

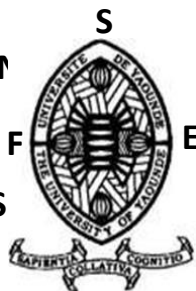
UNIVERSITÉ DE YAOUNDE I

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION

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

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

DÉPARTEMENT DE DIDACTIQUE DES
DISCIPLINES



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

FACULTY OF EDUCATION

POST COORDINATE SCHOOL FOR
SOCIAL AND EDUCATIONAL
SCIENCES

DOCTORAL UNIT OF RESEARCH
AND TRAINING IN SCIENCES OF
EDUCATION AND EDUCATIONAL
INGENEERING

DEPARTMENT OF DIDACTICS

**CONSTRUCTION DU CONCEPT DE REACTION CHIMIQUE
PAR LA DEMARCHE D'INVESTIGATION EN CLASSE DE
QUATRIEME DE L'ENSEIGNEMENT GENERAL AU
CAMEROUN.**

*Mémoire rédigé et présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences de
l'éducation.*

SPÉCIALITÉ : Didactique de Chimie

Par

GANSOP MANGUE Eliane

Titulaire d'une licence en chimie

Matricule : 19Y3018

Sous la codirection de

LENTA NDJAKOU Bruno

et

AYINA BOUNI

Professeur

Université de Yaoundé 1

Maître de Conférences

Université de Yaoundé 1



SEPTEMBRE 2024

SOMMAIRE

SOMMAIRE	i
DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES GRAPHIQUES	vii
LISTE DES ABREVIATIONS	viii
LISTES DES ANNEXES	ix
RÉSUMÉ.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE.....	4
1-1- Contexte de l'étude	4
1-2- Problème de recherche	5
1-3- Question de recherche	16
1-4- Hypothèse de recherche.....	17
1-5- Objectif de recherche.....	17
1-6- Intérêt de la recherche.....	17
1-7- Délimitation de la recherche	18
CHAPITRE 2 : ETUDE CONCEPTUELLE	19
2-1- Etude historique et épistémologique du concept de réaction chimique.....	19
2-2- La revue de la littérature	23
2-3-1- Enseignement	30
2-3-2- Apprentissage.....	32
2-4-Theorie explicative	33
CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	37
3-1- Type de recherche	37

3-2-	Approche méthodologique	37
3-3-	Echantillon.....	38
3-4-	Collecte des données	39
3-4-1-	instrument de collecte de données	39
3-4-2-	Méthode de collecte de données.....	40
3-5-	Analyse à priori du questionnaire	41
3-6-	Phase expérimentale	48
3-6-1-	Matériels didactiques	48
3-6-2-	description de la séquence d'enseignement (test)	49
3-6-3-	Fiche de préparation de la leçon	52
CHAPITRE 4 : PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS		57
4-2-	Analyse et interprétation des résultats.....	63
4-3-	Vérification et validation de l'hypothèse.....	76
4-4-	Discussion.....	78
4-5-	Suggestions.....	79
CONCLUSION GENERALE		80
BIBLIOGRAPHIE		81
TABLE DES MATIERES		84
ANNEXES.....		XI

DEDICACE

À

la famille GANSOP,

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit de :

LENTA NDJAKOU Bruno et AYINA BOUNI pour leur encadrement très constructif au Laboratoire de Recherche Interdisciplinaire en Didactique (LARIDI) ;

NKECK BIDIAS Renée Solange, Chef de Département de Didactique des Disciplines, pour son accompagnement méthodologique et ses multiples conseils pour mener à bien ce travail ;

BELA Cyrille Bienvenu, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Education de l'Université de Yaoundé I, de nous avoir autorisé à mener cette recherche ;

WEYENGFA Géraldine, Proviseur du Lycée Bilingue d'Application, qui a autorisé cette expérimentation dans son établissement.

J'exprime ma gratitude à mes aînés académiques: AWOMO ATEBA Jérémie, MOULIOM NDAM Emmanuel, Halidou et AMBOMO Nicole, à tous mes camarades et à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

LISTE DES FIGURES

Figure 1: question de Meheut sur la combustion des combustibles solides au enfants de 11 ans. (Meheut, 1989).....	7
Figure 2: deuxième question de Meheut sur la combustion des combustibles solides en rapport à la conservation de masse des réactifs et des produits au enfants de 11 ans. (Meheut, 1989) .	8
Figure 3: troisième question de Meheut sur la combustion des combustibles solides en rapport à la conservation de masse des réactifs et des produits au enfants de 11 ans. (Meheut, 1989) .	9
Figure 4: le changement des qualités des éléments (Dumon A. , 2022)	20
Figure 5: (Dumon A. , 2019).....	21
Figure 6: modélisation de la réaction chimique	27
FIGURE 8: DISTINCTION ENTRE DEUX MONDES, FONDÉE SUR LA MODÉLISATION EN PHYSIQUE (TIBERGHIE ET VINCE, 2005)	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: les résultats du dépouillement des questionnaires du pré-test (groupe témoin).....	57
Tableau 2: récapitulatif des résultats du pré-test.....	58
Tableau 3: les résultats du dépouillement des questionnaires du post-test (groupe expérimental).....	59
Tableau 4: récapitulatif des résultats du pré-test.....	61
Tableau 5: récapitulatif des résultats du pré-test et de post-test.....	62
Tableau 6: pourcentage moyen des réponses justes pour les deux groupes.....	77

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1: données du pré-test (groupe témoin)	59
Graphique 2: données du post-test (groupe expérimental).....	61
Graphique 3: récapitulatif des résultats de groupe témoin de groupe expérimental	63
Graphique 4: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°1..	64
Graphique 5: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°2..	65
Graphique 6: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°3..	66
Graphique 7: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°4..	67
Graphique 8: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°5..	68
Graphique 9: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°6..	69
Graphique 10: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°7.	70
Graphique 11: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°8.	71
Graphique 12: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°9.	72
Graphique 13: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°10.	73
Graphique 14: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°11.	73
Graphique 15: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°12.	74
Graphique 16: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°13.	75
Graphique 17: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°14.	76
Graphique 18: comparaison des réponses justes du groupe témoin et groupe expérimental.	77
graphique 19: pourcentage moyen des réponses justes du groupe témoin et du groupe expérimental.....	78

LISTE DES ABREVIATIONS

APC : Approche Par les Compétences

APO : Approche Par Objectif.

DID : Didactique des Disciplines.

DI : Démarche d'Investigation

FSE : Faculté des Sciences de l'Education.

KVP : Knowledge Value Pratical

MINESEC : Ministère des Enseignements Secondaires

NE : Nombres des Elèves

PCT : Physique Chimie Technologie

QCM : Question à Choix Multiples

LARIDI : Laboratoire de Recherche Interdisciplinaire

ZPD : Zone Proximale de Développement.

LISTES DES ANNEXES

Annexe n°1: Autorisation de recherche

Annexe n°2 : quelques extraits du livre programmes de Physique-Chimie-Technologie des classes 4^{ème} et 3^{ème}

Annexe n°3 : un exemplaire de questionnaire rempli par un élève du groupe 1 (G1)

Annexe n°4 : un exemplaire de questionnaire rempli par un élève du groupe 2 (G2)

RÉSUMÉ

Cette étude est menée sur l'enseignement de réaction chimique comme concept en classe de quatrième de l'enseignement général au Cameroun. Elle vise à montrer la pertinence d'introduire le concept de réaction chimique dans cette classe au moyen des transformations impliquant les acides et les bases simples. L'approche pédagogique adoptée consiste à faire suivre aux apprenants une séquence d'enseignement par la démarche d'investigation, en mettant en œuvre des transformations liées aux substances acides et basiques rencontrées dans la vie quotidienne. L'étude a été menée auprès de 44 apprenants du Lycée Bilingue d'Application de Yaoundé, répartis équitablement en groupe témoin (groupe ayant reçu les enseignements sur la réaction chimique au moyen de la combustion avec expérimentation comme mode de transposition didactique) et groupe expérimental (groupe ayant participé à la séquence d'enseignement-apprentissage expérimental qui, au moyen des transformations impliquant les acides et bases, utilise la démarche d'investigation comme mode de transposition didactique). Les résultats de cette étude font état de ce que le groupe expérimental a obtenu un pourcentage de réponses justes de 58,52%, supérieur aux 38,07% du groupe témoin. Cette comparaison suggère que l'approche introduisant le concept de réaction chimique chez les apprenants par les transformations impliquant les acides et les bases est plus efficace que celle basée sur la combustion. De plus, l'étude souligne que l'enseignement des réactions de combustion est une source d'obstacles pour les élèves, notamment en raison de la visibilité des réactifs. Cette étude suggère la démarche d'investigation pour enseigner la réaction chimique aux apprenants de ce niveau d'étude.

Mots clés : enseignement du concept de réaction chimique, démarche d'investigation, didactique de chimie.

ABSTRACT

This research study focuses on teaching the concept of chemical reaction in Quatrième (4ème) of general secondary in Cameroon. It aims to demonstrate the relevance of introducing the concept of chemical reactions in this grade through the use of acids and bases as simple examples.

The pedagogical approach adopted involves guiding students through a teaching sequence using an investigative approach, implementing transformations related to acidic and basic substances encountered in daily life. The study was carried out with 44 students from the Government Bilingual Practising High School in Yaoundé, evenly divided into a control group (group that received teaching on chemical reactions through combustion with experimentation as didactic mode of transposition) and an experimental group (group that participated in the experimental teaching-learning sequence that, uses the investigative approach as a mode of transposition). The results show that the experimental group achieved a percentage of correct answers of 58.52%, higher than the 38.07% of the control group. This comparison suggests that introducing the concept of chemical reaction to students through transformations involving acids and bases is more effective than a combustion-based approach. In addition, the study highlights that teaching combustion reactions is a source of obstacles for students, particularly due to the visibility of the reactants. This study suggest the investigative approach for teaching chemical reactions to learners at this level of study.

Keywords: teaching the concept of chemical reaction, investigative approach, Chemistry teaching.

INTRODUCTION GENERALE

La chimie est une science qui étudie la matière et ses transformations. En tant que discipline, elle regorge une multitude de concepts dont l'enseignement-apprentissage suscite, du fait de leur complexité, des débats en didactique. Comme concepts de la chimie, nous pouvons citer entre autres l'atome, l'ion, la mole, réaction chimique, coefficient stœchiométrique et l'oxydation. Cette complexité est due à leur dimension abstraite ou de non-objet. Les chimistes, pour rendre compte des phénomènes qui s'opèrent au cours d'une transformation chimique ou de la composition (y compris les dispositions des éléments constitutifs) de la matière ou d'un corps, ont d'une manière conventionnelle et universelle mis sur pied un langage ou/et une écriture chimique sous forme des signes, des symboles ou des modèles représentatifs. L'enseignement-apprentissage de la chimie implique également la manipulation de ce langage ou/et cette écriture. Cette écriture permet non seulement de donner une représentation de l'abstrait mais aussi d'expliquer les phénomènes qui ont lieu au cours d'un procédé chimique.

Au Cameroun, la chimie est enseignée dès le bas âge à l'école primaire en tant que sciences expérimentales et se consolide en tant que discipline à part entière dans l'enseignement secondaire. En classe de quatrième, la chimie est abordée dans deux modules à savoir : « la matière : ses propriétés et ses transformations » et « la chimie et la protection de l'environnement ». Lors des enseignements-apprentissages, les élèves éprouvent des difficultés à s'approprier certains concepts parmi lesquels la réaction chimique.

Le concept de réaction chimique est fondamental en chimie ; il fait l'objet d'étude depuis la moitié du XVII^e par les chimistes du fait d'innombrables profits qui en découlent. Compte tenu de son importance pour la compréhension des différents aspects de la discipline, ce concept fait l'objet de plusieurs études en didactique de chimie notamment les travaux de Dumon et Laugier en 2004, de Larcher et al en 1994, etc. Ces travaux de recherches menées ont permis d'identifier les difficultés que rencontrent les élèves à se représenter la plupart des concepts chimiques.

Ce travail qui marque la fin d'étude en cycle de master à la Faculté des Sciences de l'Education de l'Université de Yaoundé I s'intéresse à l'enseignement-apprentissage du concept de réaction chimique à travers la réaction de combustion de la bougie en cette classe de quatrième de l'enseignement général au Cameroun. Elle vise à identifier une approche par laquelle il serait mieux d'introduire le concept de réaction chimique aux élèves de classe de quatrième de l'enseignement général au Cameroun dont l'âge est compris entre 13 et 15 ans.

Ce mémoire est subdivisé en deux parties dont une première sur le cadre théorique de l'étude (elle comprend la problématique de l'étude et le cadre conceptuel) et une deuxième partie sur le cadre méthodologique de l'étude (elle comprend la méthodologie et l'analyse des résultats. Précisément, ce document qui résume l'essentiel de nos travaux de recherche comporte quatre chapitres :

- **chapitre 1** : la problématique de la recherche (le contexte, le problème, les questions de recherche, les hypothèses)
- **chapitre 2** : l'étude conceptuelle (la revue de littérature sur les notions centrales à cette étude, leur étude historique et épistémologique et l'insertion théorique).
- **Chapitre 3** : la méthodologie de l'étude (type de recherche, l'échantillonnage, l'outil et la méthode de recueil de données)
- **chapitre 4** : les résultats obtenus et leur analyse.

Le tout soutenu par les références bibliographiques qui donnent la liste des documents exploités.

PARTIE 1 : CADRE THEORIQUE DE L'ETUDE

CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE

Dans ce chapitre, l'on retrouve le contexte institutionnel dans lequel l'étude est réalisée, le problème que l'étude tente de résoudre, la question de recherche, l'hypothèse que l'étude vise à confirmer ou infirmer, l'objectif à atteindre, l'intérêt et la délimitation de la recherche.

1-1- Contexte de l'étude

La problématique de l'enseignement-apprentissage des sciences a fait l'objet de nombreux débats depuis plusieurs décennies (De Boer, 1991). Que doit-on enseigner? Dans quel but doit-on l'enseigner? À quel niveau et comment l'enseigner? Ce sont là des questions récurrentes auxquelles les chercheurs ont tenté d'apporter diverses réponses, en se basant notamment sur des données ou théories épistémologiques, psychologiques, didactiques et sociologiques.

À lire l'arrêté n° 419 /MINSEC/IGE DU 09 DECEMBRE 2014 portant définition des programmes d'études des classes de 4^{ème} et 3^{ème} de l'Enseignement Secondaire Général, le programme de Physique-Chimie-Technologie permet à l'enseignant de mieux jouer son rôle de facilitateur auprès de l'apprenant qui est amené de plus en plus à mieux utiliser et capitaliser les acquis construits en classe. Il a pour but principal de permettre à l'apprenant de développer des compétences lui permettant entre autres de communiquer sur des phénomènes scientifiques de son environnement ; comprendre et d'expliquer des phénomènes naturels ; résoudre les problèmes que ces derniers posent dans ses domaines de vie ; mettre en œuvre des processus d'acquisition des connaissances ; d'implémenter la démarche scientifique et la démarche technologique.

Pour arriver à communiquer sur un phénomène scientifique, l'apprenant, suivant une démarche scientifique doit prendre connaissance du phénomène et être capable de lui donner une explication scientifique. Il incombe donc de connaître comment faire prendre connaissance par un apprenant d'un phénomène retenu pour étude. C'est sur cette ligne que s'investit ce travail de recherche sur le phénomène de réaction chimique.

Le système éducatif camerounais actuel est marqué par l'adoption de l'Approche Par les Compétences comme mode de transposition principal et l'implication de l'enseignement par la technologie de l'Information et de la communication. Pour le premier, l'objectif est de renforcer l'action pédagogicodidactique comme on peut comprendre des travaux de (Kenne, 2009) en ce terme « Perrenoud(2008), De Ketele (2000), Roegiers (2004) et Jonnaert (2002)

démontrent que l'approche par les compétences a des enjeux importants pour les apprentissages. Bref, ces auteurs ressortent les enjeux didactique de la mise en place de l'approche par les compétences. » et pour second, l'objectif est d'optimiser les pratiques de l'enseignant comme le prétendent Bracewell et Ali (1996) cité par (Mboulou, 2019, p. 43) en ce terme « Dans un rapport Canadien publié en 1996, Bracewell & Ali (1996) affirment que les TIC peuvent servir aux enseignants soit à faire mieux ce qu'ils font déjà, soit à faire des choses différentes. » Ces dispositifs instrumentaux qui entrent en vigueur respectivement pour la classe de 4^{ème} en 2014 suivant l'arrêté n° 419/14/MINSEC/IGE du 09 décembre 2014 portant révision d'étude des classes de 4^{ème} et de 3^{ème} et en 1998 par la loi n° 98/004 du 4 avril 1998 d'orientation de l'éducation au Cameroun, qui stipule dans l'article 25 que « l'enseignement dans les établissements scolaires prend en compte l'évolution des sciences et des technologies et, dans ses contenus et ses méthodes, est adapté aux évolutions économiques, scientifiques, technologiques, sociales et culturelles du pays et de l'environnement international ». Cette loi qui instaure la TIC dans le système éducatif camerounais était mise en application comme révèle les travaux de (Kenne, 2009) par l'inauguration par le Président de la République en 2001 du premier centre multimédia au lycée général Leclerc, la signature du décret présidentiel No 2002/004 du 04 janvier 2002 et l'arrêté no 65C/88/MINEDUC/CAB du 18 février 2001 du ministre de l'Éducation.

Malgré ces dispositif instrumentaux visant à favoriser l'enseignement-apprentissage, les apprenants font toujours montre de nombreuses difficultés qui interpellent les chercheurs en sciences de l'éducation en général et en didactiques des disciplines en particulier. C'est en réponse à cette interpellation que ce travail de recherche est réalisé sur le concept de réaction chimique en classe de 4^{ème} où l'âge des élèves est situé entre 13 à 15 ans.

1-2- Problème de recherche

Bien qu'on parle déjà de la chimie (d'une manière implicite) depuis les classes de 6^{ème} et 5^{ème}, c'est en classe de 4^{ème} que les concepts propres à la chimie commencent à être abordés. Dans cette classe, deux leçons touchent des concepts et du langage de la chimie à savoir la leçon intitulée « notion de réaction chimique » et celle intitulée « notion d'élément chimique ». Pour la première leçon, il est attendu des élèves d'être capables à la suite des enseignement-apprentissages de :

- Définir réaction chimique, réactif, produit, réaction exothermique, etc.

- Réaliser des modèles moléculaires pour les réactifs et les produits des combustions du carbone, butane, méthane (aspect qualitatif et aspect quantitatif);
- Réaliser, décrire et schématiser la combustion d'une bougie, du butane et du méthane dans l'air ;
- Écrire les équations littérales de réaction pour les combustions du carbone, butane et méthane ;
- Faire les tests pour l'identification du dioxyde de carbone et du dioxyde de soufre.

Pour la deuxième leçon, il est attendu des élèves à la suite des enseignements-apprentissages d'être capable de :

- Différencier un corps pur simple d'un corps pur composé ;
- Représenter les 20 premiers éléments par leurs symboles.

Pour acquérir ces compétences, les élèves se doivent d'une part de faire preuve d'un niveau d'abstraction minimal considérable afin de s'approprier les concepts abordés puisse que ces derniers sont pour la plupart de l'ordre de non-objet ou de non perceptible et d'autre part d'avoir une capacité de modélisation ou de représentation du non perceptible concerné. Concernant la modélisation, les élèves doivent déjà de comprendre les modèles atomique ou/et moléculaire ainsi que les symboles des éléments chimiques étudiés. Ces préalables nécessaires d'ailleurs placent l'élève dans l'intermédiaire de deux mondes dont le mondes des objets, du perceptible, du réel ou du concret (dimension phénoménographique) et le monde de non-objets, du non perceptible, des idées (dimension phénoménologique). C'est au niveau de la transition entre (ou de la liaison de) ces deux mondes ou dimensions que prennent naissance des difficultés d'apprentissage chez les élèves.

La réaction chimique est un concept d'un niveau d'abstraction très élevé ; elle « est un concept clé de la chimie : élément constitutif et fondamental de l'édifice de cette science, il assure également l'accès à d'autres sciences, telles que la biologie et la biochimie » comme le prétend (Hélène Stavridou, 1990). Ce concept est d'autant plus difficile à enseigner que la chimie elle-même comme le souligne Barlet cité par Dumon & Laugier (2004), « ce qui fait la spécificité de la chimie, son charme selon certains, et en même temps la difficulté de son enseignement, c'est cette dualité macroscopique - microscopique ; observable - modélisable ; concret – abstrait ». La difficulté de son enseignement a suscité de nombreuses recherches en didactique

de chimie. Certaines pour identifier les représentations des élèves sur ce concept de réaction chimique et d'autres pour en déceler les causes de ces difficultés.

En 1989, Meheut a mené une étude visant à explorer les représentations des élèves âgés entre 11 et 15 ans sur le concept de réaction chimique. Son objectif était de répondre à la question : comment les élèves perçoivent-ils les phénomènes chimiques ? À partir de l'exemple de la combustion, elle a constaté que les élèves éprouvent des difficultés à conceptualiser la réaction chimique. Les résultats de son travail ont relevé que les élèves considéraient la combustion comme un processus physique influencé par les facteurs tels que la chaleur, le feu et la flamme. Pour ces élèves, la transformation du combustible est envisagée séparément de celle de l'oxygène ou de l'air (le comburant), sans reconnaissance d'une interaction entre ces éléments.

Meheut (1989), dans son travail, s'est servi d'un questionnaire papier-crayon comportant des questions relevant d'un travail expérimental sur la combustion. Pour le Cas des combustions de solides, elle soumet la question suivante (figure 1), à 48 élèves anglais de 11 ans environ avant et après un enseignement de chimie comportant l'étude de combustions variées.

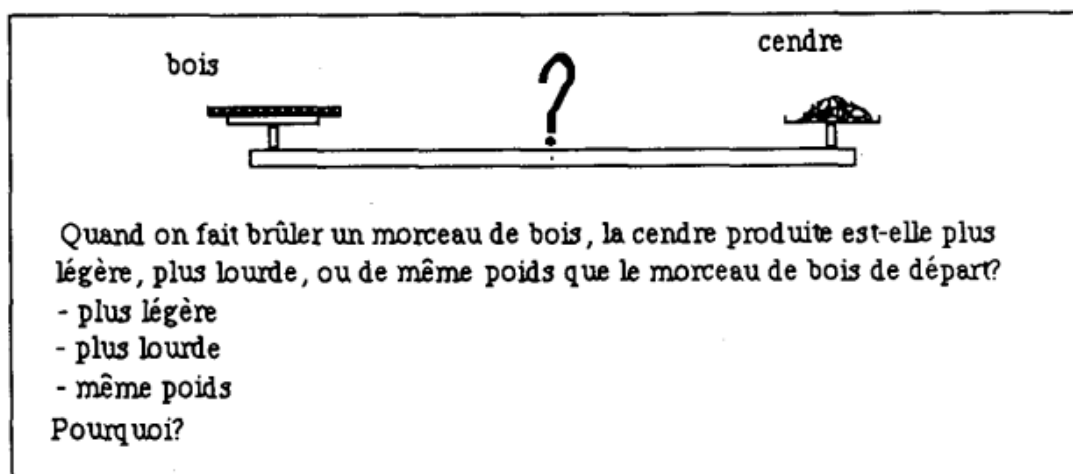


FIGURE 1: QUESTION DE MEHEUT SUR LA COMBUSTION DES COMBUSTIBLES SOLIDES AU ENFANTS DE 11 ANS. (MEHEUT, 1989)

À cette question, elle obtient les résultats selon lesquels 50% d'élèves pensent que « **les cendres sont plus légères** » même après l'enseignement.

Pour Meheut, les résidus sont fréquemment considérés par les élèves comme les parties non combustibles du solide de départ. Elle pose une autre question pour confirmer cette représentation des élèves.

QUESTION : « Quand du carbone brûle, cela ne fait pas de cendre mais quand le magnésium brûle, il s'en forme beaucoup. Comment expliques-tu cela »?

Les élèves pensent (31% avant l'enseignement et 17% après) que le magnésium contient une substance qui ne brûle pas c'est pour cela qu'il n'y pas beaucoup de cendre.

Ces réponses démontrent encore que ces élèves conçoivent la combustion comme une « disparition : d'une partie de l'objet combustible et l'obtention d'un « reste » non combustible.

Meheut renforce ses investigations par les réponses à la question suivante (figure2).

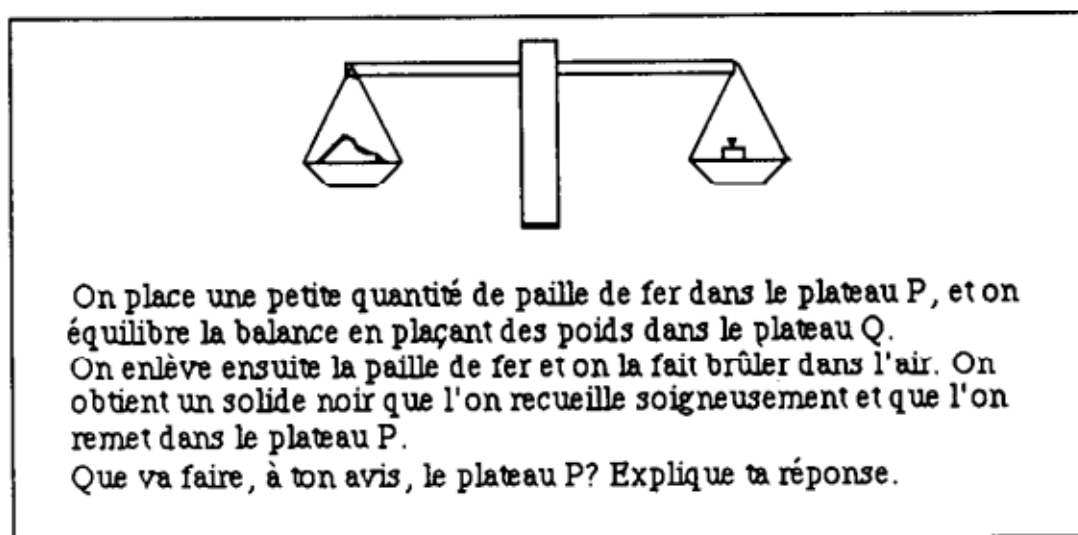


FIGURE 2: DEUXIÈME QUESTION DE MEHEUT SUR LA COMBUSTION DES COMBUSTIBLES SOLIDES EN RAPPORT À LA CONSERVATION DE MASSE DES RÉACTIFS ET DES PRODUITS AU ENFANTS DE 11 ANS. (MEHEUT, 1989)

La moitié des élèves (50%) répondent en effet en termes de diminution de masse, que ce soit avant ou après enseignement.

Meheut au regard des réponses de la question précédente, se demander si, après enseignement, les élèves disposent bien de toutes les informations nécessaires pour répondre correctement à ces questions (état physique des oxydes formés dans les conditions de l'expérience). Pour mieux connaître la conception des élèves sur la conservation des masses après une réaction chimique, elle réalise une autre expérience de combustion, cette fois-ci dans un flacon fermé. Ici, aucune connaissance des propriétés des oxydes obtenus n'est nécessaire pour affirmer la conservation de la masse. Une question (figure 3) a été posée à des élèves anglais (11 ans) mais également à

environ 3 000 élèves suédois (12-15 ans) après un enseignement de chimie comportant l'étude de combustions.

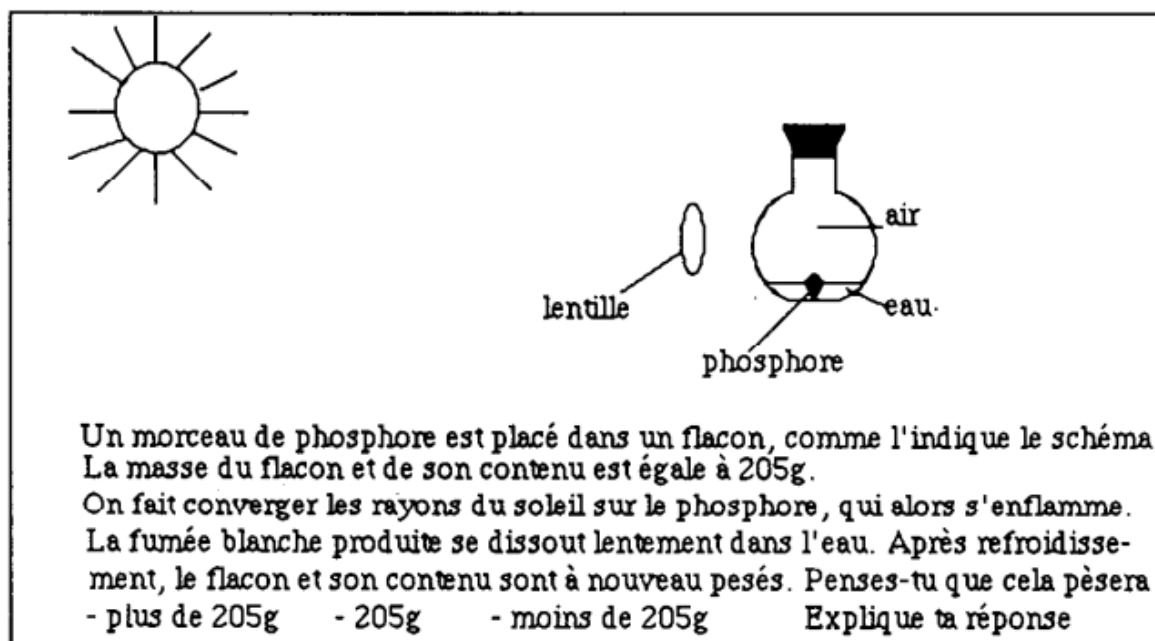


FIGURE 3: TROISIÈME QUESTION DE MEHEUT SUR LA COMBUSTION DES COMBUSTIBLES SOLIDES EN RAPPORT À LA CONSERVATION DE MASSE DES RÉACTIFS ET DES PRODUITS AU ENFANTS DE 11 ANS. (MEHEUT, 1989)

Les résultats de cette question tels que les élèves pensent (23% avant et 46% après l'enseignement) que la masse ne change pas (conservation de la masse). Ils justifient leur réponse par le fait que le système soit fermé. Alors que 38% avant et 31% après l'enseignement pensent que la masse va diminuer. Ces derniers se justifient par la disparition du phosphore et la légèreté de la fumée.

Suite à ces multiples questionnaires administrés auprès des enfants de 11 à 15 ans sur le concept de la réaction chimique et selon les réponses des élèves, Martine Meheut identifie deux lignes de forte cohérence : « Schéma 1 : centré sur la flamme » et « Schéma 2 : centré sur des invariants ». Pour le schéma 1, l'élève est intéressé par la flamme, ses propriétés de produire de la chaleur. L'élève pense ainsi que c'est la flamme qui provoque les transformations qu'il observe, que c'est la flamme qui consume et fait disparaître ou transformer la matière avec diminution de la masse de celle-ci. Pour le schéma 2, l'élèves s'intéresse à la substance et à la masse mais ne prend pas en compte l'oxygène. Ce fait d'ignorer le dioxygène ne permet pas de

rendre compte par une équation-bilan le phénomène chimique opérée et même la conservation des masses.

À ce qui concerne le rôle de l'oxygène dans la combustion, l'après une enquête réalisée en France au près d'une centaine d'élèves de classe de cinquième (programmes 1977) après enseignement sur les combustions, deux tiers des élèves (64%) placent la combustion de l'alcool dans la catégorie «réaction chimique». Mais les justifications données à ce classement ne permettent pas de conclure que le concept de réaction chimique soit mieux construit. Car en particulier, l'air ou l'oxygène n'interviennent nullement dans les arguments des élèves.

Cette première indication est confortée par les réponses à la question suivante (figure 4) :

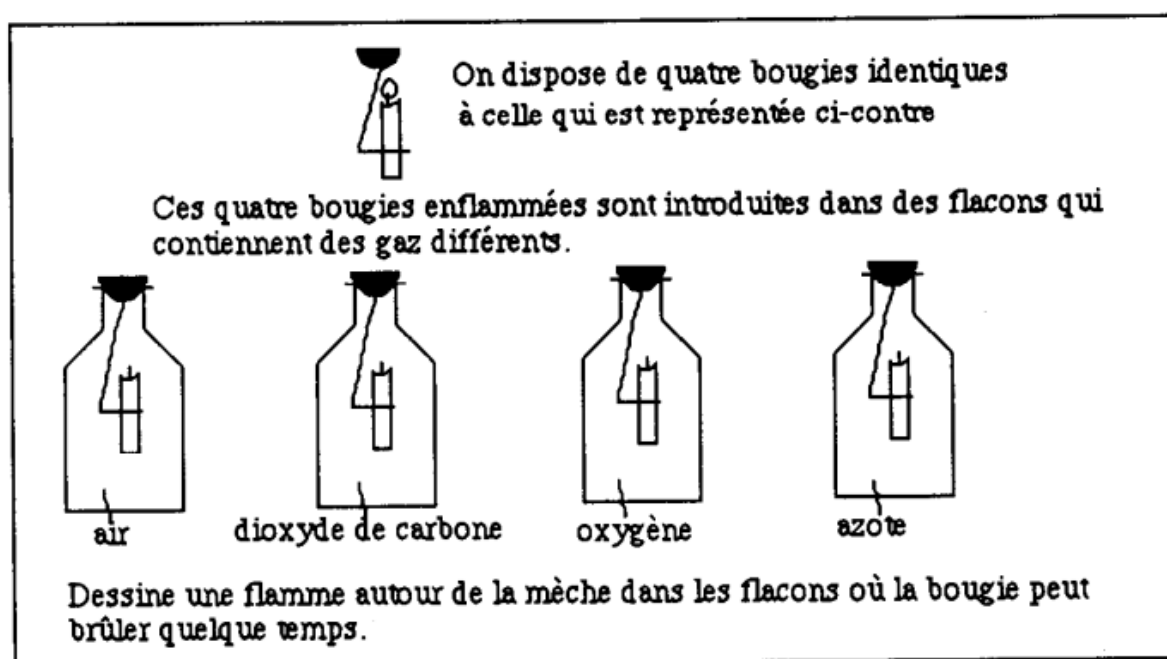


FIGURE 4: CINQUIÈME QUESTION DE MEHEUT SUR LA COMBUSTION DES COMBUSTIBLES SOLIDES EN RAPPORT À LA CONSERVATION DE MASSE DES RÉACTIFS ET DES PRODUITS AU ENFANTS DE 11 ANS. (MEHEUT, 1989).

Résultats : 43% d'élèves ont donné la bonne réponse, ce qui conduit les auteurs de cette étude à conclure que : «la nécessité de la présence de l'oxygène pour entretenir une combustion, notion fondamentale présentée dès la sixième, est ignorée par plus de la moitié des élèves».

De plus, une enquête réalisée a obtenu les résultats optimistes. La question était la suivante (figure 5) :

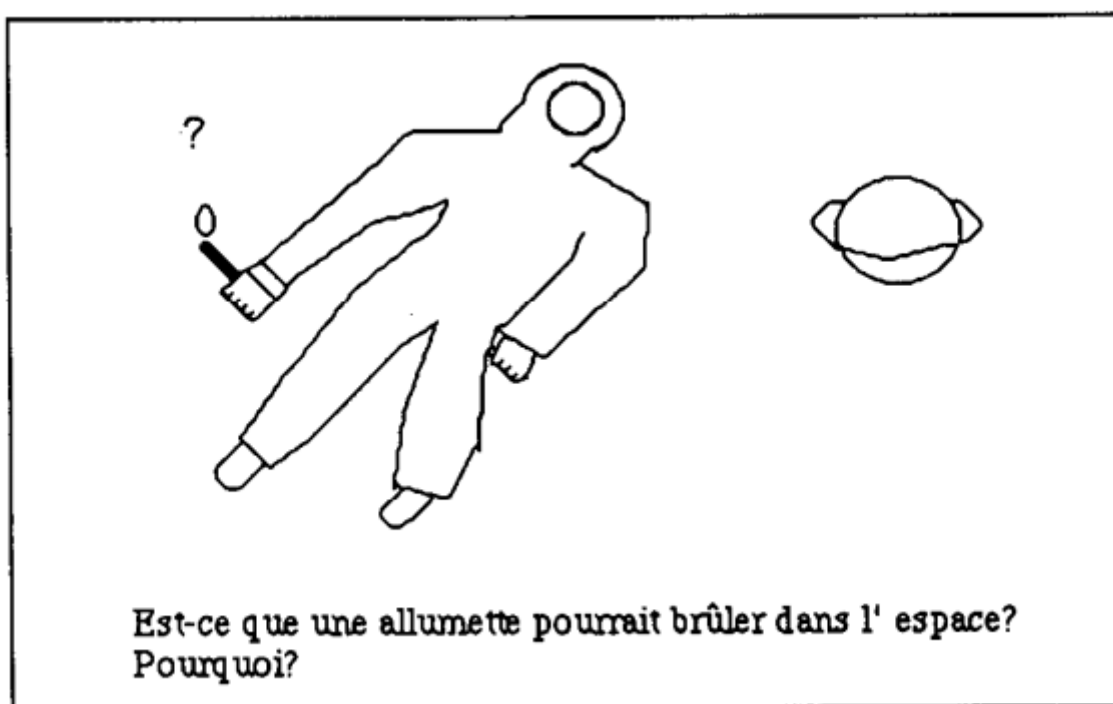


FIGURE 5: SIXIÈME QUESTION DE MEHEUT SUR LE RÔLE DE L'OXYGÈNE DANS LA COMBUSTION AUPRÈS DES ENFANTS DE 11 ANS. (MEHEUT, 1989)

Les résultats sont tels que 85% et 98% des élèves respectivement avant et après l'enseignement pensent que « l'allumette ne brûlera pas. » avec pour justification le manque de l'oxygène.

D'après les études préalablement citées, l'air ou l'oxygène n'apparaissent pas, avant enseignement, dans les explications que donnent les élèves des transformations du combustible ou de la formation des produits de combustion ; dans les bilans de masse, lorsque des arguments de conservation sont évoqués, ils ne portent que sur la masse de l'objet combustible. L'enseignement peut conduire les élèves à prendre conscience du caractère nécessaire de la présence d'oxygène. Cependant cet enseignement ne les conduit pas à envisager une interaction entre le combustible et l'oxygène.

Dans les explications données par les élèves, les transformations du combustible et de l'oxygène ne sont liées que par une cause commune : la chaleur, le feu, la flamme.

En somme, le travail de recherche de Meheut en 1989 révèle que les élèves de 11 à 15 ans éprouvent des difficultés à conceptualiser la réaction chimique.

(Hélène Stavridou, 1990) cité par (Dominique Rebaud, 1994) a réalisé un travail de recherche dans l'objectif d'étudier le processus de construction du concept de réaction chimique dans le contexte de l'enseignement secondaire et de suivre de près les évolutions conceptuelles des élèves, ainsi que la réorganisation de leurs connaissances provenant tant de la vie quotidienne que de l'enseignement de la chimie. Avec un échantillon étudié comprend 40 élèves français dont l'âge est compris dans l'intervalle allant de 12 à 18 ans et appartenant à quatre niveaux différents de l'enseignement secondaire [la sixième (grade 6), la quatrième (grade 8), la seconde (grade 10) et la terminale scientifique], il a utilisé deux méthodes d'analyse :

- ***La catégorisation libre de phénomènes physiques et chimiques*** : où l'élève peut regrouper des faits qui ont, selon lui, quelque chose de commun entre eux. il est demandé à chaque élève de regrouper de phénomènes, en mettant dans le même groupe les phénomènes qui avaient, selon lui/elle, un ou plusieurs points communs, et d'expliquer son choix en précisant ses critères de groupement et comment il/elle les applique.

Le tableau suivant donne dix-neuf (19) exemples de phénomènes physiques et chimiques pris dans la vie quotidienne et neuf (9) phénomènes du laboratoire chimique.

	Descriptions des 19 phénomènes de la vie quotidienne
1	Une pierre qui tombe
2	Un verre qui casse
3	De l'eau qui bout
4	De la cire qui fond
5	De l'eau qui gèle
6	De l'eau de Cologne qui s'évapore
7	Du sel qui se mélange à la soupe
8	Du sucre qui se mélange au thé
9	De la bière qui mousse

10	Un clou qui rouille
11	Un gratin qui brûle dans le four
12	Du bois qui brûle
13	Une pomme qui mûrit
14	Des feuilles qui pourrissent
15	Du jus de raisin qui devient du vin
16	Du lait qui tourne
17	De l'eau de Javel qui décolore les vêtements
18	Du jus de citron qui ronge le marbre
19	Un œuf qui cuit
	Description des 9 phénomènes du laboratoire de chimie
20	En chauffant une poudre orange, elle devient progressivement rouge et après noire. En refroidissant, la poudre devient rouge et après orange.
21	Une poudre orange se dissout dans l'eau. L'eau se colore en orange.
22	Une poudre blanche se mélange avec une autre poudre blanche. La couleur reste blanche.
23	En chauffant une poudre bleue, elle devient blanche et des vapeurs se dégagent. En refroidissant, elle reste blanche.
24	Une poudre bleue se dissout dans l'eau. L'eau se colore en rouge.
25	Deux gaz se rencontrent et un solide blanc se produit.
26	Une poudre blanche se mélange avec une autre poudre blanche. Une couleur jaune apparaît.
27	En décomposant de l'eau, deux gaz, le dihydrogène et le dioxygène, sont obtenus.

28	A partir du gaz dihydrogène et du gaz dioxygène, de l'eau se produit.
----	---

- **Définition et discrimination du concept de réaction chimique :** On demande à chaque élève de donner une définition du concept de réaction chimique. Une fois la définition donnée, on lui demande de reconnaître ou d'identifier quels phénomènes, parmi ceux proposés étaient des réactions chimiques.

Comme résultats, les auteurs distinguent trois étapes différentes de construction du concept de réaction chimique :

Étape 1 : de la phénoménologie immédiate à l'idée de changement

Les élèves commencent leur apprentissage de chimie d'une façon personnelle. Dans un premier temps ils/elles n'appréhendent pas les phénomènes chimiques comme des changements-transformations de la matière, mais comme des "événements" suivis de manifestations phénoménologiques précises, telles le changement de couleur, le dégagement gazeux, l'explosion, etc.

Evidemment le concept de réaction chimique n'est pas opératoire et les élèves qui se trouvent à cette étape ne sont pas encore capables de distinguer entre transformations physiques et transformations chimiques de la matière.

Étape 2 : deux corps donnent autre chose

Pour les élèves, le concept de réaction chimique est comme suit : deux corps/produits sont mélangés ou mis en contact et donnent autre chose ou un produit nouveau.

Ces élèves, sont capables de distinguer entre transformations physiques et chimiques de la matière, mais le résultat de cette distinction n'est pas toujours satisfaisant, parce qu'ils mobilisent et utilisent des critères personnels de distinction comme les suivants : **Existence de deux corps au départ** (sur cette idée, l'élève exclut de tout phénomène chimique les réactions où il n'y a qu'un corps au départ à l'exemple de « jus de raisin qui devient du vin » ; ou bien il invente un autre corps comme chaleur ; ce qui le conduit à identifier plusieurs phénomènes physiques comme étant des réactions chimiques à l'exemple de « l'eau qui bout ») et **Formation d'un produit nouveau** (sur cette idée, certains élèves identifient tout phénomène

ayant abouti à un produit nouveau à la réaction chimique ; ce qui les amène à considérer la cuisson d'œuf comme une réaction chimique étant donné qu'il considèrent l'œuf cuit comme un nouveau produit par rapport à l'œuf cru)

En général, ces élèves peuvent distinguer entre différentes sortes de changements mais, comme ils ne disposent pas du concept scientifique de substance et de substance nouvelle, ils s'appuient sur leur sens commun pour décider dans quels cas il y a formation de "quelque chose de nouveau" et ils font plusieurs erreurs de reconnaissance des phénomènes chimiques. (Dominique Rebaud, 1994, p. 82)

Étape 3 : phénoménologie et structure de la matière

A cette étape, appartiennent la moitié des élèves de terminale. Ici les définitions traduisent les changements phénoménologiques en termes de changement de la structure des corps ou des molécules. Les élèves se réfèrent très rarement ou pas du tout à la formation d'un produit nouveau, qui était pourtant caractéristique du niveau précédent. (Hélène Stavridou, 1990, p. 190)

L'analyse précédente met à jour l'importance cruciale du concept scientifique de substance dans le processus de construction du concept de réaction chimique et permet de comprendre que l'absence de construction de ce concept scientifique empêche et perturbe le fonctionnement satisfaisant du concept de réaction chimique. (Dominique Rebaud, 1994, p. 83)

En somme, les travaux cités précédemment montrent que l'enseignement du concept de réaction chimique, pose de nombreux problèmes aux élèves en apprentissage. Ils (les élèves) ont des difficultés à se faire une idée de la définition même d'une réaction chimique. La visualisation au niveau microscopique de ce concept ainsi que son enseignement par la combustion de la bougie (qui met en jeu les gaz dont la conceptualisation du rôle est difficile par les élèves) constituent un frein sinon une source d'obstacle à leur apprentissage. Egalement, le manque d'appropriation du sens scientifique du concept de substance (engagée dans les transformations chimiques comme soit un réactif, soit comme un produit) constitue un obstacle dans le processus de construction du concept de réaction chimique.

1-3- Question de recherche

La chimie est une science qui étudie la matière et ses transformations. Le monde étant fait de matière, la chimie y occupe donc une place de choix. Dans la vie quotidienne, la chimie ou bien les produits et/ou les méthodes chimiques interviennent dans plusieurs domaines essentiels tels que l'agropastoral, la santé, le textile, la construction, l'énergie et bien d'autres. C'est son importance dans la vie qui lui a conféré une place parmi les disciplines d'enseignement. De nos jours, la chimie ou les produits chimiques sont de plus en plus proches de l'être humain et celui-ci la ou les manipule au quotidien, cela peut constituer la raison d'enseigner la chimie dès les bas âges. Comme dans toutes les études chimiques, les réactions chimiques sont fondamentales ; soit lors de l'analyse élémentaire, soit dans le cadre de la synthèse, de la retro-synthèse ou soit dans le cadre d'identifier les réactions parasites à bloquer. L'enseignement de la chimie est initié à travers ce concept.

En classe de 4^{ème}, l'enseignement de la chimie commence par la réaction chimique. Ce concept de réaction chimique est enseigné à travers la réaction de combustion de la bougie et celle du soufre. (Secondaire, 2014). Concernant ces réactions de combustion, Meheut, à la fin de ses recherches sur « Des représentations des élèves au concept de réaction chimique : premières étapes » en 1889, se demandent ceci : « les combustions sont-elles un bon moyen pour introduire les réactions chimiques ? ». Les travaux antérieurs tels que ceux de Meheut (1989), de Larcher et al (1994), de Dumon et Laugier (2004 et 2011) et bien d'autres tendent à répondre par la négation à cette interrogation. D'ailleurs, Laugier et Padeloup dans « expérience-découverte, combustions et transformations de la matière à l'école élémentaire » cité par (Dominique Rebaud, 1994, p. 99) relève que plusieurs recherches mettent en évidence les difficultés pour conceptualiser la réaction chimique en prenant les combustions comme point d'appui.

Au regard de ce qui précède, il nous incombe dans le cadre de cette recherche de trouver le type de réaction à partir duquel les élèves de classe de 4^{ème} peuvent mieux conceptualiser le phénomène de transformation chimique. En chimie, il existe plusieurs types de réaction dont la réaction acido-basique, la réaction d'oxydoréduction, la réaction de substitution, la réaction d'addition. L'un de ces types peut servir d'introduire le concept de réaction chimique auprès des élèves de 13 à 15 ans. Ce type de réaction qu'on utiliserait devrait nécessiter moins d'effort d'abstraction. La question à laquelle cette recherche tente d'apporter une réponse est celle-ci : **Comment amener les élèves de 13 à 15 ans en classe de 4^{ème} d'enseignement secondaire**

général au Cameroun à mieux conceptualiser le phénomène de réaction chimique à travers l'enseignement des transformations impliquant les acides et bases ? De cette question principale découlent les questions secondaires suivantes :

- Quelles sont les conceptions des élèves de classe de 4^{ème} sur le concept de réaction chimique suite à un enseignement au moyen de la réaction de combustion de la bougie et celle du soufre ?
- Quelles sont les conceptions des élèves de classe de 4^{ème} sur le concept de réaction chimique suite à un enseignement au moyen de la transformation chimique impliquant les acides et les bases ?

1-4- Hypothèse de recherche

Les élèves de 13 à 15 ans en classe de 4^{ème} d'enseignement secondaire général au Cameroun conceptualisent mieux le phénomène de la réaction chimique suite à un enseignement au moyen de la transformation chimique impliquant les acides et bases.

1-5- Objectif de recherche

Cette recherche vise à proposer une nouvelle approche utilisant les transformations de la vie quotidienne impliquant les acides et les bases pour faciliter la conceptualisation du phénomène de réaction chimique par les élèves de classe de 4^{ème}. Pour y arriver, une séance d'enseignement-apprentissage est organisée sur la notion de réaction chimique à partir la réaction acido-basique ; ceci, à l'effet de recueillir les conceptions des élèves y ayant participé et les comparer à celles des élèves ayant participé aux enseignements classiques qui prennent appui plutôt sur les réactions de combustion pour enseigner le concept de réaction chimique.

Comme prétend (Saudan & Lefevre, 2010) « Un enseignement basé sur l'étude de thèmes issus de la vie quotidienne, réalisé de manière épisodique, en alternance avec un enseignement « classique », permettrait de susciter chez les élèves un intérêt plus important pour la chimie. ». Dans le cadre de ce travail, le choix d'objet d'étude pour illustrer la réaction chimique doit être connu des élèves dans leur quotidien.

1-6- Intérêt de la recherche

Sur le plan didactique, cette recherche renseigne sur le rapport de l'élève au savoir, en occurrence au concept de réaction chimique. Elle renseigne à partir des travaux antérieurs sur

les sources d'obstacles qui empêchent les élèves à mieux conceptualiser le phénomène de réaction chimique

Sur le plan pédagogique, cette recherche renseigne sur la méthode ou la technique qui motive les élèves à l'apprentissage de la chimie et celui du concept central de la recherche. Cette technique qui est basée sur le choix de l'objet d'enseignement contribue à faciliter la pratique des enseignants et également le processus de conceptualisation chez les élèves.

Sur le plan épistémologique, ce travail de recherche constitue un enrichissement de données scientifiques pour parler ainsi d'une littérature scientifique consultable.

1-7- Délimitation de la recherche

Cette étude se délimite au concept de la réaction chimique (la combustion et la réaction acidobasique) enseignable aux élèves de 13 à 15 ans de classe de 4^{ème} de l'enseignement secondaire général du Cameroun. Pour dupliquer cette étude dans d'autre pays, il faudrait que les élèves impliqués aient suivi un programme scolaire semblable à celui suivi par les élèves de 4^{ème} au Cameroun.

CHAPITRE 2 : ETUDE CONCEPTUELLE

Toute recherche scientifique se doit d'être délimitée dans un cadre théorique. Ce dernier vise à situer la recherche dans un cadre plus fondamental et plus scientifique que la problématique en exposant les théories explicatives de la recherche, en donnant un sens terminologique aux principaux mots clés afin d'éviter les compréhensions parasites pouvant biaiser la conformité de recherche.

Dans ce chapitre, on aborde respectivement l'étude historique et épistémologique du concept de réaction chimique, la revue de la littérature des termes clés de notre étude, l'analyse conceptuelle, la définition des concepts et les théories explicatives de l'étude.

2-1- Etude historique et épistémologique du concept de réaction chimique

Pour aspirer connaître un concept, il est nécessaire d'interroger l'origine de ce concept et de remonter à travers les différentes transformations qu'a subies ce dernier dans le temps jusqu'à nos jours. Ceci, dans le but de jauger en général l'écart entre la compréhension première du concept, celle de l'enseignant et celle de l'élève. Cet écart qui est sans doute une source d'obstacles peut permettre de comprendre et expliquer les difficultés que rencontrent les apprenants et également, il peut guider lors de la mise sur pied d'une approche pédagogique et didactique et de l'élaboration d'un contenu efficace pour l'apprentissage et appropriée du concept étudié. À cet effet, Azcona, Furió-Mas et Guisasola (2002) cités par (Halloun, Novembre 2019) cochent que la connaissance de l'évolution socio-historique d'un concept améliore son enseignement et permet d'éviter que les obstacles épistémologiques de l'enseignant entraînent des obstacles didactiques chez les élèves.

Le concept de la réaction chimique a évolué au fil des siècles ; de l'antiquité où régnait encore les théories alchimistes, jusqu'au temps modernes.

Antiquité et alchimie

Les premières observations de transformations de la matière remontent à l'Antiquité, où des pratiques telles que la combustion, la fermentation, et la métallurgie étaient courantes. Les Grecs anciens, comme Aristote, ont proposé des théories élémentaires selon lesquelles toute matière était composée de quatre éléments : feu, eau, air, et terre. La première réaction chimique utilisée de manière contrôlée a sans doute été le feu. Cependant, pendant des millénaires, le feu

était simplement considéré comme une force mystique capable de transformer une substance en une autre (bois brûlé ou eau bouillante) tout en produisant de la chaleur et de la lumière.

Au Moyen Âge, les alchimistes ont tenté de comprendre et de maîtriser les transformations de la matière, souvent dans le but de convertir les métaux de base en or. Bien que leurs théories (comme celle de la transmutation¹) fussent erronées, leurs expérimentations ont jeté les bases de la chimie expérimentale

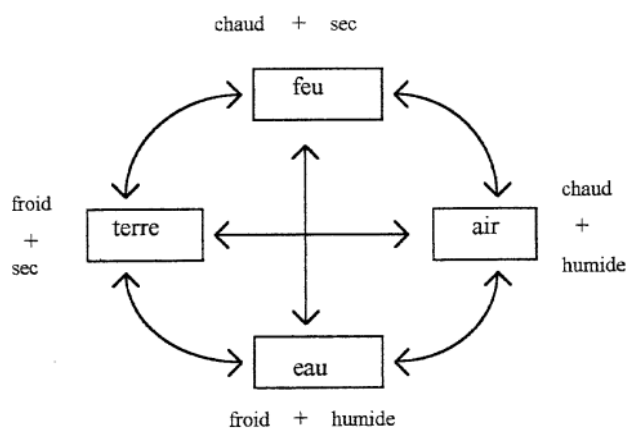


FIGURE 4: LE CHANGEMENT DES QUALITÉS DES ÉLÉMENTS (DUMON A. , 2022)

La conception atomiste

La matière était considérée constituée de particules indivisibles, qui ne diffèrent que par leur forme. C'est cette forme qui explique les sensations du goût (des particules pointues donnent une sensation piquante, des particules sphériques une sensation sucrée), les odeurs, et les propriétés (les particules pointues des acides expliquent pourquoi ceux-ci peuvent attaquer les métaux). Ce type de raisonnement perdurera jusqu'au XVII^{ème} siècle. Nicolas Lémery dans son célèbre *Cours de Chymie*² publié en 1690 explique «*je ne crois pas que l'on me conteste que les particules d'acide n'aient des pointes... il ne faut que le goûter pour tomber dans ce sentiment, car il fait des picotements sur la langue* ».

Théorie du phlogistique (Dumon A. , 2019)

Au 17^{ème} siècle, Johann Joachim Becher et Georg Ernst Stahl ont proposé la théorie du phlogistique, selon laquelle chaque substance combustible contenait une composante

¹ Transmuter, transformer un métal en un autre plus précieux

² Chimie, à une époque où elle est dominée par l'alchimie.

universelle du feu, qu'il a appelé phlogiston, du mot grec pour inflammable. Parce qu'une substance combustible telle que le charbon de bois a perdu du poids lorsqu'il a brûlé, Stahl a pensé que cette modification était due à la perte de son composant phlogistique dans l'air. Cette théorie a dominé la compréhension des réactions chimiques pendant une grande partie du XVIIIe siècle.

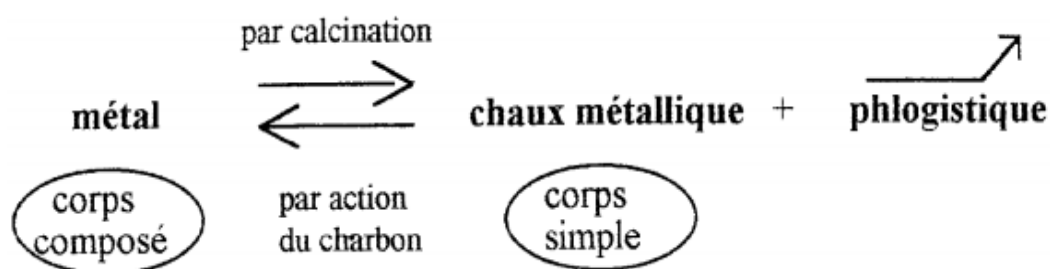


FIGURE 5: (DUMON A. , 2019)

Révolution Chimique de Lavoisier (Venel, 2019)

Antoine Lavoisier a joué un rôle crucial dans la refonte de la chimie en réfutant la théorie du phlogistique. Dans ses expériences sur la combustion, Lavoisier a démontré que cette dernière impliquait l'oxygène et non la libération de phlogiston. En 1766, l'Anglais Henry Cavendish isole un gaz qu'il appelle « air inflammable » car il brûle facilement. Priestley a noté que lorsque l'air inflammable et l'air commun étaient enflammés avec une étincelle dans un récipient fermé, une petite quantité de « rosée » se formait sur les parois de verre. Lorsque Cavendish réitéra l'expérience, il découvrit que la rosée était en réalité de l'eau. Cavendish a expliqué les résultats en termes de phlogistique et a supposé que l'eau était présente dans chacun des deux airs avant l'inflammation.

Pour Lavoisier, la combustion signifiait se combiner avec l'oxygène ; cependant, jusqu'à ce qu'il puisse expliquer la combustion de l'air inflammable, certains douteraient encore de sa nouvelle chimie. En juin 1783, Lavoisier fit réagir l'oxygène avec de l'air inflammable, obtenant « de l'eau à l'état très pur ». Il a conclu à juste titre que l'eau n'était pas un élément mais un composé d'oxygène et d'air inflammable, ou d'hydrogène comme on l'appelle aujourd'hui. Pour étayer son affirmation, Lavoisier a décomposé l'eau en oxygène et air inflammable (hydrogène). Le nouveau système de chimie de Lavoisier a été présenté à la vue de tous dans le *Traité élémentaire de Chimie* (*Éléments de Chimie*), publié à Paris en 1789. Dans cet article il fait

sortir le principe qui est fondamentale en chimie moderne : au cours d'une transformation chimique, rien ne se perd, rien ne se crée, tout se conserve.

Dans son ouvrage, Lavoisier n'utilise pas le concept de réaction chimique car celui-ci n'existait pas encore, mais il utilise plutôt des termes spécifiques pour désigner l'opération à laquelle il fait référence tels que combustion, oxygénation, combiné.

Il a montré que des substances comme le phosphore et le soufre gagnent en poids en se combinant avec l'air, et il a identifié l'oxygène comme un élément essentiel dans ces réactions.

Développement du 19^{ème} Siècle.

Joseph Louis Gay-Lussac reconnu en 1808 que les gaz réagissent toujours dans une certaine relation les uns avec les autres. Sur la base de cette idée et de la théorie atomique de John Dalton (la matière est composée d'atomes indivisibles, ce qui a clarifié les mécanismes des réactions chimiques), Joseph Proust avait développé la loi des proportions définies, qui aboutit plus tard aux concepts de stœchiométrie et d'équations chimiques. Cette loi des proportions définies stipule qu'un composé chimique donné contient toujours ses éléments constitutifs dans un rapport fixe (en masse) et ne dépend pas de sa source et de sa méthode de préparation. Par exemple, l'oxygène représente environ 8/9 de la masse de tout échantillon d'eau pure, tandis que l'hydrogène représente le 1/9 restant de la masse.

La théorie atomique de la matière de Dalton contient quatre hypothèses fondamentales :

- Toute matière est composée de minuscules particules indivisibles appelées atomes.
- Tous les atomes d'un élément sont identiques en termes de masse et de propriétés chimiques, tandis que les atomes de différents éléments diffèrent en termes de masse et de propriétés chimiques fondamentales.
- Un composé chimique est une substance qui contient toujours les mêmes atomes dans le même rapport.
- Dans les réactions chimiques, les atomes d'un ou plusieurs composés ou éléments se redistribuent ou se réorganisent par rapport à d'autres atomes pour former un ou plusieurs nouveaux composés. Les atomes eux-mêmes ne subissent pas de changement d'identité lors des réactions chimiques. Ceci montre une volonté de savoir le mécanisme des réactions.

Le concept de **réaction chimique** a commencé à être utilisé au début du 19^{ème} siècle, bien qu'il ne soit pas attribué à un individu en particulier. Ce pendant nous pouvons dire que les bases des

réactions chimiques avaient déjà été posées par Lavoisier et que l'expression est juste venue qualifier de façon universelle ce qui avait déjà évolué dans la pensée des scientifiques au fil du temps.

Du 19^e siècle à l'ère moderne

En 1811, Amedeo Avogadro introduit l'idée que les gaz sont constitués de molécules, et non d'atomes individuels. Il différencie entre atomes et molécules, permettant une meilleure compréhension des réactions chimiques impliquant des gaz.

En 1869, Mendeleïev crée le tableau périodique des éléments, classant les éléments chimiques selon leurs propriétés et leur masse atomique. Cette classification révèle des régularités dans les comportements chimiques et permet de prédire les réactions chimiques entre les éléments. Les travaux sur l'électrochimie par Michael Faraday et Walther Nernst, notamment la loi de Nernst, éclairent le rôle des électrons dans les réactions chimiques et la relation entre énergie électrique et chimique.

Au début du 20^{ème} siècle, la mécanique quantique, développée par des scientifiques tels qu'Erwin Schrödinger et Werner Heisenberg, offre une compréhension plus profonde des liaisons chimiques et des interactions atomiques. Le modèle de l'atome de Bohr et les orbitales électroniques expliquent comment les électrons se réarrangent lors des réactions chimiques. Les travaux de Gilbert N. Lewis et Peter Debye sur les liaisons covalentes et ioniques, ainsi que la thermodynamique chimique, permettent de quantifier l'énergie et l'entropie impliquées dans les réactions chimiques. A la fin du 20^{ème} Siècle, les avancées en spectroscopie (IR, UV-Vis, RMN) et en chromatographie permettent l'analyse détaillée des réactions chimiques et des structures moléculaires, améliorant la compréhension des mécanismes réactionnels.

2-2- La revue de la littérature

Comme dans toute étude scientifique, il est pertinent de consulter des travaux antérieurs ; nous passons à la revue de littérature les termes tels : enseignement, apprentissage, réaction chimique, démarche d'investigation. Cette revue a pour but de prendre connaissance des propos des pairs à ce qui concerne les concepts clés de cette étude, ceci à l'effet de donner une orientation terminologique à ces concepts dans le cadre de ce travail.

2-2-1- Enseignement-Apprentissage

L'acte d'enseignement et d'apprentissage est défini suivant plusieurs courants de recherche. Plus encore, la majorité de théoriciens en éducation s'accordent pour regrouper les modèles de l'enseignement et de l'apprentissage selon quatre courants : le courant béhavioriste, le courant cognitiviste, le courant constructiviste et le courant socioconstructiviste. (Kozanitis, 2005)

2-2-1-a) Enseignement

Du point de vue étymologique, le terme « enseignement » vient du mot latin « *insignis* » qui veut dire « *remarquable, marquer d'un signe, distinguer* ». C'est une pratique d'éducation visant à développer les connaissances d'un élève par le biais de communication verbale et écrite. (Albert, 1997). L'enseignement est l'action d'« enseigner » qui veut dire transmettre, inculquer et/ou faire construire

Selon la philosophie de l'éducation, l'enseignement est l'acte impliquant une personne P qui possède un contenu C et qui a l'intention de communiquer ou transmettre C à une personne E, qui initialement n'a pas C, afin que P et E s'engagent dans une relation pour que E acquière C. (Fenstermacher, 1986). P indique à E son intention que E doit apprendre C. E, prêt à le faire comprendre les intentions de P. et E, ayant quelques raisons de le faire, essaye de maîtriser C. (Fleming, 1980).

Selon Marguerite Albert, l'enseignement couvre deux champs de pratiques (Albert, 1997):

- Celui de la gestion de l'information, de la structuration du savoir par l'enseignant et de leur appropriation par l'élève ; c'est le domaine de la didactique
- Celui de traitement et de la transformation de l'information en savoir par la pratique relationnelle et l'action de l'enseignant en classe, par l'organisation de situations pédagogiques pour l'apprenant, c'est le domaine de la pédagogie.

Selon la psychologie du développement, l'enseignement est une activité intentionnelle pour augmenter la connaissance (ou la compréhension) d'un autre, réduisant ainsi la différence entre l'enseignant et l'élève. (Ziv et Frye, 2004)

Selon l'étude d'enseignement, l'enseignement est toute forme d'influence interpersonnelle ayant pour but d'échanger les manières dont d'autres personnes peuvent ou pourront se comporter. (Gage, 1963)

Selon le courant théorique béhavioriste, l'enseignement est l'action de stimuler, créer et renforcer des comportements observables appropriés.

Selon le constructivisme, l'enseignement est l'action d'offrir des situations obstacles qui permettent l'élaboration de représentations adéquates du monde.

Selon le courant cognitiviste, l'enseignement est l'action de présenter l'information de façon structurée, hiérarchique, déductive.

Selon le socioconstructivisme l'enseignement est l'action d'organiser des situations d'apprentissage propices au dialogue en vue de provoquer et de résoudre des conflits sociocognitifs.

2-2-1-b) Apprentissage

Etymologiquement, le terme « apprentissage » dérive de l'expression « apprenti » qui signifiait seulement « le fait d'apprendre un métier manuel ou technique ». (Olivier Reboul, 2010). L'apprentissage est l'action d'apprendre et le terme « apprendre » est du latin « apprehendéré » qui désigne « saisir » ou « prendre ». « Apprendre » c'est acquérir ou s'approprier les connaissances, il s'inscrit dans la logique individuelle et la logique interindividuelle. (Haution, 2021) L'apprentissage est un ensemble de mécanismes menant à l'acquisition de savoir-faire, de savoirs ou de connaissances. Selon la psychologie, l'apprentissage est la mise en relation entre un événement provoqué par l'extérieur (stimulus) et une réaction adéquate du sujet, qui cause un changement de comportement qui est persistant, mesurable, spécifique ou permet à l'individu de formuler une nouvelle construction mentale ou réviser une construction mentale préalable. (Albert, 1997) Selon Landsheere (1979), l'enseignement est un « processus d'effet plus ou moins durable par lequel des comportements nouveaux sont acquis ou des comportements déjà présents sont modifiés en interaction avec le milieu ou l'environnement ».

D'après le courant théorique cognitiviste, c'est l'action de traiter et emmagasiner de nouvelles informations de façon organisée.

D'après le courant théorique behavioriste, l'apprentissage est l'acte d'associer, par conditionnement, une récompense à une réponse spécifique. C'est comme une modification durable du comportement résultant d'un entraînement particulier.

D'après le constructivisme, c'est l'action de construire et organiser ses connaissances par son action propre. Apprendre, c'est construire du sens.

Et d'après le socioconstructivisme, l'apprentissage est l'action de co-construire ses connaissances en confrontant ses représentations à celles d'autrui. C'est la construction d'un savoir ; bien que personnelle, il s'effectue dans un cadre social. Les informations sont en lien avec le milieu social, le contexte culturel et proviennent à la fois de ce que l'on pense et de ce que les autres apportent comme interactions. (Kozanitis, 2005)

Des nombreux chercheurs s'accordent à lier l'acte d'enseignement à l'acte d'apprentissage en utilisant le mot valise « enseignement-apprentissage ». C'est le cas de (Hauton, 2021) qui considère qu'apprendre, c'est informer ou être informé de quelque chose qu'on ignorait, ou que plus fondamentalement, c'est acquérir ou faire acquérir en l'étudiant une connaissance, une manière d'être, ou encore une compétence. Il apparaît deux traits principaux : le passage d'un état d'ignorance et un état de connaissance et la nécessité de présence de deux sujets dont l'un qui transmet et l'autre qui reçoit. De même, (Fenstermacher, 1986) et (Fleming, 1980) qui soutient que l'enseignement met en liaison une personne P qui transmet (enseigne) un contenu C qu'un élève E se l'approprie (apprend). L'enseignement et apprentissage sont donc complémentaires ; ce qui n'est pas partagé par Astolfi et Chevallard qui soutiennent plutôt que ces derniers (enseignement et apprentissage) sont deux processus distincts et repoussent l'idée de synchronisation surtout temporelle.

« En effet, le verbe « apprendre » s'apparente aux verbes « entreprendre » ou « appréhender » (Aumont, 1992), et « désigne ce dont on doit s'emparer pour se l'approprier, pour l'apprivoiser » (Astolfi, La saveur des savoirs. Disciplines et plaisir d'apprendre., 2014), alors que le verbe « enseigner » indique la création « des conditions matérielles, temporelles, cognitives, affectives, relationnelles, sociales pour permettre aux élèves d'apprendre ». (Bru, 2001). Selon (Chevallard & Joshoua, 1985-1991), l'enseignement et l'apprentissage ne se distinguent pas seulement par leur rapport à la durée mais aussi par le fait que le temps d'enseignement est consacré en grande partie à la préparation de la séance, alors que le temps d'apprentissage est caractérisé par des rétroactions continues de l'élève en situation. » (Halloun, Novembre 2019).

2-2-2- Réaction chimique et transformation chimique

Dans plusieurs documents scientifiques, les auteurs définissent différemment le concept de la réaction chimique. Aujourd'hui, la conception de la réaction chimique est bien définie et repose sur une compréhension approfondie des atomes, des molécules, et des interactions énergétiques.

Une réaction chimique est une transformation de la matière au cours de laquelle les liaisons chimiques qui constituent la matière sont modifiées et organisées. Les espèces qui sont consommées sont appelées réactifs ; les espèces formées au cours de la réaction sont appelées produits. Depuis les travaux de Lavoisier (1777), les scientifiques savent que la réaction chimique se fait sans variation mesurable de la masse : « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme », qui traduit la conservation de la masse. Une réaction peut dégager de l'énergie (chaleur) ; on dit qu'elle est exothermique, ou alors peut nécessiter un apport d'énergie ; on dit qu'elle est endothermique. Certaines réactions nécessitent ou sont facilitées par la présence d'une substance chimique, appelée catalyseur, qui n'est pas consommée par la réaction.

La matière est composée d'atomes regroupés dans des composés chimiques, au cours d'une réaction chimique, les composés s'échangent leurs atomes ; ce faisant, la nature des composés change. Les réactions chimiques ne concernent que les changements de liaisons entre les atomes (liaisons covalentes, liaisons ioniques, liaisons métalliques).

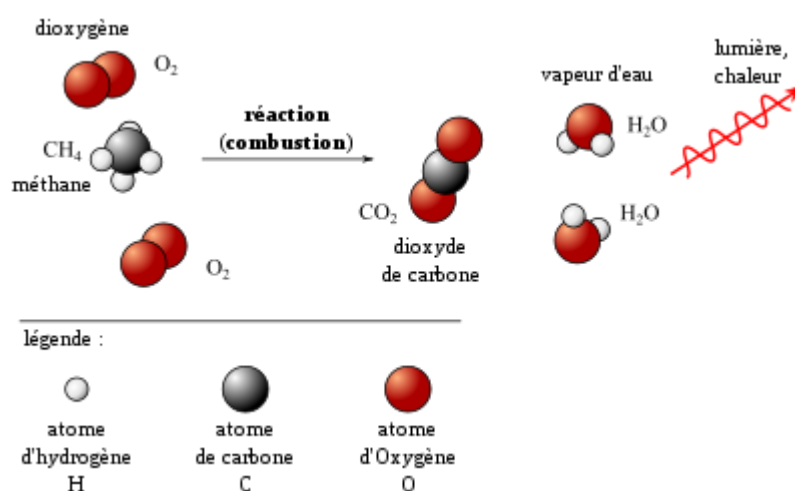


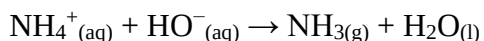
FIGURE 6: MODÉLISATION DE LA RÉACTION CHIMIQUE (CHRISTOPHE, 2014)

a) Types de réactions chimiques

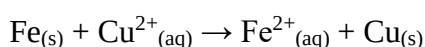
Il existe une très grande variété de réactions chimiques, mais on peut identifier des « familles » de réactions. Quelques-unes des principales familles sont présentées ci-après, mais cette liste

n'est pas exhaustive, et une réaction chimique peut appartenir simultanément à plusieurs de ces familles.

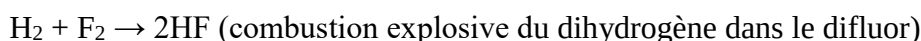
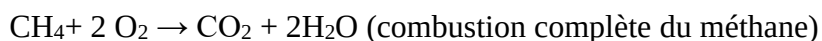
- **Réaction acido-basique**, qui implique un transfert de proton H^+ depuis un acide (qui cède H^+) vers une base (qui capte H^+)



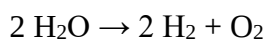
- **Réaction d'oxydoréduction**, au cours de laquelle on observe le transfert d'un ou plusieurs électrons depuis un réducteur vers un oxydant :



- **Combustion**, cas particulier de réaction d'oxydoréduction au cours de laquelle un combustible réagit avec un comburant (généralement le dioxygène) avec un important dégagement de chaleur (réaction fortement exothermique).



- **Décomposition chimique** dans laquelle un composé est scindé en espèces plus simples ; les décompositions peuvent être classées en fonction de la nature du phénomène qui les provoque : électrolyse, thermolyse, pyrolyse, radiolyse...



2-2-3- Démarche d'investigation

La démarche investigation (DI) naît dès le début des années 60 aux Etats-Unis sous le « inquiry ». C'est un processus au cours duquel les élèves, par l'expérimentation directe sur la matière et l'observation, par la consultation des livres, d'autres ressources, d'experts, et par le débat, élaborent leur propre compréhension d'idées scientifiques fondamentales, tout en déroulant sous la direction du professeur (NRC, 1996). (Boilevin J. M., 2018) Ce mode de transposition préconise des investigations ouvertes dans la quête des savoirs avec « formulation, reformulation d'une question, d'un problème, formulation d'hypothèses, planification d'expériences, amélioration d'un protocole, contrôle des facteurs, recueil, et traitement des données, interprétation des données usages de simulations, débats, etc. ». (Méheut, Recherche en didactique et formation des enseignants de sciences, 2006) Elle favorise l'autonomie des

élèves et a un effet positif sur le comportement social et moral de ces derniers. D'après l'académie de Versailles (Grenoble, 2011), « la DI est une démarche utilisée en pédagogie qui s'apparente à celle utilisée par des chercheurs. Elle repose sur une méthode logique de recherche scientifique pour trouver une réponse à une question ou à un problème. Elle présente sept étapes dont :

- **Situation problème** : le professeur expose la situation qui amène la classe à se poser un problème qui doit être une « énigme ». Le but étant de motiver et intéresser les élèves.
- **Appropriation du problème** : les élèves réfléchissent pour formuler le problème à résoudre. Le professeur montre qu'il ne s'agit pas d'un problème « fermé » appelant une réponse unique. Reformulation écrite de la « question », le professeur vérifie les représentations que se font les élèves.
- **Formulation d'hypothèses** : les élèves en équipe, proposent par écrite leurs hypothèses de résolution du problème. Cela se traduit par un déballage d'idées (créativité) et sur le choix d'une idée « réaliste ». Emploi de l'outil « brainstorming », recherche documentaire, tri d'informations, choix argumenté d'hypothèses, élaboration d'un protocole d'expérimentation...
- **Investigation ou résolution du problème** : les élèves de l'équipe élaborent un protocole pour vérifier leur(s) hypothèse(s). Certains mènent leur expérience et d'autres collectent les résultats. Description du mode opératoire, mise en œuvre du protocole, emploi de matériel et d'appareils de mesure, de ressources, relevé et traitement des résultats...
- **Echanges argumentés, restitution** : les élèves en équipe présentent et justifient leurs réponses, solutions ou résultats devant classe pour les confronter aux autres (argumentations). Les contenus (idée, vécu, résultats, conclusion), l'argumentation, la préparation de la présentation (écrit, image et parlé), la communication (règles), l'emploi d'un vidéoprojecteur ou d'un TNI sont appréciés par l'enseignant.
- **Structure de connaissances** : cette phase est animée par le professeur qui profite des exposés précédents pour formaliser et structurer le savoir. Il établit la fiche de synthèse des connaissances. Il collecte les vécus des équipes, fait émerger le savoir découvert, énonce de la « règle », élabore d'une fiche ...

- **Opérationnalisation des savoirs** : les connaissances des fiches de synthèses contenues dans les classeurs sont réutilisées par les élèves pour résoudre un autre problème. Ils doivent résoudre un autre problème en décontextualisant le premier apprentissage et puis s'adonner à la réalisation d'une tâche complexe... » (Grenoble, 2011)

La DI relève de la théorie socioconstructiviste et correspond à l'enseignement/apprentissage par les Approches par les Compétences. De ce fait, elle favorise l'esprit de créativité et de contrôle chez les apprenants et également les rend davantage acteurs de leurs apprentissages. Cependant, elle limite quelquefois les connaissances à la terminologie et au vocabulaire technique. Elle ne permet pas de construire un concept surtout quand celui-ci relève de l'abstraction.

2-3- Définition des concepts

2-3-1- Enseignement

La notion d'enseignement a plusieurs définitions suivant les courants de recherche.

D'après les psychologues du développement (Cibra et Gergely, 2006), « l'enseignement est la manifestation explicite des connaissances généralisables par un individu (l'enseignant), l'interprétation de cette manifestation en termes de contenu de connaissance ». (Ziv et Frye, 2004) prétendent que l'enseignement est une activité intentionnelle pour augmenter les connaissances (ou la compréhension) d'autre, réduisant ainsi la différence entre enseignant et élève. (Strauss et al, 2002), définissent l'enseignement comme une interaction spécialisée faisant appel à une cognition naturelle, dans laquelle on « détecte des écarts de connaissance et on engage les autres dans les activités pour diminuer ces différences ». L'enseignant doit avoir une certaine capacité cognitive adapter à son enseignement, car c'est lui le médiateur et c'est lui qui détient le savoir. C'est un comportement par lequel un individu a l'intention qu'un autre apprenne une habileté ou acquière une information ou une connaissance qu'il n'avait pas précédemment.

D'après les philosophes de l'éducation, considérant P comme professeur, E comme élève et C comme contenu. Nous avons Fentermacher (1986) qui définit l'enseignement comme un processus par lequel il y a une personne P qui possède un contenu C et a l'intention de communiquer ou transmettre C à une personne, qui initialement n'a pas C, afin que P et E

s'engagent dans une relation pour que E acquière C. Fleming (1980) dit à son tour que l'enseignement est une action par lequel P indique à E son intention que E doit apprendre C, E, prêt à le faire, comprend les intentions de P et E, ayant quelques raisons de le faire, essaie de maîtriser C. Quant à Freeman (1973), l'enseignement est un processus au cours duquel P est engagé dans une transaction avec E, dans laquelle les actions ou activités de P en présentant, clarifiant, montrant, exemplifiant, évoquant, confirmant ou encore indiquant, explicitant ou nom, un C sont instrumentaux en amenant quelque apprentissage ou compréhension de C par E (E progresse vers un apprentissage meilleur de C. Pour ces auteurs, l'enseignement est centré sur un enseignant qui possède un savoir de le transférer à un apprenant qui est disposé à acquérir ce savoir.

D'après (Gage, 1963) l'enseignement est toute forme d'influence interpersonnelle ayant pour but de changer les manières dont d'autres personnes peuvent ou pourront se comporter. D'après (Legendre, 1993) l'enseignement est un processus de communication en vue de susciter l'apprentissage ; ensemble des actes de communication et des prises de décision mis en œuvre intentionnellement par une personne ou un groupe de personne qui interagit en tant qu'agent dans une situation pédagogique. Selon (Not, 1987) l'enseignement suscite des activités d'apprentissage et les alimente par des matériaux appropriés. Ceux-ci consistent en information que l'on émet pour que d'autres les saisissent. D'après ces auteurs, l'enseignement est un point particulier qui permet de susciter de façon intentionnelle des actes ou activités d'apprentissage, car si nous n'avons pas une bonne intention, l'enseignement ne pourra pas se transmettre dans les bonnes conditions.

Pour (Kruger et Tomasello, 1996) l'enseignement est une activité sociale complexe, soutenue ou focalisée par des nombreux processus cognitifs et capacités parmi lesquels de langage, l'étayage, la lecture des intentions d'autrui. L'enseignement est une activité, mise en œuvre par un enseignant visant à transmettre des connaissances à un élève ou à un étudiant. En gros l'enseignement est une pratique interactive permettant la transmission des connaissances par un enseignant et l'acquisition de ces connaissances par les apprenants pouvant développer les capacités intellectuelles de ces derniers. Il est difficile d'aborder la notion d'enseignement, sans jeter un regard sur la notion d'apprentissage. Ces deux concepts sont directement liés l'un de l'autre. Il n'y a pas apprentissage sans enseignement au préalable.

2-3-2- Apprentissage

A croire à (Legendre, 1993), l'apprentissage est défini comme un « acte de perception d'interaction d'un objet par un sujet. Acquisition des connaissances et développement d'habiletés à la structure cognitive d'une personne. Processus qui permet l'évaluation de la synthèse des savoirs, des habiletés, des attributs, cumulatif et multidirectionnelle par lequel l'apprenant construit activement ses savoirs ». D'après (Develay, 1992), « l'apprentissage est un processus qui permet à un individu de se transformer psychiquement. Donc, l'objet de ce processus est l'information qui s'effectue lorsque celui apprend entre en contact avec des objets qui lui sont extérieurs ». (Beillerot, 1989) définit l'apprentissage comme un processus qui permet à l'apprenant de créer des savoirs pour pouvoir penser et agir. C'est-à-dire, c'est un processus qui permet à celui qui apprend de créer à l'intérieur de lui-même des savoirs pour penser et agir. Pour ces auteurs, l'apprentissage est un ensemble de mécanismes permettant l'acquisition de savoir-faire, des savoirs ou de connaissances. Et l'acteur de l'apprentissage mis en œuvre ici est appelé apprenant

Pour (Raynal et Rieuier, 1997), apprendre c'est acquérir des informations ou des capacités ; intégrer de nouveaux schémas dans sa structure cognitive ; construire de nouvelles représentations et de nouvelles connaissances et modifier son comportement. Apprendre c'est modifier son comportement. Pour De Vecchi et Giordan (1990), l'apprentissage « est une activité basée sur des interactions entre l'individu, ses conceptions, ses caractéristiques (affectives, intellectuelles, sociales, etc.) et les expériences qu'il vit de manière directe ou indirecte ». L'individu reçoit des informations qu'il s'approprie ou non en fonction de la présence « d'accrocheur cognitifs », susceptible d'assimiler les informations nouvelles pour les transformer en savoir personnel. En outre, l'apprentissage est une adaptation entre une situation et un individu par le moyen d'une accommodation adéquate du sujet sur sa représentation de la situation, qui cause un changement de comportement qui est persistant, mesurable et spécifique de façon à permettre avec celui-ci des interactions efficaces ou de plus en plus efficace.

A croire à Combs et Whistler (1997), l'apprentissage est « un processus naturel qui tend à poursuivre des buts de manière personnelle. Il s'agit d'un processus actif, volatil et médiatisé intérieurement. C'est un processus de découverte et de construction de la signification et de l'expérience, filtré par les perceptions, les pensées et les sentiments uniques à chaque apprenant ». Il a donc pour objectif de faciliter la communication entre la personne enseignante

et le groupe étudiant, puisqu'elle précise les apprentissages à faire, les actions à accomplir ou les performances à atteindre, l'apprenant sait précisément ce qui est attendu en fin d'apprentissage. Le but de l'apprentissage n'est pas le savoir, mais l'action. En d'autres termes, l'apprentissage permet d'accroître notre qualité de vie. Il est en effet important avant d'aborder la notion d'apprentissage, connaître sur quel concept cet apprentissage se focalise.

Somme toute, l'apprentissage est une activité ou un ensemble d'activité permettant à un apprenant de développer des compétences ou d'acquérir des connaissances. C'est un processus qui permet à une personne de percevoir les objets, d'interagir avec eux et de les intégrer avec ses dimensions sociales, cognitives et affectives, afin de transformer, de créer ou de faire évoluer sa structure cognitive interne. L'apprentissage est un processus dynamique et actif.

2-3-3- Réaction chimique

Pour cette étude qui s'intéresse de sa construction par les apprenants de classe de 4^{ème} de l'enseignement secondaire général (âgé de 13 à 15 ans), le concept de la réaction chimique est défini suivant l'approche conceptuelle et opérationnelle. Ainsi, une réaction chimique est le processus qui a pour résultat la modification d'un ou de plusieurs corps purs en un ou plusieurs autres corps purs. C'est une transformation au cours de laquelle un ou plusieurs corps purs disparaissent (se transforment) en un ou plusieurs autres corps purs.

2-4-Theorie explicative

Plusieurs théories et modèles d'enseignement soutiennent ce travail : le socioconstructivisme, la théorie des deux mondes et le modèle KVP de Pierre Clément.

2-4-1- Le socioconstructivisme

Le socioconstructivisme est une théorie du développement cognitif, qui confère une dimension sociale essentielle aux processus cognitifs qui régissent l'apprentissage. D'après (Kozanitis, 2005), « Le socioconstructivisme est une théorie qui met l'accent sur la dimension relationnelle de l'apprentissage. Issu en partie du constructivisme, le socio-constructivisme ajoute la dimension du contact avec les autres afin de construire ses connaissances ». Vygotsky en est l'auteur. Pour ce dernier, l'acquisition des connaissances passe par un processus qui va des connaissances interpersonnelles aux connaissances intra personnelles. Par-là, il confère une importance capitale aux interactions entre l'individu et son environnement social. Parlant des interactions, Vygotsky en a distingué deux types :

- Les interactions symétriques de résolutions conjointes : Il s'agit ici d'une symétrie de rôles entre pairs, de constructions conjointes d'un savoir. Les deux acteurs sont au même ordre de développement cognitif. Exemple : l'interaction entre les apprenant de même niveau d'apprentissage ou entre les enseignant d'une même discipline.
- Les interactions dissymétriques de guidage : Il s'agit de l'interaction entre un sujet naïf et un sujet expert. Le premier est aidé par le second dans l'acquisition d'un savoir ou d'un savoir-faire. Exemple : l'interaction entre l'enseignant et l'apprenant.

(Anastassis Kozanitis, 2005), « La construction d'un savoir, bien que personnelle, s'effectue dans un cadre social ». (Kozanitis, 2005) Elle est influencée par le développement cognitif de l'apprenant. À cet effet, Piaget, s'opposant à Vygotsky, soutient que le développement cognitif d'un individu remorque l'apprentissage. Pour Piaget, l'individu ne peut apprendre que dès qu'il est prédisposé psychologiquement à cet effet. Pour Vygotsky, c'est par l'interaction avec l'environnement le développement cognitif d'un individu s'affirme. Le développement cognitif est une théorie qui repose sur le principe de la Zone Proximale de Développement (ZPD).

La Zone Proximale de Développement (ZPD) : c'est l'endroit où l'enfant peut accomplir une tâche en vertu d'une orientation d'un adulte ou d'un collaborateur, d'un pair ; tâche qui ne pourrait être réalisée seule. Vygotsky suppose que cette ZPD est l'écart entre ce que l'individu est capable de réaliser intellectuellement seul à un moment de son parcours et ce qu'il serait à mesure de réaliser avec la médiation d'autrui.

2-4-2- Théorie des deux mondes

La théorie des deux mondes est un cadre conceptuel, développé par la didactique de physique, qui permet d'analyser du point de vue épistémologique et cognitive les conceptions des apprenants au cours d'une séance d'enseignement-apprentissage. Lors d'enseignement-apprentissage, l'apprenant possède déjà une idée ou une connaissance sur l'objet étudié, c'est la conception naïve ; elle peut être conforme ou non à la conception scientifique. Cette conception dite naïve est le produit du quotidien de l'apprenant. « La théorie des deux mondes permet de distinguer deux cadres explicatifs (celui de la physique et celui de la vie quotidienne, du « quotidien ») susceptible d'intervenir dans le processus de modélisation (considéré en tant que mise en lien entre le monde « des choses », celui des objets et des événements et le monde des théories et des modèles). » (Cécile de Hosson & Elias, 2021). Selon Tiberghien et Vince (2005) cité par (Demb-Hal, 2020, p. 103), les conceptions des élèves comportent deux aspects : « Le premier [aspect]

porte sur l'utilisation du langage quotidien par les élèves quand ils traitent de sujets scientifiques. L'écart entre le langage quotidien et le langage scientifique, en particulier l'utilisation d'un même terme avec des sens différents, est notoire. (...). [Le second] aspect, plus directement lié à l'expérience du monde matériel, porte sur la causalité utilisée pour interpréter le monde matériel. ».

Réellement, le problème de l'apprenant est qu'il n'arrive pas à associer exactement au concept en jeu l'objet ou l'évènement correspondant. « La théorie des deux mondes consiste à considérer, dans le cadre de cette modélisation, qu'il existe deux mondes étroitement liés : le monde des objets et évènements, directement observables dans le monde physique réel, en ce qui concerne la physique élémentaire enseignée au niveau lycée et collège, et le monde des théories et modèles, qui relève du monde des concepts et des modèles théoriques de situations matérielles étudiées» (Demb-Hal, 2020). Le but de l'enseignant est d'amener l'apprenant à faire une liaison entre ces deux mondes et être capable de se servir ces mondes pour interpréter, comprendre et expliquer un phénomène ou un concept.

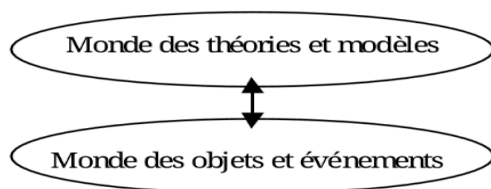


FIGURE 7: DISTINCTION ENTRE DEUX MONDES, FONDÉE SUR LA MODÉLISATION EN PHYSIQUE
(TIBERGHIE ET VINCE, 2005)

Dans le cadre de ce travail, nous nous servirons de la relation entre le monde des objets (dimension phénoménographique) et le monde des théories ou du reconstruit (phénoménologique) pour permettre à l'apprenant de conceptualiser le phénomène de la

PARTIE 2 : CADRE METHODOLOGIQUE

CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Comme toute recherche scientifique, cette étude est menée suivant une méthodologie conforme aux exigences de la recherche. Ce chapitre révèle cet ensemble d'opération ayant conduit aux résultats et à la conclusion de cette étude. Notamment, Type de recherche, approche méthodologique, échantillon, Collecte de données, analyse à priori du questionnaire et expérimentation.

Selon Grawitz (1996, p. 317) tiré de (Eboule, 2009), « la méthodologie est l'ensemble des opérations intellectuelles par lesquelles une discipline cherche à atteindre les vérités qu'elle poursuit ; les démontre ; les vérifie ». En d'autre terme, la méthodologie renvoie également à un procédé, à un cheminement, aux différentes étapes que le chercheur parcourt dans le but de bien mener sa recherche.

3-1- Type de recherche

En didactique des sciences, les types de recherches généralement rencontrés sont : la recherche descriptive, la recherche quasi-expérimentale et la recherche de théorisation. Pour ce travail de recherche qui implique l'expérimentation d'un mode de transposition d'un contenu d'enseignement-apprentissage dans la construction d'un concept et du fait qu'on s'appuie sur des théories explicatives qui contextualisent l'étude, notre choix est porté objectivement sur le type de recherche quasi-expérimental. Comme une recherche expérimentale, la recherche quasi-expérimentale permet de vérifier une ou plusieurs hypothèses causales (identifier la relation de cause à effet entre deux variables : la variable indépendante et la variable dépendante). Elle se différencie de la recherche expérimentale par le fait qu'elle utilise des critères non aléatoires pour répartir les sujets à des groupes (la recherche expérimentale parle de groupes de traitement ou groupe expérimental et groupe de control alors que la quasi-expérimentale parle du groupe expérimental et du groupe témoin).

3-2- Approche méthodologique

L'approche méthodologie est l'ensemble des techniques, des procédés et des moyens employés pour apprécier la validité d'une ou plusieurs hypothèses de recherche. Dans le cadre de ce travail de recherche, nous adoptons une approche quantitative du fait de la nature des données que nous voulons collecter. Il s'agit de comparer les productions des élèves au travers de note attribuée pour chaque item de questionnaire.

3-3- Echantillon

3-3-1- Population cible

Pour cette étude, le questionnaire et même la séquence d'enseignement visant la construction du concept de la réaction chimique sont orientée vers les élèves de classe de quatrième de l'enseignement secondaire général du Cameroun. Ces élèves constituent ainsi notre population cible. Cette population n'étant pas accessible, nous avons fait recours à la technique d'échantillonnage pour avoir une population représentative. Les élèves de la classe de quatrième de l'enseignement secondaire général sont soumis à un même programme d'étude sur une même durée, les enseignements sont dispensés suivant l'approche par les compétences avec entrée par une situation-problème. Leur uniformité nous amène à porter le choix sur un établissement qui constitue une unité de notre population cible. Ce choix ne s'est fait sous aucun critère scientifique. Ce travail de recherche serait valable pour n'importe quel établissement d'enseignement secondaire général au Cameroun.

Notre population accessible est l'ensemble d'élèves de l'une des classes de quatrième du lycée de Bilingue d'Application de Yaoundé. Cet établissement est situé dans l'arrondissement de Yaoundé 6.

3-3-2- Méthode d'échantillonnage

Compte tenu de la large taille de notre population accessible, il nous a semblé nécessaire de procéder à un échantillonnage plus représentatif. Par simple choix raisonné, on a retenu une salle de quatrième parmi les quatre (4) existantes. C'est une salle de quarante-quatre (44) effectifs d'élèves dont l'âge varie entre treize (13) et quinze (15) ans. Ces quarante-quatre (44) élèves ont tous participé aux enseignements classiques dispensés par leur enseignant sur le concept de réaction chimique à travers la réaction de combustion.

Pour former le groupe témoin et le groupe expérimental, l'effectif d'élèves a été divisé simplement par deux (2) sans tenir compte d'aucun critère. Ainsi, l'on a pu avoir deux groupes de vingt-deux (22) élèves chacun. Ces groupes constituent respectivement le groupe témoin et le groupe expérimental de notre recherche.

En somme, l'échantillon de recherche est constitué de quarante-quatre (44) de classe de quatrième du Lycée de Bilingue d'Application de Yaoundé. Il est subdivisé en deux groupes comme l'exige la méthode quasi-expérimentale de la recherche et est réparti comme suit :

- **Groupe témoin** : vingt-deux (22) élèves de classe de quatrième ayant suivi les enseignements classiques avec enseignant sur le concept de réaction chimique,
- **groupe expérimental** : vingt-deux (22) élèves de classe de quatrième ayant suivi les enseignements classiques et la séquence d'enseignement qui constitue le test de cette recherche.

Ces élèves ont en toute liberté accepté de participer à ce travail de recherche et ont accepté remplir le questionnaire beaucoup d'intérêt. Le groupe témoin a rempli le questionnaire alors que le groupe expérimental l'a rempli après la séquence d'enseignement-apprentissage (test).

3-4- Collecte des données

3-4-1- instrument de collecte de données

En sciences sociales, il existe plusieurs instrument de collecte de données parmi lesquels le questionnaire. L'administration de ce questionnaire se fait par plusieurs moyens possibles : par internet, par téléphone, à main propre etc. Elle peut être directe ou indirecte. Directe lorsque le questionnaire est rempli par le répondant et indirecte lorsque le questionnaire est rempli par le questionnant qui recueille les réponses du répondant.

Pour recueillir les données auprès des élèves, nous avons utilisé le questionnaire papier-crayon. Dans le cadre de cette étude le mode d'administration à main propre, ce mode consiste en effet à partager le questionnaire à main propre aux enquêtés, tout en étant patient qu'ils répondent à toutes les questions posées pour le récupérer. Cette façon d'administration du questionnaire captive l'enquêté et lui permet d'aborder la tâche qui lui est confiée avec beaucoup de sérieux.

Avant l'administration du questionnaire, nous avons procédé par sa validation en le présentant d'abord aux camarades de promotion et aux aînés académiques. Leurs retours ont permis de revoir le questionnaire dans le fond et la forme afin qu'il soit convenable à la recherche et à la population cible. Ils ont aussi permis de revoir les types des items ou question et leurs ordres, de les reformuler en adaptant le style de langage au niveau de la population cible et à la discipline afin d'éviter toute ambiguïté de compréhension des items par les élèves cibles. Également, les commentaires des pairs nous ont amené de revoir à la baisse le nombre des items

ou questions de cet outil de collecte. Ces ajustements étaient dans l'objectif de produire un questionnaire qui puisse nous permettre de répondre efficacement à notre question de recherche ou bien qu'il puisse nous permettre de mieux nous positionner sur notre hypothèse de recherche après dépouillement. Après ces arrangements, nous avons présenté le questionnaire de nouveau à quelques individus de la population cible de la recherche afin de juger si les questions sont bien comprises. Ceux derniers n'ont manifesté aucun gêne à la compréhension et au remplissage dudit questionnaire. L'outil de collecte des données, suivant l'appréciation de nos pairs, sied au problème et à la question de recherche.

Le questionnaire est constitué de quatorze (14) questions réparties dans trois (3) activités dont :

- **Vérification des connaissances sur la réaction chimique** : elle compte cinq (5) questions dont trois (3) questions fermées et deux (2) questions semi-ouvertes.
- **Vérification des connaissances sur la combustion de la bougie** : elle compte six (6) questions dont une (1) question fermée, deux (2) questions semi-ouvertes et trois (3) questions ouvertes.
- **Vérification des connaissances sur la préparation de la sauce vinaigrette et sur la fabrication de la sauce jaune** : elle compte trois (3) questions dont une (1) question fermée et deux (2) questions semi-ouvertes.

En somme, le questionnaire comporte trois (3) questions ouvertes, sept (7) questions semi-ouvertes et quatre (4) questions fermées. L'usage de ce type de question permet de mieux recueillir les conceptions des élèves et également permet à ce que les élèves puissent être amenés à répondre librement à toutes les questions. Hormis les questions (items), il est visible sur le questionnaire une partie réservée à l'identification du répondant où sont à fournir les noms et prénoms, l'âge, sexe, classe et groupe. À la suite de la partie réservée à l'identification du répondant est mentionnée la consigne de remplissage.

3-4-2- Méthode de collecte de données

La collecte des données pour cette étude s'est faite en deux étapes :

- pré-test : sur le groupe témoin de notre la recherche (G1).
- post-test : sur le groupe expérimental de la recherche (G2).

En première étape, elle s'est faite auprès du groupe témoin de notre échantillon de recherche. Ceci, pour recueillir les conceptions de ces élèves (échantillon de recherche) sur le concept de réaction chimique suite à l'enseignement classique qu'ils ont fait avec leurs enseignants et dont le concept de la réaction chimique est abordé à travers la réaction de combustion. C'est ce qui est considéré comme le pré-test de notre recherche. Vingt-deux (22) élèves ont rempli correctement le questionnaire.

En deuxième étape (après le test qui est une séquence d'enseignement sur la notion de la réaction chimique à travers les réactions acidobasique d'usage quotidien). Cette collecte des données est dans le but de recueillir les conceptions des élèves (groupe expérimental de l'échantillon) après l'expérimentation-test. Ces apprenants ont mobilisé les connaissances acquises lors de l'expérimentation pour répondre au questionnaire. C'est ce qui est considéré comme le post-test de notre recherche. Vingt-deux (22) élèves ont participé à ce post-test ont pu remplir correctement le questionnaire.

3-5- Analyse à priori du questionnaire

Dans cette étude, le questionnaire utilisé au post-test est le même utilisé au pré-test. Ce questionnaire vise à vérifier des acquis des élèves sur les différents concept ayant un rapport direct avec le concept de la réaction chimique tel que la transformation chimique, la transformation physique, le réactif et le produit (c'est le cas pour les questions N°1-, 2-, 3-, 4- et 5-) et l'influence d'aborder ce concept à travers la réaction de combustion d'une part (c'est le cas des questions N°6-, 7-, 8-, 9-, 10- et 11-) et la réaction acidobasique d'une part (c'est le cas des questions N°12-, 13- et 14-). La réaction acidobasique employée dans le cas du présent travail est celle de la préparation de la sauce jaune (produit de la réaction entre la solution de sel germe ou la potasse et là l'huile de palme).

L'usage des questions semi-ouvertes avec la proposition « **e) Autre (à préciser)** », nous permet d'avoir une marge importante dans l'analyse des résultats de recherche. Cette proposition qui laisse la latitude au répondant d'exprimer ce qu'il pense au-delà de ce qu'a envisagé le questionnaire dans chaque proposition ; ce qui nous permet de mieux recueillir les conceptions de ce dernier sur le concept engagé dans chaque question. De même, pour certains items tels que les questions N°12- et N°14-, il est demandé au répondant de justifier son choix. Cette justification permet de se rassurer que le répondant ne s'est pas résolu seulement à remplir pour satisfaire le chercheur ; de nous rendre compte de la méthode déployée par le répondant pour

parvenir à la réponse choisie. Elle nous permet également de mieux apprécier la contribution de notre test sur l'appropriation du concept de l'étude.

La question N°1 vise à vérifier la définition que l'élève donne au concept de la réaction chimique après avoir suivi le cours classique pour le groupe 1 et après la séquence test pour les répondant du groupe 2. Dans le cours classique, le concept de la réaction chimique est défini comme « transformation au cours de laquelle un ou plusieurs corps purs disparaissent et simultanément ils se forment des nouveaux produits ». Il est question donc de vérifier si l'apprenant s'est approprié cette définition et donc est apte à la reformuler.

1- réaction chimique :

- a)** Est un processus qui a pour résultat le changement de l'état physique d'un corps pur.
- b)** Est le processus qui a pour résultat la modification d'un ou de plusieurs corps purs en un ou plusieurs autres corps purs.
- c)** Est un processus au cours duquel seulement deux corps purs disparaissent et il se forme un seul nouveau corps purs.
- d)** Aucune réponse juste

La réponse attendue juste est la proposition **b)**. Si le répondant choisit comme **c)** comme proposition juste à cette réponse, cela lui sera accordé et traduirait qu'il a une compréhension inachevée du concept de la réaction chimique ; si cette proposition est juste pour la combustion du soufre qui conduit à un produit (le dioxyde de soufre), il ne l'est pas pour la combustion de la paraffine qui conduit à deux produits. Si le répondant choisit la proposition **a)**, cela traduirait une méconnaissance de sa part du concept de réaction chimique. Et si le répondant choisit la proposition **d)** cela traduirait une méconnaissance ou une mauvaise compréhension de sa part du concept de réaction chimique.

Quant à la question N°2, elle vise également à vérifier si les répondants des deux groupes ont possèdent des connaissances déclaratives sur les notions qui entourent le concept de la réaction chimique.

2- Transformation chimique

- a)** Est une manifestation de la réaction chimique ; elle se traduit souvent par dégagement gazeux, par changement de couleur ou par dégagement de la chaleur et finit par un changement d'aspect des corps de départ.

- b)** Est une manifestation de la réaction chimique qui conduit au changement d'état physique des corps de départ.
- c)** Est le processus qui a pour résultat la modification d'un ou de plusieurs corps purs en un ou plusieurs autres corps purs.
- d)** Aucune réponse juste

Bien qu'à la consigne, il est dit que chaque question possède une et une seule réponse juste, cette question en possède deux dont **a)** et **c)**. Si le répondant choisit la proposition **a)**, cela traduirait que le répondant sait que la réaction chimique peut s'accompagner des phénomènes physiquement observable. Ce choix pourrait aussi cacher l'incapacité du répondant à pouvoir distinguer la transformation chimique de celle physique : d'où la prochaine question sur la transformation physiques. Et si le répondant choisit la proposition **c)**, cela traduirait une appropriation de la connaissance déclarative par le répondant du concept de transformation chimique.

La question N°3 vise à vérifier le prérequis du répondant sur la transformation de la matière. La notion de transformation physique est enseignée à ces élèves en classe de cinquième (5^{ème}) et constitue un début dans l'étude de la transformation de la matière.

3- Transformation physique :

- a)** Est le passage d'un ou de plusieurs corps d'une nature à une autre.
- b)** Est le passage d'un ou de plusieurs corps d'un état à un autre.
- c)** Concerne toujours les corps purs solides.
- d)** Aucune réponse juste

La proposition attendue est **b)**. Si le répondant choisit une proposition autre que celle attendue, cela traduirait un manque de connaissance de la transformation physique occasionnée par un oubli ou un apprentissage non accompli en 5^{ème}.

Les questions N°4 et N°5 visent à vérifier si le répondant connaît ce que sont un réactif et un produit d'une réaction. L'on ne peut prétendre connaître le concept de la réaction chimique en méprisant le concept de réactif et produit.

4- Réactif de la réaction :

- a)** Est le corps pur qui se forme au cours d'une transformation chimique.
- b)** Est le corps qui disparaît au cours d'une transformation physique.

- c) Est toujours un corps solide.
- d) Autre (à préciser) :

Pour la question N°4, la réponse juste attendue est **d) : est un corps pur qui disparaît ou qui se transforme au cours d'une transformation chimique**. Si le répondant choisit la proposition **b)**, on pourrait penser à l'accrochement sur le mot « disparaît » qui apparaît dans la proposition qui peut amener le répondant à accorder peu d'importance à l'expression « transformation physique ». Toute autre proposition ayant le même sens que la proposition attendue serait considérée juste dans le cas où le répondant choisit une autre proposition en dehors de **d)** et donne une réponse non juste à la proposition, cela se traduirait par la non maîtrise du concept de réactif par le répondant.

5- Produit de la réaction :

- a) Est un corps qui se forme au cours d'une transformation chimique.
- b) Est toujours liquide
- c) Est le corps qu'on obtient après changement d'état physique d'un autre corps.
- d) Autre (à préciser) :

Pour la question N°5, la réponse juste attendue est **a)**. Tout autre choix traduirait une méconnaissance du concept de produit d'une réaction par le répondant. Toutefois, si le répondant choisit la proposition **d)** en formulant une réponse qui soit juste. Cela traduirait une acquisition inachevée du concept.

Les questions N°6, N°7, N°8, N°9, N°10, N°11 visent à vérifier la conception que les répondants de chaque groupe (G1 et G2) se sont construits sur le réseau conceptuel de la réaction chimique à travers la combustion. Précisément, la question N°6 permet de savoir si le répondant a une connaissance de la constitution même de la bougie, pour la question N°7 vise à vérifier si les répondants sont capables d'identifier les réactifs lors de combustion de la bougie. Il en est de même pour la question N°8 pour l'identification des produits de cette réaction de combustion.

6- La bougie est constituée de :

- a) La paraffine, la mèche et l'eau.
- b) La paraffine, la mèche et l'oxygène.
- c) La paraffine et la mèche.

d) Autre (à préciser) :

Il est important de connaître la construction de la bougie afin d'être capable d'établir une équation bilan littérale de sa combustion. Pour la question N°6, la réponse juste attendue est **c)**. Toute autre réponse ou proposition que le répondant va choisir ne sera pas acceptée (fausse) et ce serait une preuve de méconnaissance même du combustible et par conséquent les réactifs. Cette supposition pourrait se vérifier à la question N°8.

7- Lors de la combustion de la bougie, les produits de la réaction sont :

- a)** La cendre, l'eau et le gaz carbonique.
- b)** La cendre, la chaleur, l'eau et le gaz carbonique.
- c)** Le gaz carbonique, l'eau et l'oxygène
- d)** La cendre, l'eau, le gaz carbonique et la flamme.
- e)** L'eau et le gaz carbonique.

Pour la question N°7, la réponse juste attendue est **a)**. Tout autre choix serait faux et révélateur d'un certain d'information. Toutefois si le répondant choisit la proposition **e)**, il lui sera accordé comme juste si et seulement si à la question N°9 il établit l'équation littérale de la combustion de la paraffine uniquement ; on noterait qu'il ignore ou ne prend pas en compte la présence de la mèche dans la paraffine.

8- Lors de la combustion de la bougie, les réactifs de la réaction sont :

- a)** La paraffine, l'eau et la mèche.
- b)** La paraffine, la chaleur et la flamme.
- c)** La paraffine, l'eau et l'oxygène
- d)** La paraffine, la mèche et la flamme.
- e)** La mèche, la flamme et la chaleur.
- f) Autre (à préciser) :**

Pour la question N°8, la réponse juste attendue est **d)** paraffine, la mèche et l'oxygène. Tout autre choix du répondant serait non juste et révélateur d'une information importante selon la proposition choisie. Toutefois, bien révélateur d'information importante, cela traduirait un manque de connaissance des réactifs de la combustion de la bougie et par conséquent le répondant ne pourrait pas établir l'équation littérale de cette réaction. Ou bien, est-il même conscient que la combustion est une réaction chimique ?

9- Ecrire l'équation littérale de la combustion de la bougie:

La réponse juste attendue à cette question est la suivante :

Paraffine + mèche + oxygène → gaz carbonique + eau + cendre.

Ou bien

Paraffine + oxygène → gaz carbonique + eau

Ou encore

Mèche + oxygène → gaz carbonique + eau + cendre

Le répondant pourrait employer le terme dioxyde de carbone pour désigner le gaz carbonique, l'emploi de l'air pour désigner l'oxygène serait tolérable. Toute autre réponse n'ayant pas le sens que celle attendue serait fausse et cela pourrait traduire l'incapacité pour le répondant à modéliser par l'équation le phénomène de la réaction chimique ou même le non appropriation de ce concept.

Pour les questions N°10 et 11, il est question de vérifier si le répondant est capable de faire un transfert de compétence sur la combustion d'un autre corps que la bougie. Pour ce fait, on remplace la bougie par le papier format. Le répondant des deux groupes (groupe témoin et groupe expérimental) sont capables d'identifier les réactifs et les produits de la réaction de combustion du papier format.

Lorsqu'on brûle un papier format, on parle de la combustion du papier format.

10- citer les réactifs de cette combustion ?

.....

Pour la question N°10, la réponse juste attendue est : « papier + oxygène ». On tolérerait que le répondant remplace l'oxygène par l'air.

11- citer les produits de cette combustion.

.....

Pour la question N°11, la réponse juste attendue est : « gaz carbonique + eau + cendre ». On accepterait que le répondant remplace le terme gaz carbonique par dioxyde de carbone.

Si le répondant ne donne pas une réponse juste, cela se traduirait par le non appropriation du concept de la réaction chimique par le répondant ou bien son incapacité de mobiliser les connaissances acquises hors du contexte d'apprentissage.

Les questions N°12, N°13 et N°14 visent à vérifier la conception des élèves sur le concept de la réaction chimique suit à l'enseignement-apprentissage à travers une réaction acido-basique. On se servira d'une pratique alimentaire de la vie quotidienne et qui est connue des élèves pour aborder le concept de la réaction chimique. Lors de la séquence d'enseignement –apprentissage (test), les élèves seront invités par une démarche d'investigation de connaître de distinguer la transformation chimique de celle physique d'une part et la réaction chimique d'un mélange d'autre part.

La sauce vinaigrette est essentiellement faite d'huile et du vinaigre. Lorsque ce deux ingrédients sont associés et agités (secouer le mélange d'huile et de vinaigre), il se forme un liquide jaunâtre plus dense que le vinaigre : c'est la sauce vinaigrette.

12- Le processus par lequel on obtient la sauce vinaigrette:

- a) Est une transformation chimique.
- b) N'est pas une transformation chimique.
- c) Est une transformation physique.
- d) Autres (à préciser) :

Justifier votre réponse:

Pour la question N°12, la réponse juste attendue est **c)**. Toutefois, si le répondant choisit **d)** (autre), cela pourrait être accordé comme juste dans la mesure où le répondant peut en voir un mélange plutôt qu'une transformation physique due à l'agitation. La justification demandée ne peut être prévisible ; elle nous permettra de mieux comprendre et analyser le choix du répondant.

Le taro est un met camerounais qui se mange avec la sauce jaune. La sauce jaune est essentiellement faite à partir de d'huile de palme, d'eau et de sel germe. Lorsque ces ingrédients sont associés convenablement, il se forme un liquide jaune : c'est la sauce jaune.

13- Le processus par lequel on obtient la sauce jaune :

- a) Est une transformation chimique.
- b) N'est pas une transformation chimique.

c) Est une transformation physique.

d) Autres (à préciser) :

Justifier votre réponse:

La réponse juste attendue pour la question est **a)**. Toute autre réponse que le répondant donnera sera fausse. La justification nous permettra connaître pour analyse ce qui a motivé le choix du répondant.

14- Lors de la préparation de la sauce jaune, les réactifs de la réaction sont :

a) L'eau, le sel germe et l'huile de palme.

b) L'eau et le sel germe.

c) Le sel germe et l'huile de palme.

d) Autre (à préciser) :

Pour la question N°14, la réponse juste attendue est **a)**. Toute autre réponse n'allant pas dans le même sens que celle attendue est fausse.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la pertinence, dans le processus de conceptualisation du phénomène de la réaction chimique par les élèves de classe de 4^{ème}, d'introduire la réaction chimique à travers l'enseignement de la réaction acido-basique. Il sera donc question pour nous de faire une étude comparative entre les données du groupe témoins qui n'a que suivi les cours classique sur la réaction chimique et celles du groupe expérimental qui a suivi les cours classique et la séquence d'enseignement-apprentissage (test).

3-6- Phase expérimentale

Dans la phase expérimentale, on a passé une séquence d'enseignement-apprentissage d'une durée de 90 minutes aux élèves de classe de quatrième d'âge compris entre 13 à 16 ans au Lycée Bilingue d'Application de Yaoundé. La séquence d'enseignement-apprentissage a consisté d'une manière générale à transposer le concept de la réaction chimique par la démarche d'investigation à travers la réaction acidobasique qui est dans le cas d'espèce de la préparation d'un met local connu des élèves (la sauce jaune).

3-6-1- Matériels didactiques

Pour cette séquence d'enseignement-apprentissage, les matériels didactiques suivants sont nécessaires :

- Les papiers formats, stylos et craie : ils ont servi de prise de notes ;
- Le tableau : il a servi de support d'explications.

Tout matériel didactique favorable à la bonne pratique pédagogique serait acceptable dans le cadre d'une duplication de ce travail de recherche.

3-6-2- description de la séquence d'enseignement (test)

Comme toute séquence pédagogique, celle de cette étude s'est déroulée en trois étapes : activités initiales qui tiennent lieu d'introduction de la leçon, activités principales qui tiennent lieu de développement de la leçon et évaluation formative qui tient de conclusion.

a- Activités initiales

Les activités initiales ont consisté à prendre connaissance des élèves, de présenter le contexte de la présente séquence d'enseignement, d'établir un contrat didactique avec les élèves, de faire un rappel et vérification des prérequis. Les notions rappelées sont : corps purs, mélange, transformation physique.

Pour la notion de corps, on a rappelé la définition, leurs types (corps pur simple et corps pur composée) et pour chaque type les exemples.

Pour le mélange, il a été rappelé les deux (2) types de mélange à savoir le mélange homogène et le mélange hétérogène. Les élèves ont donné la définition de chacun et ont donné pour chaque type des exemples.

Pour la transformation physique de la matière, les élèves ont montré qu'ils n'ont pas oublié les différents états de la matière à savoir l'état liquide, l'état gazeux et l'état solide. Ils ont pu citer les différentes transformations physiques de la matière à savoir la solidification (passage de l'état liquide à l'état solide), la fusion (passage de l'état solide à l'état liquide), l'évaporation (passage de l'état liquide à l'état gazeux), la condensation (passage de l'état gazeux à l'état liquide), la sublimation (passage de l'état solide à l'état gazeux) et la cristallisation (passage de l'état gazeux à l'état solide).

Après la vérification et le rappel, on a transité aux activités principales par la situation-problème.

b- Activités principales

Les activités qui ont fait office de développement de cette séquence sont les différentes démarches de l'investigation. Il faut rappeler que le mode de transposition didactique déployé pour permettre la construction du concept de la réaction chimique par les élèves est la démarche d'investigation. Cette démarche s'effectue en plusieurs étapes dont :

- **Situation problème** : Suite à ce rappel des prérequis aux des élèves, on a énoncé à ces derniers la situation-problème telle qu'elle est formulée :

Le taro est un complément qui se mange avec de la sauce jaune au Cameroun. La sauce jaune est obtenue par un simple mélange de l'huile de palme non raffinée avec une solution de potasse communément appelée « Kamwa » ou « sel gemme ». Elle est connue pour sa particularité d'être facile à nettoyer sur un tissu ou une assiette.

Nsangou est un commerçant de chemises. Au moment qu'il s'apprête d'aller vendre, il constate qu'une de ses chemises a été trempée dans une bassine d'huile de palme par sa petite fille de deux ans. Nsangou, sachant que le savon qu'il dispose ne peut véritablement pas nettoyer huile de sa chemise, est inquiet et cherche une solution pour débarrasser sa chemise de l'huile de palme. Sa femme dispose d'une quantité importante de solution de potasse et suffisamment d'eau. Aide Nsangou à rendre sa chemise propre.

Cette situation-problème est un élément qui déclenche les processus cognitifs chez élèves. Ces derniers ont commencé par formuler le problème à résoudre. Puis, ils se sont mis après cet énoncé à la recherche des solutions au problème qu'ils identifient.

- **Appropriation du problème** : Le problème formulé par les élèves avec l'aide de l'enseignant est : « Nsangou ne sait pas comment rendre propre avec tout son éclat sa chemise que son enfant de deux (2) ans a trempé dans une bassine d'huile de palme. », suite à la reformulation du problème, l'enseignant a demandé aux élèves de proposer à Nsangou comment il peut procéder pour que son habit redevienne propre.
- **Formulation d'hypothèses** : à la suite de cette demande, les élèves en équipe, proposent par écrit leurs hypothèses de résolution du problème. Les raisonnements, les échanges d'idées et formulations sont faits par les élèves dans leurs groupes respectifs.
 - **Investigation ou résolution du problème** : les élèves de l'équipe élaborent un protocole pour vérifier leur(s) hypothèse(s). les hypothèses proposées par les élèves sont : « il va donner sa chemise dans un bon pressing », « il lave sa chemise avec un bon détergent liquide », « il trempe pendant deux jours et puis la lave

avec un savon liquide », « Nsangou, trempe sa chemise dans de l'eau chaude contenant du savon liquide », « Nsangou peut utiliser l'eau de javel pour laver sa chemise et que ça devienne propre », ... Après cette étape, on est passé à la phase de restitution.

- **Echanges argumentés, restitution** : les élèves en équipe présentent et justifient leurs réponses, solutions ou résultats devant classe pour les confronter à ceux des autres (argumentations).
- **Structure de connaissances** : cette phase est animée par l'enseignant qui profite des exposés précédents pour formaliser et structurer le savoir. Il établit la fiche de synthèse des connaissances. Il collecte les vécus des équipes, fait émerger le savoir découvert « la construction du concept de réaction chimique ».
- **Opérationnalisation des savoirs** : les connaissances des fiches de synthèses sont mobilisées par les élèves pour résoudre un autre problème. Ils doivent résoudre un autre problème en décontextualisant le premier apprentissage. C'est l'indicateur réel d'un apprentissage accompli ou d'une acquisition de compétence effective. Dans le cadre de cette séquence pédagogique, les élèves ont pu mobiliser les connaissances de la préparation de la sauce jaune pour parvenir à conclure la préparation du savon est une réaction chimique et que la sauce jaune est le savon.

c- Evaluation formative

À cette dernière partie de la séquence d'enseignement, l'enseignant interroge les élèves sur les notions abordées et les connaissances énoncées en guise de synthèse (notées dans leurs blocs-notes). L'enseignant demande aux élèves de définir les termes tels réaction chimique, réactif, produit de la réaction ; d'écrire l'équation littérale de la réaction de combustion de la bougie, de la préparation du savon. Les élèves ont bravement répondu à ces questions formatives. La différence entre la transformation physique et la transformation chimique a été bien établie par ces élèves.

Après cette séquence d'enseignement au profit du groupe expérimental (G2) de cette étude, on leur a passé le questionnaire pour remplissage. On n'a fait comprendre à ces vingt-huit (28) qui constituent le groupe expérimental qu'il ne s'agit pas d'une évaluation comme ils ont l'habitude

de faire avec leurs enseignants. Il leur a été dit que le remplissage soit individuel parce qu'il n'aurait pas une note ou une correction à sa suite.

3-6-3- Fiche de préparation de la leçon

Module	La matière, ses propriétés et ses transformations			
Titre de la leçon	Notion de réaction chimique			
Compétences visées	➤ Définir réaction chimique, réactif, produit et transformation chimique; ➤ Reconnaître une transformation chimique ; ➤ Distinguer une transformation chimique d'une transformation physique ; ➤ Ecrire l'équation littérale d'une réaction chimique.			
Étapes (durée)	Activités		Contenu	Matériels didactiques
	De l'enseignant	Des élèves		

Activités initiales (15 minutes) <i>(Vérification et révision des prérequis)</i>		➤ Rappelle des notions dont on vérifie la connaissance ; ➤ Pose des questions sur ces notions ; ➤ Reporte les réponses justes venant des élèves au tableau ; ➤ Corrige les réponses erronées venant des élèves ; ➤ Répond aux questions venant des élèves.	➤ Répondent aux différentes questions posées ; ➤ Prennent des notes ; ➤ Posent des questions ; ➤ Interagissent entre eux sur les questions posées et sur les réponses données.	➤ Rappel sur les notions suivantes : ➤ Mélange (hétérogène et homogène) ; ➤ corps purs (simple et composé) ; ➤ transformation physique de la matière (solidification, fusion, cristallisation, sublimation, vaporisation, condensation) ;	➤ Tableau, ➤ Craie, ➤ crayon, ➤ bloc-notes.
Activité principale (70 minutes)	Situation- problème (5min)	➤ Enonce la situation-problème aux élèves ;	➤ Suivent et s'approprient la situation-problème ; ➤ Essayent de proposer des solutions possibles ; ➤ Echantent entre eux.	➤ Un corpus (texte)	➤ crayon; ➤ bloc-notes ➤ documents ; ➤ internet ; ➤ craies.

	Investigation (15min)	➤ Organise les élèves en groupe ; ➤ Relance le débat dans chaque groupe et veille à la discipline et l'implication de tous les élèves de chaque groupe ; ➤ Reste à la disposition à relancer le débat ou répondre à une préoccupation des élèves dans la stricte dévolution.	➤ Echantent entre eux dans leur groupe ; ➤ Proposent des solutions possibles ; ➤ Peuvent exploiter les documents et faire des recherches à l'internet ➤ Rédiger leurs propositions sur un papier.	➤ Corpus de la situation-problème	
	Restitution et échanges d'idées (25min)	➤ Organise les exposés des groupes et puis initier un débat scientifique après ces exposés ; ➤ Relève les hypothèses et les arguments de chaque groupe	➤ Chaque groupe expose leur travail ; ➤ Echantent (question-réponse) entre eux (intergroupe) ; ➤ Reformulent éventuellement (par groupe) leurs hypothèses.		

Evaluation formative (5min)	Structuration des connaissances (10min)	➤ Echange avec les sur leurs hypothèses ; ➤ Valide ou invalide les hypothèses de chaque groupe à la lumière des arguments avancés.	➤ Echantent avec l'enseignant (défendent leurs hypothèses) ; ➤ Répondent aux questions de l'enseignant ; ➤ Notent les hypothèses validées et les réponses validées ainsi que les règles qui en découlent.	➤ Leurs différents travaux (exposés).	
	Opérationnalisation des savoirs (activités de consolidation) (15min)	➤ Interroge les élèves sur les notions abordées (réactifs, produits, réaction chimique, transformation chimique, équation littérale) ; ➤ Valide les réponses justes ; ➤ Résume la leçon apprise. ➤ Présente une autre situation-problème semblable à celle de départ aux élèves pour résolution.	➤ Posent des questions à l'enseignant ; ➤ Répondent aux questions de l'enseignant ; ➤ Prennent les notes ; ➤ Peuvent poser des questions.	Note de cours à retenir	➤ Tableau ; ➤ Craie ; ➤ Stylos ; ➤ Bloc-notes.
		➤ Interroge les élèves.	➤ Répondent aux questions.	Questions-réponses.	////////

En somme, dans cette étude de recherche quasi expérimentale, l'approche méthodologique est déployée est celle quantitative. Ayant pour cible principal les élèves de classe de 4^{ème} de l'enseignement secondaire général, cinquante-six (56) élèves retenus par choix raisonné ont pris part à l'étude à titre d'échantillon. Un questionnaire de quatorze (14) questions réparties en trois (3) activités a servi d'instrument de collècte des données auprès de ces cinquante-six (56) élèves subdivisés en deux groupe de vingt-huit élèves chacun : groupe 1 qui constitue le groupe témoin et groupe 2 qui constitue le groupe expérimental. Avant la descente sur le terrain pour collecter les données, on a préalablement procédé à une analyse à priori du questionnaire afin de se rassurer de sa validité. Suite à cela, le questionnaire a été passage au groupe témoin pour remplissage. Le groupe expérimental a précède au remplissage après avoir suivi une séquence d'enseignement-apprentissage de quatre-vingt-dix (90) minutes. Les résultats de ces colletés sont présentés et analysés et interprétés dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 4 : PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Ce chapitre présente sous forme de table et de graphes les résultats obtenus à la suite de dépouillement des questionnaires des apprenants du groupe témoin (G1) et ceux du groupe expérimental (G2). Il présente ensuite une analyse et interprétation détaillée de ces résultats.

4-1- Présentation des résultats

Il est d'abord présenté les résultats de pré-test (groupe témoin) et ensuite ceux du post-test (groupe expérimental). Pour les deux groupes, on consigne les résultats dans les tableaux en attribuant les chiffres 0 aux réponses fausses et le chiffre 1 aux réponses justes attendues.

4-1-1- Résultats du pré-test (groupe témoin)

Le dépouillement des questionnaires du groupe témoin de la recherche donne les résultats suivants consignés dans le tableau et les graphes.

TABLEAU 1: LES RÉSULTATS DU DÉPOUILLEMENT DES QUESTIONNAIRES DU PRÉ-TEST (GROUPE TÉMOIN)

G1	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11	N°12	N°13	N°14
A1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
A2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
A3	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A4	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0
A5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A7	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
A8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
A9	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
A10	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

A11	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A12	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1
A13	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
A15	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
A16	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1
A17	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
A18	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
A19	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
A20	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
A21	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
A22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Ces résultats sont récapitulés dans le tableau suivant :

TABLEAU 2: RÉCAPITULATIF DES RÉSULTATS DU PRÉ-TEST

Questions / réponses	Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5	Q.6	Q.7	Q.8	Q.9	Q.10	Q.11	Q.12	Q.13	Q.14
Réponses fausses (0)	9	13	13	19	12	12	21	18	21	19	18	15	17	11
Pourcentage des (0)	40,91	59,09	59,09	86,36	54,55	54,55	95,45	81,82	95,45	86,36	81,82	68,18	77,27	50
Réponses justes (1)	13	9	9	3	10	10	1	4	1	3	4	7	5	11

B4	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1
B5	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0
B6	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
B7	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
B8	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
B9	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
B10	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
B11	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
B12	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	1
B13	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
B14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
B15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
B16	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
B17	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
B18	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
B19	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
B20	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
B21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B22	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1

TABLEAU 4: RÉCAPITULATIF DES RÉSULTATS DU PRÉ-TEST

Questions / réponses	Q.1	Q.2	Q.3	Q.4	Q.5	Q.6	Q.7	Q.8	Q.9	Q.10	Q.11	Q.12	Q.13	Q.14
Réponses fausses (0)	6	10	8	18	12	13	22	22	19	18	12	7	8	4
Pourcentage des (0)	27,27	45,45	77,27	81,82	54,45	59,09	100	100	86,36	81,82	54,45	31,82	36,36	18,18
Réponses justes (1)	16	12	14	4	10	9	0	0	3	4	10	15	14	18
Pourcentage des (1)	72,73	54,55	22,73	18,18	45,45	40,91	00	00	13,64	18,18	45,55	68,18	63,63	81,82

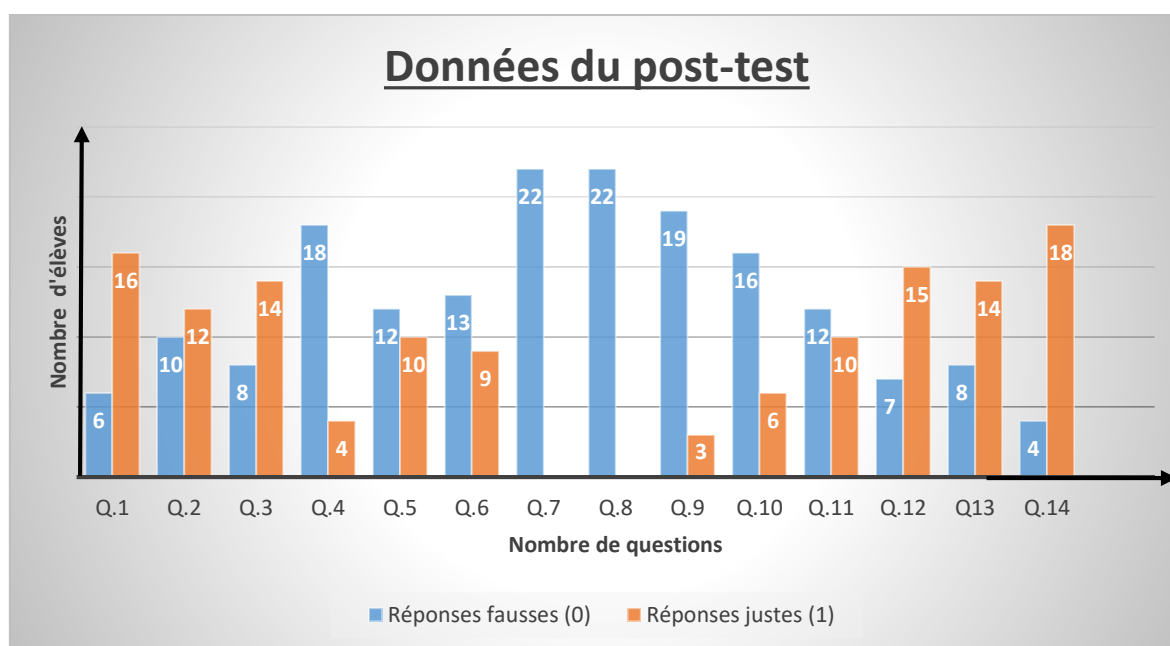
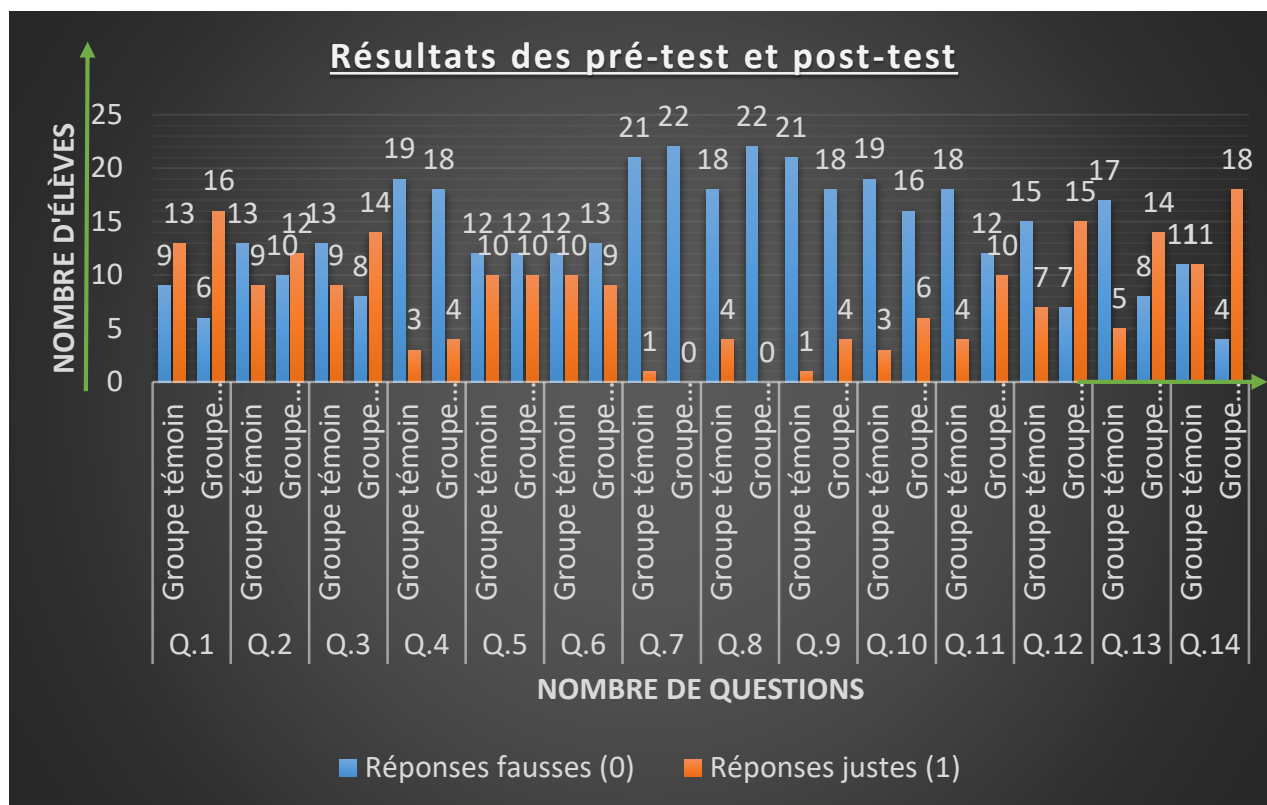
**Graphique 2:** données du post-test (groupe expérimental)

TABLEAU 5: RÉCAPITULATIF DES RÉSULTATS DU PRÉ-TEST ET DE POST-TEST

Questions	Groupe	Réponses fausses (0)	Réponses justes (1)
Q.1	Groupe témoin	9	13
	Groupe expérimental	6	16
Q.2	Groupe témoin	13	9
	Groupe expérimental	10	12
Q.3	Groupe témoin	13	9
	Groupe expérimental	8	14
Q.4	Groupe témoin	19	3
	Groupe expérimental	18	4
Q.5	Groupe témoin	12	10
	Groupe expérimental	12	10
Q.6	Groupe témoin	12	10
	Groupe expérimental	13	9
Q.7	Groupe témoin	21	1
	Groupe expérimental	22	0
Q.8	Groupe témoin	18	4
	Groupe expérimental	22	0
Q.9	Groupe témoin	21	1
	Groupe expérimental	19	3
Q.10	Groupe témoin	19	3
	Groupe expérimental	16	6
Q.11	Groupe témoin	18	4
	Groupe expérimental	12	10
Q.12	Groupe témoin	15	7
	Groupe expérimental	7	15
Q.13	Groupe témoin	17	5
	Groupe expérimental	8	14
Q.14	Groupe témoin	11	11
	Groupe expérimental	4	18

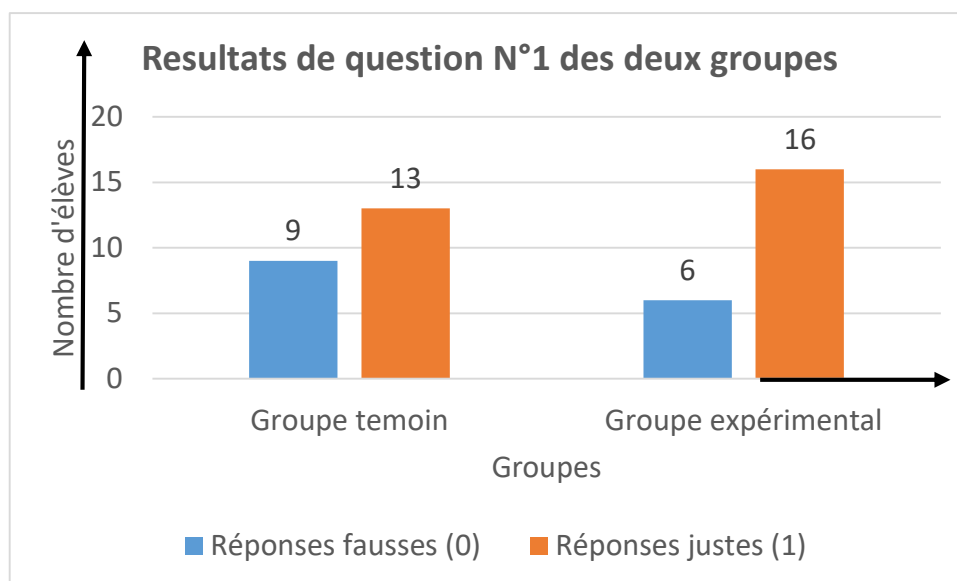


Graphique 3: récapitulatif des résultats de groupe témoin de groupe expérimental

4-2- Analyse et interprétation des résultats

Notre recherche vise à montrer que les élèves de classe de quatrième de l'enseignement général au Cameroun s'approprient mieux le concept de réaction chimie quand celui est abordé par la réaction acidobasique. La réaction acidobasique utilisée dans le cadre de cette étude est une recette locale bien connue des apprenants. On l'a abordé de manière qualitative. L'analyse et interprétations suivantes vont permettre d'affirmer ou d'infirmer l'hypothèse de recherche.

Pour la question N°1, on a demandé aux répondants (apprenants) de choisir la réponse juste qui correspond à la définition du concept « réaction chimique ». Le groupe témoin présente un résultat de 9/22 alors que le groupe expérimental présente un résultat de 16/22 comme le montre le graphe ci-après.



Graphique 4: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°1.

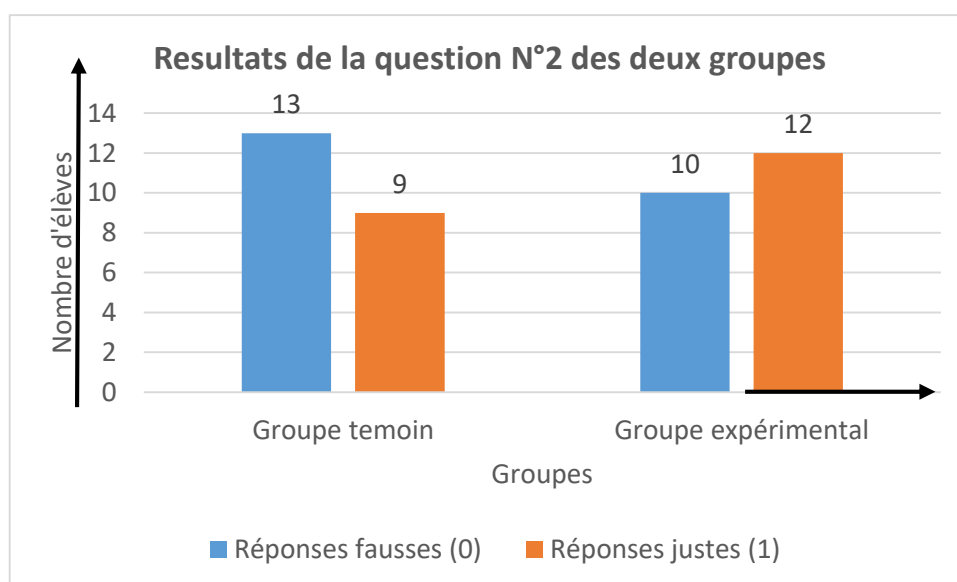
Pour le groupe témoin (pré-test), 18,18% de répondants ont pensé qu'aucune des propositions n'est juste et 13,64% ont pensé que la réaction chimique est un processus qui a pour résultat le changement de l'état physique d'un corps pur. Leur choix laisse comprendre qu'il méconnaissance du concept même de la réaction chimique. 22,73% ont pensé juste que la réaction chimique est le processus qui a pour résultat la modification d'un ou de plusieurs corps purs en un ou plusieurs autres corps purs et 45,45% autres ont pensé que la réaction chimique est un processus au cours duquel seulement deux corps purs disparaissent et il se forme un seul nouveau corps purs. Les 45,45% autres ont une connaissance complète du concept de la réaction chimique quand ils restreignent ceci à la disparition de seulement deux corps purs et la formation de seulement un corps purs. Cette conception qu'ils font de la réaction chimique est l'effet de la combustion du soufre qui conduit à un produit comme ils ont appris lors des enseignements classiques avec leurs enseignants.

Pour le groupe expérimental (post-test), 9,10% de répondants ont pensé qu'aucune des propositions n'est juste et 18,18% ont pensé que la réaction chimique est un processus qui a pour résultat le changement de l'état physique d'un corps pur. Leur choix laisse comprendre qu'il méconnaissance du concept même de la réaction chimique. 36,36% ont pensé juste que la réaction chimique est le processus qui a pour résultat la modification d'un ou de plusieurs corps purs en un ou plusieurs autres corps purs et 36,6% autres ont pensé que la réaction chimique est un processus au cours duquel seulement deux corps purs disparaissent et il se forme un seul nouveau corps purs. Les 36,36% autres ont une connaissance complète du concept de la réaction chimique quand ils restreignent ceci à la disparition de seulement deux corps purs et la formation de seulement un corps purs. Cette conception qu'ils font de la réaction chimique est

l'effet de la situation déclenchante d'apprentissage qui les a conduit à constater un seul produit de la réaction mise en évidence.

En somme, pour 68,18% des répondants du groupe témoin et contre 72,72% des répondants du groupe expérimental ont une conception acceptable du concept de la réaction chimique. Il est important de souligner que seuls 22,73% des répondants du groupe témoin contre 36,36% des répondants du groupe expérimental ont une définition complète de la notion de réaction chimique.

Pour la question N°2, on a demandé aux répondants de choisir une définition juste au terme « transformation chimique » ; les résultats obtenus sont 9/22 pour le groupe témoin et 12/22 pour le groupe expérimental comme le montre le graphe ci-après :



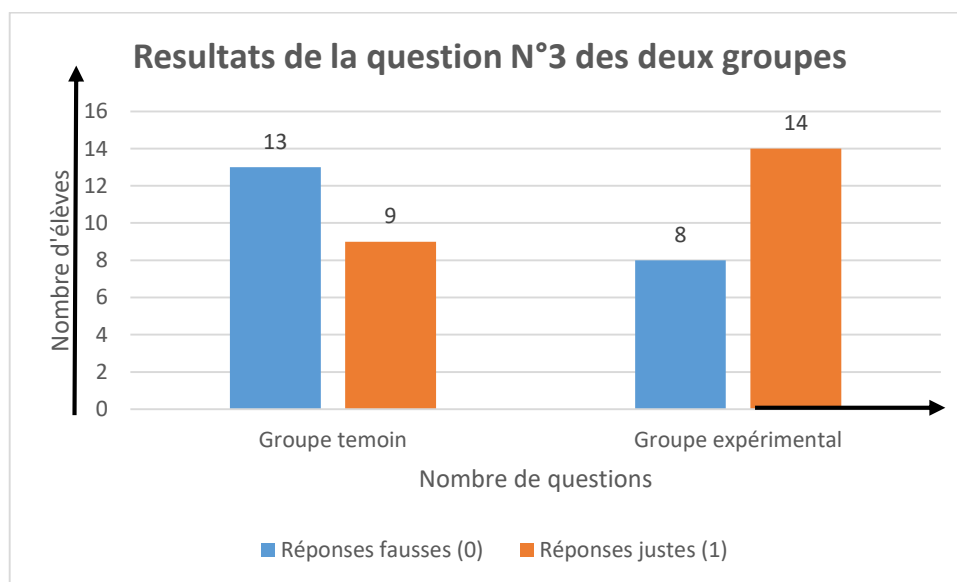
Graphique 5: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°2.

Pour le groupe témoin, 40,91% des répondants pensent que la transformation chimique est une manifestation de la réaction chimique qui conduit au changement d'état physique des corps de départ alors 22,73% pensent qu'aucune réponse n'est juste. Cela montre pour les 63,64% qu'ils ont une mauvaise connaissance du terme « état physique » ou bien même qu'ils ignorent ce qu'est la transformation chimique. 22,72% des répondants ont pensé juste que la transformation chimique est une manifestation de la réaction alors 13,64% pensent que la transformation chimique et la réaction désignent une même chose. Il se révèle ainsi un problème langagier dans l'apprentissage de la chimie comme prétend Mohamed SOUDANI (Mohamed Soudani, 1998).

Pour le groupe expérimental, 36,36% des répondants pensent également que la transformation chimique est une manifestation de la réaction chimique qui conduit au changement d'état physique des corps de départ alors 9,10% pensent qu'aucune réponse n'est juste. Cela montre pour les 45,46% qu'ils ont une mauvaise connaissance du terme « état physique » ou bien même qu'ils ignorent ce qu'est la transformation chimique. 31,82% des répondants ont pensé juste que la transformation chimique est une manifestation de la réaction alors 22,72% pensent que la transformation chimique et la réaction désignent une même chose. Il se révèle ainsi un problème langagier dans l'apprentissage de la chimie comme prétend Mohamed SOUDANI (Mohamed Soudani, 1998).

En comparant les résultats des deux groupes, il ressort que 36,36% des répondants du groupe témoins contre 54,54% ont une définition acceptable du terme « transformation chimique. Le test a eu un effet favorable sur conception de ce phénomène auprès des apprenants.

A la question N°3, il est demandé aux apprenants de choisir une proposition qui désigne au juste la transformation physique. Les résultats obtenus sont 9/22 pour le groupe témoin et 14/22 pour le groupe expérimental tel que présente le graphe ci-après.



Graphique 6: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°3.

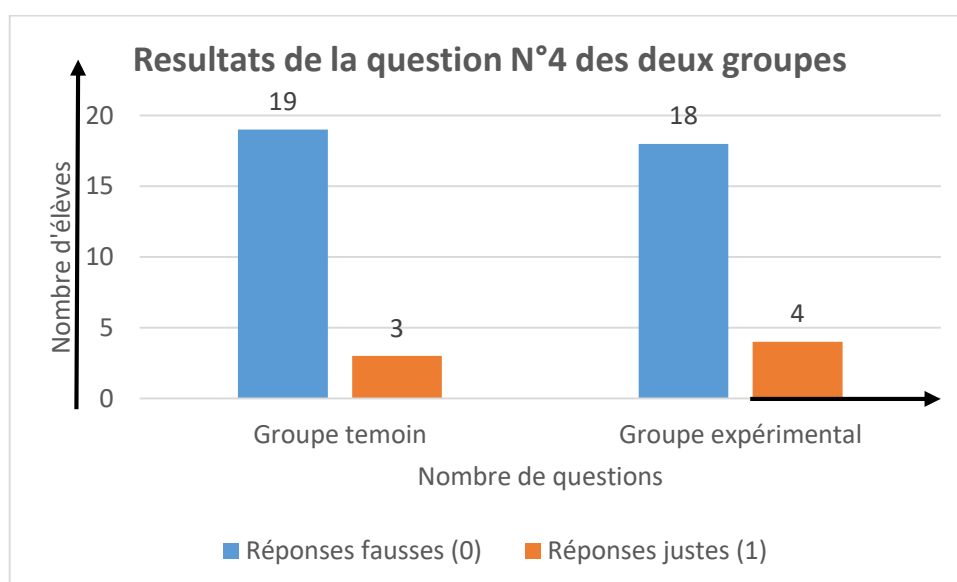
Pour le groupe témoin, 31,82% des répondants pensent que la transformation physique est le passage d'un ou de plusieurs corps d'une nature à une autre. Cela révèle bien évidemment un

problème langagier. Les répondants ne font pas la différence entre le mot « nature » et le mot « état ». 22,73% des répondants pensent qu'aucune réponse n'est juste alors que 4,55% pensent plutôt que la transformation physique concerne toujours les corps pur solides. Seuls 40,91% des répondants ont choisi la réponse juste attendue.

Pour le groupe expérimental, 13,64% des répondants pensent que la transformation physique est le passage d'un ou de plusieurs corps d'une nature à une autre. Cela révèle bien évidemment un problème langagier. Les répondants ne font pas la différence entre le mot « nature » et le mot « état ». 18,18% des répondants pensent qu'aucune réponse n'est juste alors que 9,09% pensent plutôt que la transformation physique concerne toujours les corps pur solides. Seuls 63,64% des répondants ont choisi la réponse juste attendue.

La différence entre les pourcentages de réponses justes des deux groupes peut expliquer par l'oubli de la notion de transformation physique par les répondants du groupe témoins et que cette notion a fait l'objet de rappel lors de test (séquence d'enseignement-apprentissage). Toutefois il lieu de reconnait l'impact de ce test sur les répondants du groupe expérimental.

A la question N°4, il est demandé aux répondants de choisir la réponse juste désignant le réactif de la réaction. On a obtenu les résultats suivants : 3/22 pour le groupe témoin et 4/22 pour le groupe expérimental.



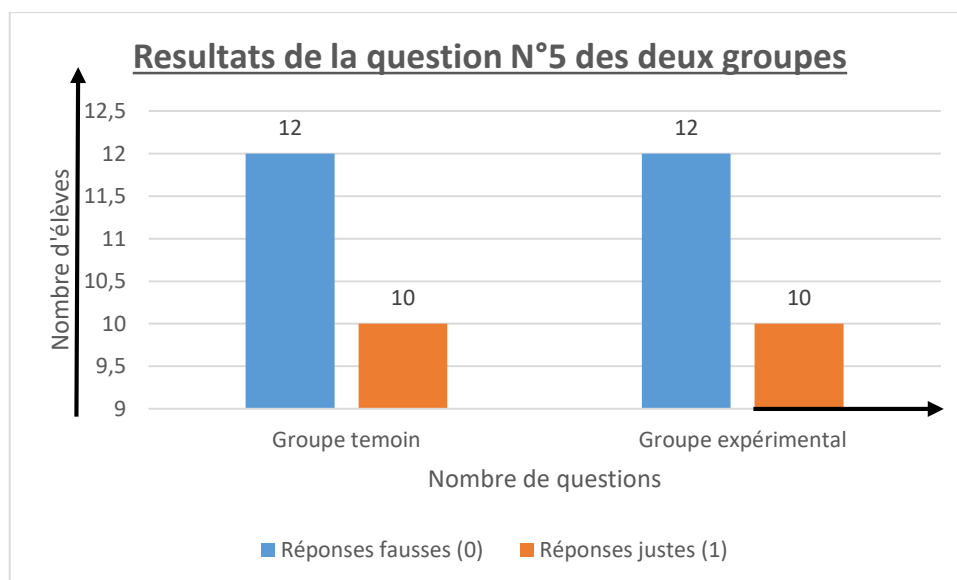
Graphique 7: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°4.

Pour le groupe témoin, 54,54% des répondants ont choisi la proposition « est le corps qui disparaît au cours d'une transformation physique », 13,64% ont choisi la proposition « est le corps qui se forme au cours d'une transformation chimique » alors que 18,18% pensent qu'aucune réponse n'est juste. Seuls 13,64% ont choisi la proposition juste.

Pour le groupe témoin, 31,82% des répondants ont choisi la proposition « est le corps qui disparaît au cours d'une transformation physique », 40,91% ont choisi la proposition « est le corps qui se forme au cours d'une transformation chimique » alors que 9,09% pensent qu'aucune réponse n'est juste. Seuls 18,18% ont choisi la proposition juste.

Pour les deux groupes, les répondants se sont laissés tromper par le mot « disparaît » du fait qu'ils savent bien le réactif est ce qui disparaît lors d'une transformation chimique. Ces résultats très faibles de deux groupes peuvent être du fait que toutes les propositions données sont fausses et qu'il fallait répondre à la proposition « autre ».

Pour la question N°5, il est demandé aux apprenants de choisir la proposition juste à correspondre à la définition de « produit de la réaction ». Les résultats sont 10/22 pour le groupe témoin et 10/22 pour le groupe expérimental.



Graphique 8: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°5.

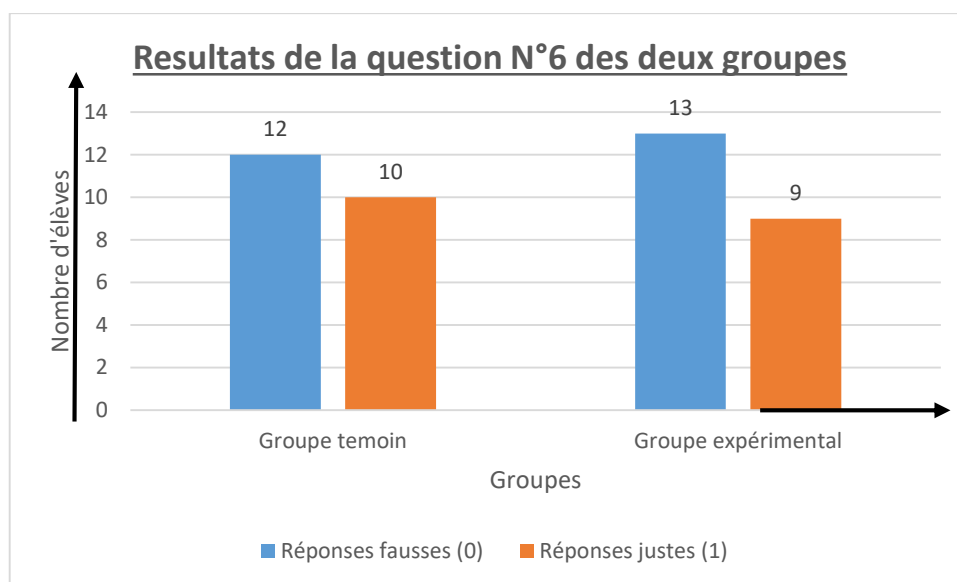
Pour le groupe témoin, 45,45% des répondants pensent justement que le produit de la réaction est « un corps qui se forme au cours d'une transformation chimique » ; 9,09% des répondants pensent que le produit de la réaction est « toujours un liquide » ; 36,36% des répondants

pensent que le produit de la réaction est « le corps qu'on obtient après changement d'état physique d'un autre » alors que 9,09% pensent à autres réponses qui sont : « un corps qui apparaît lors d'une réaction chimique », « je ne connais pas ». Seul 45% ont donné une réponse juste et 55,55% ont choisi différentes réponses fausses.

Pour le groupe expérimental, 45,45% des répondants pensent justement que le produit de la réaction est « un corps qui se forme au cours d'une transformation chimique » ; 45,45% des répondants pensent que le produit de la réaction est « le corps qu'on obtient après changement d'état physique d'un autre » alors que 9,09% pensent à autres réponses qui sont : « un corps qui apparaît lors d'une réaction chimique », « est un corps qui apparaît et l'autre disparaît ». Seul 45% ont donné une réponse juste et 55,55% ont choisi différentes réponses fausses.

La définition du produit de la réaction, à ce qui est ressort des résultats, n'est pas bien connue des apprenants. Malgré la séquence d'enseignement-apprentissage (test) les répondants du groupe expérimental n'est pas distingué de ceux de groupe témoin.

Pour la question N°6, il est demandé aux répondants de choisir la réponse juste désignant la constitution de la bougie. Les résultats présentent 10/22 pour le groupe témoin et 9/22 le groupe expérimental.



Graphique 9: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°6

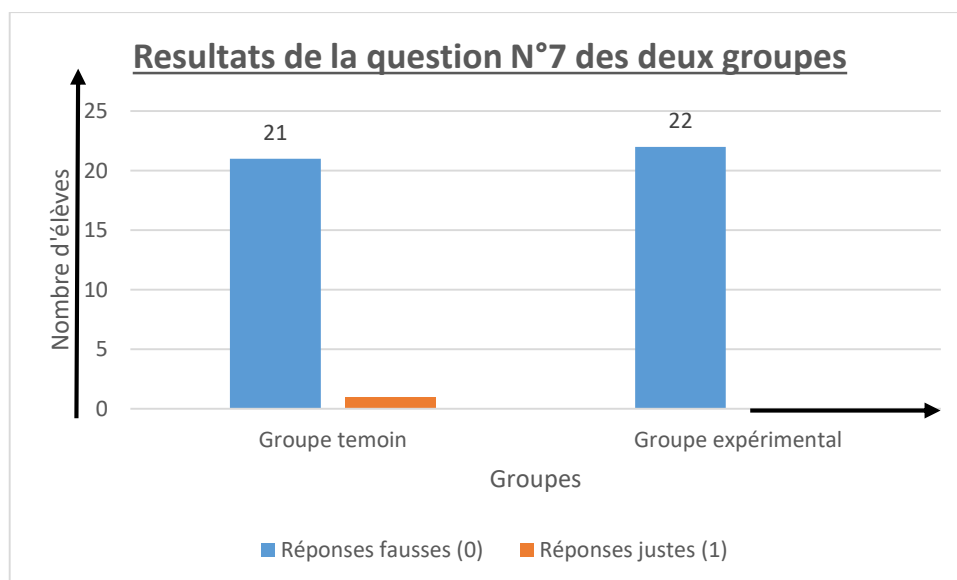
Pour le groupe témoin, 4,55% pensent que la bougie est constituée de « la paraffine, la mèche et l'eau » ; 40,91% pensent qu'elle est constituée de « la paraffine, la mèche et l'oxygène » ;

45,45% pensent que la bougie est constituée de « la paraffine et la mèche » et enfin 9,09% pensent à d'autres réponses dont « paraffine, oxygène » et « la paraffine, la mèche, l'oxygène et le pétrole ».

Pour le groupe expérimental, 27,27% pensent que la bougie est constituée de « la paraffine, la mèche et l'eau » ; 27,27% pensent qu'elle est constituée de « la paraffine, la mèche et l'oxygène » ; 40,91% pensent que la bougie est constituée de « la paraffine et la mèche » et enfin 4,55% pensent à d'autres réponses dont « paraffine, oxygène » et « la paraffine, la mèche, l'oxygène et le pétrole ».

Seulement 45,45% des répondants du groupe témoin contre 40,91% ont donné une réponse juste à la question. Plus de la moitié des répondants des deux groupes ne connaissent pas la constitution de la bougie. Certains associent l'oxygène à la bougie et d'autres l'associent plutôt à l'eau.

Pour la question N°7, il est demandé aux répondants de choisir la proposition juste correspondant aux produits de la combustion de la bougie. Les résultats des deux groupes sont 1/22 pour le groupe témoin et 0/22 pour le groupe expérimental.



Graphique 10: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°7.

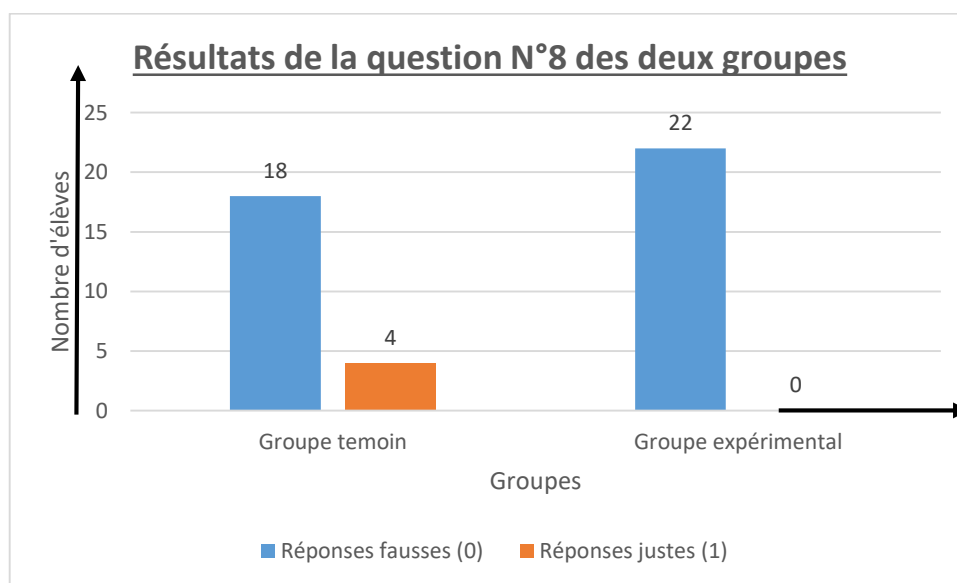
Pour le groupe témoin, 4,45% des répondants ont choisi « La cendre, l'eau et le gaz carbonique. » ; 13,64% ont choisi « La cendre, la chaleur, l'eau et le gaz carbonique » ; 40,91% pour la proposition « Le gaz carbonique, l'eau et l'oxygène » ; 27,27% pour la proposition « La

cendre, l'eau, le gaz carbonique et la flamme. » ; 13,64% ont choisi la proposition « L'eau et le gaz carbonique. ». Le pourcentage de la proposition juste attendu est très faible. D'ailleurs la large majorité des répondants pensent que l'oxygène est un produit de la combustion ; certains pensent également que la chaleur et même la flamme sont des produits des réactions. Ces résultats prouvent à suffisance que les apprenants ne parviennent pas de distinguer les produits d'une réaction chimique de ses manifestations.

Pour le groupe expérimental, 0% des répondants sont choisis « La cendre, l'eau et le gaz carbonique. » ; 9,09% ont choisi « La cendre, la chaleur, l'eau et le gaz carbonique » ; 32,82% pour la proposition « Le gaz carbonique, l'eau et l'oxygène » ; 40,91% pour la proposition « La cendre, l'eau, le gaz carbonique et la flamme. » ; 18,18% ont choisi la proposition « L'eau et le gaz carbonique. ». Le pourcentage de la proposition juste attendu est nul. D'ailleurs la large majorité des répondants pensent que l'oxygène et la flamme sont des produits de la combustion de la bougie.

En somme, ni le groupe témoin, ni le groupe expérimental n'ont pas une bonne appréhension du concept de « produit de la réaction ».

Pour la question N°8, il est demandé aux répondants de choisir la proposition juste correspondant aux réactifs de la combustion de la bougie. Les résultats présentés sur le graphe ci-après sont : 4/22 pour le groupe témoin et 0/22 pour le groupe expérimental.

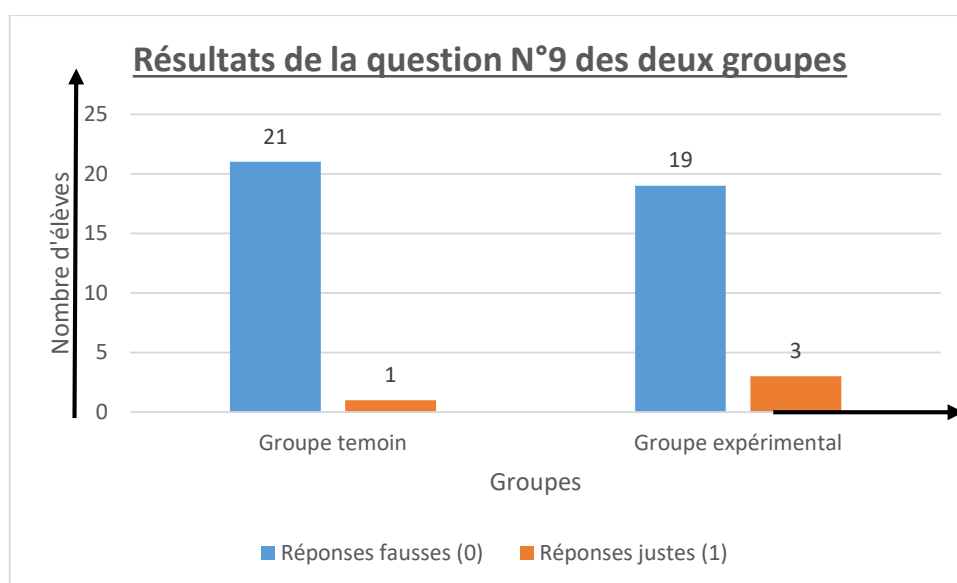


Graphique 11: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°8.

Pour le groupe témoin, 18,18% pour choisi la proposition « la paraffine, l'eau et la mèche », 18,18% pensent que la proposition « la paraffine, la chaleur et la flamme » est juste, 13,64% pensent que les réactifs de la combustion de la bougie sont « la paraffine, l'eau et l'oxygène », 9,09% pensent qu'il s'agisse de « la paraffine, la mèche et la flamme », 22,73% pensent également plutôt qu'il s'agisse de « la mèche, la flamme et la chaleur » et 18,18% ont donné autre réponse dont « paraffine, la mèche et l'oxygène ». Ainsi, le pourcentage de réponse juste est de 18,18%, très faible.

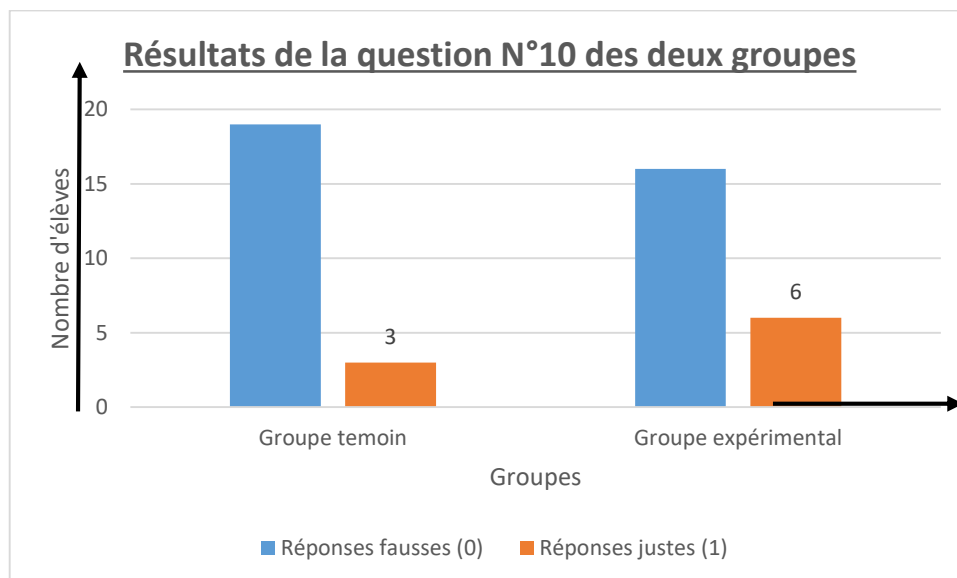
Pour le groupe témoin, 4,55% pour choisi la proposition « la paraffine, l'eau et la mèche », 18,18% pensent que la proposition « la paraffine, la chaleur et la flamme » est juste, 9,09% pensent que les réactifs de la combustion de la bougie sont « la paraffine, l'eau et l'oxygène », 22,73% pensent qu'il s'agisse de « la paraffine, la mèche et la flamme », 27,27% pensent également plutôt qu'il s'agisse de « la mèche, la flamme et la chaleur » et 18,18% ont donné autre réponse dont « la paraffine, la flamme, la chaleur et l'eau », « la paraffine, la flamme et l'eau », « la paraffine, la mèche la flamme », « la paraffine, la mèche et l'oxygène » et « paraffine, l'eau, la mèche , la flamme et l'oxygène » Ainsi, le pourcentage de réponse juste est de nul.

Pour la question N°9, il est demandé aux répondants d'écrire l'équation de la combustion de la bougie. Les résultats obtenus sont 1/22 pour le groupe témoin et 3/22 pour le groupe expérimental.



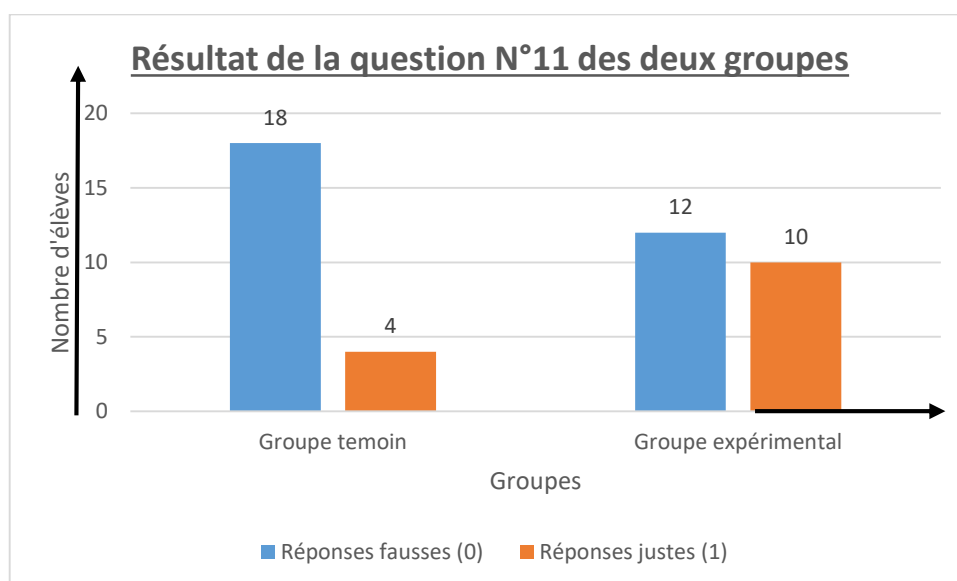
Graphique 12: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°9.

Pour la question N°10, il est demandé aux répondants de citer les réactifs de la combustion du papier format. Les résultats obtenus sont les suivants : 3/22 pour le groupe témoin et 6/22 pour le groupe expérimental.



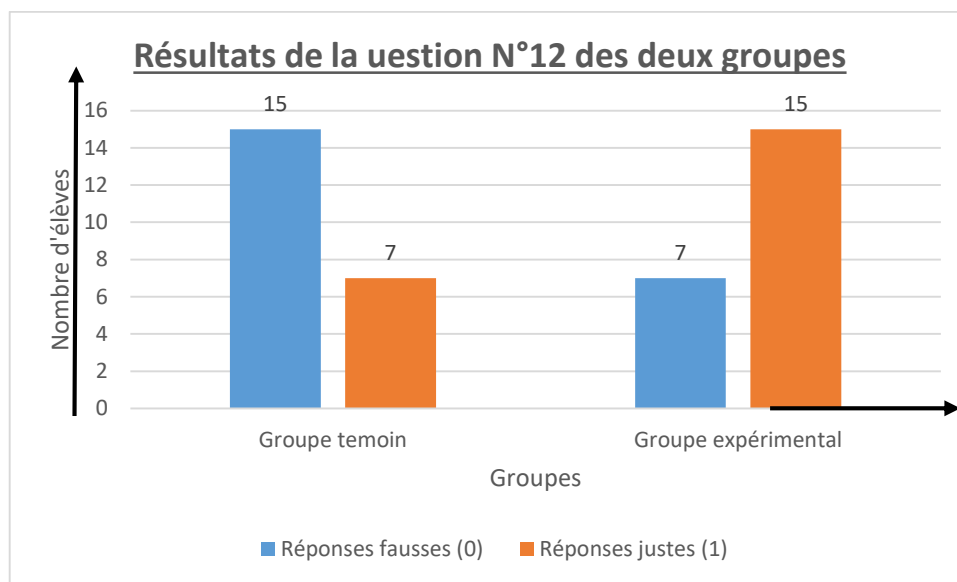
Graphique 13: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°10.

Pour la question N°11, on demande aux répondants de citer les produits de la combustion du papier format. Les résultats obtenus sont tels que 4/22 pour le groupe témoin et 10/22 pour le groupe expérimental.



Graphique 14: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°11.

Pour la question N°12, on a demandé aux répondants de choisir la proposition juste convenable au processus par lequel on obtient la sauce vinaigrette (uniquement faite du vinaigre et d'huile). Les résultats obtenus sont les suivants : 7/22 pour le groupe témoin et 7/22 pour le groupe expérimental.

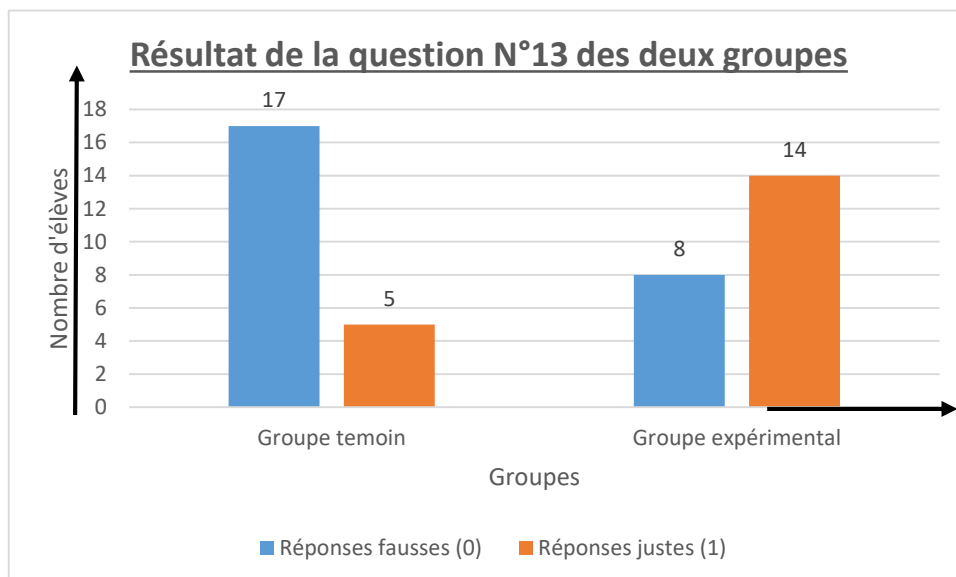


Graphique 15: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°12.

Pour le groupe témoin, 50% pensent que le processus par lequel on obtient la sauce vinaigrette est une transformation chimique ; 22,73% pensent que ce processus n'est pas une transformation chimique, 22,73% pensent au contraire que ce processus est une transformation chimique et 4,55% pensent que c'est juste un mélange.

Pour le groupe expérimental, 31,82% pensent que le processus par lequel on obtient la sauce vinaigrette est une transformation chimique ; 22,73% pensent que ce processus n'est pas une transformation chimique, 22,73% pensent au contraire que ce processus est une transformation chimique et 22,73% pensent que c'est juste un mélange.

Pour la question N°13, on a demandé aux répondants de choisir la proposition juste convenable au processus par lequel on obtient la sauce jaune. Les résultats obtenus sont les suivants : 5/22 pour le groupe témoin et 14/22 pour le groupe expérimental.

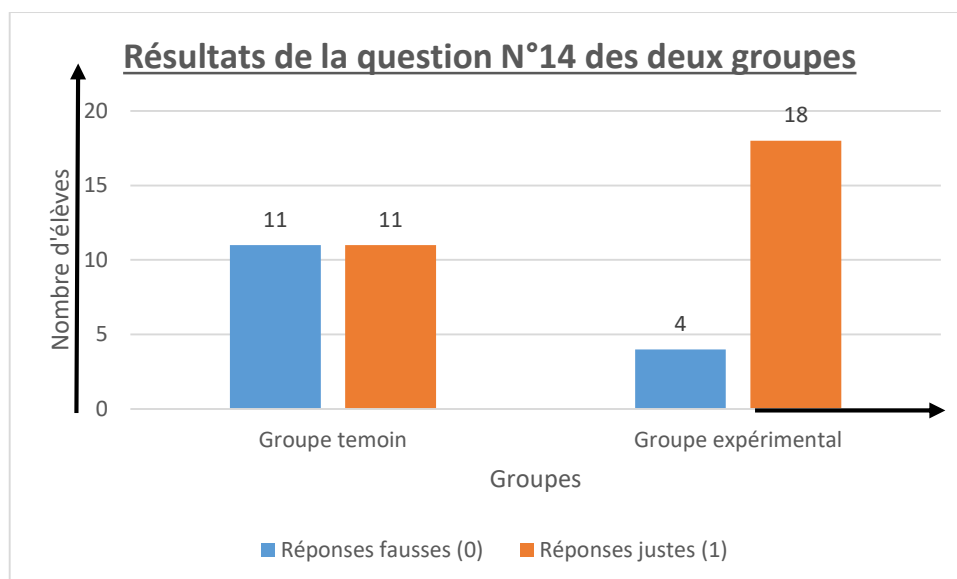


Graphique 16: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°13.

Pour le groupe témoin, 22,73% pensent que ce processus est une transformation chimique, 22,73% pensent qu'il n'est une transformation chimique, 45,45% pensent quant à eux que c'est plutôt une transformation physique alors 9,09 pensent que c'est plutôt un mélange.

Pour le groupe expérimental, 63,64% pensent que ce processus est une transformation chimique, 27,27% pensent qu'il n'est une transformation chimique, 13,64% pensent quant à eux que c'est plutôt une transformation physique.

Pour la question N°14, on a demandé aux répondants de choisir la proposition correspondant aux réactifs de la réaction qui aboutit à la sauce jaune. Les résultats obtenus sont les suivants : 11/22 pour le groupe témoin et 18/22 pour le groupe expérimental.



Graphique 17: résultat du groupe témoin et du groupe expérimental pour la question N°14.

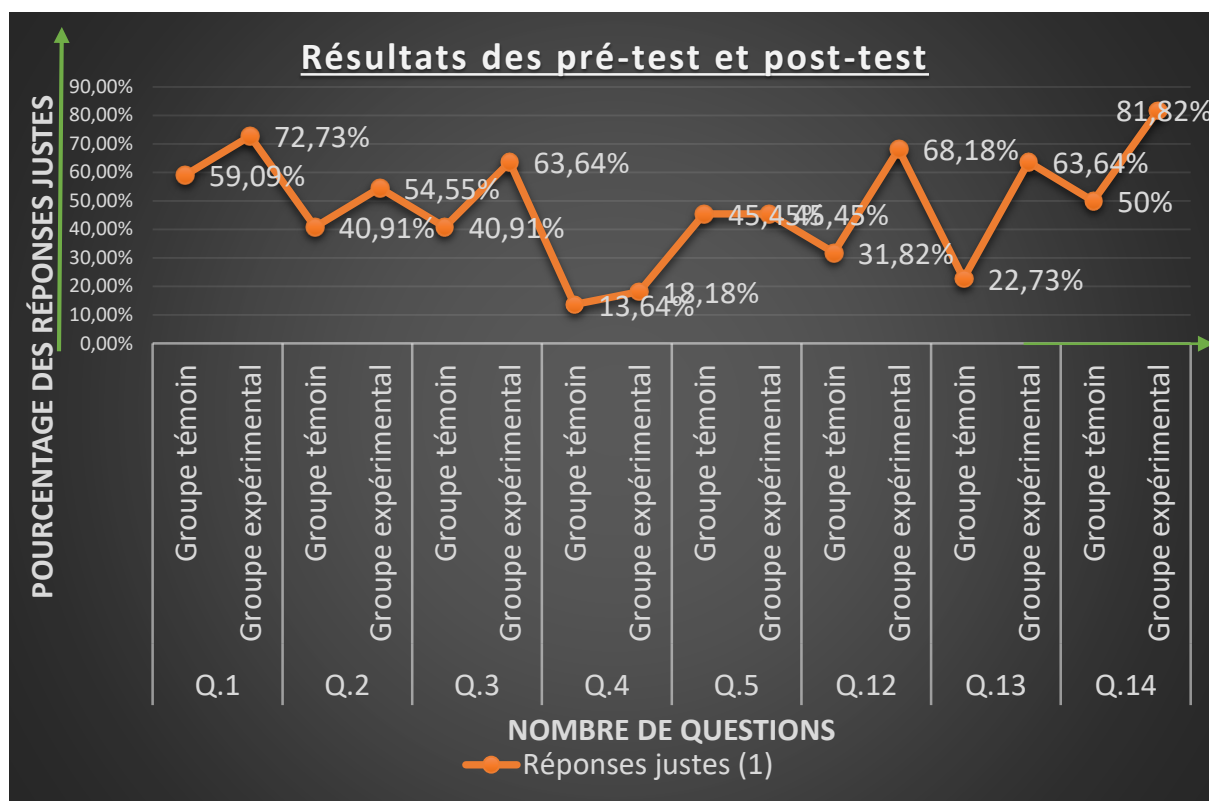
Pour le groupe témoin, 50% ont choisi « l'eau, le sel germe et huile de palme », 9,09% ont choisi « l'eau et le sel germe », 31,82% ont choisi « le sel germe et l'huile » alors que 9,09% ont donné des réponses telles que « soufre », « je ne connais pas, désolé ».

Pour groupe expérimental, 81,82% ont choisi « l'eau, le sel germe et huile de palme » ; 9,09% ont choisi « l'eau et le sel germe » et 13,64% ont choisi « le sel germe et l'huile ».

4-3- Vérification et validation de l'hypothèse

Pour de valider l'hypothèse de cette étude, on intéresse uniquement des questions N°1, 2, 3, 4, 5, 12, 13 et 14 visant à vérifier l'appropriation du concept de réaction chimique par les répondants et faire une comparaison des résultats du groupe témoins et ceux de groupe expérimental. C'est suite à cette comparaison qu'on peut valider ou invalider l'hypothèse de cette recherche.

Pour rappel, l'hypothèse de cette recherche est la suivante : « les élèves de 13 à 15 ans en classe de 4^{ème} d'enseignement secondaire général au Cameroun conceptualisent mieux le phénomène de la réaction chimique à travers la réaction acido-basique que la réaction de combustion. ». L'hypothèse nulle est donc, « les élèves de 13 à 15 ans en classe de 4^{ème} d'enseignement secondaire général au Cameroun ne conceptualisent pas mieux le phénomène de la réaction chimique à travers la réaction acido-basique que la réaction de combustion.

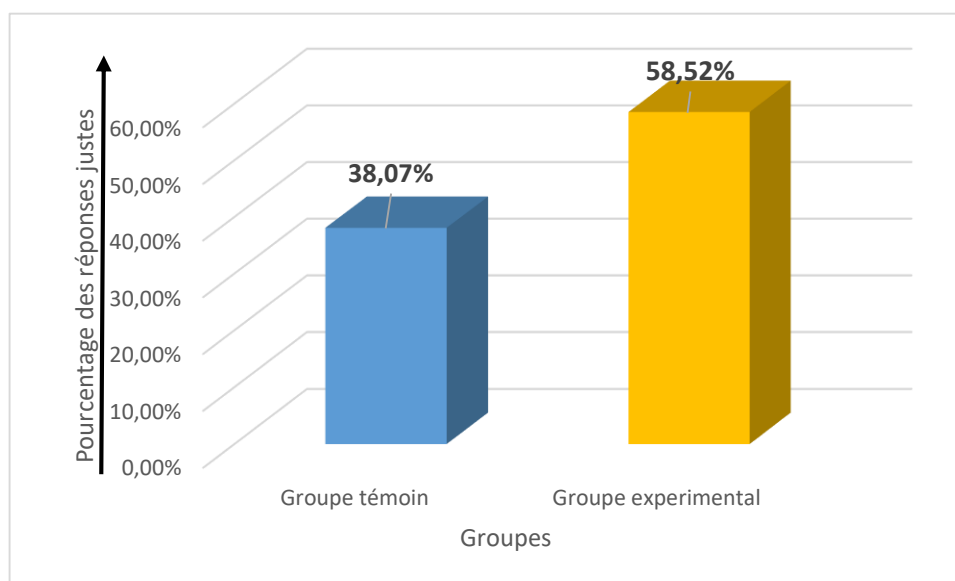


Graphique 18: comparaison des réponses justes du groupe témoin et groupe expérimental

À l'exploitation des informations du graphe ci-dessus, il ressort qu'en termes de pourcentage moyen, les répondants du groupe témoin ont réalisé un pourcentage de 38,07% de réponses justes aux questions posées soit $\frac{(59,09\%+40,91\%+40,91\%+13,64\%+45,45\%+31,82\%+22,73\%+50\%)}{8}$ contre 58,52% soit $\frac{(72,73\%+54,55\%+63,64\%+18,18\%+45,45\%+68,18\%+63,64\%+81,82\%)}{8}$ réalisé par le groupe expérimental.

TABEAU 6: POURCENTAGE MOYEN DES RÉPONSES JUSTES POUR LES DEUX GROUPES

Groupe témoin	Groupe expérimental
38,07%	58,52%



GRAPHIQUE 19: POURCENTAGE MOYEN DES RÉPONSES JUSTES DU GROUPE TÉMOIN ET DU GROUPE EXPÉRIMENTAL

Ces résultats qui gardent un écart important révèlent l'importance du test de l'étude sur l'appropriation du concept de réaction chimique chez les répondants du groupe expérimental dont l'âge varie entre 13 et 15 ans. Ainsi, l'hypothèse nulle de la recherche est donc rejetée au profit de l'hypothèse de recherche. Les élèves de 13 à 15 ans en classe de 4^{ème} d'enseignement secondaire général au Cameroun conceptualisent mieux le phénomène de la réaction chimique à travers les transformations qui intègrent les acides et les bases que les combustions.

4-4- Discussion

Les différents résultats de cette recherche révèlent les difficultés d'apprentissage du concept de la réaction chimique par les élèves de la classe de 4^{ème} de l'enseignement général. Les différentes réponses proposées par les répondants des deux groupes témoignent de la difficulté de représentation du concept de réaction chimique ainsi que les mots de sa trame conceptuelle. Mis à part l'âge des apprenants de cette classe, la transformation chimique est un concept qui rentre dans le registre microscopique en chimie. Son appréhension nécessite un niveau d'abstraction élevé. Non, seulement l'âge des apprenants (qui occasionne un obstacle ontologique) ne favorise pas la construction du concept de réaction chimique, la réaction de combustion dont les réactifs et même les produits sont généralement invisibles est au centre même des difficultés qui entravent l'apprentissage. L'autre élément qui fait obstacle à la

construction du concept est une mauvaise connaissance des substances par les apprenants. Le fait que les répondants montrent leur méconnaissance des constituants de la bougie en est la preuve évidente. Ces constats corroborent avec ceux des travaux antérieurs. (Hélène Stavridou, 1990). De même, plusieurs répondants pensent que la chaleur et la flamme sont des réactifs pour les uns et des produits les autres. D'autres même pensent que ces deux éléments généralement observables lors des réactions de combustion sont à la fois réactifs et produits. Il en est de même pour l'oxygène qui n'est pas considéré par plusieurs répondants comme un réactif. Cette étude montre à travers ses résultats que le concept de réaction chimique est mieux construit par les apprenants à travers l'enseignement au moyen des transformations moins dangereuses impliquant les acides et les bases. Cette approche par laquelle est abordé le concept de réaction chimique comporte moins d'abstraction et par conséquent moins d'obstacles.

4-5- Suggestions

Le concept de réaction chimique relève du niveau microscopique en chimie. De ce fait, il doit être enseigné suivant un mode de transposition qui puisse permettre à l'apprenant de mobiliser sa capacité d'abstraction. De plus pour les apprenants de bas âge, l'enseignant doit tenir compte des préconçus de ces derniers afin de réduire les obstacles d'apprentissage lié à l'âge et au contexte culturel. Ce travail montre la difficulté à la construction du concept de la réaction chimique à travers les réactions de combustion et par la même occasion montre que le concept de la réaction chimique est mieux construit à travers les transformations acido-basiques moins dangereuses. On suggère donc un enseignement du concept de la réaction chimique par l'utilisation des transformations impliquant les acides et les bases de concentration raisonnables; de préférence avec des transformations rencontrées dans la vie quotidienne des apprenants. De plus, la démarche d'investigation est un mode de transposition didactique qui amène l'apprenant à aller vers le savoir en surmontant les obstacles d'apprentissages. C'est un mode de transposition pertinent dans la construction du concept de réaction chimique.

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude dont l'objectif était de proposer une nouvelle approche utilisant les transformations courantes impliquant les acides et les bases pour faciliter la conceptualisation du phénomène de réaction chimique par les élèves de classe de quatrième de l'enseignement général du Cameroun. Nous sommes parvenus à valider notre hypothèse de recherche tout en découvrant que les apprenants se contentent de mémoriser les énoncés scientifiques qu'ils reçoivent de leurs enseignants sans toutefois comprendre le sens de ces énoncés; ce qui ne leur permet pas de construire un savoir véritable. Les apprenants ont également montré à travers leurs productions (réponses des questions du questionnaire) que les combustions ne sont pas un bon moyen d'aborder le concept de réaction chimique en de classe de quatrième où les élèves ont une capacité moins importante d'abstraction. Cette étude apporte une alternative de à cette approche didactique en proposant l'introduction de ce concept important en chimie à travers les transformations impliquant les acides et les bases. Ces réactions, au regard des âges des apprenants, doivent être simples et moins dangereuses de préférence celles plus rencontrées dans leur vie quotidienne.

La démarche d'investigation employée dans le test de cette étude est un mode de transposition qui implique l'apprenant dans le processus d'acquisition des savoirs. Un autre mode de transposition pourrait nous donner les mêmes résultats que cette étude. Son choix se justifie par sa convenance à l'enseignement basé sur la théorie socioconstructiviste et la méthode d'enseignement APC utilisée dans le système éducatif au Cameroun. Elle favorise le questionnement chez les apprenants et affine leur capacité d'abstraction.

Etant donné que le concept de réaction chimique relevant de l'ordre abstrait, microscopique, du non-objet, il est donc favorable de l'enseigner suivant une transposition didactique qui puisse permettre à l'apprenant de transiter facilement de la dimension microscopique (phénoménologique) à la dimension macroscopique (phénoménographie) par l'intermédiaire des symboles (modèles).

Cette étude est une œuvre humaine perfectible ; elle pourrait nous révéler d'autres informations pertinentes si elle est reprise sur un échantillon plus grand et avec d'autres outils de collecte de données plus perfectionnés.

BIBLIOGRAPHIE

- Afric memoire. (2018). Consulté le Avril 23, 2023, sur <http://www.africmemoire.com/part.3-chap-ii-milieu-detude-et-proche-methodologique-116.html>
- Albert, M. (1997). Les pédagogie de l'apprentissage. *PUF*, 11.
- Astolfi. (2014). *La saveur des savoirs. Disciplines et plaisir d'apprendre*. Paris: esf.
- Aumont, B. (1992). *L'acte d'apprendre*. Paris: PUF.
- Boilevin, J. M. (2018). Epistemologie et didactique: Synthèses et étude de cas de mathématique et en sciences expérimentales. *La demarche d'investigation: simple effet de mode ou bien nouveau mode d'enseignement des sciences?* (O. Books, Éd.) doi:10.4000/books.pufc.11422
- Bru, M. (2001). *Étudier les pratiques enseignantes : les raisons d'un choix*. (Vol. 5). Revue internationale des sciences de l'éducation.
- Buty, C. (2000). *Étude d'un apprentissage dans une séquence d'enseignement en optique géométrique à l'aide d'une modélisation informatique*. (U. L. 2, Éd.) Lyon.
- Cécile de Hosson, & Elias. (2021, Decembre 31). La théorie des deux mondes, un outil d'analyse d'une pratique enseignante innovante à l'université : cass de l'enseignement de la physique par l'escalade. (R. [. ligne], Éd.) *OpenEdition Journals*(24), 185-210. doi:<https://doi.org/10.4000/rdst.4053>
- Cherif, A. (s.d.). Module: théories d'apprentissage niveau master I (science du langage). *La théorie socio-constructiviste: Apprendre c'est échanger*. Consulté le Decembre 23, 2022
- Chevallard, & Joshoua. (1985-1991). La Transposition didactique. Du savoir savant à savoir enseigné. *La Pensée sauvage*.
- Christophe, D. N. (2014). Combustion methane. Wikiversié.
- Claudine Larcher et al. (1994). D'une representation à une autre pour modeliser les transformations de la matiere au college. *Aster N°18. la reaction chimique, INRP*.
- Dominique Rebaud. (1994). Tout sur la réaction chimique. Dans Christine Solomonidou et Hélène Stavridou, *Les transformations des substances, enjeu de l'enseignement de la réaction chimique* (pp. 75-95). rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05: ASTER.
- Dumon, A. (2022). Evolution historique des idées sur l'eau. *Histoire de la chimie*, 138.
- Dumon, A., & Laugier, A. (2004). L'équation de réaction : approche historique et didactique. *Union des professeurs de physique-chimie*, 98(866).
- Dumon, A., & Laugier, A. (2004). L'équation de réaction : approche historique et didactique de la modélisation de la transformation chimique. *Union des professeurs de physique-chimie*.

- Fenstermacher. (1986). philosophy of research on teaching: Three aspects. Dans *Handbook of research on teaching*. MacMillan, New York.
- Fleming. (1980). criteria of learning and teaching. *Journal of philosophy of education*, 14(1), 39-51.
- Gage. (1963). Paradigms for research on teaching. Dans *Handbook of research on teaching*. New York.
- Grenoble, M. L.-I. (2011). La démarche d'investigation dans l'enseignement de la technologie au collège. où en est-on? *séminaire de 2011: la technologie au collège*. Versailles.
- Haution, P. J. (2021). qu'est-ce qu'apprendre? *Qu'est-ce qu'apprendre? Par Pierre Jean Haution*. (A. d. Grenoble, Éd.) Grenoble.
- Hélène Stavridou. (1990). le concept de réaction chimique dans l'enseignement secondaire. Etude des conceptions des élèves. Dans Samuel Johsua et Jean-Jacques Dupin, *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*.
- Jacquemain, M. (2014). *Epistémologie des sciences sociales: une introduction*.
- Kozanitis, A. (2005). Les principaux courants théoriques de l'enseignement et de l'apprentissage: un point de vue historique. *Bureau d'appui pédagogique école Polytechnique*.
- Lafarge, D. (2010). *Analyse didactique de l'enseignement-apprentissage de la chimie organique jusqu'à bac+2 pour envisager sa restructuration*. Clermont.
- Lalonde, E. (2016). L'enseignement et l'apprentissage des concepts. *Conférence de l'IB en Amérique*, (p. 08). Toronto.
- Meheut, M. (1989). Des représentations des élèves au concept de réaction chimique : premières étapes. *Bulletin de l'union de physiciens* 716.
- Méheut, M. (2006). Recherche en didactique et formation des enseignants de sciences. Dans *L'enseignement des sciences des établissements scolaires en Europe. Etats des lieux des politiques et de la recherche*. Direction générale de l'Education et de la Culture. Commission Européenne (pp. 55-76).
- Méheut, M. (2006). Recherche en didactique et formation des enseignants de sciences. Dans *L'enseignement des sciences des établissements scolaires en Europe. Etats des lieux des politiques et de la recherche*. Direction générale de l'Education et de la Culture. Commission Européenne (pp. 55-76). 2006.
- Olivier Reboul. (2010). Qu'est-ce qu'apprendre. *chapitre II: L'apprentissage*, 40-75. Consulté le Février 13, 2023
- Philippe Dessus. (2008). Qu'est-ce que l'enseignement? Quelques conditions nécessaires et suffisantes de cette activité. *OpenEdition*. doi:<https://doi.org/10.4000/rfp.2098>
- Philippe Meirieu. (2019). Guide méthodologique pour l'élaboration d'une situation- problème,. *cahiers pédagogiques* n°. 262).

- Saudan, C., & Lefeuvre, A. (2010). L'enseignement de la chimie autour de thèmes de la vie quotidienne : un moyen d'accroître les motivations des élèves?
- Schneider, M. (s.d.). Problèmes, situations-problèmes en mathématiques : un regard pluraliste. Dans *Mathématique et Pédagogie*, (Vol. 137, pp. 13-48). Sedess de Liège: Facultés universitaires de Namur.
- Secondaire, M. d. (2014, Décembre). l'arrêté n° 419 /Minesec/IGE du 09 décembre 2014 portant définition des programmes d'études des classes de 4ème et 3ème de l'Enseignement Secondaire Général,. *Le programme de Physique-Chimie-Technologie*.
- Solomonidou. (1991). *Comment se représenter les substances et leurs interactions ? Étude chez déjeunes élèves du collège*. Paris.
- Verret, M. (1975). *Le temps des études*. Paris: Honoré Champion.
- VoXco. (s.d.). Qu'est-ce qu'un plan quasi-experimental ? Consulté le Avril 23, 2023, sur <http://voxco.com/fr/blog>
- Ziv et Frye. (2004). children's understanding of teaching: the role of knowledge and belief. Dans *cognitive development* (Vol. 19, pp. 457 - 477).

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	i
DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS.....	iv
LISTE DES FIGURES.....	v
LISTE DES TABLEAUX	vi
LISTE DES GRAPHIQUES	vii
LISTE DES ABREVIATIONS	viii
LISTES DES ANNEXES	ix
RÉSUMÉ.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE 1 : PROBLÉMATIQUE DE LA RECHERCHE.....	4
1-1- Contexte de l'étude	4
1-2- Problème de recherche	5
1-3- Question de recherche	16
1-4- Hypothèse de recherche.....	17
1-5- Objectif de recherche.....	17
1-6- Intérêt de la recherche	17
1-7- Délimitation de la recherche	18
CHAPITRE 2 : ETUDE CONCEPTUELLE.....	19
2-1- Etude historique et épistémologique du concept de réaction chimique	19
2-2- La revue de la littérature	23
2-3-1- Enseignement	30
2-3-2- Apprentissage.....	32
2-4-Theorie explicative	33
CHAPITRE 3 : METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	37

3-1-	Type de recherche	37
3-2-	Approche méthodologique	37
3-3-	Echantillon.....	38
3-4-	Collecte des données	39
3-4-1-	instrument de collecte de données	39
3-4-2-	Méthode de collecte de données.....	40
3-5-	Analyse à priori du questionnaire	41
3-6-	Phase expérimentale	48
3-6-1-	Matériels didactiques	48
3-6-2-	description de la séquence d'enseignement (test)	49
3-6-3-	Fiche de préparation de la leçon	52
CHAPITRE 4 : PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS.....		57
4-2-	Analyse et interprétation des résultats.....	63
4-3-	Vérification et validation de l'hypothèse.....	76
4-4-	Discussion.....	78
4-5-	Suggestions.....	79
CONCLUSION GENERALE.....		80
BIBLIOGRAPHIE		81
TABLE DES MATIERES		84
ANNEXES.....		XI

ANNEXES

Annexe n°1: Autorisation de recherche

REPUBLIQUE DU CAMEROUN ***** Paix – Travail – Patrie ***** UNIVERSITE DE YAOUNDE I ***** FACULTE DES SCIENCES DE L'EDUCATION ***** DEPARTEMENT DE DIDACTIQUE DES DISCIPLINES		REPUBLIC OF CAMEROON ***** Peace – Work – Fatherland ***** THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I ***** THE FACULTY OF EDUCATION ***** DEPARTMENT OF DIDACTICS
Le Doyen The Dean N°...../24/UYI/FSE/CD-DID		Approval 17/5/24
<u>AUTORISATION DE RECHERCHE</u>		
Je soussigné, Professeur BELA Cyrille Bienvenu, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Education de l'Université de Yaoundé I, certifie que l'étudiante GANSOP MANGUE Eliane Matricule 19Y3018, est inscrite en Master II à la Faculté des Sciences de l'Education, Département de DIDACTIQUE DES DISCIPLINES, Option : DIDACTIQUE DE LA CHIMIE. L'intéressée doit effectuer des travaux de recherche en vue de la préparation de son diplôme de Master. Elle travaille en codirection avec Pr LENTA DJAKOU Bruno et le Pr AYINA BOUNI. Son sujet est intitulé: « Enseignement-Apprentissage de la chimie classe de 4^{ème} de l'enseignement général au Cameroun : Construction du concept de réaction chimique par la démarche d'investigation comme mode de transposition didactique ». Je vous saurai gré de bien vouloir la recevoir pour la recherche et mettre à sa disposition toutes les informations susceptibles de l'aider dans son travail. En foi de quoi, cette autorisation de recherche lui est délivrée pour servir et valoir ce que de droit.		
Fait à Yaoundé, le <u>17 MAI 2024</u>		
Pour le Doyen et par ordre 		

Annexe n°2 : quelques extraits du livre programmes de Physique-Chimie-Technologie des classes 4^{ème} et 3^{ème}

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix - Travail - Patrie

REPUBLIC OF CAMEROON

Peace - Work - Fatherland

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRES

MINISTRY OF SECONDARY EDUCATION

INSPECTION GENERALE DES ENSEIGNEMENTS

INSPECTORATE GENERAL OF EDUCATION

PROGRAMMES D'ETUDES DE 4^{ème} et 3^{ème} : PHYSIQUE - CHIMIE - TECHNOLOGIE



Observer son environnement pour mieux orienter ses choix de formation et réussir sa vie

INSPECTION DE PEDAGOGIE CHARGÉE DE L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES
INSPECTORATE OF PEDAGOGY IN CHARGE OF SCIENCES

Décembre 2014

REPUBLIQUE DU CAMEROUN
PAIX - TRAVAIL - PATRIE

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRES

INSPECTION GÉNÉRALE DES ENSEIGNEMENTS

REPUBLIC OF CAMEROON
PEACE - WORK - FATHERLAND

MINISTRY OF SECONDARY EDUCATION

INSPECTORATE GENERAL OF EDUCATION

ARRETE N° 119/14/MINESEC/ IGE DU - 9 DEC 2014

Portant définition des Programmes d'Etudes des classes de 4^{ème} et 3^{ème} de l'Enseignement Secondaire Général.

LE MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRES

Vu la Constitution;

Vu la Loi n° 98/004 du 14 avril 1988 portant Orientation de l'Éducation au

Vu Cameroun;

Vu le Décret n° 2011/408 du 09 décembre 2011 portant organisation du
gouvernement;

Vu le Décret n° 2011/410 du 09 décembre 2011 portant formation du

Vu gouvernement;

le Décret n° 2012/267 du 11 juin 2012 portant organisation du Ministère des
Enseignements Secondaires;

ARRÊTE

Article 1^{er}: Les Programmes d'études des classes de 4^{ème} et 3^{ème} sont définis ainsi qu'il suit :

Programme de Physique - Chimie - Technologie de l'Enseignement Secondaire Général classes de 4^º et 3^º

Page 2 sur 45

6- TABLEAU SYNOPTIQUE DES MODULES DU PROGRAMME D'ÉTUDES

6. I- Niveau 4^e

TITRES DES MODULES	CATEGORIES D'ACTIONS	DUREE (heures)
La matière : ses propriétés et ses transformations	Détermination des propriétés caractéristiques de la matière	09
	Réalisation des transformations chimiques	09
Actions mécaniques et énergie électrique	Détermination des caractéristiques des actions mécaniques	09
	Production de l'énergie électrique	04
	Utilisation de l'énergie électrique	09
Chimie et protection de l'environnement	Lutte contre la pollution de l'air	05
	Lutte contre la pollution des sols	05
	Lutte contre la pollution de l'eau	06
Projets et éléments d'ingénierie	Réalisation d'un projet technique simple (Fabrication d'outils simples).	19

6. II- Niveau 3^e

TITRES DES MODULES	CATEGORIES D'ACTIONS	DUREE (heures)
La matière : ses propriétés et ses transformations	Détermination des propriétés caractéristiques de la matière	09
	Réalisation des transformations chimiques	10
Actions mécaniques et énergie électrique	Applications des actions mécaniques	07
	Production de l'énergie électrique	04
	Utilisation de l'énergie électrique	11
Chimie et protection de l'environnement	Gestion et utilisation des produits industriels	13
Projets et éléments d'ingénierie	Réalisation d'un projet technique simple (Fabrication d'outils simples).	15
	Maintenance de systèmes mécaniques simples	06

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN
 Paix – Travail – Patrie
 MINISTÈRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRES
 INSPECTION GÉNÉRALE DES ENSEIGNEMENTS
 INSPECTION DE PÉDAGOGIE / SCIENCES

REPUBLIC OF CAMEROON
 Peace - Work - Fatherland
 MINISTRY OF SECONDARY EDUCATION
 INSPECTORATE GENERAL OF EDUCATION
 INSPECTORATE OF PEDAGOGY / SCIENCES

DOMAINE D'APPRENTISSAGE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE

PROGRAMME D'ÉTUDES : PHYSIQUE-CHIMIE-TECHNOLOGIE

NIVEAU : QUATRIÈME

VOLUMES HORAIRES :

VOLUME HORAIRE ANNUEL : 75 HEURES

VOLUME HORAIRE HEBDOMADAIRE : 03 HEURES

COEFFICIENT : 03

1- MODULE 1 : LA MATIÈRE : SES PROPRIÉTÉS ET SES TRANSFORMATIONS

2- VOLUME HORAIRE ALLOUÉ AU MODULE : 18 HEURES

3- PRESENTATION DU MODULE

Ce module comporte trois (03) parties :

- les propriétés et les caractéristiques de la matière ;
- Les aimants, le champ magnétique terrestre ;
- la notion de réaction chimique et d'élément.

Il y est question d'une part d'améliorer la lisibilité et l'éveil progressif de l'apprenant relativement à son environnement matériel immédiat, et d'autre part de l'initier aux relations utiles avec la matière.

4- CONTRIBUTION DU MODULE À LA FINALITÉ ET AUX BUTS CURRICULAIRES

Outre l'approfondissement des acquis des classes de 6^{ème} et 5^{ème}, ce module permettra à l'apprenant d'améliorer sa relation, sa connaissance et son ouverture au monde matériel.

5- CONTRIBUTION DU MODULE AU PROGRAMME D'ETUDES ET AUX DOMAINES DE VIE

Pour permettre à l'apprenant d'améliorer sa relation avec le monde matériel, dans ce module, l'enseignant va l'inciter à s'appuyer sur ses capacités à lire, à calculer et à interpréter.

Pour cela, il aura besoin de langues (français, anglais), de mathématiques, de chimie et de physique.

Dans ce module, l'apprenant devra prendre des décisions qui engagent sa santé et son environnement physique et social (consommation, production de biens).

CADRE DE CONTEXTUALISATION		AGIR COMPETENT		RESSOURCES			
Famille de situations	Exemples de Situations	Catégories d'actions	Exemples d'actions	Savoirs	Savoir-faire	Savoir-être	Autres ressources
Utilisation, production et conservation de biens usuels de consommation	-Utilisation de biens usuels de consommation -Production de biens usuels de consommation -Conservation de biens usuels de consommation	- Détermination des propriétés caractéristiques de la matière	- Utiliser des matériaux au quotidien - Communiquer et informer sur la matière	1-Quelques propriétés caractéristiques de la matière -Température de changement d'état; - conductibilité électrique, dureté, -magnétisme (matériaux magnétiques) 2- Les aimants, le champ magnétique terrestre 2.1 Les pôles d'un aimant 2.2 Le champ magnétique terrestre 2.3 Quelques usages techniques des aimants permanents et des électroaimants ; 2.4 Utilisation d'une boussole	- Repérer une température ; -Réaliser une ou deux expériences pour identifier le caractère conducteur ou non d'un matériau et le caractère magnétique ou non d'un matériau ; -Identifier les matériaux utilisés au quotidien à partir de leurs propriétés - identifier les pôles d'un aimant ; - interpréter les interactions entre les pôles des aimants ; - interpréter le comportement d'une aiguille aimantée ; - utiliser une boussole pour s'orienter.	- La curiosité et le sens de l'observation ; - Le respect des avis des autres ; - L'ouverture d'esprit ; - L'esprit d'équipe, de coopération ; - Prise de décision et esprit critique ; -Pensée créatrice ; -Raisonnement logique ; -Méthode dans l'action ; Développement de l'habileté manuelle ;	-Aimants (droit, en fer à cheval) ; -Limaille de fer ou poudre de fer ; -Objets métalliques ; -Objets en matériau non ferromagnétique ; - Boussole ; - Thermomètre ; -Tableau des constantes physiques.
		-Réalisation des transformations chimiques	-Interpréter les combustions grâce aux modèles moléculaires -réaliser des combustions dans l'air - Identifier les produits de réaction chimique (CO_2 , SO_2 , H_2O , C) à partir des résultats des tests - Utiliser une équation chimique	3-Notion de réaction chimique 3.1 Définition : réaction chimique, réactif, produit, réaction exothermique ; 3.2 Transformation chimique (introduction sommaire de la notion d'atome) 3.2.1. combustion d'une bougie 3.2.2. combustion du soufre.	- Réaliser des modèles moléculaires pour les réactifs et les produits des combustions du carbone, butane, méthane (aspect qualitatif et aspect quantitatif) ; - Réaliser, décrire et schématiser la combustion d'une bougie, du butane et du méthane dans l'air ; - Écrire les équations littérales de réaction pour les combustions du carbone, butane et méthane ; - Faire les tests pour l'identification du dioxyde de carbone et du dioxyde de soufre		- Modèles moléculaires, - Bougies, - Allumettes, - Eau de chaux, - Papier, - Soufre, - Solution de KMnO_4 , - Tableau périodique des éléments, - Verreterie (bêcher, fiole jaugée, éprouvette graduée
		- Détermination des caractéristiques physiques et chimiques d'un corps	- Représenter les éléments par leurs symboles ; - Utiliser la classification périodique des éléments	4-Notion d'élément chimique 4.1. Définition et quelques exemples : corps purs simples, corps purs composés 4.2. Symboles des 20 premiers éléments	-Différencier un corps pur simple d'un corps pur composé ; - Représenter les 20 premiers éléments par leurs symboles		

Annexe n°3 : un exemplaire de questionnaire rempli par un élève du groupe 1 (G1)

QUESTIONNAIRE

Identification du répondant:

Nom et Prénom: J. M. N.

Age: 15 ans Sexe: M Classe: CPM Groupe: G1

Consigne : encercler la lettre de la réponse juste. **NB :** chaque question n'a qu'une seule réponse juste.

Activité 1 : vérification des connaissances sur la réaction chimique.

1- réaction chimique :

- ☒ a) Est un processus qui a pour résultat le changement de l'état physique d'un corps pur.
- ☐ b) Est le processus qui a pour résultat la modification d'un ou de plusieurs corps purs en un ou plusieurs autres corps purs.
- ☐ c) Est un processus au cours duquel seulement deux corps purs disparaissent et il se forme un seul nouveau corps pur.
- ☐ d) Aucune réponse juste

2- Transformation chimique

- ☐ a) Est une manifestation de la réaction chimique ; elle se traduit souvent par dégagement gazeux, par changement de couleur ou par dégagement de la chaleur et finit par un changement d'aspect des corps de départ.
- ☒ b) Est une manifestation de la réaction chimique qui conduit au changement d'état physique des corps de départ.
- ☐ c) Est le processus qui a pour résultat la modification d'un ou de plusieurs corps purs en un ou plusieurs autres corps purs.
- ☐ d) Aucune réponse juste

3- Transformation physique :

- ☐ a) Est le passage d'un ou de plusieurs corps d'une nature à une autre.
- ☐ b) Est le passage d'un ou de plusieurs corps d'un état à un autre.
- ☒ c) Concerne toujours les corps purs solides.
- ☐ d) Aucune réponse juste

4- Réactif de la réaction :

- ☐ a) Est le corps pur qui se forme au cours d'une transformation chimique.
- ☒ b) Est le corps qui disparaît au cours d'une transformation physique.
- ☐ c) Est toujours un corps solide.
- ☐ d) Autre (à préciser) :

5- Produit de la réaction :

- ☒ a) Est un corps qui se forme au cours d'une transformation chimique.
- ☐ b) Est toujours liquide

- ☐ c) Est le corps qu'on obtient après changement d'état physique d'un autre corps.
 d) Autre (à préciser) :

Activité 2 : vérification des connaissances sur la combustion de la bougie.

- 6- La bougie est constituée de :
 a) La paraffine, la mèche et l'eau.
 1 ☒ b) La paraffine, la mèche et l'oxygène.
☐ c) La paraffine et la mèche.
 d) Autre (à préciser) :
- 7- Lors de la combustion de la bougie, les produits de la réaction sont :
☐ a) La cendre, l'eau et le gaz carbonique.
☐ b) La cendre, la chaleur, l'eau et le gaz carbonique.
☐ c) Le gaz carbonique, l'eau et l'oxygène
☐ d) La cendre, l'eau, le gaz carbonique et la flamme.
☒ e) L'eau et le gaz carbonique.
- 8- Lors de la combustion de la bougie, les réactifs de la réaction sont :
☒ a) La paraffine, l'eau et la mèche.
☐ b) La paraffine, la chaleur et la flamme.
☐ c) La paraffine, l'eau et l'oxygène
☐ d) La paraffine, la mèche et la flamme.
☐ e) La mèche, la flamme et la chaleur.
☐ f) Autre (à préciser) :

9- Ecrire l'équation littérale de la combustion de la bougie:

paraffine + mèche + O₂ → CO₂ + H₂O

Lorsqu'on brûle un papier format, on parle de la combustion du papier format.

10- citer les réactifs de cette combustion ?

Papier format

11- citer les produits de cette combustion.

cendre + gaz carbonique

Activité 3 : vérification des connaissances sur la préparation de la sauce vinaigrette et sur la fabrication de la sauce jaune.

12- Le processus par lequel on obtient la sauce vinaigrette:

- a) Est une transformation chimique.
 b) N'est pas une transformation chimique.
 2 ☒ c) Est une transformation physique.

d) Autres (à préciser) :

Justifier votre réponse:

car elle est faite de composants
physiques

13- Le processus par lequel on obtient la sauce jaune :

- 1 ☒ a) Est une transformation chimique.
b) N'est pas une transformation chimique.
c) Est une transformation physique.
d) Autres (à préciser) :

Justifier votre réponse:

car on utilise le son pour
montrer en science qu'il y a une
transformation chimique

14- Lors de la préparation de la sauce jaune, les réactifs de la réaction sont :

- 1 ☒ a) L'eau, le sel germe et l'huile de palme.
b) L'eau et le sel germe.
c) Le sel germe et l'huile de palme.
d) Autre (à préciser) :

Annexe n°4 : un exemplaire de questionnaire rempli par un élève du groupe 2 (G2)

38

QUESTIONNAIRE

Identification du répondant:

Nom et Prénom: NDZANA NGUINI BENOÏT

Age: 16 ans Sexe: M Classe: 4^{ème} ABA Groupe: G2

Consigne : encercler la lettre de la réponse juste. **NB** : chaque question n'a qu'une seule réponse juste.

Activité 1 : vérification des connaissances sur la réaction chimique.

1- réaction chimique :

a) Est un processus qui a pour résultat le changement de l'état physique d'un corps pur.

1 b) Est le processus qui a pour résultat la modification d'un ou de plusieurs corps purs en un ou plusieurs autres corps purs.

c) Est un processus au cours duquel seulement deux corps purs disparaissent et il se forme un seul nouveau corps pur.

d) Aucune réponse juste

2- Transformation chimique

1 a) Est une manifestation de la réaction chimique ; elle se traduit souvent par dégagement gazeux, par changement de couleur ou par dégagement de la chaleur et finit par un changement d'aspect des corps de départ.

b) Est une manifestation de la réaction chimique qui conduit au changement d'état physique des corps de départ.

c) Est le processus qui a pour résultat la modification d'un ou de plusieurs corps purs en un ou plusieurs autres corps purs.

d) Aucune réponse juste

3- Transformation physique :

1 a) Est le passage d'un ou de plusieurs corps d'une nature à une autre.

0 b) Est le passage d'un ou de plusieurs corps d'un état à un autre.

c) Concerne toujours les corps purs solides.

d) Aucune réponse juste

4- Réactif de la réaction :

a) Est le corps pur qui se forme au cours d'une transformation chimique.

0 b) Est le corps qui disparaît au cours d'une transformation physique.

c) Est toujours un corps solide.

d) Autre (à préciser) :

5- Produit de la réaction :

1 a) Est un corps qui se forme au cours d'une transformation chimique.

b) Est toujours liquide

c) Est le corps qu'on obtient après changement d'état physique d'un autre corps.

d) Autre (à préciser) :

Activité 2 : vérification des connaissances sur la combustion de la bougie.

6- La bougie est constituée de :

- a) La paraffine, la mèche et l'eau.
- b) La paraffine, la mèche et l'oxygène.
- c) La paraffine et la mèche.

d) Autre (à préciser) : La bougie est constituée de la Paraffine la mèche et la base

7- Lors de la combustion de la bougie, les produits de la réaction sont :

- a) La cendre, l'eau et le gaz carbonique.
- b) La cendre, la chaleur, l'eau et le gaz carbonique.
- c) Le gaz carbonique, l'eau et l'oxygène.
- d) La cendre, l'eau, le gaz carbonique et la flamme.
- e) L'eau et le gaz carbonique.

8- Lors de la combustion de la bougie, les réactifs de la réaction sont :

- a) La paraffine, l'eau et la mèche.
- b) La paraffine, la chaleur et la flamme.
- c) La paraffine, l'eau et l'oxygène.
- d) La paraffine, la mèche et la flamme.
- e) La mèche, la flamme et la chaleur.

f) Autre (à préciser) :

9- Ecrire l'équation littérale de la combustion de la bougie:

La mèche + la flamme + la chaleur.

Lorsqu'on brûle un papier format, on parle de la combustion du papier format.

10- citer les réactifs de cette combustion ?

La flamme

11- citer les produits de cette combustion.

Le feu et cendre

Activité 3 : vérification des connaissances sur la préparation de la sauce vinaigrette et sur la fabrication de la sauce jaune.

12- Le processus par lequel on obtient la sauce vinaigrette:

- a) Est une transformation chimique.
- b) N'est pas une transformation chimique.
- c) Est une transformation physique.

d) Autres (à préciser) :

Justifier votre réponse: Parce que il y a certains éléments qui ne peuvent pas se mélanger.

13- Le processus par lequel on obtient la sauce jaune :

- 1
- ☒ a) Est une transformation chimique.
 - ☐ b) N'est pas une transformation chimique.
 - ☐ c) Est une transformation physique.
 - d) Autres (à préciser) :

Justifier votre réponse: Parce que c'est la bonne réponse.

14- Lors de la préparation de la sauce jaune, les réactifs de la réaction sont :

- 1
- ☒ a) L'eau, le sel germe et l'huile de palme.
 - ☐ b) L'eau et le sel germe.
 - ☐ c) Le sel germe et l'huile de palme.
 - d) Autre (à préciser) :