'ayant abordé ce concept avec leurs enseignants, bon nombre d'apprenants ont toujours une faible conceptualisation de la saponification. Ce qui nous amène à poser la question de savoir : En quoi est-ce-que l'expérimentation est un meilleur moyen de transposition didactique en matière de construction et d'appropriation des savoirs, des savoir-faire et d'acquisition des compétences chez les élèves dans la fabrication du savon ? L'hypothèse de recherche étant que les pratiques expérimentales sur la saponification permettent aux apprenants de mieux construire, de s'approprier les connaissances et d'acquérir des compétences liées au concept de saponification.

Afin d'apporter des éléments de réponse à cette question, notre travail sera articulé autour des points suivants : d'abord, dans la première partie la présentation du cadre théorique de l'étude, dans laquelle il sera question de faire un état sur la conceptualisation du processus de saponification au travers de la revue de la littérature. Par la suite, la présentation de manière succincte la problématique de l'étude ; et dans la deuxième partie nous allons d'une part présenter le cadre méthodologique et opératoire de l'étude, en insistant sur la méthode de recherche (type de recherche, population cible, échantillon, délimitation, techniques et outils de

collecte et d'analyse des données). Nous ferons d'autre part, la présentation et l'analyse des différents résultats saillants émergents de cette recherche ainsi que les implications didactiques et pédagogiques. L'intérêt de cette étude est de permettre de relever les obstacles liés à la construction par les apprenants du concept de saponification, afin de proposer une étude analogique et un protocole expérimental qui sont des stratégies d'enseignement/apprentissage permettant de dépasser ces obstacles. Une partie conclusive synthétise les apports de cette recherche, discute de ses limites et propose des perspectives de travaux.

PARTIE I : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE

CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET INSERTION THEORIQUE

1-1- REVUE DE LA LITTÉRATURE

Le contenu des sciences physiques est réparti de manière équilibrée entre la physique et la chimie qui occupent chacune 50% du temps d'enseignement. Les collégiens et lycéens acquièrent les bases d'une culture scientifique dans différents domaines de la physique et de la chimie : matière et environnement, lumière et image, électricité et mécanique. La méthodologie adoptée dans l'enseignement de ces contenus est basée sur :

- La progression des concepts grâce à l'approfondissement des connaissances acquises dans le primaire et l'introduction de nouveaux concepts préparant l'élève au cycle qualifiant ;
- La diversité des formes de travail didactique par l'adoption d'une variété de méthodes pédagogiques (investigation, situation problème, pratiques expérimentales, projet...) ;
- Utilisation des technologies d'information et de communication comme aide dans l'enseignement/apprentissage des sciences physiques. Dans la plupart des pays, les curriculums introduisent les activités scientifiques avec deux principaux objectifs (Millar, 2004): un objectif d'éducation scientifique et d'apprentissage des principaux concepts qui permettent de comprendre le monde moderne en tant que citoyen éclairé et un objectif de préparation au monde professionnel.

Les buts affectés aux activités expérimentales dans l'enseignement apparaissent multiples : motiver les élèves, développer des habilités manipulatoires, favoriser l'apprentissage des connaissances, des méthodes, d'attitudes scientifiques, apprendre à travailler en groupe, travailler de façon autonome (Hofstein et Lunetta, 2004 ; Hodson, 1990 ; Millar, 2004 ; Jenkins, 1999 ; Slaïmia, 2014).

Il apparaît que dans l'enseignement secondaire, les expériences sont principalement utilisées dans une perspective d'illustration des concepts, de vérification des lois ou dans une démarche inductiviste (manipulation, observation et mesures, conclusions) (Joshua et Dupin, 1993 ; Windschitl, 2003 ; Kouhila et Maarouf, 2001).

Le fait d'expérimenter permet de passer par le concret afin que les notions soient acquises par les élèves et que ses savoirs aient la dimension du construit c'est à dire de la conception au préalable jusqu'à l'élaboration. Toutefois, le manque ou la mauvaise conduite de

ces activités est la principale cause de l'introduction de fausses représentations chez les apprenants (Houssaini et al., 2014). De nombreux travaux menés dans différents pays montrent les difficultés rencontrées par les élèves à faire le lien entre les expériences et les théories. Les activités expérimentales donnent peu l'occasion aux élèves de parler des sciences physiques, la réalisation des manipulations et des mesures occupant une part importante de leur temps (Niedderer et al., 2002) et donnant lieu à des activités de routine, au détriment de la réflexion théorique et de la réflexion sur l'expérience (Hucke et Fischer, 2002). Classiquement, il sera important de souligner que les activités expérimentales ont lieu sous trois formes: (Kane, 2011).

- La première forme appelée « Travaux pratiques » (TP) est une séance consacrée exclusivement à des manipulations faites par les élèves en petits groupes en dehors du cours et sous la supervision du professeur en relation avec un thème du programme : vérification d'une loi, détermination d'une grandeur physique, préparations de solutions ou de substances chimiques.

Les deux autres sont constituées d'activités intégrées au cours :

- En « expériences de cours », les manipulations sont faites prioritairement par le professeur mais celui-ci offre parfois aux élèves la possibilité de manipuler. Il existe pendant cette expérience un seul poste pour la manipulation ;
- En TP – cours où les manipulations sont faites prioritairement par les élèves.

Kane (2011) pense que la seule recherche en didactique des sciences portant sur les travaux pratiques a été menée au premier cycle universitaire par le sénégalais NDIAYE et al (1996). Le but de cette recherche était de trouver les approches pédagogiques et/ou didactiques à mettre en œuvre dans le premier cycle universitaire pour un enseignement expérimental permettant de prendre en compte l'augmentation du nombre d'étudiants et du savoir minimum exigible au second cycle universitaire. La majorité des enseignants interrogés dans le cadre de cette recherche s'accordent sur le fait que toute innovation devrait porter à la fois sur les contenus, les objectifs, le matériel et l'organisation des TP.

C'est ainsi donc qu'en se focalisant sur les procédés d'enseignement compatibles avec les grands nombres, il va se heurter à des limites dans la mesure où cette recherche ne précise ni les objectifs, ni les contenus à assigner aux TP. Or, si la taille des groupes d'étudiants peut induire une efficacité des activités expérimentales dans le supérieur, cela semble moins influent au secondaire où les effectifs ne sont pas aussi importants. Cette recherche se focalise

prioritairement sur la taille des groupes pourtant élément du contexte, mais qui n'en est pas le thème principal car le rôle assigné aux TP est plus orienté sur leur efficacité.

Cependant pour la plupart ou pratiquement tous les établissements scolaires au Cameroun si l'on ne s'en tient qu'à ces quelques principes de son système éducatif, il n'est pas rare de remarquer que le processus d'enseignement/apprentissage des sciences physiques par l'expérimentation reste un défi majeur à surmonter. Il est d'autant plus complexe à relever lorsqu'il s'agit des travaux pratiques car, l'on constate bien des écarts à différents niveaux d'implémentation de ces travaux pratiques et plus encore lorsqu'il s'agit des expériences de cours. En parcourant la littérature, il se dégage que l'absence d'expérimentation en classe persiste et pour certains chercheurs comme Coquidé (2003), cette absence d'expérimentation dans la plupart des cas s'explique par le manque de matériel et quand bien même l'on trouve du matériel, il n'est que peu, voir pas utilisé : c'est le cas des enseignants qui se limitent à la démonstration expérimentale au travers des expériences de cours et ainsi, l'enseignement des sciences dans les lycées devient beaucoup plus théorique qu'expérimental.

En effet, la plupart des enseignants au Cameroun se limitent à communiquer des résultats expérimentaux sans toutefois s'assurer de la démarche de construction de ce savoir prenant en compte les difficultés des apprenants car, la chimie étant théorie et pratique. Il sera donc question de déconstruire puis, de reconstruire les niveaux de conception ou de représentation symbolique des apprenants par la modélisation d'une pratique mieux élaborée entre les niveaux de savoirs. Dehon et Snauwaert (2015) pensent que pour l'apprentissage de l'équation d'une réaction par exemple, le passage brutal de la démonstration expérimentale à l'écriture de l'équation bilan qui est avantageux pour l'enseignant n'est pas sans conséquence pour l'élève car il ne prend pas en compte les constructions personnelles de l'élève et par conséquent met en avant le processus de mémorisation au détriment du processus de la déconstruction et la reconstruction des savoirs.

En outre, Kermen (2018, p.8) affirme que :

Johnstone est le premier à évoquer les difficultés que peuvent avoir les élèves à suivre la gymnastique mentale à laquelle se livrent les enseignants de chimie qui dans leurs propos, naviguent entre le macroscopique, le microscopique en usant de symboles particuliers et d'autres représentations comme les graphiques.

En fait, parlant de la modélisation dans l'approche des programmes des années 1992 des lycées et collèges selon Kermen (2018, p 95-108), les disciplines académiques ou de recherche sont constituées de modèles scientifiques mais, les disciplines scolaires utilisent les modèles scientifiques scolaires ou modèles à enseigner qui résultent d'une transposition didactique des modèles scientifiques dont ils sont issus. Cette transposition didactique dépend des objectifs assignés au modèle scientifique scolaire, des concepts préalablement construits et des capacités cognitives ou niveaux d'abstraction des élèves concernés. Elle mettra en exergue le caractère dual macroscopique-microscopique de la chimie et dont les réflexions sont axées autour des modèles et du langage symbolique sur la substance et les transformations de la matière, mais dont les limites sur le caractère empirique ou matériel propre à l'expérimentation est bien perceptible. Ainsi, les sciences physiques étant une discipline de concepts et de modèles, il serait impératif que tous ses caractères soient mis en exergue pour permettre aux apprenants de déconstruire pour mieux reconstruire les concepts scientifiques auxquels ils sont soumis, et ceci à partir de l'élaboration d'un modèle approprié ; car il est bien vrai que la science est évolutive mais son patrimoine épistémologique reste une boussole indispensable pour le scientifique nouveau.

Dans le but de se rapprocher de cette idéologie, les travaux de Nguetcho et al., (2022) sur la saponification n'ont fait que définir à l'apprenant les niveaux de représentation empirique, microscopique, macroscopique et symbolique/visualisation sans toutes fois leur permettre de circuler ou manipuler avec aisance ces différents niveaux de savoir. L'expérience est portée sur 44 élèves de 18 ans en moyenne de la classe de Terminale C du Lycée Bilingue de Nkoléton de Yaoundé (Cameroun) où ces derniers avaient été soumis pendant les heures de classe à un pré-test, puis scindé en deux sous-groupes dont un sous-groupe dit « théorique » (22 élèves) et un sous-groupe dit « expérimental » (22 élèves). Il en résulte à la fin de ces travaux au vu des résultats plus satisfaisants de la « classe expérimentale », que les TP permettent aux apprenants de mieux définir et distinguer les niveaux de savoir en chimie.

1-1-1- Les travaux de Naud et al. (2023)

Naud et al. (2023) ont étudiés l'usage pédagogique des analogies dans l'enseignement supérieur. Pour l'auteur, le changement conceptuel de l'apprenant au travers du processus enseignement et apprentissage a pour obstacle la résilience des conceptions naïves et pour pallier à cela, le dispositif d'innovation pédagogique intitulé **Argumentation par analogie** est mis en œuvre pour soutenir le changement conceptuel des étudiants. Au préalable ce dispositif

est implémenté dans deux cours de psychologie de l'éducation puis orienté suivant trois (3) études régies par trois (3) hypothèses de recherche à savoir :

- ✓ HS₁ : Une activité de production d'analogie par les étudiants à propos d'une notion informe d'avantage sur leurs conceptions qu'une production de définition de la notion étudiée.
- ✓ HS₂ : Fournir aux étudiants un exemple d'analogie pour illustrer la notion étudiée facilite leur production ultérieure d'analogie à propos de cette notion.
- ✓ HS₃ : Les étudiants en mesure de produire une analogie pour illustrer une notion nouvelle mobilisent davantage de similitudes de surface et de structure plutôt que de structure seule.

La première étude concerne un groupe de 16 étudiants de master (75% de femmes) et est orientée suivant le cours intitulé « Psychologie des apprentissages scolaires », et les deux autres études sont portées sur une analyse de productions de 132 étudiants de 1^{ère} année universitaire (84% de femmes) avec une proportion de 80% de femmes pour les deux cycles. Ces deux dernières études sont orientées suivant le cours annuel intitulé « Psychologie du développement et apprentissage en situation scolaire ». Les trois études ont été mis en œuvre pour permettre la vérification des trois hypothèses, et les différentes tâches ont été présentées aux étudiants en présentiel pendant le cours et en distanciel via des plates formes *Moodle* compte tenu du contexte covid-19.

En effet, il est question dans cette première étude d'expliquer ce qu'est une biodiversité et par la suite de proposer une analogie qui illustrerait la notion de biodiversité par les étudiants. C'est ainsi que disposant de 5 minutes pour répondre à chacune des questions qui leurs sont posées, le codage et les analyses (quantitative et qualitative) des productions des apprenants sont faites sur la base de 3 grandes dimensions à savoir : la diversité des espèces (code vert), la diversité des milieux (code bleu), et la diversité des interactions (code jaune). Des résultats de cette analyse, il ressort que sur les 16 inscrits en master 12 se sont exprimés et bien que ne tenant pas forcément compte dans certain cas des 3 dimensions de la biodiversité, tous les résultats sont consignés dans un tableau qui permet de constater que des dimensions exprimées au sujet de la biodiversité, 83,4% sont incomplètes contre 16,6% complètes alors que seulement 33,4% des analogies sont incomplètes contre 66,6% complètes. Ces résultats montrent que bien des connaissances ont émergées dans les analogies par rapport aux définitions sur la notion de biodiversité ; autrement l'analogie a plus tendance à faire émerger de nouvelles caractéristiques sur la notion de biodiversité que la production de définition, ce qui confirme l'hypothèse N°1

de Naud. Ce résultat de Naud est conforté par les constats de Lakoff et Johnson (1999) quant aux métaphores conceptuelles et au fait que dans une fonction explicative, les analogies peuvent communiquer un ensemble de croyances à l'interlocuteur (Thibodeau et al., 2017).

En outre, la deuxième étude concerne 132 étudiants de première année universitaire et consiste à amener ces apprenants à produire des analogies pour illustrer leur compréhension de plusieurs notions du cours. Pour recueillir les données un logiciel de sondage nommé *Mentimeter* est mis en ligne pour garder la fidélité des réponses des apprenants. Ces derniers ne sont pas explicitement formés à produire ou à reconnaître les analogies mais, à la fin de chaque tâche des discussions entre les étudiants et leur enseignant ont lieu sur la base des analogies produites et rendues visibles par tous. Dans certaines tâches, l'enseignant fournit un exemple d'analogie et dans d'autres pas d'exemple et il leur est demandé par la suite de produire une analogie dont la qualité est fonction de leur pertinence par rapport à la notion à illustrer. Ainsi donc sur le plan qualitatif des analogies recueillies, n'est considéré comme valide qu'une analogie qui mobilise un autre domaine conceptuel tout en se rapprochant à la notion étudiée, mais aussi et surtout la nature des similitudes sur lesquelles reposent ces analogies produites. Autrement, si les similitudes sont uniquement de surface alors l'analogie n'est pas valide (code 0) car n'ayant pas de rapport explicite avec le concept étudié ; si les similitudes sont uniquement de structure l'analogie bien qu'étant de qualité n'est pas valide (code1) ; et enfin si l'analogie produite mobilise à la fois les similitudes de surface et de structure, alors elle est valide (code 2). Des résultats issus de cette étude N°2, il ressort que :

- En rapport avec les types de réponses en fonction de la présence ou non d'un exemple d'analogie dans la consigne (N=456 réponses) :
 - Sans exemple d'analogie dans la consigne, 40,6% ont pu produire des analogies valides contre 57,3% n'ayant pas pu et 2,1% d'abstention.
 - Avec exemple d'analogie dans la consigne, 67,1% ont pu produire des analogies valides contre 29,2% n'ayant pas pu et 3,7% d'abstention.
- En rapport avec la qualité d'analogie produite (n=242 réponses) :
 - Sans exemple d'analogie dans la consigne, 83,2% des analogies produites sont valides contre 16,8% non valides.
 - Avec exemple d'analogie dans la consigne, 75,5% des analogies produites sont valides contre 24,5% non valides.
- En rapport avec la nature des similitudes mobilisées dans les analogies valides (n=188 réponses) :

- Sans exemple d'analogie dans la consigne, 56,4% des similitudes ont le code 2, tandis que 43,6% ont le code 1.
- Avec exemple d'analogie dans la consigne, 69,1% des similitudes ont pour code 2, tandis que 30,9% ont pour code 1.

Ainsi donc, Naud (2023) constate que les activités avec exemple d'analogie obtiennent 26,5% de plus de réponses de type analogique que des activités sans exemple et que par conséquent, la présence d'une analogie en exemple a donc une influence sur la production d'analogies par les étudiants. Aussi, la présence d'un exemple dans la consigne n'influe pas significativement sur la qualité (validité et type de similitudes mobilisées) des analogies produites par les étudiants, ce qui donne une validité partielle de son hypothèse N°2. Pour Naud, il serait donc opportun de savoir si les exemples ne seraient pas plus aidants pour les étudiants n'ayant pas reçus un cours sur le raisonnement analogique que pour des étudiants déjà sensibilisés à la question de l'analogie.

Enfin, la 3^è étude se base sur les données de l'étude N°2 en utilisant un codage similaire pour caractériser la nature des similitudes mobilisées dans les analogies produites par les apprenants. Dans cette étude, il est question de savoir si les étudiants sont en mesure de produire une analogie pour illustrer une notion mobilisant davantage de similitudes de surface et de structure plutôt que de structure seule. Ainsi il ressort de l'analyse des résultats de cette étude que des analogies valides produites par les étudiants, 63,8% sont majoritairement basées sur des similitudes de structure et de surface ce qui confirme la 3^è hypothèse de Naud et al. (2023). Pour lui, il serait mieux d'aller plus loin en comparant la nature des similitudes mobilisées dans la production d'analogies en fonction de l'avancée dans la séquence sur la notion travaillée (avant, pendant et en fin de séquence). A la fin de ces travaux, Naud et al. (2023) montrent que :

- ✓ L'usage pédagogique des analogies a un effet sur l'enseignement.
- ✓ Faire produire une analogie aux étudiants donne plus d'informations à l'enseignant sur les connaissances acquises par ces derniers comparé à une définition.
- ✓ Ce procédé permet à l'enseignant de recueillir les conceptions des apprenants à des fins didactiques car il peut s'en saisir pour adapter son enseignement.
- ✓ La présence d'un exemple d'analogie dans la tâche n'empêche pas qu'il faille maîtriser la notion elle-même pour être en mesure de formuler une analogie appropriée.

Selon Potvin et al. (2015) recueillir les conceptions des étudiants sur des notions abordées par le biais de la production d'analogies est une façon de rendre conscientes et

explicites les analogies jusqu'alors utilisées de façon informelle pour qu'elles soient une base formelle de la construction de nouvelles connaissances dans une perspective de changement conceptuel. Dans cette perspective, il est question de vérifier si des cours soutenus par l'argumentation par analogie permettraient aux apprenants de mieux s'approprier les contenus travaillés et ceci à plus grande échelle quelle que soit la discipline enseignée, de la formation initiale ou continue, et des enseignements de tout degré (Naud et al., 2023).

1-1-2- Les travaux de Awomo Ateba (2023)

Dans ses travaux, l'auteur a montré l'impact du **récit comme mode de transposition didactique** dans la construction du concept de **réaction limitée** ou **équilibre chimique** chez les apprenants du secondaire scientifique Camerounais à travers un enseignement fondé sur le développement des significations. Pour lui le concept est intégrateur et essentiel dans l'enseignement/apprentissage de la chimie tant au secondaire qu'à l'université mais seulement, sa construction nécessite une mobilisation de plusieurs concepts construits plus tôt. Cependant bon nombre d'apprenants éprouvent des difficultés majeures à le mobiliser dans la réalisation de certaines activités l'impliquant et c'est ainsi que pour déterminer les origines et proposer des remédiations à ces difficultés des apprenants, quatre pistes ont été explorées à savoir :

1. Une analyse de programmes et manuels scolaires.
2. Une analyse épistémologique de l'évolution des idées sur l'équilibre chimique.
3. Une analyse conceptuelle des théories des niveaux de savoir et du développement des significations.
4. Une analyse des pratiques enseignantes sur les logiques disciplinaires véhiculées par les enseignants.

Pour identifier les significations que les apprenants prêtent au concept de réaction limitée, un questionnaire portant sur l'intégration conceptuelle de l'équilibre d'estérification est conçu sous forme de test papier-crayon et composé de 14 questions a été administré à 115 apprenants du secondaire et du supérieur constitués en classe témoin, puis à 91 élèves des classes terminale scientifiques de 4 lycées de Yaoundé constitués en classe expérimentale. Ledit questionnaire composé des questions ouvertes, semi-ouvertes et QCM est réparti en 4 exercices et orientés suivant 3 hypothèses de recherche à savoir :

- ✓ HS₁ : la transposition didactique actuelle du concept de "réaction limitée" dans les manuels scolaires et les cours des enseignants est peu adaptée à la construction de la

signification pertinente du concept de réaction limitée et au développement des concepts élémentaires.

- ✓ HS₂ : les apprenants prêtent de significations variées et généralement non pertinentes au concept intégrateur de « réaction limitée » ainsi qu'aux concepts élémentaires et aux symboles qui interviennent dans sa construction.
- ✓ HS₃ : une séquence de remédiation utilisant le récit comme mode de transposition didactique favorise une meilleure compréhension du concept de réaction limitée lors de l'étude de l'équilibre d'estérification.

Cette recherche s'est déroulée en deux grandes phases : une première phase qui a consisté à identifier les significations que les apprenants prêtent au concept d'équilibre d'estérification ainsi qu'aux concepts élémentaires qui organisent son apprentissage. Une deuxième phase a consisté à un déroulement d'une séquence d'enseignement portant sur la construction du concept d'équilibre d'estérification en utilisant le récit comme mode de transposition didactique.

En effet, il était question dans la première phase d'identifier les différentes significations que les apprenants prêtent non seulement au concept intégrateur de « réaction limitée », mais aussi aux concepts élémentaires et aux signes qui organisent l'étude du concept de réaction limitée. Dans cette phase expérimentale ont participé au remplissage desdits questionnaires : 44 élèves de classes Terminale dans 3 lycées en banlieue de la ville de Yaoundé, 46 étudiants des Classes Scientifiques Spéciales, et enfin 33 étudiants de licence1 et de licence2 tous des filières physique-chimie de l'ENS de Yaoundé avec un total de 8 questionnaires remplis par les élèves de Terminale et rejetés car remplis de façon inadéquate pour un total de participants égal à 115 élèves et étudiants. Sur ce questionnaire conçu sous forme de tests papier-crayon, il leur est demandé de répondre aux questions tout en justifiant leurs réponses ; c'est un outil d'évaluation dont les questions sont lues par les apprenants et auxquelles ils répondent par écrit. Les questions portent presque exclusivement sur la réaction d'estérification entre un alcool primaire (le propan-1-ol) et un acide carboxylique (l'acide éthanoïque ou acide acétique) et sur la réaction d'hydrolyse de l'éthanoate de propyle. Les questions faisant allusion à une réaction totale portent sur la réaction entre un chlorure d'acyle (chlorure d'éthanoyle) et le propan-1-ol, réaction conduisant à l'obtention du même ester (éthanoate de propyle). L'analyse dudit questionnaire à travers ses activités permet d'établir que :

- L'exercice 1, constitué de 4 questions, questionne les significations que les apprenants prêtent au concept d'estérification pris dans son aspect qualitatif. Il s'agit plus

précisément de voir si les apprenants maîtrisent les formules chimiques et les fonctions chimiques des composés qui interviennent dans la réaction d'estérification d'une part (question 1.1) ; et de voir s'ils maîtrisent les rapports d'affinité entre les fonctions chimiques de ces composés d'autre part (questions 1.2 ; 1.3 et 1.4). Les apprenants devraient donc pouvoir reconnaître que dans un milieu contenant un acide carboxylique, un alcool primaire, un ester et de l'eau, il pourrait s'y produire soit une réaction d'estérification, soit une réaction d'hydrolyse, indépendamment des quantités introduites (question 1.2). Ils devraient également reconnaître que dans un milieu contenant exclusivement l'eau et l'ester, il pourrait s'y produire une réaction d'hydrolyse (question 1.3) ; et que dans un milieu contenant exclusivement l'acide carboxylique et l'alcool primaire, il pourrait s'y produire une réaction d'estérification (question 1.4).

- L'exercice 2 questionne les significations que les apprenants prêtent à la notion de fin de la réaction et la façon dont ils la déterminent sur le plan quantitatif (niveau macroscopique). Cet exercice comporte cinq questions (numérotées de 2.1 à 2.5) et formulées autour de la détermination des quantités des réactants à partir d'une équation-bilan d'estérification telle qu'elle est écrite dans les notes de cours. Les pourcentages d'estérification en fonction de la classe de l'alcool sont également rappelés.
- L'exercice 3 évalue les significations que les apprenants prêtent aux concepts de "réactif" et de "produit" en rapport avec les quantités de réactants présents dans le milieu réactionnel (niveau macroscopique). Il s'agit de déterminer le sens de la réaction qui se produit dans un milieu contenant les quantités déterminées d'acide carboxylique, d'alcool, d'ester et d'eau. L'exercice 3 comporte trois questions.
- L'exercice 4 questionne les significations que les apprenants prêtent aux signes utilisés pour symboliser une réaction chimique limitée.

A la suite de cette phase d'exercices s'en est suivi une phase de déroulement de la séquence d'enseignement en situation de classe qui s'est fait en trois étapes : la première étape a consisté à la production des récits par les élèves en réponse aux questions posées dans les activités proposées à ces derniers avant enseignement ; la deuxième étape a consisté au déroulement du cours proprement dit en situation de classe ; la troisième étape a consisté à la résolution des exercices de la fiche des travaux dirigés constituée de 9 activités proposés par l'enseignant dans le but de consolider les savoirs construits pendant l'étape de déroulement du cours. Les récits produits ont permis d'identifier les significations que les élèves prêtent au

concept d'équilibre chimique ainsi qu'aux concepts élémentaires et signes qui l'organisent avant tout enseignement.

Au terme de cette recherche, il ressort après résultats et analyses de la phase expérimentale que :

- Le fait d'aborder l'étude des équilibres en physique au secondaire avant l'étude des équilibres chimiques (réaction limitée), associé à l'usage du verbe « équilibrer » pour parler de l'ajustement des équations chimiques au collège sont à l'origine de la signification majoritairement rencontrée chez les apprenants et selon laquelle l'état d'équilibre correspond à l'égalité des quantités de matière de tous les réactants intervenants dans la réaction. Nous pensons en effet que le fait d'aborder l'étude des équilibres chimiques au même moment que l'étude des équilibres physiques ou peu de temps pourrait permettre aux apprenants de mieux distinguer ces deux concepts. En plus le terme "équilibrer" ne devrait plus être employé pour désigner l'ajustement des équations chimiques au collège. Le terme "ajuster" serait plus approprié.
- La réaction totale ne devrait pas faire l'objet d'étude pendant une longue période du cursus sans que l'étude de la réaction limitée ne soit introduite ; ceci pourrait favoriser la consolidation des significations non pertinentes que les apprenants prêtent aux concepts médiateurs et signes qui interviennent dans l'étude des équilibres chimiques.
- Le concept d'avancement de la réaction devrait être abordé très peu de temps après l'étude du principe de conservation de la matière (classe de seconde). De même les critères d'évolution d'une réaction chimique que sont la constante d'équilibre et le quotient de réaction plus tôt. En effet l'étude a montré que les étudiants de L1 et L2 ne convoquent pas la notion de constante d'équilibre qu'ils ont étudié récemment de manière systématique. Ceux qui ont donné des justifications scientifiquement acceptables ont plutôt mobilisé la notion de rendement étudiée il y a plusieurs années. Ce constat milite pour une introduction de l'enseignement de la notion de "constante d'équilibre" au secondaire camerounais afin que les significations que les apprenants prêtent à cette dernière aient suffisamment de temps pour développer. Les enseignants interrogés sont favorables pour l'étude de cette notion au même moment que l'équilibre d'estérification au secondaire (Awomo Ateba ; 2023).

1-2- ETUDE HISTORIQUE ET EPISTEMOLOGIQUE

1-2-1- Statut épistémologique de la saponification

Les origines du savon remontent probablement à l'époque gauloise à laquelle on fabriquait déjà une pâte utilisée comme shampoing, fait à base de cendre et de suif (graisse animale). Vers 1500 avant J.C des documents écrits révèlent que les Egyptiens fabriquaient du savon avec du sel alcalin trouvé naturellement sur les bords du Nil, et de l'huile animale ou végétale à des fins médicales. Ils se lavaient régulièrement en prenant des bains à base d'huile parfumée mais, n'étaient pas les seuls à être conscients de la propreté du corps.

Selon Browning (2006), l'origine du mot « Saponification » vient d'une légende qui suppose qu'à l'époque romaine le savon aurait été découvert par des femmes lavant leur linge le long du Tibre, rivière située au bas du mont « Sapo » à Rome. Ces dames avaient remarqué que leurs vêtements devenaient plus propres et cela avec moins d'efforts. Bien après, des chercheurs ont découvert les causes de ce phénomène et expliqué que les graisses et les cendres provenant des sacrifices d'animaux qui se faisaient dans les temples situés au sommet du mont Sapo se mélangeaient à la pluie et formaient une substance ayant la composition du savon qui s'écoulait jusqu'à la rivière.

Vers le VIII^e siècle apparaît à Alep dans le nord de la Syrie, le premier savon dur à base d'huile végétale et proche de celui qui s'utilise encore aujourd'hui. A partir du XIII^e siècle, ce procédé se développe peu à peu à Marseille. Après une période de crise au moment de la révolution, l'industrie du savon retrouve un nouvel essor avec l'exploitation dès 1808 du procédé **Leblanc** pour la fabrication de la soude. En 1823, les travaux de **Chevreul** sur les corps gras donnent la première théorie exacte de la saponification : en montrant la formation du glycérol parallèlement à celle du savon, ils ouvrent à l'industrie de larges perspectives. Grâce à l'utilisation de nouvelles huiles, la production du savon progresse en qualité et en quantité (120 000 tonnes à Marseille en 1900). Après 1930, le savon subit la concurrence des poudres à laver, puis des détergents synthétiques, liés à l'évolution des tissus et des techniques de lavage. Ce n'est que pendant la seconde guerre mondiale que la production de détergents a réellement commencé aux États-Unis, étant donné l'interruption de l'approvisionnement en corps gras et d'huile nécessaire à la fabrication du savon. Pour pallier à ce problème, un produit de remplacement synthétique a été inventé afin de fonctionner dans une eau froide et riche en minéraux pour des besoins militaires. Ainsi donc, le développement des sciences, de l'industrie, du commerce et de la publicité, la venue de l'eau courante et l'amélioration graduelle du mode

de vie ont fait du savon et de la saponification un élément de notre quotidien (**Browning ; 2006**). Depuis les années 90, la production française annuelle de savon s'élève à 130 000 tonnes environ et celle des détergents en poudre à 660 000 tonnes et celle des détergents liquides à 600 000 tonnes.

A l'origine, les corps gras peuvent être végétale ou animale. Par exemple dans le suif, les corps gras sont issus surtout des acides oléiques et stéariques. Dans l'huile d'olive, ils sont issus essentiellement d'acide oléique et les huiles végétales sont de manière générale utilisées dans l'alimentation et un peu moins de 20% des corps gras produits dans le monde sont réservés à des usages non alimentaires, essentiellement pour produire des savons.

1-2-2- Statut épistémologique de l'expérimentation

La démarche expérimentale comme outil de connaissance a été introduite d'après ses dimensions philosophiques et culturelles au XVIIe siècle et est à l'origine d'une profonde modification des schémas de pensée. Elle met à l'épreuve toutes les hypothèses de la science, le laboratoire étant le lieu où se découvrent les preuves. L'expérience est un exercice qui permet de renforcer un paradigme et d'ancrer la connaissance dans un cadre théorique et méthodologique préalable. C'est un processus novateur qui permet d'échapper aux idées reçues en mettant à profit les faits inattendus, insignifiants voire aberrants. C'est ainsi donc que l'expérience confère à la science un caractère versatile lui permettant d'être en perpétuelle évolution.

Cependant, si l'on s'en tient au domaine de la philosophie des sciences et plus précisément dans les fondements de la science moderne, on peut citer trois (03) items fondateurs de la science moderne à savoir : l'**observation**, l'**expérience** et l'**expérimentation**.

- L'observation relève du constat de faits ou de phénomènes ; elle implique obligatoirement une activité de l'observateur qui met en jeu ses sens ou éventuellement des instruments spécialisés. Elle ne saurait exister sans des présupposés implicites ou explicites, ou encore théoriques et techniques.
- L'expérience quant à elle désigne ce qui arrive, ce qui s'impose.
- L'expérimentation consiste à modifier délibérément les conditions de manifestation des phénomènes à des fins explicatives. En d'autres termes, c'est une mise en scène de l'expérience dans une démarche construite par la raison ; elle peut être matérielle ou non.

Depuis Aristote jusqu'à ses continuateurs, le monde a connu une rupture entre la connaissance d'un univers naturel extérieur à l'homme caractérisé par une philosophie de la nature contemplative (épistémê), et la fabrication des procédés artificiels et humains caractérisés par une science expérimentale intrusive (technê). En ce temps-là, l'expérimentation ne présente qu'un faible pouvoir de persuasion de par son caractère factice ou imité de la nature et son accès limité car, seuls quelques hommes peuvent la pratiquer ou y assister. A cet effet, lorsque les pionniers de la révolution scientifique du XVII^e siècle vont systématiser le recours à la démonstration expérimentale en lieu et place de la preuve scientifique, ils subiront dans un premier temps de la part de l'autorité, les soupçons de fraude et les craintes de falsification des phénomènes naturels. Pour l'autorité, intervenir sur la nature pour l'étudier et la comprendre revient à comparer nature et artifice.

Ainsi donc, cette mutation de l'esprit scientifique va prendre place à l'époque des profonds changements sociaux et économiques autant que religieux et politiques (à l'aire de la naissance des Etats- nations). Elle voit l'émergence d'une vision mécaniste du monde qui pense qu'il n'y a aucune différence entre les machines que font les artisans et les divers corps que la nature seule compose, ce qui amène bon nombre de scientifiques de cette époque à parler sur le sujet. Pour René Descartes : « *L'univers n'est pas semblable à un être animé divin, mais semblable à une horloge* » et à Johannes Kepler d'ajouter : « *La philosophie naturelle se fait philosophie expérimentale* ». Le plus célèbre prescripteur de ce nouveau discours de la méthode scientifique est Francis Bacon (1620) avec son livre « *Novum Organum* ». Tous ces points de vue convergent sur le mouvement nouveau et modifient en profondeur la manière dont est produite la connaissance, induisant ainsi une mathématisation de la nature.

Dans la même lancée, il va naître une sociabilité scientifique entre les sociétés savantes et les journaux académiques qui discutent et reproduisent des expériences controversées, le laboratoire étant le lieu commun d'administration de la preuve expérimentale. C'est un espace privilégié de la découverte et de sa vérification où les phénomènes naturels sont pris sous contrôle pour en observer les propriétés. L'activité de laboratoire va donc consister à transformer la théorie à la pratique ou faits expérimentaux, et le chercheur consacre son habileté et son ingéniosité à inventer les instruments et les protocoles capables d'articuler et d'ajuster les phénomènes en paradigme. La mise au point des appareillages complexes dédiés à la résolution de ces problèmes permet de faire une analyse qualitative et quantitative de toutes les substances naturelles afin d'identifier les éléments qui les composent ainsi que leurs principes actifs.

Selon Thomas Kuhn, une expérience n'a de sens que dans le cadre d'un paradigme car les sciences ne font des recherches que là où il peut s'en suivre un résultat. L'expérience devient donc un cadre circonscrit par le choix des questions de recherche, d'hypothèses explicatives et des méthodes d'investigation dont le principe est sensible aux enjeux sociaux et aux valeurs culturelles du moment. L'on peut citer en exemple Isaac Newton (1672) lorsqu'il décompose la lumière blanche avec un prisme, à la manière d'un arc-en-ciel puis la recompose avec une lentille convergente ; La réforme de la nomenclature et le recours systématique à la pesée en chimie par Antoine Lavoisier (1789), sont à l'origine directe d'un programme d'expérimentations. Dès lors sont posés les jalons d'une rhétorique de la preuve expérimentale, qui va pouvoir se déployer selon les dimensions **critique**, **paradigmatique** et **heuristique**.

C'est ainsi que faisant corps avec la démarche expérimentale, l'activité expérimentale nous permet de distinguer trois de ses usages (Chabot, 2008):

- Tout d'abord, l'activité expérimentale requiert sans cesse l'épreuve du doute où l'incarnation de l'esprit critique est la chose la mieux partagée. D'ailleurs, l'on peut voir dans l'expérience, l'incarnation de cet esprit critique.
- En outre, le travail de recherche exige l'acculturation à un style de pensée et de pratique scientifique inscrivant ainsi les expériences dans un cadre paradigmatique.
- Enfin, l'activité expérimentale oblige à des innovations radicales, d'où sa fonction heuristique.

Qu'elle soit considérée comme la mise à l'épreuve d'hypothèses, ou comme la déclinaison d'un paradigme, ou encore comme le point origine de révolutions conceptuelles à venir, l'activité expérimentale constitue la matrice de la science moderne et le laboratoire, un incubateur de l'esprit scientifique.

1-3- DEFINITION DES CONCEPTS

1-3-1- Enseignement et apprentissage

Selon Ayina (2013) si l'on s'en tient au modèle transmissif en privilégiant le rapport au savoir, « *l'Enseignement est un processus de transmission des connaissances qui les expose le plus clairement, le plus précisément possible* ». Mais d'autre part, si l'on privilégie le rapport aux élèves, Enseigner revient à faire apprendre ou faire étudier, guider, accompagner les élèves dans les mises en activité que l'on propose.

Selon John Dewey (1938), père fondateur de l'apprentissage expérientiel, « *l'apprentissage est une activité continue et récurrente qui accompagne l'être humain au cours de toute sa vie et qui est profondément ancrée dans son expérience* ».

Selon Kolb,(1984) « *L'apprentissage est le processus par lequel la connaissance est créée à travers la transformation de l'expérience* »

1-3-2- Saponification

Selon le dictionnaire Larousse, la **Saponification** est une opération par laquelle une substance grasse se convertit en savon. Du point de vue générale c'est une réaction chimique transformant un ester en ion carboxylate et en alcool, l'hydrolyse d'un ester en milieu basique aboutissant à la synthèse du savon. Nous pouvons aussi la définir comme étant une réaction chimique au cours de laquelle, un corps gras appelé acide interagit avec une base forte à une température donnée pour produire du savon et de la glycérine. Ainsi donc du point de vue du chimiste, on pourrait la définir comme étant l'hydrolyse d'un triester en milieu fortement basique.

1-3-3- Didactique

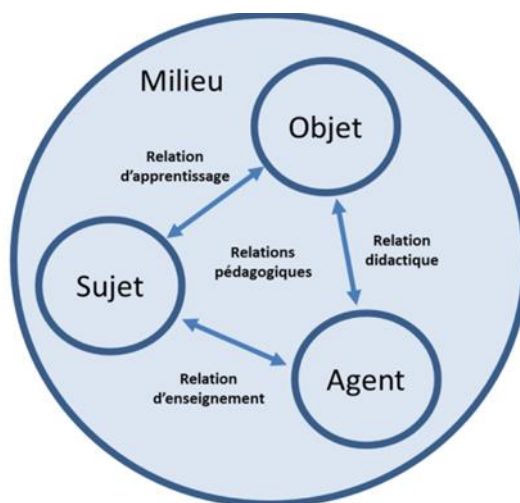
La **didactique** est la science de l'éducation qui s'occupe des contenus scolaires d'enseignement/apprentissage d'une discipline. Mais selon l'auteur du *Dictionnaire actuel de l'éducation* Renald Legendre (2005), le concept peut avoir deux définitions selon qu'on utilise une orientation générale ou spécifique. L'idée d'une didactique plus large suppose que ses principes et ses pratiques seraient applicables d'une manière très générale à de grands ensembles de contenus, d'habiletés scolaires ou d'ordres d'enseignement et les didactiques spécifiques, spécialisées ou disciplinaires s'intéresseraient quant à elles à des disciplines ciblées, à des habiletés particulières, à des moyens spécifiques ou à des élèves précis, c'est-à-dire à des composantes ou à des combinaisons plus contextualisées et mieux délimitées.

Ainsi donc :

- 1) Selon une orientation générale, la didactique est une discipline éducationnelle dont l'objet est la synthèse des composantes de la relation SOMA au sein d'une situation pédagogique. Discipline éducationnelle dont l'objet est la planification, le contrôle et la régulation de la situation pédagogique.
- 2) Selon une orientation spécifique, la didactique est une discipline éducationnelle appliquée qui consiste à élaborer, expérimenter, évaluer et assurer la rétroaction continue

d'un agencement d'objectifs et de stratégies pédagogiques devant permettre à des sous-groupes de sujets d'atteindre les buts d'un système éducatif.

Figure 1: La relation didactique dans le SOMA inspiré de Legendre (1995)



1-3-4- Transposition didactique

Selon le didacticien des mathématiques Yves Chevallard (1985, p.39) :

*Un contenu de savoir ayant été désigné comme savoir enseigner subit dès lors un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre place parmi les objets d'enseignement. Le travail qui d'un objet de savoir à enseigner fait un objet d'enseignement est appelé **transposition didactique**.*

On peut ainsi définir la transposition didactique comme étant la transformation des savoirs savants ou savoirs livresques en savoirs à enseigner (Transposition interne), et des savoirs à enseigner en savoirs enseignés (Transposition externe).

1-3-5- Expérimentation

D'après Develay cité par Tachou (2004, p.43), « *l'expérimentation est un processus qui commence par l'émission d'une hypothèse et finit par la réalisation d'une expérience et l'analyse de ses résultats* ».

Les devis expérimentaux restent jusqu'à lors, les plus rigoureux contrairement aux autres méthodes en sciences sociales. L'expérimentation contribue à tester de façon puissante les relations de cause à effet consistant à manipuler une variable indépendante par le chercheur.

Elle a pour fin, mesurer l'effet de cette variable sur la variable dépendante. Un élément crucial de l'expérimentation est le contrôle du chercheur sur les différents éléments du problème

étudié afin d'isoler les effets de son intervention et d'éliminer les explications alternatives (Gazo, 2010).

L'enseignement des sciences physiques constitue une activité essentiellement expérimentale. Ce qui contribue à attribuer aux sciences physiques l'appellation de sciences de modélisation ; sciences expérimentales. Car en réalité, tout passe par l'expérimentation et rien ne se fait sans elle. L'un des rôles fondamentaux de l'expérience en science physique est la validation des théories. Aussi, L'évolution du rôle de l'expérience entre Aristote et Galilée montre clairement le caractère construit de l'expérience et son articulation avec le modèle (Tachou, 2004).

Des travaux de Tachou (2004) sur le groupe physique-chimie de l'inspection, nous soulignons que les activités expérimentales de physique-chimie doivent avoir pour objet : apprendre aux élèves à observer (à se questionner) ; les aider à acquérir des connaissances, des savoir-faire et surtout la méthode d'analyse et de raisonnement leur permettant de formuler avec pertinence des jugements critiques. Or, Normand (2014) affirme que l'enfant retient 30% de ce qu'il voit et 90% de ce qu'il fait. Ce qui nous pousse à admettre que l'apprenant ne comprend mieux que lorsqu'il agit et participe à la construction de ses connaissances. Pour y parvenir, les apprentissages doivent être conduits via des méthodes actives, car celles-ci facilitent la mobilisation de leurs capacités d'abstraction et de concentration. Raison nécessitant que l'enseignement soit meublé essentiellement d'activités expérimentales. Dans le cas contraire, on enregistrerait non seulement l'échec, mais également, un refus de l'orientation des apprenants vers les filières scientifiques.

Au vu de ce qui précède, nous pouvons conclure que l'expérimentation reste primordiale pour la construction des concepts et l'apprentissage des apprenants dans les sciences physiques. Elle contribue également à offrir aux sciences expérimentales, les stratégies leur favorisant à développer chez l'apprenant : l'esprit d'initiative et de ténacité par la conception et la réalisation des expériences ; l'esprit critique lui permettant de construire lui-même sa connaissance ; la curiosité suscitant en lui le sens de l'observation et le questionnement. Bref, à développer en lui l'esprit scientifique.

1-3-6- Analogie

Selon Lautrey et al. (2008) cité par Naud et al. (2023, p.01) « *L'analogie est une référence au connu pour appréhender la nouveauté ; c'est le principe de conception intuitive* ». D'après

ce dernier les concepts abstraits qui ne sont pas issus de l'expérience, sont conçus à travers des analogies avec des situations concrètes. Contrairement aux connaissances scolaires, les conceptions intuitives sont acquises avec peu voire pas d'effort et sans un enseignement explicite.

Sander (2017) quant à lui affirme que l'analogie est une forme particulière de raisonnement inductif dont le cœur est une mise en correspondance entre une source (le connu) et une cible (la nouveauté). Pour lui, la nouveauté est interprétée dans les termes du connu au travers des analogies.

Nous pouvons ainsi définir l'analogie comme étant une association dans l'esprit, de deux choses ou idées possédant des propriétés, une structure, un mode de fonctionnement commun mais qui sont de type différent. C'est une sorte de rapport, de ressemblance suivant un ordre physique, intellectuel ou moral qui existe à certain égard entre deux ou plusieurs choses différentes. Autrement, l'analogie désigne une étude comparative de similarités ou de ressemblance entre deux concepts différents. Elle permet de comprendre ou d'expliquer quelque chose de complexe en le comparant à quelque chose de plus simple ou familier.

1-4- THEORIES EXPLICATIVES DE L'ETUDE

Dans le cadre de cette recherche nous avons choisi une théorie qui explique la VD (**construction du concept de saponification**) à savoir la théorie de la transposition didactique par le biais de l'étude analogique, et deux théories qui expliquent les VI que sont la théorie expérientielle et le socioconstructivisme par le biais d'un protocole expérimental.

1-4-1- Théorie de la transposition didactique

L'introduction du concept de transposition didactique par Verret en 1975 dans sa thèse en sociologie cherchait à désigner un phénomène qui dépasse l'école et les disciplines d'enseignement. Il s'intéressait à la façon dont toute action humaine qui vise la transmission de savoirs est amenée à les apprêter, à les mettre en forme pour les rendre enseignables et susceptibles d'être appris. La même année, Francis Halbwachs quant à lui notait la nécessité d'une « physique du maître », qualitativement distincte de celle du « physicien » comme de celle de « l'élève » car il s'avère que la présence en classe d'un objet à enseigner est la conséquence d'une histoire particulière, le résultat d'un traitement didactique obéissant à des contraintes précises. Ce sont ces mécanismes généraux qui permettent le passage d'un objet de savoir à un objet d'enseignement.

Par la suite, la transposition didactique est révélée au grand public par l'ouvrage de Yves Chevallard dans une réédition de *La pensée sauvage* dans « Théorie des situations didactiques » de Guy Brousseau en **1998** qui attestent le succès de cette théorie.

1-4-1-1- Définition

A la suite de Verret (1975), Yves Chevallard en 1991 va définir la Transposition Didactique comme étant un processus par lequel un contenu de savoir ayant été désigné comme savoir à enseigner subit dès lors un ensemble de transformations adaptatives qui vont le rendre apte à prendre place parmi les objets d'enseignement. En effet, dans le cadre de sa fonction, l'enseignant opère une transposition didactique au sens strict ; c'est à dire le travail qui lui permet de partir du savoir savant pour un objet à enseigner (chapitres des manuels scolaires) et par la suite faire de cet objet à enseigner un objet d'enseignement ou savoir enseigner (cours de l'enseignant).

Ainsi, pris dans le contexte, nous pouvons définir la transposition didactique comme étant le processus par lequel les connaissances scientifiques sont transformées en connaissances enseignables. Cela implique une adaptation des concepts, des méthodes et des langages pour les rendre accessibles aux élèves et pour les intégrer dans les programmes scolaires. Elle est une étape cruciale dans l'enseignement des sciences, car elle permet de passer de la connaissance scientifique à la connaissance scolaire.

À cet effet, une question peut se dégager : Pourquoi cette distance entre le savoir savant et le savoir enseigné ?

1-4-1-2- Caractéristiques d'une transposition didactique

Pour répondre à cette question, il convient tout d'abord de définir les deux concepts de savoir et par la suite donner leurs différentes caractéristiques. Le savoir savant est un savoir livresque qui est reconnu par la communauté scientifique, tandis que le savoir enseigné est un savoir décontextualisé, dépersonnalisé, présenté comme une vérité ou une réalité neutre, objective et stable.

Selon Chevallard (1991), le savoir enseigné ou objet d'enseignement présente deux principales caractéristiques :

- 1) Il doit être acceptable pour les savants, c'est-à-dire être suffisamment proche du savoir savant pour ne pas être désavoué par les scientifiques.

- 2) Il doit être suffisamment loin du savoir commun pour que la crédibilité et la légitimité des enseignants subsiste.

Ainsi, l'enseignant reste et demeure le spécialiste de la chose, le chirurgien en chef de la question d'enseignement/apprentissage car si le savoir pouvait être enseigné par les parents, la crédibilité des enseignants serait réduite à néant. Cependant, le savoir enseigné vieillit avec le temps car progressivement, il s'éloigne du savoir savant et se rapproche du savoir commun ou banalisé et pour résoudre ce problème et rétablir l'équilibre, l'enseignant doit rapprocher le savoir enseigné du savoir savant et l'éloigner du savoir banalisé. L'on va donc au travers de ce mécanisme de transformation des savoirs comprendre le rôle incontournable du chirurgien en chef qu'est l'enseignant dans le processus de la transposition didactique.

Par conséquent, dans le cadre de cette recherche il serait prétentieux, voir naïf d'oublier que cette transposition didactique doit s'adapter à un certain nombre d'exigences et contraintes sociopolitiques sur le type d'homme à former, et conditionné d'une manière cruciale par les termes du contrat didactique liant les différents acteurs et d'une façon inductive nous amenant à poser la question de savoir : Comment se lie la transposition didactique avec tel ou tel projet d'enseignement ? En d'autres termes, Dans quelle mesure une transposition proposée sera-t-elle viable à moyen terme dans le système d'enseignement donné ? On concevra que la réponse à cette interrogation serait d'un grand secours pour la maîtrise des choix didactiques et dans le cadre précis de cette recherche, la **construction du concept de saponification** au travers d'un **protocole expérimental** et d'une **étude analogique** ont été choisies comme modes de transposition didactique.

1-4-2- Théories expérientielles

1-4-2-1- Définition

L'apprentissage expérientiel est une stratégie qui place directement les apprenants dans des situations reflétant le plus fidèlement possible la réalité afin qu'ils puissent réaliser leurs apprentissages. Celle-ci est axée sur le processus d'apprentissage plutôt que sur les résultats. Dans les années 70, David Kolb a proposé un modèle du cycle d'apprentissage comprenant quatre phases : **l'expérimentation concrète**, **l'observation réfléchie**, **la conceptualisation** et **l'émission d'hypothèses**. Kolb, (1984) considère qu'un apprentissage est complet seulement lorsque ces quatre phases sont vécues. Cette stratégie préconise que les apprenants soient

pleinement impliqués dans leur processus d'apprentissage et se sentent responsables de leurs actions.

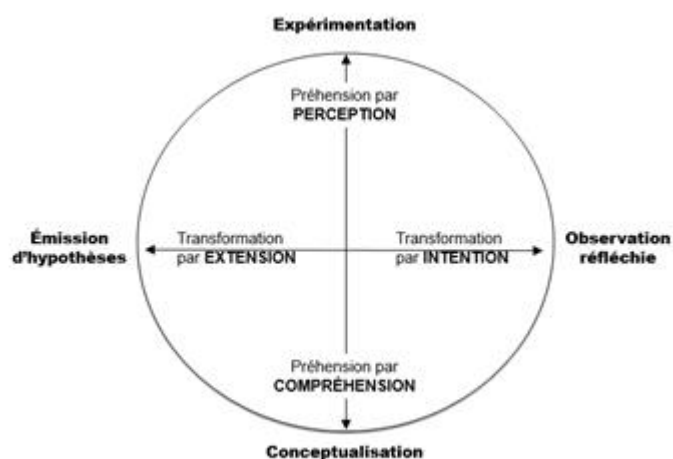
1-4-2-2-Description des quatre processus d'apprentissage selon KOLB

Comme souligné plus haut, le modèle du cycle d'apprentissage selon Kolb est un processus disposant quatre phases qui s'exécutent suivant un ordre bien précis :

- L'**expérience concrète** (Concret Experience) représente le moment où l'apprenant effectue une tâche, vit une expérience. Celle-ci se doit d'être le plus près possible de la réalité vécue dans le monde du travail. Lors de cette expérience, l'apprenant doit utiliser les connaissances qu'il possède (son savoir), son savoir-faire et son savoir-être pour vivre l'expérience qui lui est proposée.
- L'**observation réfléchie** (Reflexive Observation) amène l'apprenant à réfléchir sur l'expérience qu'il a vécue. Il doit prendre du recul et rapporter comment il a vécu l'expérience : attitude, aptitude. Le professeur peut guider l'apprenant ou lui proposer des outils pour l'aider dans sa démarche.
- La **conceptualisation** (Abstract Conceptualization) permet à l'apprenant de construire des concepts généraux, issus de l'expérience vécue précédemment, ceux-ci devraient s'appliquer à des situations différentes.
- Lors de la dernière étape, celle de l'**émission d'hypothèses** (Active Experimentation) l'apprenant devra déduire des hypothèses qui pourront être confirmées dans une nouvelle expérience concrète.

Les stratégies d'apprentissage basées sur les cas et l'apprentissage en équipe sont apparentées à la stratégie d'apprentissage expérientiel.

Figure 2: Les quatre processus d'apprentissage selon KOLB (1984)



L'apprentissage expérientiel est considéré comme une macro stratégie, car il structure le contenu des activités d'enseignement d'une formation ou d'un programme permettant aux apprenants d'acquérir des **compétences**, des **connaissances procédurales, conceptuelles, factuelles** et mêmes **métacognitives**. Pour que la stratégie soit efficace, il faut s'assurer que les apprenants soient exposés à des expériences de qualité c'est-à-dire des expériences pouvant renfermer les sept (07) clés selon Mandeville (2004) :

1. La **continuité transactionnelle** de l'expérience, où le rôle de l'enseignant en tant que guide est de s'assurer que l'expérience proposée utilise les connaissances issues des expériences passées pour en créer de nouvelles utilisables dans de nouvelles occasions.
2. La **signifiante** de l'expérience, c'est-à-dire le travail à faire doit être bien dosé afin de ne pas démotiver ou décourager l'apprenant par un défi trop facile, ou qui pourrait lui sembler insurmontable. La nouveauté permet de faire vivre à l'apprenant des situations inhabituelles et lui permet d'évoluer.
3. L'**engagement de la personne** : Etant proportionnelle à la signifiante, l'étudiant doit s'investir dans l'expérience et y vivre des émotions intenses qui soient positives ou négatives l'essentiel étant que l'expérience soit marquante.
4. L'**autoréflexion** : Etant en lien direct avec la phase d'Observation Réfléchie du cycle d'apprentissage de Kolb, c'est le moment où l'étudiant prend du recul sur l'expérience qu'il vient de vivre afin d'en faire une analyse.
5. La **reconnaissance de l'accomplissement** : Il est primordial que l'expérience vécue par l'apprenant lui permette de vivre des réussites personnelles.

L'aboutissement de la démarche doit être jugé positivement par lui-même (auto reconnaissance) et par son entourage.

6. L'**actualisation de la personne** : Lors de l'expérience, l'apprenant est amené à mieux se connaître et à découvrir son potentiel, car en se connaissant mieux il a plus confiance en lui et est plus conscient de ses limites personnelles.
7. Le **développement des méta compétences** : C'est la capacité de l'apprenant à développer une méthode pour utiliser l'expérience vécue lui permettant de mieux comprendre ce qui se passe dans la vie. En d'autres termes, c'est apprendre comment apprendre.

La formation utilisant la stratégie expérientielle peut s'adresser à tous les niveaux d'expertise, dans la mesure où l'on tient compte du niveau lors de la conception afin d'offrir une formation induite par un défi d'apprentissage adapté.

Le formateur devra adapter le niveau de guidage en fonction de la phase où se trouve l'apprenant. Par exemple, la phase d'expérience concrète nécessitera peu d'implication du formateur alors que les autres phases nécessiteront que celui-ci amène l'apprenant à réfléchir sur l'expérience, sur les concepts ou sur les hypothèses auxquels il a été exposé.

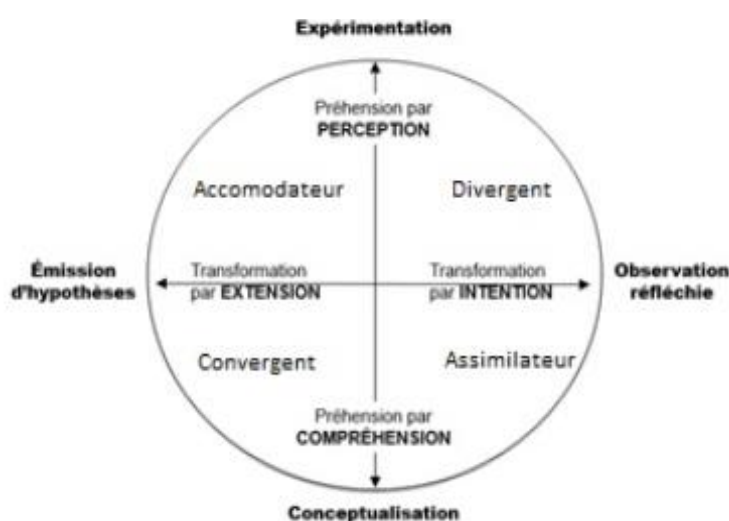
C'est ainsi que selon les modes élémentaires de connaissance, Kolb va distinguer quatre (04) types d'apprenants :

- L'**accommodateur** : C'est un apprenant qui pour vivre l'expérience qui lui est présentée, utilise ses propres connaissances (son savoir, savoir-faire, savoir-être) et à partir de là, il est capable de déduire des hypothèses qui seront vérifiables dans une nouvelle expérience concrète.
- Le **convergent** : Ici, nous avons un apprenant capable de construire des concepts généraux issus de l'expérience vécues et qu'il peut transposer dans une autre situation ou expérience, tout en déduisant des hypothèses qui pourront être vérifiées dans cette nouvelle situation de vie.
- L'**assimilateur** : Il s'agit d'un apprenant qui adopte une attitude et développe une aptitude face à l'expérience qu'il a vécue. Il prend du recul et rapporte comment il a vécu l'expérience et par la suite construit des concepts généraux issus de l'expérience vécues qu'il peut transposer dans une autre expérience.
- Le **divergent** : L'apprenant pour vivre l'expérience qui lui est présentée utilise son savoir, savoir-faire et savoir-être pour vivre cette expérience, puis rapporte comment il

a vécu cette expérience tout en décrivant l'attitude qu'il a adopté pendant l'expérience et les nouvelles aptitudes qu'il a développées au bout de l'expérience vécue.

Bien qu'un apprenant seul puisse profiter de l'apprentissage expérientiel, il est recommandé de former des groupes de 2 à 8 personnes. Ceci permettra aux apprenants de partager l'expérience vécue. La stratégie peut être utilisée dans tous les milieux dans la mesure où la situation expérientielle se rapproche le plus possible d'une situation réelle signifiante pour l'apprenant.

Figure 3: Les quatre types d'apprenants et les modes élémentaires de connaissance, selon Kolb (1984)



1-4-3- Le socio-constructivisme

Tout comme le constructivisme, le socioconstructivisme défend que l'individu construise ses connaissances par le biais de l'expérimentation et de la découverte (théories de l'apprentissage selon Bruner). Néanmoins, cette approche met d'avantage l'emphase sur l'importance de l'environnement social et culturel dans l'apprentissage. Si la construction d'un savoir est personnelle, celle-ci s'effectue cependant dans un cadre social. L'individu n'est pas seul, il est entouré d'autres personnes qui ont un impact sur lui et son environnement car selon Doise et Mugny (1993), la connaissance est le résultat d'une confrontation de points de vue, elle est de nature exclusivement sociale, le groupe étant vu comme un système cognitif complexe comme le détail Jermann, P. (1996) dans sa théorie de la cognition distribuée. Pour cela le socioconstructivisme semble être le moyen le plus adapté pour faire réussir le plus grand nombre d'élèves, ce qui représente la finalité de tout système éducatif.

1-4-3-1- Définition

Selon le dictionnaire cordial (...), le Socio-constructivisme est une technique éducative dans laquelle chaque apprenant est l'agent de son apprentissage et de l'apprentissage du groupe, par le partage réciproque du savoir. Le ministère de l'éducation du Québec (2004) le définit comme une approche issue du constructivisme et axée sur la dimension sociale et interactive de l'apprentissage.

Fondé par Vygotsky, le socioconstructivisme fait suite au constructivisme. Une théorie qui prend source des travaux de Piaget (1896-1980) sur l'évolution et l'adaptation de l'être humain. Pour Vygotsky, au-delà des expériences individuelles, la construction du savoir passe par les interactions sociales et la culture. Ceci étant, le Socioconstructivisme est un modèle d'apprentissage qui passe par le social. L'approche socioconstructivisme (ou sociocognitive) est celle qui introduit une dimension des interactions, des échanges, du travail de verbalisation, de construction et de Co-élaboration (Vygotsky, 1985). Ceci dans le sens de l'interagir et le connaître, de l'apprentissage de groupe, du partage d'idées visant l'apprentissage. L'apprentissage étant considéré comme le résultat des activités sociocognitives liées aux échanges didactiques entre enseignant-élèves et élèves-élèves. Sur quels éléments peut-on véritablement s'appuyer pour parler de socioconstructivisme ? Autrement dit, quels sont les concepts clés du socioconstructivisme ?

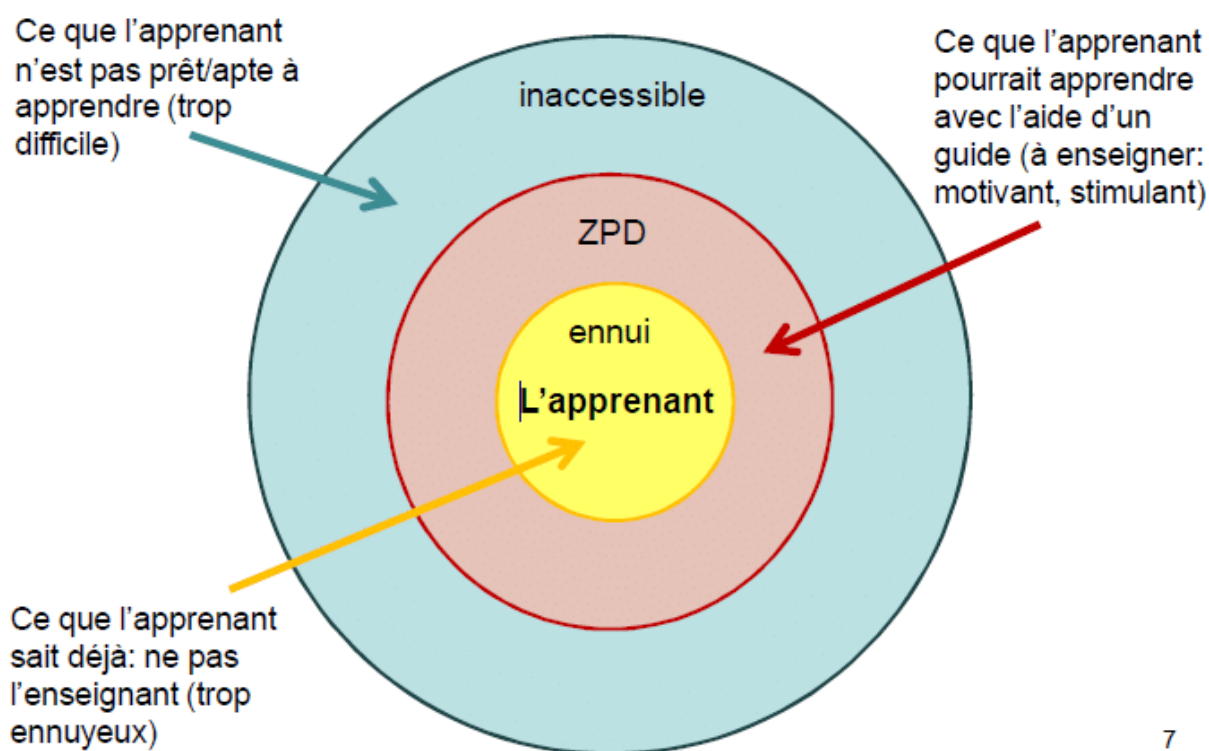
1-4-3-2- Caractéristiques du socio-constructivisme

Selon Luca Guiachino (2014) on peut distinguer deux approches du socioconstructivisme dans la littérature : une première approche très interactionniste, caractéristique d'auteurs européens tels que Doise et Mugny s'attache à étudier les interactions sociocognitives à la lumière du constructivisme Piagétien. Une seconde approche qualifiée de psychologie culturelle, suivant les idées des travaux de Vygotski et Bruner et caractéristique des auteurs américains tels que Brown, Perkins, Campione. Cette carte conceptuelle donne une vue d'ensemble des approches et manières d'apprentissage du Socioconstructivisme :

- **La Zone Proxymale de Développement** ou **Zone de Prochain Développement (ZPD)** qui est un concept central dans les travaux de Vygotsky, exprimant la différence entre ce que l'enfant apprendra s'il est seul, et ce qu'il peut potentiellement apprendre s'il est aidé par des adultes ou collabore avec des pairs de niveau plus avancé. À l'origine, ce concept fut introduit en tant qu'argument contre la mesure statique de l'intelligence parce que Vygotsky estimait qu'il était préférable d'évaluer ce que l'enfant était capable

de faire seul et ce qu'il était capable de faire lorsqu'il est accompagné par une personne plus compétente, plutôt que d'évaluer ses idées dans le but d'en tirer une « mesure » de son intelligence. Ainsi, l'on pourra distinguer deux sortes d'apprentissages : les apprentissages faisant partie du cursus de développement normal qui de toute façon seront développés par l'enfant avec l'aide d'un expert qui va s'assurer que les acquis fondamentaux sont présents et permettrons à l'enfant de discuter avec ses pairs en vue de construire collectivement de nouvelles connaissances ; et les apprentissages sociaux tirés de la collaboration avec autrui et exclusivement relatifs à la gestion de l'environnement social. Ces deux types d'apprentissage découlent d'une construction sociale des connaissances car ils apportent à la fois des apprentissages cognitifs et sociaux utiles pour l'enfant, soit pour lui faire acquérir des compétences cognitives plus rapidement, soit pour développer le lien social. Après cet aspect didactique, le concept vu sous un angle pédagogique nous permet de comprendre que pour faciliter l'apprentissage, il est nécessaire d'inciter et superviser le travail en équipe dans lequel chaque participant explicite sa démarche et permet ainsi à l'apprenant d'élaborer et construire de nouvelles connaissances. À cet effet, l'apprenant est évalué non plus selon ses acquis mais également selon son potentiel et l'accent pédagogique étant mis sur l'apprentissage des connaissances les plus « proches ».

Figure 4 : Zone Proximale de Développement (réf. UNIVERSITÉ DE ROUEN (ESPE ACADÉMIE DE ROUEN) Approche collaborative de la construction des évaluations en SVT et impact motivationnel chez des élèves de cycle 4.)



7

— Le **conflit socio-cognitif** qui émane des interactions entre pairs comme source de développement cognitif. Selon Doise et Mugny, l'interaction sociale est constructive dans la mesure où elle introduit une confrontation entre les conceptions différentes. Lors d'une interaction dans le groupe, un premier déséquilibre interindividuel apparaît puisque chaque élève est confronté à des points de vue divergents : c'est ce qu'on appelle conflit socio-cognitif. Quand l'apprenant prend conscience que sa pensée est différente de celle des autres et que celles-ci entrent en conflit avec ses connaissances, ceci induit un deuxième déséquilibre de nature intra individuelle. C'est ainsi donc que l'enfant est amené à reconsidérer simultanément ses propres représentations et celles des autres pour reconstruire un nouveau savoir, il doit comprendre sa propre pensée et celle d'autrui. En bref, Doise (1993, P.127-128) va résumer ces observations en six (06) propositions fondamentales :

1. C'est en coordonnant ses démarches avec celles des partenaires que le sujet est conduit à des équilibrations cognitives dont il n'est pas capable tout seul.

2. Les apprenants peuvent tirer un profit personnel après avoir participé à ce type d'échanges, ils sont capables d'effectuer seuls les tâches réussies préalablement en situation sociale.
3. Les échanges interindividuels deviennent source de progrès cognitif par les conflits sociocognitifs qu'ils suscitent, et il n'est pas indispensable que l'un des partenaires de l'interaction soit porteur du modèle correct de résolution du problème car ce dernier peut aussi être le résultat d'un travail d'équipe.
4. Les bénéfices des interactions dépendent comme dans tout apprentissage, des compétences initiales des sujets qui interviennent.
5. Certaines situations-problèmes marquées socialement, peuvent générer un conflit socio-cognitif producteur de réorganisation des connaissances.
6. Le processus interactif est moteur du développement cognitif, et il y a causalité circulaire entre compétences cognitives et communicationnelles entre les apprenants.

Tout ceci illustre que la construction des connaissances par le biais du socioconstructivisme peut se faire soit par l'approche de psychologie socioculturelle de Vygotsky et Bruner (ZPD), soit par l'approche interactionniste de Doise et Mugny (le conflit sociocognitif). Cette construction des connaissances est une activité mentale de réorganisation du système de pensée et des connaissances existantes.

— La **métacognition** est selon une approche socioconstructiviste, le point de départ de la construction de la connaissance. Elle désigne l'analyse que l'apprenant fait de son propre fonctionnement intellectuel, comme par exemple si l'apprenant sait qu'il a des difficultés avec les équations chimiques ou qu'il comprend mieux un problème s'il fait une modélisation analogique (schéma), sont des connaissances métacognitives. La métacognition est la gestion de l'activité mentale qui renvoie aux activités mises en œuvre pour exécuter une tâche et à l'ajustement de ces activités. C'est la compétence de se poser des questions pour planifier, s'évaluer avant, pendant et après une tâche pour se réajuster au besoin. Il s'agit de prendre conscience de ses propres méthodes de pensée et de réguler ses processus de pensée, une forme d'analyse réflexive. Apprendre c'est élaborer soi-même ses connaissances en passant nécessairement par une phase d'interaction, voire de conflit sociocognitif avec autrui et cela à tout âge. Cette phase déterminante des interactions cognitives est d'autant plus efficace que l'enseignant est capable d'organiser et d'animer cette situation d'échanges dans les meilleures

conditions, et que les apprenants en interactions développent leurs capacités à échanger à propos des stratégies utilisées par chacun pour réaliser une tâche. Celle-ci permet à chaque apprenant de passer d'un niveau interpersonnel à un niveau intra personnel, et c'est alors que la phase d'appropriation individuelle de la tâche, du savoir, se réalise d'autant mieux qu'elle aura permis à chacun d'élaborer un langage intériorisé permettant d'accéder à un nouveau savoir.

1-5- DEFINITION DES VARIABLES

Les variables sont les éléments dont les valeurs peuvent changer et prendre différentes formes quand on passe d'une observation à une autre et pour cela, on distinguera deux types de variables à savoir : la **variable dépendante** et la **variable indépendante** ayant un lien étroit avec la première.

1-5-1- Variable dépendante

Encore appelée variable passive ou variable réponse, c'est la variable qui subit l'action qu'on voudrait mesurer. Son existence est conditionnée par une variable indépendante, raison pour laquelle elle est encore appelée **variable expliquée**. Dans le cadre de cette recherche, la variable dépendante est : **Construction du concept de saponification**.

1-5-2- Variable indépendante

La variable indépendante correspond au phénomène étudié dans la recherche. Encore appelée **variable explicative**, elle a une influence sur la variable dépendante. Dans cette recherche, le phénomène étudié porte sur des stratégies didactiques sélectionnés pour la cause à savoir :

- **L'analogie sur la formation et l'hydrolyse entre un monoester et un triester.**
- **L'exécution d'un protocole de manipulation par les apprenants eux-mêmes.**

CHAPITRE II : PROBLEMATIQUE

Dans ce chapitre portant sur la problématique de l'étude, six (06) principaux points nous permettront d'apporter la lumière sur le choix du thème de la recherche.

2-1- CONTEXTE ET JUSTIFICATION

Selon la loi cadre N° 98/004 du 14 Avril 1998 portant sur l'orientation de l'éducation au Cameroun qui stipule que : << *L'éducateur a pour mission la formation de l'enfant en vue de son épanouissement et son insertion harmonieuse dans la société* >>. Ainsi pour un bon enseignement des disciplines au secondaire, un certain nombre de critères doivent être remplis et pour cela, l'enseignement des sciences physiques et technologie doit permettre à l'apprenant de développer les compétences lui permettant :

- De résoudre les problèmes que ces derniers posent dans ses domaines de vie ;
- 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 transposition didactique par les activités expérimentales dans l'enseignement des sciences physique sont considérées comme essentielles, tant pour les concepteurs de programmes que pour les enseignants. Parmi les arguments régulièrement réaffirmés, figure celui de la référence à une science expérimentale, renvoyant à une certaine idée de la science, ou du moins de l'activité scientifique, où se mêlent des points de vue épistémologiques et des arguments relatifs aux méthodes et à l'instrumentation. L'enseignement des sciences au lycée est d'abord conçu pour faire aimer la science aux élèves, en leur faisant comprendre la démarche intellectuelle, l'évolution des idées, la construction progressive du corpus de connaissances scientifiques (BOEN, hors-série n° 2, 30 août 2001), et à leurs permettre d'acquérir des compétences utiles dans leur environnement immédiat. D'ailleurs, Tiberghien et al. (1995) précisent que la durabilité du savoir appris dépend dans la plupart des cas de la diversité de l'enseignement, d'autant plus que la chimie est une discipline à la fois théorique et expérimentale. Le volet expérimental étant prépondérant sous sa forme des expériences de cours dans lesquelles l'enseignant manipule, il devient nécessaire de faire recours aux travaux pratiques (TP) qui laisse la place aux apprenants lors des pratiques de classe. C'est sans doute

la raison pour laquelle Larcher et al. (1994) affirment que lorsque l'enseignant ne distingue pas suffisamment avec rigueur le registre des modèles, le registre des phénomènes, et celui des représentations symboliques, il entraîne les élèves non seulement dans la mauvaise représentation des phénomènes, mais aussi dans la confusion car l'élève ne sait s'il se situe dans un registre abstrait ou concret et par conséquent il apprend beaucoup plus par mémorisation en lieu et place du processus de déconstruction et de reconstruction du savoir. Et pourtant, les recherches en didactique ont permis de montrer que les élèves dès le plus jeune âge, étaient capables de s'impliquer dans des démarches scientifiques, dans des débats scientifiques qui leur permet de dépasser leurs représentations initiales pour peu qu'on leur propose des activités dont on contrôle la faisabilité et qu'on communique les enjeux (Larcher et al., 2000). En plus, les démarches pédagogiques dites socioconstructivistes qui ont été largement expérimentées proposent de faire construire des connaissances à chaque élève en leur soumettant ce qui doit être pour eux un réel problème scientifique et en animant la discussion collective, la confrontation d'idées, pour faire progresser chacun dans sa réflexion (Vygotski, 1985).

A cet effet, le recours aux travaux pratiques fait de manière directe appel à une pratique d'analyse réflexive de la part des différents acteurs du système Enseignement/Apprentissage car la posture réflexive étant une posture mentale qui n'est pas spontanée, mais consiste à tourner son attention vers soi-même et vers son activité pour mieux se connaître et mieux connaître sa manière d'agir dans des circonstances données et ceci en engageant un réel processus de professionnalisation. Selon Perrenoud, la pratique réflexive permet de « résoudre un problème, comprendre une situation complexe, s'interroger sur sa pratique et imaginer de nouvelles façons d'améliorer sa performance ».

Selon Fabre et Orange (2011) si l'on s'en tient aux savoirs et à leur enseignement/apprentissage, l'analyse des pratiques didactiques est donc le cadre théorique de la problématisation, et aura pour principaux objectifs de : développer une attitude de questionnement permanent et de réflexion sur la pratique, de construire la spécificité des savoirs enseignés, et de développer la réflexivité et l'autonomie de l'enseignant par la professionnalisation.

Ainsi, nous pouvons dire à l'issue d'une analyse réflexive que les TP sont la forme la mieux adaptée dans l'expérimentation des sciences physiques car le rôle de l'enseignant n'est plus de présenter l'état de la science mais plutôt un rôle de médiateur entre les sciences et les élèves (Dumas-Carré et Weil-Barais, 1998). Il s'agit de leur faire comprendre ce que sont les sciences, leurs objets, leurs démarches, et comment elles se construisent dans la communauté

des scientifiques. Pour cela, il faut identifier ce que l'on peut faire construire avec les situations d'apprentissage que l'on propose, les objectifs et les tâches doivent être cohérents tout en identifiant ce que l'on a réussi à faire construire et situer cette connaissance établie par la classe par rapport au savoir des scientifiques, et l'écart obtenu n'est pas à effacer mais plutôt à cerner. Ainsi si l'eau bout dans la classe pendant la manipulation à 95°C, cette connaissance construite par les élèves est à situer par rapport à un énoncé incomplet qui dispose par ailleurs que l'eau bout à 100°C, étant donné que la pression n'est pas mentionnée.

2-2- FORMULATION DU PROBLEME DE RECHERCHE

La formulation du problème de recherche est fondée sur deux aspects importants à savoir : les constats et le problème proprement dit.

2-2-1- Constats

Malgré des efforts fournis et des améliorations observées depuis les indépendances, le système éducatif Camerounais a encore du grain à moudre en ce qui concerne l'amélioration du fonctionnement technique et optimal de ses établissements scolaires. En effet, au regard de la circulaire N° 045/B1/1464/MINEDUC/SG/DSAPPS du 13 Septembre 1996 portant modalités des gestions des activités dans les établissements scolaires publics qui stipule que en matière d'œuvre pour l'enseignement et/ou de fonctionnement de laboratoire, les pouvoirs publics doivent procéder à l'achat du matériel nécessaire à l'enseignement, de contribuer à l'acquisition d'une culture scientifique et technologique en mettant l'accent sur l'universalité des lois qui la structure et de renforcer à travers les programmes la concordance avec les autres disciplines scientifiques tout en montrant les spécificités et apports de la discipline (chimie dans le cas de cette étude). Ainsi, les différentes raisons du choix de ce thème ont suscité en nous des envies ou motivations à mener une recherche en classes scientifiques en ce qui concerne les pratiques didactiques, d'où la formulation du thème : **Enseignement/Apprentissage de la Chimie : construction du concept de saponification en classe de Terminale scientifique du Lycée bilingue de Nkoléton par l'expérimentation.** Le Cameroun étant l'un des rares pays africains à disposer dans sa constitution des très beaux textes qui régissent différents secteurs d'activités, force est de constater des écarts en matière d'application de ces textes.

Compte tenu de ce que nous observons sur le terrain, à savoir un phénomène de plus en plus accentué sur l'absence des laboratoires ou encore l'absence d'équipements adéquats dans ces laboratoires dans les établissements d'une part, et paradoxalement lorsque ces équipements existent ne sont que peu voire pas du tout utilisés : le cas des enseignants qui se limitent à la

démonstration expérimentale et induisant ainsi les apprenants à une mauvaise modélisation des concepts.

Dans le cadre précis de cette recherche à savoir **la construction du concept de saponification**, les apprenants après avoir suivi une expérimentation sur la saponification ont toujours du mal à exécuter de façon autonome un protocole de manipulation permettant d'aboutir à un résultat acceptable, à partir du matériel mis à leur disposition. L'on observe aussi un mauvais dosage effectué pour tel ou tel autre réactif, l'ignorance de leurs propriétés chimiques et par conséquent l'ignorance de leur rôle dans le processus, le non-respect des procédures y afférentes, entre autres. Nous avons constaté par exemple que les apprenants ont du mal à préciser le rôle de l'éthanol ou de la solution saturée de NaCl dans le processus de saponification ; soit ils ne donnent aucune réponse, soit ils donnent des réponses erronées pour la grande majorité. Ils ont du mal à comprendre le mécanisme de formation d'un triester et par conséquent l'hydrolyse de ce triester avec une base forte, conduisant à la formation d'un sel d'acide gras (mauvaise écriture de l'équation de saponification).

D'autre part, la mauvaise utilisation de la démarche expérimentale par certain enseignant influence la non conceptualisation de la saponification par les apprenants. La majorité des apprenants a du mal à identifier certaines verreries ou encore moins à connaître le rôle de chacune d'elles et à quel moment l'utiliser lors de la manipulation.

2-2-2- Problème de recherche

En science sociale, le problème de recherche est l'écart entre ce qui est et ce qui devrait être ; autrement dit c'est l'écart entre ce qui est recommandé et la réalité sur le terrain. C'est un obstacle, une difficulté qu'il faut résoudre pour obtenir un résultat voulu. Dans le cadre de cette recherche, le problème porte sur la méthode didactique de transmission et de construction des compétences en classes scientifiques et s'intitule de manière plus précise comme suit : **La faible conceptualisation de l'équation de saponification par les apprenants en classe de terminale scientifique**. L'obstacle ici est donc didactique car est porté sur une technique d'enseignement/apprentissage.

2-3- QUESTIONS DE RECHERCHE

D'après le guide de rédaction des mémoires en science de l'éducation, les questions de recherche sont des énoncés interrogatifs qui formulent et explicitent le problème identifié. À cet effet, après identification du problème de recherche portant sur une mauvaise

conceptualisation de la saponification par les élèves en classes scientifiques, et où l'expérimentation est proposée comme pratique didactique dans l'acquisition des compétences des élèves de Tle scientifiques sur la réaction de Saponification, il devient nécessaire de le formuler sous une forme interrogative. Ainsi donc pour expliciter le problème, nous allons formuler une question de recherche principale suivie des questions secondaires.

2-3-1- Question principale

La question de recherche principale est la question centrale qui cherche à rendre plus compréhensible le problème posé. Ainsi dans le cadre de cette recherche, la question est la suivante : Quel peut être l'apport des Travaux Pratiques dans la construction du concept de Saponification et l'acquisition des compétences chez les apprenants en classe de Terminale scientifique ? Autrement, comment est-ce que la séance de Pratique expérimentale sur la saponification peut-elle être le moyen didactique le mieux adapté à l'apprentissage de ce concept par les élèves ? En d'autres termes, en quoi est-ce que l'expérimentation est un meilleur moyen de transposition didactique en matière de construction et d'appropriation des savoirs, des savoir-faire et d'acquisition des compétences chez les élèves dans la fabrication du savon ? Pour rendre d'avantage compréhensible cette question principale, nous l'avons accompagné de deux (02) questions secondaires.

2-3-2- Questions secondaires

QS 1 : Comment est-ce que l'analogie entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre permet-elle aux élèves de classe Terminale de mieux comprendre le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse de ce triester par une base forte?

QS 2 : Dans quelle mesure l'exécution d'un protocole expérimental par les apprenants eux-mêmes leur permettent de mieux construire le concept de saponification ?

2-4- HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

Comme en début de toute recherche, le chercheur donne une orientation à sa recherche au moyen des hypothèses qui lui permettront de mener des investigations conduisant à la confirmation ou l'infirmité de ces hypothèses, permettant ainsi d'obtenir une vérification par des résultats qui aboutissent à une conclusion bien élaborée. Les hypothèses de recherche sont énoncées sous une forme affirmative, comme suit :

2-4-1- Hypothèse principale

Les pratiques expérimentales sur la saponification permettent aux apprenants de mieux construire, de s'approprier les connaissances et d'acquérir des compétences liées au concept de saponification.

Notre hypothèse principale est suivie de deux (02) hypothèses secondaires :

2-4-2- Hypothèses secondaires

HS 1 : L'analogie entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre permet aux élèves de classe Terminale de mieux comprendre le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse de ce triester par une base forte.

HS 2 : L'exécution d'un protocole expérimental par les apprenants eux-mêmes leur permet de mieux construire le concept de saponification.

Comme tous les travaux de recherche, ce travail vise des buts bien précis à atteindre ce qui permet d'élaborer les objectifs de recherche.

2-5- OBJECTIFS DE RECHERCHE

Un objectif de recherche est un ensemble de buts que l'on veut atteindre dans un travail de recherche. Dans le cadre de ce travail, nous aurons un objectif général et deux (02) objectifs spécifiques.

2-5-1- Objectif général

Le but général de la recherche est de montrer que l'expérimentation comme mode de transposition didactique est une bonne technique d'enseignement/apprentissage dans la construction du concept de saponification chez les élèves en classe de Terminales scientifiques.

2-5-2- Objectifs spécifiques

OS 1 : Montrer que l'analogie entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre permet aux élèves de classe Terminale de mieux comprendre le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse de ce triester par une base forte.

OS 2 : Illustrer que l'exécution d'un protocole de manipulation par les apprenants eux-mêmes leur permet de mieux construire le concept de saponification.

2-6- TABLEAU SYNOPTIQUE

Tableau 1: Tableau Synoptique.

THÈME : L'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE DE LA CHIMIE : CONSTRUCTION DU CONCEPT DE SAPONIFICATION EN CLASSE DE TERMINALE SCIENTIFIQUE AU LYCEE BILINGUE DE NKOLETON PAR L'EXPERIMENTATION.					
Questions de recherche	Objectifs de recherche	Hypothèses de recherche	Variables de l'étude	Indicateurs	Modalités
Question principale : Quel peut être l'apport des Travaux Pratiques dans la construction du concept de Saponification et l'acquisition des compétences chez les apprenants en classe de Terminale scientifique ?	Objectif principal : Le but général de la recherche est de montrer que l'expérimentation comme mode de transposition didactique est une bonne technique d'enseignement/apprentissage dans la construction du concept de saponification chez les élèves en classe de Terminales scientifiques.	Hypothèse principale : Les pratiques expérimentales sur la saponification permettent aux apprenants de mieux construire, de s'approprier les connaissances et d'acquérir des compétences liées au concept de saponification.	Variable dépendante : la construction du concept de saponification en classe de Tles scientifiques au lycée Bilingue de Nkoléton.	Les productions des élèves	Bien élaborés Passables Mal élaborés
			Variable indépendante : l'expérimentation		
QS₁ : L'analogie entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre permet-elle aux élèves de classe Terminale de mieux comprendre le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse de ce triester par une base forte ?	OS₁ : Montrer que l'analogie entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre permet aux élèves de classe Terminale de mieux comprendre le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse de ce triester par une base forte.	HS₁ : L'analogie entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre permet aux élèves de classe Terminale de mieux comprendre le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse de ce triester par une base forte.	VI₁ : Etude analogique entre la formation et l'hydrolyse d'un monoester et d'un triester.	Taux de bonnes réponses sur l'exploitation du questionnaire par les apprenants.	-Bon [12 ;20] -Moyen [10 ;11] - Mauvais [0 ;9]

<p>QS2 : L'exécution d'un protocole expérimental par les apprenants eux-mêmes leur permet-il de mieux construire le concept de saponification ?</p>	<p>OS2 : Illustrer que l'exécution d'un protocole de manipulation par les apprenants eux-mêmes leur permet de mieux construire le concept de saponification.</p>	<p>HS2 : L'exécution d'un protocole de manipulation par les apprenants eux-mêmes leur permet de mieux construire le concept de saponification.</p>	<p>VI₂ : Exécution d'un protocole de manipulation par les apprenants.</p>	<p>Qualité des productions des comptes rendus des manipulations faites par les apprenants.</p>	<p>-Bonne [12 ;20] -Moyenne [10 ;11] -Mauvaise [0 ;9]</p>
<p>THÈME : L'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE DE LA CHIMIE : CONSTRUCTION DU CONCEPT DE SAPONIFICATION EN CLASSE DE TERMINALE SCIENTIFIQUE AU LYCEE BILINGUE DE NKOLETON PAR L'EXPERIMENTATION.</p>					
Questions de recherche	Objectifs de recherche	Hypothèses de recherche	Variables de l'étude	Indicateurs	Modalités
<p>Question principale : Quel peut être l'apport des Travaux Pratiques dans la construction du concept de Saponification et l'acquisition des compétences chez les apprenants en classe de Terminale scientifique ?</p>	<p>Objectif principal : Le but général de la recherche est de montrer que l'expérimentation comme mode de transposition didactique est une bonne technique d'enseignement/apprentissage dans la construction du concept de saponification chez les élèves en classe de Terminales scientifiques.</p>	<p>Hypothèse principale : Les pratiques expérimentales sur la saponification permettent aux apprenants de mieux construire, de s'approprier les connaissances et d'acquérir des compétences liées au concept de saponification.</p>	<p>Variable dépendante : la construction du concept de saponification en classe de Tles scientifiques au lycée Bilingue de Nkoléton.</p> <p>Variable indépendante : l'expérimentation</p>	<p>Les productions des élèves</p> <p>L'émission des hypothèses, la Vérification des hypothèses.</p>	<p>Bien élaborés Passables Mal élaborés</p> <p>-Efficace - Inefficace</p>

<p>QS₁ : L'analogie entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre permet-elle aux élèves de classe Terminale de mieux comprendre le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse de ce triester par une base forte ?</p>	<p>OS₁ : Montrer que l'analogie entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre permet aux élèves de classe Terminale de mieux comprendre le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse de ce triester par une base forte.</p>	<p>HS₁ : L'analogie entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre permet aux élèves de classe Terminale de mieux comprendre le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse de ce triester par une base forte.</p>	<p>VI₁ : Etude analogique entre la formation et l'hydrolyse d'un monoester et d'un triester.</p>	<p>Taux de bonnes réponses sur l'exploitation du questionnaire par les apprenants.</p>	<p>-Bon [12 ;20] -Moyen [10 ;11] - Mauvais [0 ;9]</p>
<p>QS₂ : L'exécution d'un protocole de manipulation par les apprenants eux-mêmes leur permet-il de mieux construire le concept de saponification ?</p>	<p>OS₂ : Illustrer que l'exécution d'un protocole de manipulation par les apprenants eux-mêmes leur permet de mieux construire le concept de saponification.</p>	<p>HS₂ : L'exécution d'un protocole de manipulation par les apprenants eux-mêmes leur permet de mieux construire le concept de saponification.</p>	<p>VI₂ : Exécution d'un protocole de manipulation par les apprenants.</p>	<p>Qualité des productions des comptes rendus des manipulations faites par les apprenants.</p>	<p>-Bonne [12 ;20] -Moyenne [10 ;11] -Mauvaise [0 ;9]</p>

Source : NDZIE, 2024

PARTIE II : CADRE METHODOLOGIQUE

CHAPITRE III : METHODOLOGIE ET EXPERIMENTATION DE L'ETUDE

Ce chapitre a été consacré à la présentation du type de recherche adopté dans cette étude. Il s'agit en effet de la description de l'approche méthodologique utilisée, de l'échantillon retenu pour l'expérimentation, de la description des outils de collecte et d'analyse des données.

3-1- LE TYPE DE RECHERCHE ET DE METHODOLOGIE

En sciences de l'éducation, on distingue plusieurs types de recherche mais dans le cadre de ce travail, il sera question d'une recherche de type **descriptive** parce qu'elle présente un caractère à la fois **déductif** et **confirmatoire** ayant pour but de vérifier dans quelle mesure nos théories explicatives permettent aux élèves de classe Terminale scientifique de mieux conceptualiser la saponification.

Sur le plan méthodologique, nous avons opté pour une approche **mixte** (MONGEAU, 2009) car basée sur la vérification d'hypothèses qui portent sur nos principales théories explicatives afin de formuler ou fournir une explication au contexte étudié à savoir, la faible conceptualisation de la saponification par les apprenants de la classe de Terminale scientifique.

3-2- DEFINITION DE LA POPULATION DE L'ETUDE

La population de l'étude est un ensemble d'individus sur qui on veut mener la recherche et qui permet d'atteindre les objectifs fixés par le chercheur. Dans le cas d'espèce il s'agit des élèves des classes de Terminales scientifiques du Lycée bilingue de Nkoléton.

3-3- DÉFINITION DE L'ÉCHANTILLON

L'échantillon est une portion de la population d'étude ou population cible, qui doit répondre aux questions de l'enquêteur. Dans le cadre de cette étude nous avons défini un échantillon de 118 apprenants, soit 59 élèves pour la classe témoin et 59 élèves pour la classe expérimentale, répartis de manière équitable entre les séries C et D, soit 30 élèves en série C et 29 élèves en série D. Nous précisons ici que cet effectif est proportionnel à la capacité optimale du laboratoire du Lycée Bilingue de Nkoléton et répond parfaitement au nombre de poste de manipulation pour un meilleur déploiement en son sein, avec une capacité de dix (10) postes de

six (06) apprenants. Ceci nous permet ainsi d'établir une parfaite corrélation avec la théorie explicative qui suggère des manipulations en groupes allant de 2 à 8 personnes par poste. Pour chaque série, nous avons sélectionné les cinq (05) premiers et les cinq (05) derniers de la classe suivant les performances générales des apprenants puis, pris au hasard suivant le critère du genre les 20 restants. Les informations sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Répartition de l'échantillon des classes théorique et expérimentale

Série	Effectifs	Age moyen
C	Filles : 12	19 ans
	Garçons : 18	
D	Filles : 19	18 ans
	Garçons : 10	
Total	59	

Source : Lycée de Nkoléton, 2024

3-4- INTERETS DE L'ETUDE

Ce travail fait ressortir un intérêt à la fois didactique, socio-économique et peut nous amener à nous poser la question de savoir : Comment est-ce que la construction et l'appropriation des connaissances chez les apprenants quant à la fabrication des savons au moyen de l'expérimentation leur permet-elle de faire une analogie entre les pratiques de classes et leur environnement immédiat ?

La réponse à cette question nous permet de voir que d'une part, cette étude en dehors de son intérêt didactique de par son volet paradigmatique permettant aux apprenants de mieux cerner le concept de saponification, il apparaît en outre par son volet novateur un intérêt socio-économique ouvrant ainsi un champ de possibilités à ces derniers dans leur autonomie économique.

- Intérêt didactique et professionnel : Une meilleure compréhension et appropriation du concept.
- Intérêt social : Solutions aux besoins d'hygiène et salubrité.
- Intérêt économique : Autonomie financière des apprenants.

3-5- DELIMITATION DE L'ETUDE

Dans cette recherche portant sur la pratique expérimentale comme mode de transposition didactique pour la construction du concept de saponification en Terminale scientifique, il a été jugé favorable de délimiter l'étude sur le plan spatial, temporel et enfin sur le plan thématique.

3-5-1- Délimitation spatiale

Il s'agit de préciser l'endroit où nous allons collecter nos informations. Dans le cadre de cette étude, les classes de Terminales scientifiques du Lycée de Nkoléton feront un cadre idéal pour cette recherche dans la mesure où il est l'un des rares lycées à avoir des laboratoires ayant des équipements et matériels nous permettant de mener à bien l'expérimentation et un personnel enseignant très dynamique et disposé à collaborer. Le Lycée de Nkoléton est un établissement d'enseignement secondaire général situé dans le 1^{er} arrondissement de la ville de Yaoundé, département du Mfoundi et région du Centre.

3-5-2- Délimitation temporelle

Ici, il faut préciser la période dans laquelle l'étude sera faite mais toute fois, les travaux qui ont été effectués avant ou après notre période d'étude peuvent être mentionnés dans ce travail. Cette étude, et en particulier la phase de collecte de données qui s'est déroulée du 21 mars au 10 Mai 2024. Le choix de cette période a été conditionné par l'état d'avancement de nos travaux, de la disponibilité des acteurs et la mise en congés de pâque du personnel et des élèves, allant du 28 mars au 14 avril 2024.

3-5-3- Délimitation thématique

Elle permet de préciser le domaine sur lequel on va s'attarder. Ainsi donc la délimitation thématique de l'étude portera sur l'expérimentation (protocole expérimental et étude analogique) comme modes de transposition didactique pour une meilleure construction du concept de saponification.

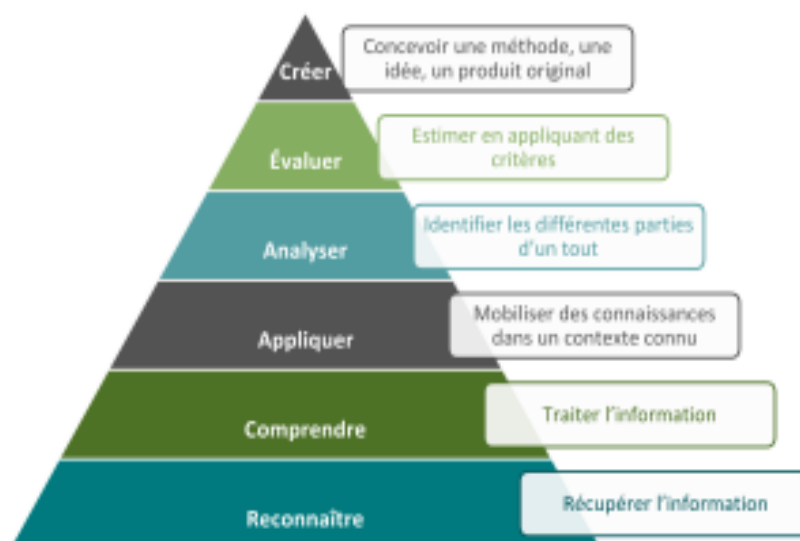
3-6- TECHNIQUES ET OUTILS DE COLLECTE DES DONNEES

En tant que formateurs et guides de nos apprenants vers l'excellence, l'exploration et l'intégration de la taxonomie de Bloom dans la partie expérimentale de cette recherche au

travers de l'utilisation des verbes d'action dans nos différentes activités menées, a été un outil d'une importance capitale. Pour nos pratiques pédagogiques, elle reste efficace dans l'atteinte de l'objectif qui est d'aider les apprenants à développer des compétences durables et ceci dans des délais raisonnables. Cette taxonomie, composée de six (06) niveaux d'apprentissage permet de concevoir des objectifs clairs et de mettre en place des stratégies d'enseignement efficaces allant de la simple acquisition des connaissances à la capacité de créer et d'évaluer de manière critique. Ces six niveaux d'apprentissage progressif de la taxonomie de Bloom sont : **Connaissance, Compréhension, Application, Analyse, Synthèse** et **Evaluation**, chaque niveau offrant un palier de progression dans les compétences des apprenants comme l'indique la pyramide de la taxonomie de Bloom, repris par Patrice HARDOUIN. En utilisant cette taxonomie, nous avons pu concevoir des objectifs mesurables adaptés au niveau des apprenants

Figure 5 : Pyramide de la taxonomie de Bloom repris par Patrice HARDOUIN

de classe Terminale, et favorisant ainsi une progression solide et des résultats significatifs.



3-6-1- Techniques de collecte des données

On distingue les techniques de collecte de données qualitatives et quantitatives. Pour la collecte des données quantitatives on peut avoir : les enquêtes, les sondages, les tests, l'expérimentation, la documentation et les questionnaires. Dans le cadre méthodologique, nos activités reposent sur la construction d'activités authentiques et de qualités applicables aux quatre types d'apprenants qui intègrent les quatre (04) phases du cycle d'apprentissage de Kolb (1984) et les sept (07) clés d'une bonne expérience selon Mandeville (2004). Ces activités

s'avèrent nécessaires, constituant ainsi la phase expérimentale et essentielle de ce travail pour une meilleure construction du concept de saponification par les apprenants.

En effet, la préparation de nos deux activités est dirigée par dix (10) caractéristiques identifiées pour nous par Béchard (2012). Ces dix caractéristiques qui ont guidé la conception de nos activités sont les suivantes :

1. La **pertinence professionnelle** : l'authenticité de la situation soutient le caractère expérientiel de l'apprentissage. La construction de l'activité repose sur des concepts, des faits et des formules qui représentent bien des pratiques d'un milieu scientifique ou professionnel.
2. Le **problème mal défini** : les activités placent les apprenants devant des situations mal définies qui mènent à des interprétations multiples. Elles exigent d'identifier la séquence de tâche qui amène au but fixé.
3. La **demande d'investigation soutenue** : les activités demandent un investissement de temps et d'effort pour être comprises, évaluées et solutionnées.
4. **Plusieurs sources d'information et de perspectives** : l'apprenant est invité à examiner l'activité sous plusieurs angles théoriques et pratiques afin de mobiliser les ressources dont il dispose. L'apprenant distingue les informations pertinentes tout au long du processus de résolution.
5. Le **souci de collaboration** : les activités authentiques nécessitent souvent des collaborations. La résolution d'une situation complexe et mal définie n'est pas possible par le travail d'un apprenant seul.
6. L'**exigence de réflexion** : la résolution engage l'apprenant c'est à-dire il doit faire des choix et réfléchir à ces choix. Ces démarches se font parfois en groupe.
7. Les **perspectives interdisciplinaires** : les activités authentiques encouragent les apprenants à adopter différents rôles et à faire usage des ressources qui proviennent de plusieurs disciplines. Elles permettent de dépasser les limites d'une matière ou d'une spécialité.
8. La **production finale soignée** : l'activité mène à la création d'une solution complète et valable en soi. Elle prend pleinement sa valeur par son entièreté en dépassant le simple enchaînement d'étapes intermédiaires.
9. Les **multiples interprétations et résultats d'apprentissage** : l'activité est moins propice à une solution simple et correcte. L'apprenant ne dispose pas d'une procédure ou de règles

qui le conduisent à une solution. Au contraire, l'activité ouvre sur des interprétations diverses et de solutions concurrentes parmi lesquelles l'apprenant fait ses choix.

10. L'**évaluation intégrée** : en plus de mesurer la performance observée lors de la réalisation des étapes intermédiaires, l'évaluation de l'activité tient compte des efforts de rétroaction et d'auto-évaluation réalisées par l'apprenant.

En outre, un enseignement efficace en science présente six caractéristiques principales (Awomo Ateba & Ayina-Bouni, 2019) :

- 1- *Des contenus liés à la vie quotidienne et aux intérêts des élèves ;*
- 2- *Un enseignement des sciences étroitement lié à la communauté ;*
- 3- *Un engagement des élèves dans un processus d'investigation, d'échange d'idées et de confrontation des preuves ;*
- 4- *Le développement et l'enrichissement de la compréhension conceptuelle des élèves ;*
- 5- *Le recours à des évaluations qui facilitent l'apprentissage et mettent l'accent sur les retombées pour promouvoir la culture scientifique ;*
- 6- *L'utilisation des technologies pour rehausser le processus d'apprentissage et faciliter l'acquisition de représentations multimodales.*

3-6-2- Outils de collecte des données

De façon générale pour des données quantitatives, les outils utilisés sont : les documents, les questionnaires et/ou échelles de mesure.

Mais dans le cadre de l'étude, les données ont été collectées au travers d'un questionnaire ou test (10 questions) appliqué exclusivement à la classe expérimentale, et d'un protocole de manipulation ou pré-test et post-test (13 questions et tâches) basé sur le mode opératoire de la fabrication du savon au laboratoire et appliqué aux deux classes (témoin et expérimentale). Ledit questionnaire intitulé **CONSTRUCTION DU CONCEPT DE SAPONIFICATION : ANALOGIE SUR LA FORMATION ET L'HYDROLYSE D'UN MONOESTER ET D'UN TRIESTER** est constitué de deux modules dont le premier est relativement orienté sur la **formation d'un ester** et composé de cinq questions, le second module relatif à l'**Hydrolyse d'un ester** lui aussi composé de cinq questions, ceci permettant à l'apprenant d'établir une corrélation entre les deux concepts (formation et hydrolyse d'un ester), au travers d'une analogie sur la formation d'un mono et d'un triester. Le questionnaire est essentiellement constitué des questions ouvertes et semi-ouvertes, plus susceptibles de laisser la latitude à l'élève de s'exprimer librement.

— Test :

Nom et Prénom :

Age : Sexe : Classe :

Remplir dans l'espace prévu à cet effet et sur la base de vos connaissances, le questionnaire ci-dessous !

MODULE 1 : Formation d'un ester.

Dans le cadre de cette activité, nous considérons que l'huile de palme est un composé constitué essentiellement d'acide palmitique, qui est un acide gras saturé à chaîne linéaire et de formule chimique $C_{15}H_{31}-COOH$. L'acide palmitique réagit avec une molécule de méthanol de formule chimique CH_3OH pour donner le palmitate de méthyle et de l'eau.

1- Ecrire l'équation bilan de la réaction qui a lieu.

.....

2- Indiquez au travers de l'équation bilan précédente, les deux groupements fonctionnels qui interagissent.

.....

.....

3- Donnez la structure du groupement fonctionnel du produit formé.

.....

4- À quelle famille de composé appartient ce produit ?

.....

5- Que faut-il faire pour augmenter le rendement de cette réaction ?

.....

.....

MODULE 2 : Hydrolyse d'un ester.

6- La palmitine est un ester gras (triestre), formé à partir de l'acide palmitique et du glycérol (Propane-1, 2,3-triol).

a) Ecrire l'équation bilan équilibrée de formation de la palmitine.

.....

b) En déduire l'équation bilan équilibrée de l'hydrolyse de la palmitine en milieu neutre.

.....

7- L'on procède maintenant à l'hydrolyse de la palmitine en présence de l'hydroxyde de sodium ou soude (NaOH).

a) En vous aidant de l'équation bilan de l'hydrolyse en milieu neutre, donnez l'équation bilan équilibrée de l'hydrolyse de la palmitine en milieu fortement basique (présence de NaOH).

.....

b) Quel nom donne-t-on à cette réaction ? Donnez le nom chimique du produit formé.

.....

.....

c) Quel autre réactif peut-on utiliser à la place du NaOH ?

.....

.....

Merci pour votre contribution !!!

— **Pré-test et Post-test :**

A-OBJECTIFS :

- Fabrication du savon de ménage par le procédé de saponification à froid.
- Calculer le rendement de cette opération et le justifier.

B- MATERIELS ET PRODUITS PAR POSTE SUR LA PAILLASSE :

- Bêchers ; Eprouvettes graduées ; Balances ; Une baguette pour remuer.
- Solution de soude ; Huile de palme ; éthanol ; Eau (du robinet) ; glycérol ; sel de cuisine.

Pour des raisons de sécurité, il est toujours recommandé de verser doucement et par petites fractions la soude dans l'eau et pas l'inverse. Le port des lunettes de protection, d'une blouse blanche, des gants et des chaussures fermées est recommandé à cause de la causticité de la soude !!!

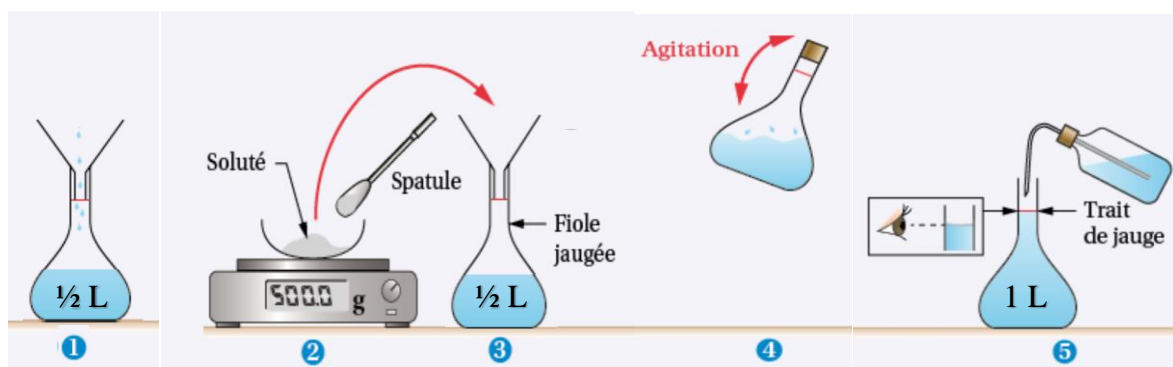
C- MODE OPERATOIRE

1- Préparation de deux solutions de soude

➤ Solution mère $C_0 = 5 \text{ mol/L}$

On veut préparer 1L de solution de concentration C_0 . Déterminer la masse m de soude à dissoudre. Pour cela, respecter les étapes de la figure ci-dessous

Figure 6: Etapes de préparation de la solution de soude



- Introduire 1/2 litre d'eau dans un seau en plastique de 3 litres ;
- Y verser doucement la soude de masse m , dissoudre à l'aide d'une spatule en plastique ou en bois.
- Une fois la soude complètement dissoute, y ajouter encore 1/2 litre d'eau, agiter et laisser reposer la solution pendant 15 minutes.

➤ Solution fille de concentration $C = C_0/3 \text{ mol/L}$

On veut déterminer le volume V de la solution fille obtenue à partir de 0,5L de la solution mère. Pour cela :

- Prélever la moitié de la solution mère et l'introduire dans un autre seau en plastique de 3 litres ;

- Ajouter le double du volume de la solution prélevée en eau de source, de pluie ou de puits ;
- Laisser reposer les deux solutions, les contenants hermétiquement fermés pendant au moins 3 heures.

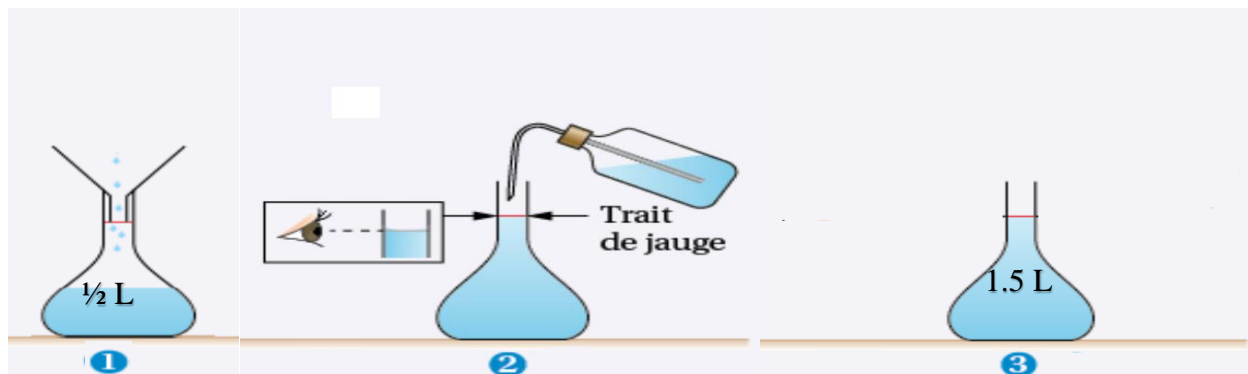


Figure 7 : Etapes de préparation de la solution fille

2- Saponification

- a) Une fois la solution de soude au repos, introduire dans un bécher **92 g** d'huile de palme préalablement dénaturée ou blanchie et refroidie à température ambiante. Y ajouter *en petites quantités* la solution de soude et de l'éthanol tout *en remuant régulièrement et toujours dans le même sens*. Prélevez **230ml** de la solution de soude ; puis ajouter 50ml d'éthanol.

Donnée : $C_{\text{soude}}=1.5\text{mol/l}$; $P_{\text{huile}}= 0.92 \text{ g/cm}^3$ à 25°C .

- b) Introduire le contenu du sceau dans un ballon et remuer tout le mélange pendant une quinzaine de minute jusqu'à ce que ce mélange devienne visqueux, continuer à remuer jusqu'à la formation d'une pâte homogène semi – lourde.
- c) Verser le contenu du ballon dans un bécher de 1000ml contenant 200ml de la solution saturée de chlorure de sodium
- d) Recueillir le savon par écrémage, le rincer à l'eau froide (Attention à la causticité du savon obtenu qui contient encore beaucoup de soude).

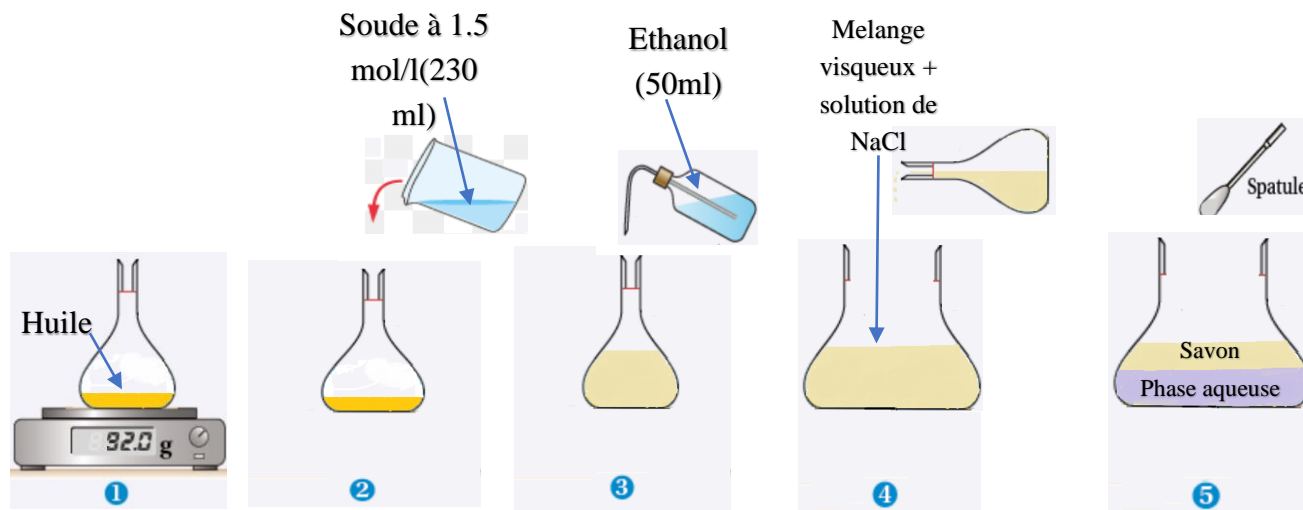


Figure 8 : Etapes de la préparation du savon

e) Ajout des additifs (facultatif)

Une fois la pâte de savon prête, tout en continuant à remuer, y ajouter les **additifs** (parfum ; colorants) si nécessaire.

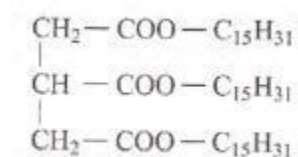
f) Finition (moulage)

On coule la pâte homogène obtenue dans des moules en plastique ou en bois ayant les formes voulues et sécher à l'air libre à l'ombre pendant au moins 3 jours et peser.

3- Les étapes de la synthèse du savon au laboratoire.

Répondre aux questions en écrivant dans l'espace prévu à cet effet !!!

On va considérer que l'huile de palme est constituée essentiellement de la palmitine, triester d'acide gras de formule :



1) -a) Qu'est-ce qu'un acide gras ?

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

-b) Comment obtient-on un acide gras ?

.....
.....

2) -a) Pourquoi agite-t-on le mélange réactionnel au cours de l'expérience ?

.....
.....

-b) Quel est le rôle de l'éthanol ?

.....
.....

3) -a) Indiquer les observations lors de l'expérience 2-c.

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

-b) Donner le nom à cette étape. Quel est son but ?

.....
.....

-c) Pourquoi utilise-t-on une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium dans cette étape ?

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

4) -a) Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu.

.....

.....
.....
-b) Définir : réactif limitant.
.....
.....

-c) Déterminer les quantités de matière de la soude et de l'huile, puis déduire le réactif limitant.
.....
.....
.....
.....
.....

5) Déterminer la masse de savon attendue à la fin de l'opération et la comparer à celle obtenue
.....
.....
.....
.....

6) Calculer le rendement de la réaction.
.....
.....
.....

7) Selon vous pourquoi un tel rendement ?
.....
.....
.....

Merci pour votre contribution !!!

Les situations décrites dans le questionnaire et le protocole de manipulation ont été conçues de façon à être les plus familières possibles, afin de faciliter la compréhension par les

élèves. Elles ont été conçues puis améliorées et modifiées suite à une enquête préliminaire menée auprès de quelques élèves des classes de T_{les} scientifiques, sous la supervision de M. MBIANDA AUBIN Ledoux chef de département de PCT au Lycée Bilingue de Nkoléton et par ailleurs coordonnateur du laboratoire, et le censeur en charge des PCT dudit lycée M. ADAMOU Lavoisier.

3-7- TECHNIQUES ET OUTILS D'ANALYSE DES DONNEES

3-7-1- Techniques d'analyse des données

En cycle recherche des sciences de l'éducation, on distingue trois (03) techniques ou méthodes :

- La méthode qualitative.
- La méthode quantitative.
- La méthode mixte.

Dans le cadre de cette recherche, la méthode mixte avec une démarche hypothético-déductive sera la mieux appropriée, et le type d'analyse centré sur une analyse des pratiques didactiques et enseignantes.

3-7-2- Outils d'analyse des données

L'outil d'analyse des données de la recherche sera le logiciel SPSS 21.0

3-7-3- Analyse à priori du questionnaire

Notre questionnaire est subdivisé en deux grandes parties suivant le pré-test, le test et le post-test. La première partie intitulée **CONSTRUCTION DU CONCEPT DE SAPONIFICATION : ANALOGIE SUR LA FORMATION ET L'HYDROLYSE D'UN MONOESTER ET D'UN TRIESTER** étant subdivisée en deux modules constitue le test de notre expérimentation ; tandis que la seconde partie du questionnaire précédée d'un TP sur le protocole de manipulation permettant à l'apprenant de mieux appréhender **les étapes de la synthèse du savon au laboratoire** mettant ainsi en relief un accord parfait entre théorie et pratique constitue le pré-test et post-test de l'étude.

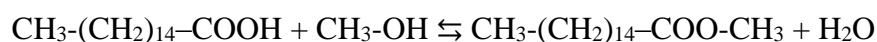
3-7-3-1- Construction du concept de saponification : analogie sur la formation et l'hydrolyse d'un monoester et d'un triester

Ce test a été précédé par une vérification des prérequis des apprenants sur la définition des concepts tels que alcools, acides carboxyliques, esters, hydrolyse, groupement fonctionnel et famille de composés. Il a durée 20 minutes environ et permis aux apprenants de mieux se situés dans le contexte avant le début de l'activité.

MODULE 1 : Formation d'un ester

1- Ecrire l'équation bilan qui a lieu.

Cette question vise à mettre en exergue l'exclusivité sur le type de produit que l'on doit obtenir en mettant dans le même milieu réactionnel un acide gras et un alcool. Ici l'apprenant construit une connaissance selon laquelle lorsqu'il mélange un acide carboxylique et un alcool, il obtient un ester, composé dont les propriétés chimiques sont différentes des deux premiers. La compétence visée pour l'apprenant est sa capacité à écrire l'équation d'une réaction d'estérification tout en respectant la notion de stœchiométrie et d'équilibre réactionnel (dans le cas précis de l'estérification). Il n'est pas exclu dans ce cas de constaté dans certaines de leurs productions qu'ils n'arrivent pas à respecter les notions de stœchiométrie et d'équilibre chimique qui sont caractéristiques de ladite réaction. Il est donc question de se rassurer que à côté du fait que l'apprenant sait écrire une équation d'estérification, qu'il intègre également les notions de stœchiométrie et d'équilibre chimique. C'est ainsi qu'il pourra écrire l'équation bilan suivante :



1- Indiquez au travers de l'équation bilan précédente, les deux groupements fonctionnels qui interagissent.

L'objectif ici est de développé chez l'apprenant cette capacité à pouvoir identifier une famille de composés chimiques à travers son groupement fonctionnel, ainsi que son principe actif au cours d'une réaction chimique. Les représentations macroscopiques des molécules au travers de leurs formules brutes peuvent semer la confusion dans l'esprit de l'apprenant au moment d'écrire la formule développée ou semi-développée, l'accent étant porté sur l'écriture ou la représentation du groupement fonctionnel approprié ou correspondant. C'est ainsi qu'il

pourra écrire les groupements fonctionnels suivants : $R'-OH$ pour le groupement alcool, et $R-CO-OH$ pour le groupement acide où $R-$ et $R'-$ représentent des groupements alkyls.

2- Donnez la structure du groupement fonctionnel du produit formé.

À l'inverse de la question précédente, l'apprenant doit pouvoir représenter le groupement fonctionnel d'un composé puis l'associer à une famille de composés comme indiqué à la question suivante (question N°4). C'est ainsi qu'il pourra écrire le groupement : $R-CO-O-R'$ pour le groupement ester.

3- À quelle famille de composé appartient ce produit ?

La réponse attendue de l'apprenant est de dire que la réaction entre un alcool et un acide conduit à l'obtention d'un produit appartenant à la famille des esters, tout en étant capable de donner les représentations macroscopiques des différents groupes fonctionnels mis en jeu.

4- Que faut-il faire pour augmenter le rendement de cette réaction ?

L'objectif de cette question est de montré à l'apprenant qu'au cours de cette réaction d'estérification, il y a un équilibre chimique qui s'établit entre les réactifs et les produits et que pour faire évoluer la réaction dans le sens de l'obtention de l'ester il est important soit d'ajouter le réactif limitant dans le milieu réactionnel, ou alors de retirer l'eau qui se forme dans le milieu réactionnel. Il est capital pour l'apprenant de comprendre qu'au terme de la réaction chimique, un rendement optimal est l'objectif le plus absolu dans cette étape du processus et que par conséquent il est important de savoir ce qu'il peut faire pour une optimisation efficace.

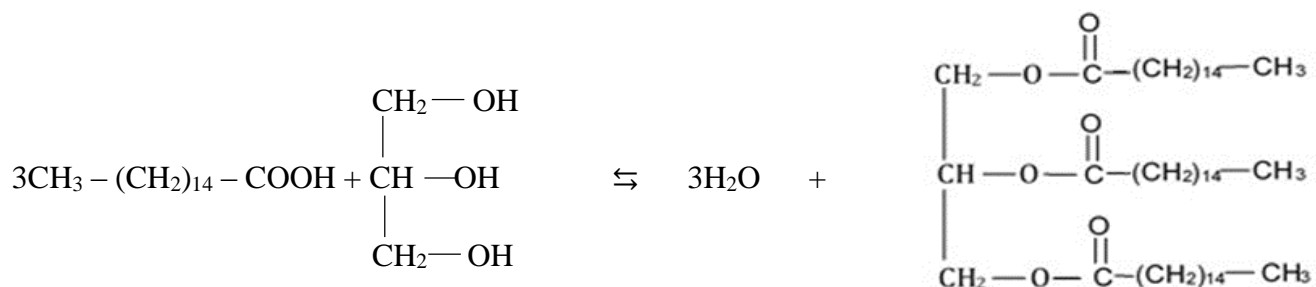
MODULE 2 : Hydrolyse d'un ester

6-La palmitine est un ester gras (triester), formé à partir de l'acide palmitique et du glycérol (Propan-1,2,3-triol).

a. Ecrire l'équation bilan équilibrée de formation de la palmitine.

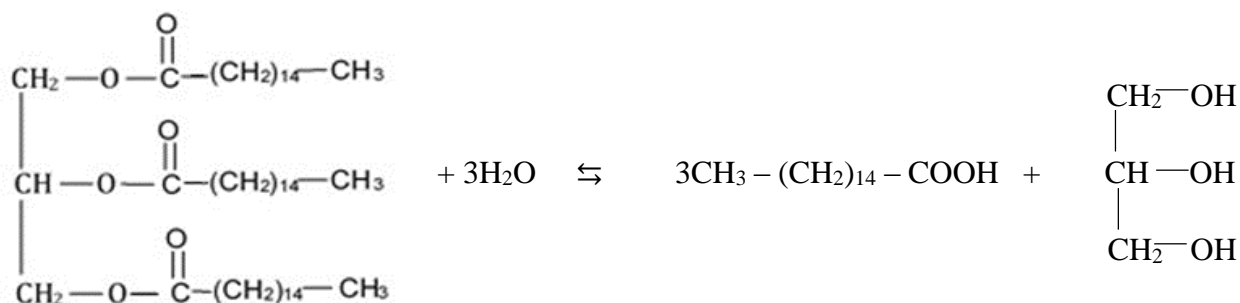
Cette question a un objectif double et dont le premier est de permettre à l'apprenant d'établir une corrélation entre l'équation de formation d'un mono-ester (MODULE 1) et de celle d'un triester, tout en étant capable de donner une écriture ou représentation macroscopique du groupement fonctionnel qui le caractérise. Le second objectif est de lui permettre de voir au travers de l'écriture de l'équation bilan que la différence fondamentale entre la formation d'un mono-ester (MODULE 1) et de celle d'un triester se situe au niveau des proportions

stœchiométriques entre les réactifs et les produits. C'est ainsi qu'il pourra écrire l'équation suivante :



b. En déduire l'équation bilan équilibrée de l'hydrolyse de la palmitine en milieu neutre.

L'objectif de cette question est de permettre à l'apprenant d'établir un lien entre la synthèse et l'hydrolyse d'un ester, d'où l'hydrolyse de la palmitine en milieu neutre car l'apprenant pourra lui-même faire un constat suivant lequel l'équation du 6-b- sera l'inverse de celle du 6-a- tout en établissant des ressemblances et des dissemblances entre les deux processus sur le plan macroscopique. Il pourra ainsi faire le constat suivant lequel le premier (synthèse) est limitée et athermique, tandis que le second (hydrolyse) est total et exothermique.

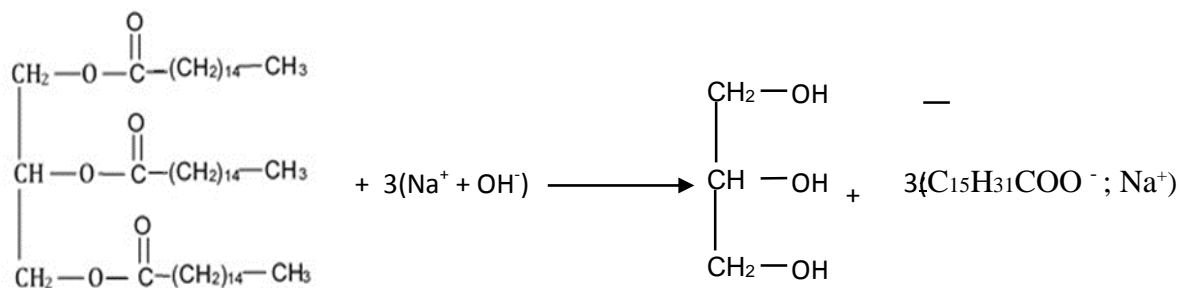


7- L'on procède maintenant à l'hydrolyse de la palmitine en présence de l'hydroxyde de sodium ou soude (NaOH).

a) En vous aidant de l'équation bilan de l'hydrolyse en milieu neutre, donnez l'équation bilan équilibrée de l'hydrolyse de la palmitine en milieu fortement basique (présence de NaOH).

Cette question a pour objectif de montrer à l'apprenant l'analogie qui existe entre une hydrolyse en milieu neutre et celle en milieu fortement basique. Il doit construire une connaissance suivant laquelle le premier processus (hydrolyse en milieu neutre) donne un acide carboxylique et un alcool dans une réaction limitée (flèche à double sens), tandis que le second

processus (hydrolyse en milieu fortement basique) forme un sel d'acide (savon) et un alcool dans une réaction totale (flèche à sens unique). C'est ainsi qu'il pourra écrire l'équation suivante :



b) Quel nom donne-t-on à cette réaction ? Donnez le nom chimique du produit formé.

Ici, l'apprenant doit être capable de généraliser un tel processus et comprendre que toute réaction chimique entre un ester et une base forte est une hydrolyse en milieu basique qui conduit à la production d'un savon : d'où une réaction de saponification. D'autre part, il doit intégrer que les savons sont des composés chimiques avec des formules brutes et semi-développées qui varient en fonction du type d'acide ou encore du type de matière grasse que l'on peut utiliser comme réactif. C'est ainsi qu'il pourra dire que le nom chimique du produit formé est le palmitate de sodium.

c) Quel autre réactif peut-on utiliser à la place du NaOH ?

L'objectif de cette question est de montrer aux apprenants que dans la réaction de saponification, la base utilisée est fonction du type de savon que l'on veut produire. Ainsi, la soude (NaOH) lui permet d'obtenir des savons durs et la potasse (KOH) lui permet d'obtenir des savons mous ou liquides.

3-7-3-2- Les étapes de la synthèse du savon au laboratoire

1-a)- Qu'est-ce qu'un acide gras ?

Cette question a pour objectif de permettre à l'apprenant de dégager les différentes caractéristiques d'un acide gras, et la modélisation en tant que famille de composés. Il pourra ainsi affirmer qu'un acide gras est un acide carboxylique à chaîne linéaire, saturé ou non, présentant en générale un nombre pair d'atomes de carbone.

b)- Comment obtient-on un acide gras ?

L'objectif ici est de faire comprendre à l'apprenant qu'en dehors de la possibilité de synthèse en laboratoire par mélange d'un acide et d'un alcool, les acides gras peuvent être identifiés et extraits dans la nature au travers des éléments qui les contiennent. Ainsi, il doit être capable d'identifier l'origine d'un acide gras donné qu'il soit végétal ou issu de graisses animales.

2-a)- Pourquoi agite-t-on le mélange réactionnel au cours de l'expérience ?

Rendu à cette étape de la manipulation, il est important que l'apprenant sache que le corps gras et l'eau n'étant pas miscibles, il est nécessaire d'agiter pendant toute l'expérience pour maintenir les réactifs en contact.

b)- Quel est le rôle de l'éthanol ?

Cette question a pour objectif de montrer à l'apprenant que l'eau étant totalement soluble dans l'alcool et l'huile partiellement, l'éthanol va donc permettre de rendre le mélange réactionnel plus homogène.

3-a)- Indiquer les observations lors de l'expérience 2-c.

Dans cette étape de la phase pratique (introduction de la solution saturée de NaCl dans le milieu réactionnel), l'élève doit être capable de dire et d'interpréter ce qu'il observe. C'est ainsi qu'il pourra affirmer que dans ces conditions, il se forme au sein du mélange deux phases : une phase aqueuse qui précipite au fond du récipient, et une phase pâteuse qui se forme au-dessus de la phase aqueuse (savon).

b)- Donner le nom de cette étape. Quel est son but ?

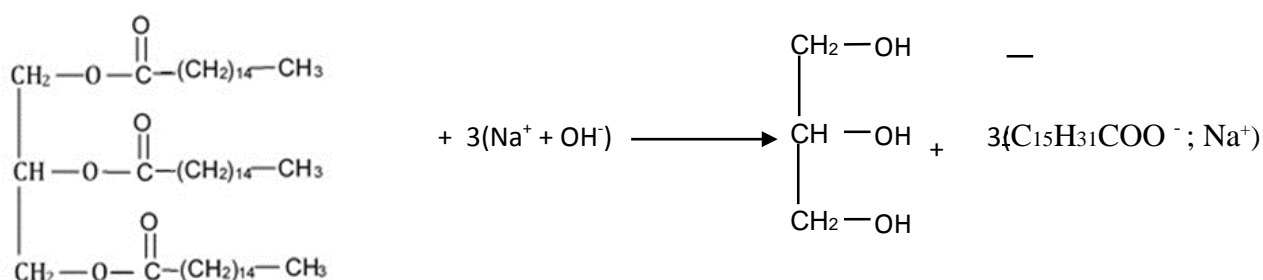
L'objectif de cette question est de permettre à l'apprenant d'être capable d'identifier et nommer une étape précise, ainsi que de donner son but dans l'ensemble du processus de la saponification. Il pourra donc affirmer qu'il s'agit du relargage dont le but est de recueillir le savon formé après réaction.

c)- Pourquoi utilise-t-on une solution aqueuse saturée de chlorure de sodium dans cette étape ?

Ici l'apprenant doit être capable d'expliquer l'utilité d'un réactif à un moment précis du processus et même la nécessité d'utiliser tel réactif et non tel autre. Ainsi donc, il pourra dire que la solution aqueuse saturée de chlorure de sodium est utilisée dans le relargage parce que la présence élevée d'ions sodium diminue la solubilité du savon et facilite sa formation.

4-a) - Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu.

Cette question a pour objectif de permettre à l'apprenant d'être capable d'écrire l'équation de saponification, qui est une représentation macroscopique ou encore une modélisation mathématique du phénomène observé pendant la phase expérimentale au laboratoire.



b) - Définir : Réactif limitant.

L'objectif ici est non seulement de faire définir le concept de réactif limitant à l'apprenant, mais aussi de lui montrer qu'il a un impact considérable sur la quantité maximale de produit obtenus et par induction une conséquence sur le rendement de la réaction. Ainsi, il dira que le réactif limitant est la substance qui est consommée en premier dans une réaction chimique. Il pourra aussi construire une connaissance selon laquelle à l'opposé du réactif limitant se trouve le réactif en excès, qui est celui des réactifs restants après la réaction car n'étant pas entièrement consommé.

c)- Déterminer les quantités de matière de la soude et de l'huile, puis déduire le réactif limitant.

Cette question a pour objectif de rendre l'apprenant capable de poser le rapport mole à mole entre les réactifs et les produits de la réaction de saponification tout en exploitant l'équation bilan régie par cette réaction, et à partir des résultats issus des calculs dire lequel des réactifs est en défaut ou en excès.

- La quantité de matière de la soude :

$$n_s = C_s V_s \quad \underline{\text{AN}} : n_s = 1.5 \times 0.23 = \underline{0.345 \text{ mol.}}$$

- La quantité de matière de l'huile :

$$n_h = \frac{m_h}{M_h} \quad \underline{\text{AN}} : n_h = 92/806 = \underline{0.114 \text{ mol.}}$$

- Déduisons le réactif limitant :

D'après l'équation de la réaction on a : $n_h = n_s/3$.

Or : $n_h = 0.114 \text{ mol}$ et $n_s = 0.345 \text{ mol}$; $n_s/3 = 0.115 \text{ mol}$

Donc : $n_h < n_s/3$ et par conséquent, l'huile est le réactif limitant car consommée en premier dans cette réaction.

5)- Déterminer la masse de savon attendue à la fin de l'opération et la comparer à celle obtenue.

L'objectif ici est de permettre à l'apprenant de mobiliser son savoir et son savoir-faire pour dégager le problème qui se pose avec des éventuelles possibilités de résolution, ou alors dégager les différents paramètres responsables de l'écart existant entre la masse obtenue et celle attendue afin de poser un bon diagnostic pour de meilleures perspectives. D'autre part, il sera aussi question pour l'apprenant non seulement de savoir écrire une modélisation mathématique d'une réaction chimique, mais aussi de savoir l'exploiter à des fins plus détaillées comme l'explication d'un phénomène. Ainsi, l'apprenant pourra poser que d'après l'équation bilan de la réaction on a :

$$n_h = n_{\text{savon}}/3 \rightarrow m_{\text{savon}}/M_{\text{savon}} = 3n_h \rightarrow \underline{m_{\text{savon}} = 3n_h \cdot M_{\text{savon}}}$$

$$\underline{\text{AN}} : m_{\text{savon}} = 3 \times 0.114 \times 278 \rightarrow \underline{m_{\text{savon}} = 95.076 \text{ g}}$$

6)- Calculer le rendement de la réaction.

Cette question a pour objectif de montrer à l'apprenant que dans les sciences expérimentales, le résultat obtenu n'est jamais forcément celui que l'on attend et ceci à cause des paramètres que lui-même doit être capable d'expliquer car, ayant été acteur majeur de l'expérience. C'est ainsi qu'il pourra dire après avoir pesé son produit que le rendement est le rapport entre la masse de savon produite et celle attendue : $\underline{\text{Rd}} = \frac{m_{\text{obtenue}} \times 100}{a_{\text{attendue}}}$. $\underline{\text{AN}} : \text{Rd} = \dots \times 100 / 95.076 = \dots$

7)- Selon vous pourquoi un tel rendement ?

L'objectif de cette question est d'amener l'apprenant à construire une compétence selon laquelle il pourra mettre sur la même balance les observations faites tout au long du processus expérimental et savoir-faire immobilisés, dans le but de construire des hypothèses conduisant à une meilleure analyse et synthèse des résultats de l'expérience vécue en laboratoire. Nous pouvons donc à partir de la production de l'apprenant juger si ce dernier a acquis les compétences fondamentales à la démarche expérimentale à savoir : l'esprit critique, l'acculturation à un style de pensée et de pratique scientifique, mais aussi et surtout un esprit novateur pour d'éventuelles perspectives. Ainsi, il pourra évoquer les pertes dues à la manipulation, de l'huile sur les parois de la burette ou du savon qui n'est pas complètement recueilli lors de l'écumage ou encore la présence dans l'huile des acides autres que l'acide palmitique qui ne sont pas saponifiables (ne réagissent pas lors du processus).

CHAPITRE IV : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

Tout d'abord, il est important de souligner que durant la phase expérimentale au laboratoire, la solution de soude utilisée pendant la manipulation a été préparée 4 jours en avance et par nos propres soins pour deux raisons techniques :

- Après préparation de ladite solution, il est nécessaire de laisser reposer pendant au moins 3 heures avant utilisation. Cependant compte tenu du temps imparti pour la manipulation au laboratoire (3 heures), il deviendra impossible d'y arriver jusqu'au bout de l'expérience.
- Compte tenu de la forte concentration de la solution mère de soude (5 mol/l), il était important d'éviter un éventuel accident dû à une imprudence de la part d'un apprenant et/ou au degré de causticité élevé de la soude.

Pour ainsi palier à ce manquement, nous avons pris le soin de faire une modélisation ou représentation iconique pour une meilleure appréhension par les apprenants de cette étape de la manipulation.

Nous rappelons ici que les modalités de cette étude sont régies suivant un critère bien précis de notation sur 20 points et par intervalles de notes à savoir :

- ✓ **Bien** pour un intervalle de [12 ;20].
- ✓ **Moyen(ne)** pour un intervalle de [10 ;11]
- ✓ **Mauvais(se)** pour un intervalle de [0 ;9]

En outre, le pré-test s'applique exclusivement à la classe témoin, tandis que le test et post-test s'appliquent à la classe expérimentale.

4-1- RESULTATS DU PRE-TEST

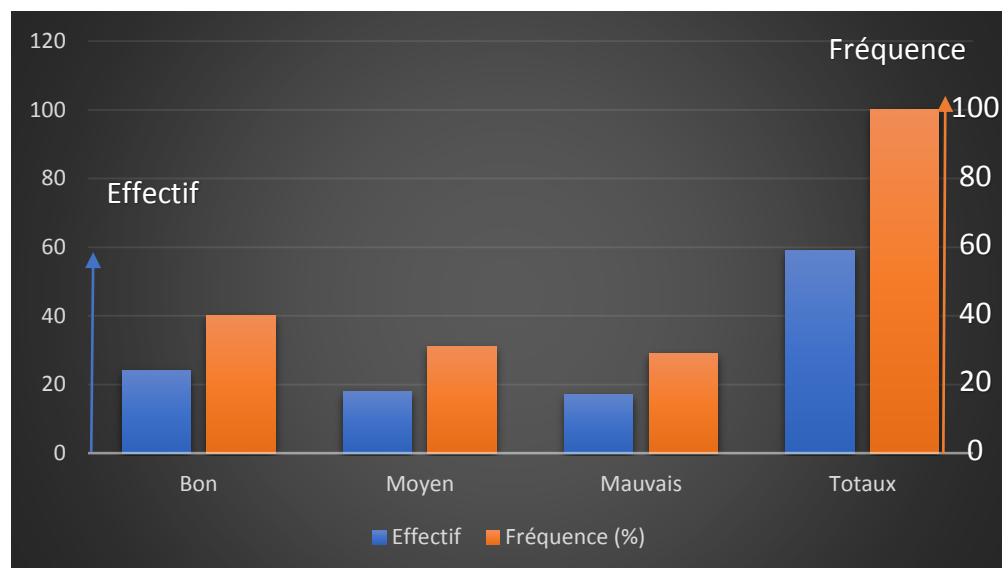
Tableau 3 : Résultats du pré-test

Niveaux de compréhension	Bon	Moyen	Mauvais	Totaux
Effectif	24	18	17	59
Fréquence (%)	40	31	29	100

Source : Enquête de terrain ; NDZIE, 2024

Le tableau 3 nous présente la répartition des apprenants par niveau de compréhension au pré-test.

Figure 9 : Diagramme des résultats du pré-test



Source : Enquête de terrain ; NDZIE, 2024

D'après le traitement des données recueillies, les résultats montrent que pour la classe témoin 40% des apprenants parviennent à bien conceptualiser la saponification au travers de l'élaboration et de l'exécution d'un protocole de manipulation.

Cependant, 31% des apprenants parviennent de manière inachevée à conceptualiser le même concept au travers de l'élaboration et de l'exécution d'un protocole de manipulation.

De même, 29% des apprenants n'arrivent pas à conceptualiser la saponification au travers de l'élaboration et de l'exécution d'un protocole de manipulation.

4-2- RESULTATS DU TEST

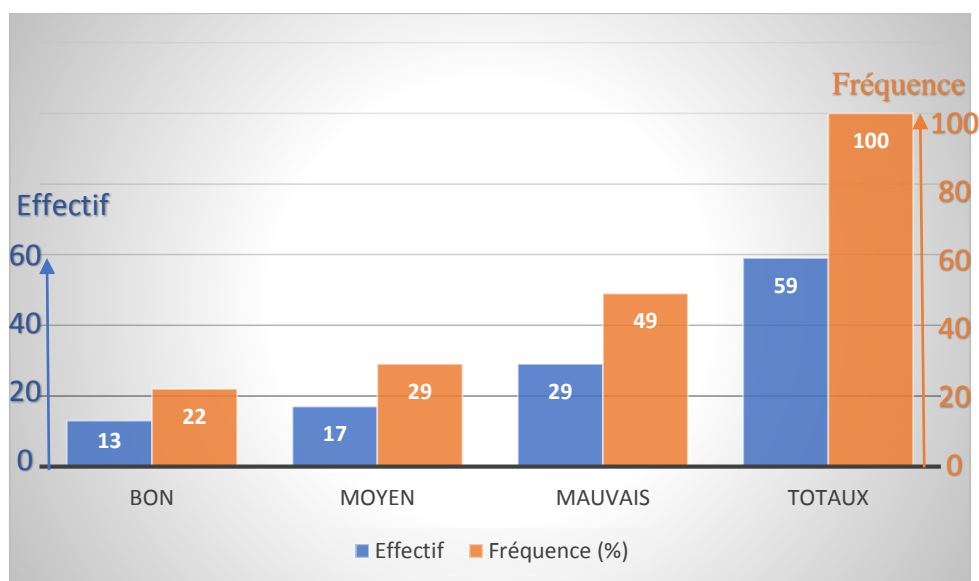
Tableau 4: Résultat du test

Niveaux de compréhension	Bon	Moyen	Mauvais	Totaux
Effectif	13	17	29	59
Fréquence (%)	22	29	49	100

Source : Enquête de terrain ; NDZIE, 2024

Le tableau 4 nous présente la répartition des apprenants par niveau de compréhension au test.

Figure 10: Diagramme des résultats du test



Source : Enquête de terrain ; NDZIE, 2024

En prélude au test constitué de dix (10) questions ouvertes et semi-ouvertes, une séance de vérification des prérequis sur les concepts tels que les alcools, les acides carboxyliques, les esters et les familles de composés a été faite par nos soins dans le but de mieux recadrer les apprenants sur ce que l'on attendait d'eux, et les résultats du test qui ont suivi sont sans appel.

En effet, d'après le traitement des données du test de la classe expérimentale les résultats montrent que 22 % des apprenants, grâce à l'étude analogique entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre, ont une parfaite conceptualisation du mécanisme réactionnel de l'hydrolyse d'un triester par une base forte.

D'autre part, 29 % des apprenants, grâce à l'étude analogique entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre, ont une conceptualisation approximative dans la compréhension du mécanisme réactionnel de l'hydrolyse d'un triester par une base forte.

En outre, 49 % des apprenants, grâce à l'étude analogique entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre, n'ont pas pu conceptualiser le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse d'un triester par une base forte.

4-3- RESULTATS DU POST-TEST

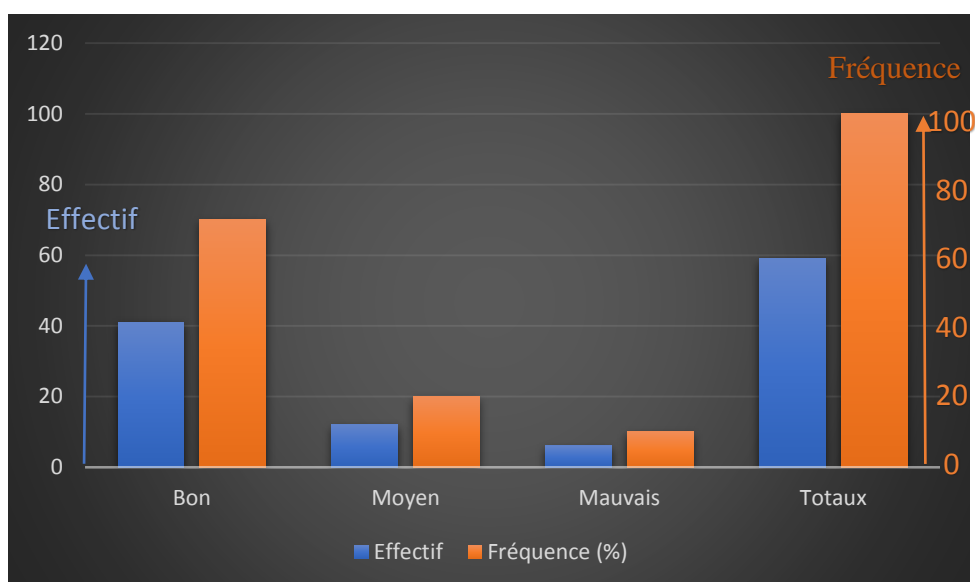
Tableau 5: Résultat du post-test

Niveaux de compréhension	Bon	Moyen	Mauvais	Totaux
Effectif	41	12	6	59
Fréquence (%)	70	20	10	100

Source : Enquête de terrain ; NDZIE, 2024

Le tableau 5 nous présente la répartition des apprenants par niveau de compréhension au post-test.

Figure 11 : Diagramme des résultats du post-test



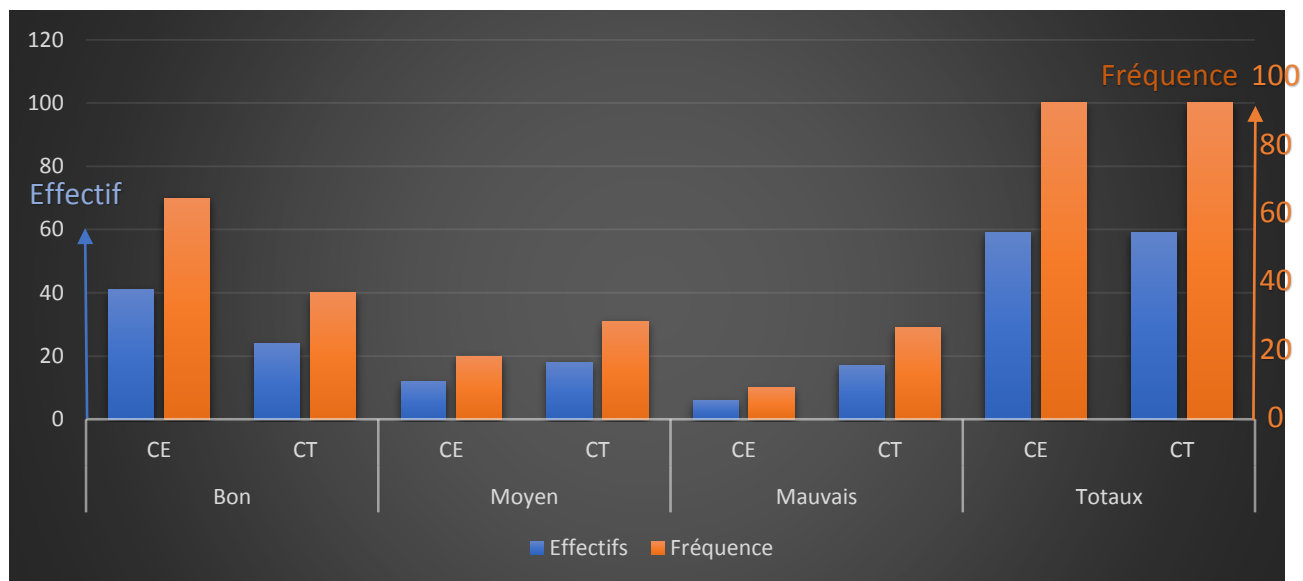
Source : Enquête de terrain ; NDZIE, 2024

Tableau 6: Récapitulatif du post-test et du prétest

Niveau de compréhension	Bon		Moyen		Mauvais		Totaux	
	CE	CT	CE	CT	CE	CT	CE	CT
Effectifs	41	24	12	18	6	17	59	59
Fréquence	70	40	20	31	10	29	100	100

Source : Enquête de terrain ; NDZIE, 2024

CE : Classe Expérimentale ; CT : Classe Témoin

Figure 12 : Diagramme comparatif du prétest-post-test

Source : Enquête de terrain ; NDZIE, 2024

CE : Classe Expérimentale ; CT : Classe Témoin

D'après le traitement de protocole de post-test, les résultats montrent que, pour la classe expérimentale, 70% des apprenants parviennent à bien conceptualiser le concept de saponification au travers de l'élaboration et de l'exécution d'un protocole de manipulation.

Cependant, 20% des apprenants parviennent de manière inachevée à conceptualiser le concept de saponification au travers de l'élaboration et de l'exécution d'un protocole de manipulation.

Par ailleurs, 10% des apprenants n'arrivent pas à conceptualiser le concept de saponification au travers de l'élaboration et de l'exécution d'un protocole de manipulation.

4-4- DISCUSSION DES RESULTATS

Cette section fait une analyse critique de la recherche réalisée. Elle compare les résultats obtenus avec les résultats d'autres recherches antérieures. Cela permet de valoriser la présente recherche en passant au crible les convergences et les divergences avec les théories courantes dont celles explicitées dans le cadre théorique.

D'après Develay cité par Tachou (2004, p.43), « *l'expérimentation est un processus qui commence par l'émission d'une hypothèse et finit par la réalisation d'une expérience et l'analyse de ses résultats* ».

4-4-1- Impact de l'étude analogique sur la formation et l'hydrolyse d'un ester sur les conceptions des apprenants

Les résultats du test sur le terrain font état de ce que 22 % des apprenants, grâce à l'étude analogique entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre, ont une parfaite conceptualisation du mécanisme réactionnel de l'hydrolyse d'un triester par une base forte. Les résultats indiquent aussi que 29 % des apprenants, grâce à l'étude analogique entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre, ont une conceptualisation approximative dans la compréhension du mécanisme réactionnel de l'hydrolyse d'un triester par une base forte.

Ces résultats s'alignent sur la première hypothèse spécifique dans ce sens que l'étude analogique sur la formation et l'hydrolyse d'un triester en milieu neutre a un impact considérable dans les conceptions des apprenants sur le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse d'un triester par une base forte. En se référant à la théorie de la transposition didactique qui est l'une de nos théories explicatives, l'analogie est la forme de transposition utilisée ici pour permettre une meilleure conceptualisation par les apprenants d'une hydrolyse en milieu fortement basique.

Dans cette hypothèse spécifique, 22% des apprenants ont pu conceptualiser le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse d'un triester par une base forte. À côté de cela, les travaux de Nguetcho et al. (2022) montrent que lorsqu'il fait appel à une meilleure circulation entre les niveaux de savoir, le nombre de réponses correctes liées à l'exemple d'une représentation symbolique augmente (de 50 % à 91%).

Cependant, 49 % des apprenants, au travers de l'étude analogique entre le mécanisme de formation d'un mono ester et celui de la formation d'un triester en milieu neutre, n'ont pas pu conceptualiser le mécanisme réactionnel de l'hydrolyse d'un triester par une base forte. En parcourant la littérature, il se dégage que l'absence d'expérimentation en classe persiste et pour certains chercheurs comme Coquidé (2003), cette absence d'expérimentation dans la plupart des cas s'explique par le manque de matériel et quand bien même l'on trouve du matériel, il

n'est que peu voire, pas utilisé. Dehon et Snauwaert (2015) pensent que pour l'apprentissage de l'équation d'une réaction par exemple, le passage brutal de la démonstration expérimentale à l'écriture de l'équation bilan qui est avantageux pour l'enseignant n'est pas sans conséquence pour l'élève car il ne prend pas en compte les constructions personnelles de l'élève et par conséquent met en avant le processus de mémorisation au détriment du processus de la déconstruction et la reconstruction des savoirs (Nguetcho et al., 2022).

4-4-2- Impact de l'exécution du protocole de manipulation sur les conceptions des apprenants

Les résultats du pré-test et du post-test sur le terrain font état de ce que dans le pré-test, les résultats montrent que pour la classe témoin :

- 40% des apprenants parviennent à bien conceptualiser la saponification au travers de l'exécution autonome d'un protocole de manipulation contre 70% des apprenants de classe expérimentale dans le post-test.
- 31% des apprenants parviennent de manière inachevée à conceptualiser le même concept au travers de l'exécution d'un protocole de manipulation contre 20% des apprenants de classe expérimentale dans le post-test.
- 29% des apprenants n'arrivent pas à conceptualiser la saponification au travers de l'exécution d'un protocole de manipulation contre 10% des apprenants de classe expérimentale dans le post-test.

Au vu de ce qui précède, nous constatons que la classe expérimentale a de meilleurs résultats que la classe témoin dans la conceptualisation au travers de l'exécution d'un protocole de manipulation. Ces résultats peuvent s'expliquer par le fait que le test de l'analogie sur la formation et l'hydrolyse d'un triester effectué par ces derniers a eu une incidence conséquente sur les conceptions des apprenants. Les effectifs des classes témoin et expérimentale étant égaux (59 apprenants), nous pouvons expliquer les taux de 31% pour la classe témoin contre 20% pour la classe expérimentale (soit une différence de 11%) dans une conceptualisation inachevée par une démarche où ces 11% se sont reconvertis dans la catégorie des apprenants de la classe expérimentale ayant un bon niveau de conceptualisation. Par ailleurs, pris dans la catégorie des apprenants n'ayant pas conceptualisé, les résultats présentent 29% dans la classe témoin contre 10% dans la classe expérimentale (soit une différence de 19%) et s'explique par une démarche où ces 19% se sont reconvertis dans la catégorie des apprenants de la classe expérimentale ayant un bon niveau de conceptualisation.

En se référant aux travaux de Vygotsky, la ZPD est un concept central exprimant la différence entre ce que l'enfant apprendra s'il est seul, et ce qu'il peut potentiellement apprendre s'il est aidé par des adultes ou collabore avec des pairs de niveau plus avancé. Similairement à cette étude, 22 % des apprenants travaillant de façon individuelle (test) contre 70% en groupe (post-test) ont pu s'approprier des connaissances et acquérir des compétences liées au concept de saponification. À côté de ceci, 29 % des apprenants travaillant de façon individuelle (test) contre 20% en groupe (post-test) ont pu s'approprier des connaissances et acquérir des compétences liées au concept de saponification mais de façon approximative. C'est ainsi que faisant corps avec la démarche expérimentale, l'activité expérimentale oblige à des innovations radicales, d'où sa fonction heuristique. (Chabot, 2008). Selon Kolb,(1984) « *L'apprentissage est le processus par lequel la connaissance est créée à travers la transformation de l'expérience* ». Cette affirmation de David Kolb nous conforte dans nos résultats.

Dans la suite des idées, Normand (2014) affirme que l'enfant retient 30% de ce qu'il voit et 90% de ce qu'il fait. Ce qui nous pousse à admettre que l'apprenant ne comprend mieux que lorsqu'il agit et participe à la construction de ses connaissances. Pour y parvenir, les apprentissages doivent être conduits via des méthodes actives, car celles-ci facilitent la mobilisation de leurs capacités d'abstraction et de concentration. Raison nécessitant que l'enseignement soit meublé essentiellement d'activités expérimentales. Dans le cas contraire, on enregistrerait non seulement l'échec, mais également, un refus de l'orientation des apprenants vers les filières scientifiques. Or à coté de cette affirmation de Normand, les résultats montrent que pour la classe expérimentale 29% au test et 10% au post-test des apprenants n'ont pas pu s'approprier des connaissances et acquérir des compétences liées au concept de saponification. Face à ces difficultés d'ordre pratique et méthodologique des apprenants, où ils ont du mal à opérer un transfert de connaissances allant de la manipulation en laboratoire où les compétences telles que la mesure précise des réactifs et la conduite de la réaction de saponification paraissent insuffisantes, jusqu'aux difficultés d'appliquer le concept théorique à une situation expérimentale concrète. Nous avons mis sur pied une approche didactique basée sur une méthode d'enseignement où des approches pédagogiques utilisées ont permis aux apprenants de surmonter leur difficulté d'apprentissage liée au concept de saponification. À cet effet, il s'est agi pour nous d'élaborer un protocole expérimental clair et détaillé sur les différentes étapes en laboratoire de la fabrication du savon ; cette séance pratique au laboratoire a permis aux apprenants de mieux appréhender les aspects macroscopiques (au travers leurs

observations) et microscopiques (au travers l'écriture de l'équation de saponification). Elle a aussi permis un travail en groupe pour encourager la collaboration et permettre aux apprenants de discuter et de résoudre ensemble à travers le conflit socio-cognitif, les difficultés rencontrés.

CONCLUSION GENERALE

Nous sommes arrivés au terme de ce travail qui portait sur le problème de la faible conceptualisation de la saponification par les apprenants en classe de terminale scientifique.

En effet, il nous a été donné de constater que le savoir ne consiste pas seulement en des mots dans un livre ou dans la tête d'une personne, il se crée à partir d'activités réelles dans une interaction sociale, située dans des contextes différents. La prise de conscience de la manière dont l'expérimentation peut construire le savoir permet de démystifier l'apprentissage, de valoriser différentes façons d'exprimer un savoir et de dynamiser la relation entre enseignant et apprenant. Elle permet d'accepter une plus grande variété dans les façons d'exprimer un savoir et de ne pas s'enfermer dans les jargons académiques et autres. C'est dans cette optique que nous nous sommes donnés pour objectif principal de montrer que l'expérimentation comme mode de transposition didactique est une bonne technique d'enseignement/apprentissage dans la construction du concept de saponification chez les élèves en classe de Terminales scientifiques. Ce travail de recherche était axé autour de l'hypothèse principale suivante : les pratiques expérimentales sur la saponification permettent aux apprenants de mieux construire, de s'approprier les connaissances et d'acquérir des compétences liées au concept de saponification. Il ressort que les apprenants ont du mal à comprendre le mécanisme de formation d'un triester et par conséquent l'hydrolyse de ce triester avec une base forte, conduisant à la formation d'un sel d'acide gras (mauvaise écriture de l'équation de saponification). À côté de cela, la mauvaise utilisation de la démarche expérimentale par certains enseignants influence la non conceptualisation de la saponification par les apprenants. La majorité des apprenants a du mal à identifier certaines verreries ou encore moins à connaître le rôle de chacune d'elles et à quel moment l'utiliser lors de la manipulation.

Généralement, la classe expérimentale surpasse la classe témoin au niveau des résultats scientifiques. Cela est confirmé par des recherches montrant que les résultats des classes expérimentales sont supérieurs à ceux de la classe témoin. L'approche expérimentale à travers nos deux hypothèses améliore la compréhension et les performances académiques, ce qui est en fait une méthode plus efficace pour l'apprentissage scientifique en général, et la construction du concept de saponification en particulier. Nous pouvons faire ce constat au niveau des indicateurs de performance de la classe expérimentale qui sont meilleurs que ceux de la classe témoin avec des taux de conceptualisation qui vont de 40% (classe témoin) à 70% (classe

expérimentale), avec une motivation en laboratoire plus observable chez les apprenants de la classe expérimentale.

En outre, pour faire face à cet obstacle qui est d'ordre didactique bon nombre de chercheurs à l'instar de Freeman et al. (2014) pensent que le recours à des méthodes de pédagogie active encore appelées méthodes à fort degré d'activation pédagogique, impliquant cognitivement les apprenants et les rendant proactifs apparaît comme intéressant pour favoriser l'apprentissage (Piard & Moyon, 2024). Les TP font partie intégrante de ces méthodes qui engagent l'apprenant dans des tâches complexes et authentiques avec pour cible première la réalisation d'un produit final facilitant ainsi l'acquisition de connaissances et le développement de compétences transférables. Par ailleurs, nous avons relevé les obstacles à la construction de ce concept. Bien qu'impactant positivement sur la construction du concept par les apprenants (22% de bonnes réponses), la première hypothèse aurait pu avoir de bien meilleurs résultats si nous l'associons à une meilleure circulation entre les niveaux de savoir où une étude antérieure a obtenu un résultat évoluant entre 50% pour la classe témoin, et 91% pour la classe expérimentale. Nous avons également relevé dans les raisonnements des apprenants des éléments susceptibles de s'ériger en obstacles lorsqu'il s'agira d'aborder les concepts de réactif limitant et de proportion stœchiométrique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



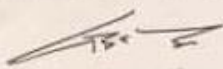
- Astolfi, J.P. et Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentale. *In Aster*, 1993 (16), 103-141.
- Astolfi, J.P.(dir) et al. (2008). Pratiques de formation en didactique des sciences. (2), Bruxelles : De Boeck Université, 11-269.
- Ateba, J. A. (2023). *Difficultés des élèves dans l' apprentissage du concept de réaction chimique limitée au secondaire camerounais . Contribution à une épistémologie appliquée à la construction curriculaire .* (Issue October). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26695.06561>
- Awomo Ateba, J., & Ayina-Bouni, J.-P. (2019). 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 compétence. *Syllabus Review*, 8(2), 149–150.
- Bautier, E. (2006). Le rôle des pratiques des maitres dans les difficultés scolaires des élèves. *Recherche et Formation*, 51, 105-118.
- Britt-Mari BARTH et De Ketele, J.M. (2002). Le savoir en construction. (9-195). Paris.
- Chabot, H. (2008). L'expérimentation scientifique: un point de vue épistémologique et historique. *Les Cahiers Du Musée Des Confluences- l'expérimentation.*, 9–19.
- Chevallard, Y. (1991). La transposition didactique. *La pensée sauvage*, (1-4).
- Clivaz, L., Duperret, J., Lescuyer, H., & Vassant, M. (2015, Février 25). Dépasser les obstacles en situation d'apprentissage: Projet d'un dispositif de formation continue pour formateurs en formation professionnelle. *Formation et pratiques d'enseignement en questions*(18), pp. 101-123.
- Coquidé, M. (2003). Face à l'expérimental scolaire. In J. P. Astolfi (Dir.), *Éducation, formation : Nouvelles questions, nouveaux métiers* (pp. 153-180). ESF.
- Dehon, J., & Snauwaert, P. (2015). L'équation de réaction : Une équation à plusieurs inconnues – Étude de productions d'élèves de 16-17 ans (grade 11) en Belgique francophone. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 12, 209- 235.
- Doise, W. et Mugny, G. (1981). Le Développement Social de l'intelligence. *InterEditions, Paris*, 1-6.

- Dumas-Carré, A., et Weil-Barais, A. (Dir), (1998). *Tutelle et médiation dans l'enseignement scientifique*.
- Giordan, A., & Roméro, R. (2018). *Enseigner la "méthode expérimentale" ?* 9–29.
- Johsua, S et Dupin, JJ. (1999, Février). Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques. *La transposition didactique*, (2), 193-247. France : Imprimerie des Presses Universitaires.
- Kane, S. (2011). Les pratiques expérimentales au lycée- Regards croisés des enseignants et de leurs élèves. *Radisma*, 1–26.
- Kermen, I. (2018). Comment le caractère dual, macroscopique-microscopique, de la chimie s'incarne-t-il dans son enseignement? Reflexions autour des modèles et du langage. *Bulletin de l'Union des Professeurs de Physique et de Chimie*, 95-108.
- Kolb, D. (1984). Apprentissage expérientiel. *Presse de l'université Téléuq*, 1–8.
- Larcher, C., et al. (Juillet- Août-Septembre 2000). Modélisation de la matière en cycle central du collège : Construction de modèles par la production et la discussion de dessins, en référence à des observations communes. *Bulletin de l'union des physiciens*, 94(826), 1341-1366.
- Larcher, C., et al. (1994). D'une représentation à une autre pour modéliser la matière dans ses différents états, *ASTER*, 18, 119-140.
- Legendre, R. (2005). Dictionnaire actuel de l'éducation (3^e édition). Guérin.
- Naud, S., Sander, E., & Benetos, K. (2023). Usage pédagogique des analogies dans l'enseignement supérieur. *Revue Internationale de Pédagogie de l'enseignement Supérieur*, 39(July), 0–22. <https://doi.org/10.4000/ripes.4866>
- Nguetcho, E., Molvinger-verger, K., & Nkeck Bidias, renée S. (2022). Une contribution pour une meilleure circulation entre les niveaux de savoir via un TP portant sur la saponification. *Mediterranean Journal of Education*, 1(2), 158–169.
- Nkeck Bidias, R.S. (2021, Novembre). Cours DID 515 : Analyses des pratiques didactiques.
- Oswaldo, C. Nada Matta. Ermine, J.L. (2010, 7 Avril). De l'appropriation des connaissances vers l'acquisition des compétences. *2^{ème} colloque C2EI : Modélisation et pilotage des systèmes de connaissances et compétences dans les Entreprises Industrielles*. Nancy-France, (1-8).


- Piard, J., & Moyon, M. (2024). Former à la démarche scientifique grâce à la pédagogie active et la formation par la recherche : cas d ' une Unité d ' Enseignement de chimie. *Didactique*, 5(2), 151–205.
- Potvin, P. et al. (2020). Qu'est-ce-que la didactique : thématique du premier numéro de la revue *Didactique*. *Didactique*, 1(1), 4 -11.
- Rebstein Mutti, J. et Reginelli, A. (2012). *De l'importance de la pratique expérimentale dans l'enseignement des sciences* (Mémoire professionnel, Haute école Pédagogique). www.help.ch
- Reverdy, C. (2017, Juin). L'accompagnement à l'école : Dispositifs et réussite des élèves. *Dossier de veille de l'IFE*, 119, 2-27.
- Richoux. H. et Beaufils.D. (2005). Conception de travaux pratiques par les enseignants : Analyse de quelques exemples de physique en termes de transposition didactique. *Didaskalia*, 27, 14-15.
- Villar, J.G(dir) et al. (1995). Chimie Ts. *Collection Galileo*, (205-221).
- Vygotski, L.S. (1985). *Pensée et langage*. Messidor Editions Sociales, Paris.

ANNEXES

Annexe 1 : Attestation De Recherche

<p>RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN Paix – Travail – Patrie UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I</p> <p>CENTRE DE RECHERCHE ET DE FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES HUMAINES, SOCIALES ET ÉDUCATIVES</p>		<p>REPUBLIC OF CAMEROON Peace – Work – Fatherland THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I</p> <p>POST GRADUATE SCHOOL FOR THE SOCIAL AND EDUCATIONAL SCIENCES</p>
<p>B. P. : 755 Yaoundé Email : crfd.shse@univ-yaounde1.cm Siège : Face Bibliothèque Centrale de l'UYI</p>		<p>Yaoundé, le 27 FEV 2024</p>
<h3><u>ATTESTATION DE RECHERCHE</u></h3>		
<p>Je soussigné, Professeur TSALA TSALA Jacques Philippe, Coordonnateur du Centre de Recherche et de Formation Doctorale en Sciences Humaines, Sociales et Éducatives de l'Université de Yaoundé I.</p> <p>Atteste que Monsieur NDZIE Donald Sylvain, Matricule : 20V3708 est inscrit en cycle de Master au Centre de Recherche et de Formation Doctorale en Sciences Humaines, Sociales et Éducatives de l'Université de Yaoundé I. Il effectue des travaux de recherche sur le thème : « <i>Enseignement/Apprentissage de la chimie : construction du concept de saponification en classe de terminale scientifique du lycée de Nkol-Eton par l'expérimentation comme mode de transposition didactique</i> ». Lesdits travaux sont encadrés par Monsieur NTEDE NGA, Professeur titulaire à l'Université de Yaoundé I et Monsieur AYINA BOUNI, Maître de Conférences à l'Université de Yaoundé I.</p> <p>Je vous saurai gré de bien vouloir le recevoir et mettre à sa disposition toutes les informations susceptibles de l'aider dans son travail.</p> <p>En foi de quoi, cette attestation de recherche lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.</p>		
<p>Le Coordonnateur du Centre de Recherche et de Formation Doctorale en Sciences Humaines, Sociales et Éducatives</p>		
		 <p>Jacques Philippe TSALA Professeur Titulaire</p>

Annexe 2 : autorisation de stage

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN Paix – Travail – Patrie UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I ----- CENTRE DE RECHERCHE ET DE FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES HUMAINES, SOCIALES ET ÉDUCATIVES -----		REPUBLIC OF CAMEROON Peace – Work – Fatherland THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I ----- POST GRADUATE SCHOOL FOR THE SOCIAL AND EDUCATIONAL SCIENCES -----
B. P. : 755 Yaoundé Email : crfd.shse@univ-yaounde1.cm Siège : Face Bibliothèque Centrale de l'UYI		
Réf. 24.0352 /UYI/CRFD_SHSE/TTJP		Yaoundé, le 27 FEV 2024

AUTORISATION DE STAGE


Je soussigné, Professeur TSALA TSALA Jacques Philippe, Coordonnateur du Centre de Recherche et de Formation Doctorale en Sciences Humaines, Sociales et Éducatives de l'Université de Yaoundé I.

Atteste que Monsieur NDZIE Donald Sylvain, Matricule : 20V3708 est inscrit en cycle de Master au Centre de Recherche et de Formation Doctorale en Sciences Humaines, Sociales et Éducatives de l'Université de Yaoundé I. Il effectue et doit effectuer un stage académique en vue de la préparation de son diplôme de Master. Il travaille sur le thème : « *Enseignement/Apprentissage de la chimie : construction du concept de saponification en classe de terminale scientifique du lycée de Nkol-Eton par l'expérimentation comme mode de transposition didactique* ». Lesdits travaux sont encadrés par Monsieur NTEDE NGA, Professeur titulaire à l'Université de Yaoundé I et Monsieur AYINA BOUNI, Maître de Conférences à l'Université de Yaoundé I.

Je vous saurai gré de bien vouloir le recevoir pour le stage et mettre à sa disposition toutes les informations susceptibles de l'aider dans son travail.

En foi de quoi, cette autorisation de stage lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.

Le Coordonnateur du Centre de Recherche
 et de Formation Doctorale en Sciences
 Humaines, Sociales et Éducatives



Jacques Philippe TSALA TSALA
 Professeur Titulaire

Annexe 3 : Images de TP

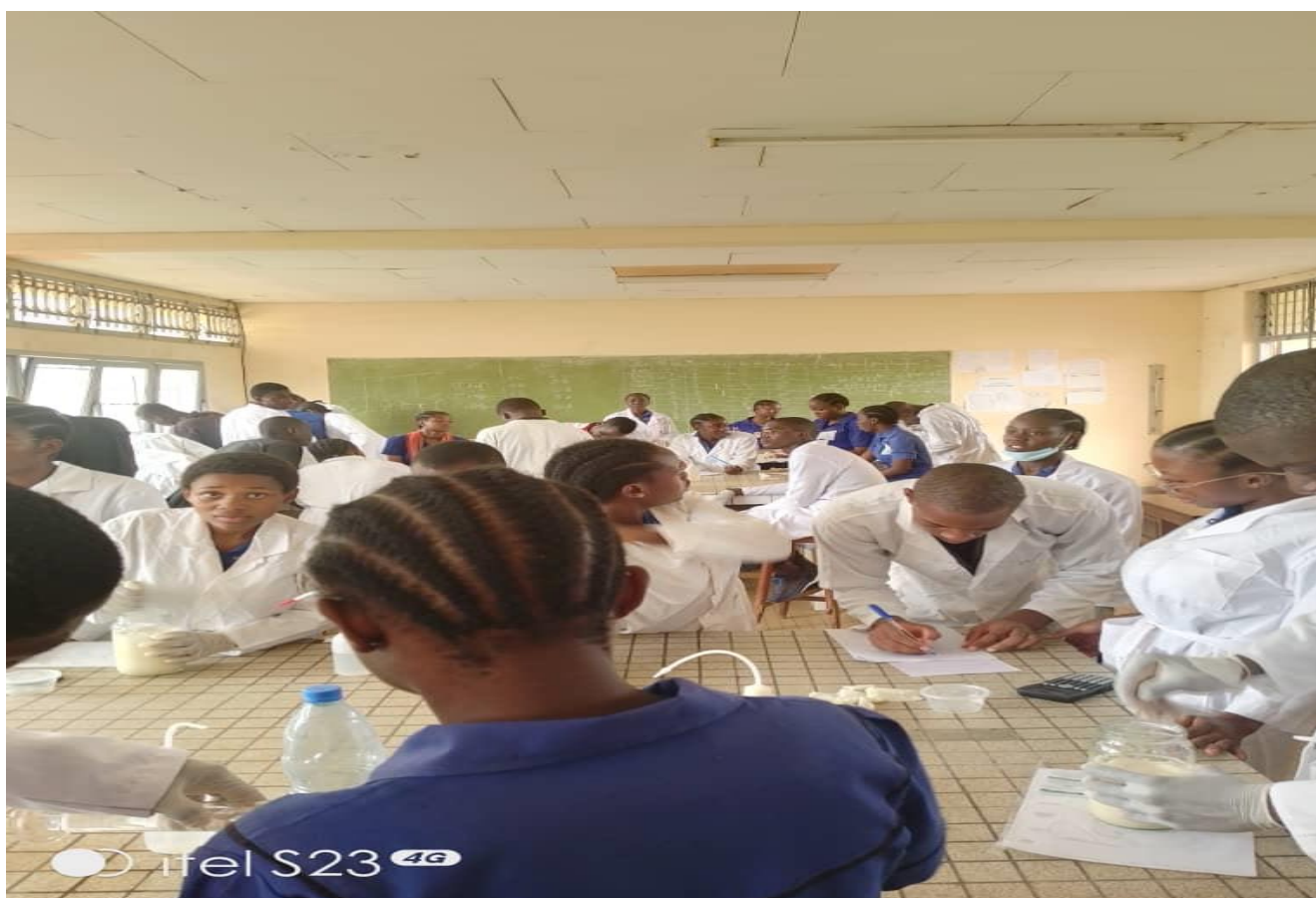




TABLE DE MATIERES

DÉDICACE	i
SOMMAIRE	ii
REMERCIEMENTS	iii
LISTE DES ACRONYMES	iv
LISTE DES SIGLES	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES FIGURES	vii
RESUME	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCTION GENERALE	1
PARTIE I : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE	3
CHAPITRE I : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET INSERTION THEORIQUE	4
1.1 REVUE DE LA LITTÉRATURE	4
1-1-1- Les travaux de Naud et al. (2023).....	7
1-1-2- Les travaux de Awomo Ateba (2023).....	11
1.2 ETUDE HISTORIQUE ET EPISTEMOLOGIQUE	15
1-2-1- Statut épistémologique de la saponification.....	15
1-2-2- Statut épistémologique de l'expérimentation.....	16
1-3- DEFINITION DES CONCEPTS	18
1-3-1- Enseignement et apprentissage.....	18
1-3-2- Saponification.....	19
1-3-3- Didactique.....	19
1-3-4- Transposition didactique.....	20
1-3-5- Expérimentation.....	20
1-3-6- Analogie.....	21
1-4- THEORIES EXPLICATIVES DE L'ETUDE	22
1-4-1- Théorie de la transposition didactique.....	22
1-4-1-1- Définition.....	23
1-4-1-2- Caractéristiques d'une transposition didactique.....	23
1-4-2- Théories expérientielles.....	24
1-4-2-1- Définition.....	24
1-4-2-2-Description des quatre processus d'apprentissage selon KOLB.....	25
1-4-3- Le socio-constructivisme.....	28
1-4-3-1- Définition.....	29

1-4-3-2- Caractéristiques du socio-constructivisme.....	29
1-5- DEFINITION DES VARIABLES	33
1-5-1- Variable dépendante.....	33
1-5-2- Variable indépendante	33
CHAPITRE II : PROBLEMATIQUE	34
2-1- CONTEXTE ET JUSTIFICATION	34
2-2- FORMULATION DU PROBLEME DE RECHERCHE.....	36
2-2-1- Constats.....	36
2-2-2- Problème de recherche	37
2-3- QUESTIONS DE RECHERCHE.....	37
2-3-1- Question principale	38
2-3-2- Questions secondaires	38
2-4- HYPOTHÈSES DE RECHERCHE	38
2-4-1- Hypothèse principale	39
2-4-2- Hypothèses secondaires	39
2-5- OBJECTIFS DE RECHERCHE.....	39
2-5-1- Objectif général.....	39
2-5-2- Objectifs spécifiques	39
2-6- TABLEAU SYNOPTIQUE.....	40
PARTIE II : CADRE METHODOLOGIQUE.....	43
CHAPITRE III : METHODOLOGIE ET EXPERIMENTATION DE L'ETUDE	44
3-1- LE TYPE DE RECHERCHE ET DE METHODOLOGIE	44
3-2- DEFINITION DE LA POPULATION DE L'ETUDE	44
3-3- DÉFINITION DE L'ÉCHANTILLON.....	44
3-4- INTERETS DE L'ETUDE	45
3-5- DELIMITATION DE L'ETUDE	46
3-5-1- Délimitation spatiale	46
3-5-2- Délimitation temporelle	46
3-5-3- Délimitation thématique.....	46
3-6- TECHNIQUES ET OUTILS DE COLLECTE DES DONNEES.....	46
3-6-1- Techniques de collecte des données.....	47
3-6-2- Outils de collecte des données	49
3-7- TECHNIQUES ET OUTILS D'ANALYSE DES DONNEES	57
3-7-1- Techniques d'analyse des données	57
3-7-2- Outils d'analyse des données	57

3-7-3- Analyse à priori du questionnaire	57
3-7-3-1- Construction du concept de saponification : analogie sur la formation et l'hydrolyse d'un monoester et d'un triester	58
3-7-3-2- Les étapes de la synthèse du savon au laboratoire	61
CHAPITRE IV : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS	66
4-1- RESULTATS DU PRE-TEST	66
4-2- RESULTATS DU TEST	67
4-3- RESULTATS DU POST-TEST	69
4-4- DISCUSSION DES RESULTATS.....	70
4-4-1- Impact de l'étude analogique sur la formation et l'hydrolyse d'un ester sur les conceptions des apprenants	71
4-4-2- Impact de l'exécution du protocole de manipulation sur les conceptions des apprenants	72
CONCLUSION GENERALE	75
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	77
ANNEXES.....	80
Annexe 1 : Attestation De Recherche.....	81
Annexe 2 : autorisation de stage.....	82
Annexe 3 : Images de TP.....	83
TABLE DE MATIERES	84