

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

People's Democratic Republic of Algeria

The Minister of Higher Education and Scientific Research

ⵜⴰⵎⴻⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴻⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴻⵔⴰⵏⵜ ⵏ ⵜⴰⵎⴻⵔⴰⵏⵜ

ABOU BEKR BELKAID UNIVERSITY

TLEMCCEN

FACULTY OF MEDICINE- Dr. B.

BENZERDJEB

PHARMACY DEPARTMENT



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

كلية الطب - د. ب. بن زرجب

قسم الصيدلة

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR
L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

THÈME :

**Analyse didactique de l'enseignement pratique de la chimie analytique pour les études
pharmaceutiques**

Présenté par :

METROUH Chaimaa

Soutenu le

24/septembre/2024

Jury

Président :

Dr. NORDINE Zakaria Ibrahim

Maître assistant en chimie analytique

Examinatrices :

Dr. HELALI Amal

Maître assistante en pharmacognosie

Dr. LOUZIM Habiba

Maître assistante en chimie thérapeutique

Encadrant :

Dr. GHENIMI Fatima Zahra

Maître assistante en chimie analytique

Année universitaire : 2023-2024

Remerciements

En tout premier lieu nous tenons à remercier Dieu le tout Puissant, le Miséricordieux, qui nous a gratifié de la santé, de l'intelligence et de la sagesse à achever ce travail.

Ce mémoire de fin d'études conclut non seulement un cursus universitaire de six ans durant lequel il y a eu des hauts et des bas, mais aussi des études que nous avons poursuivies dans les trois cycles précédant l'université et dont nous remercions tous les enseignants, du primaire à l'université, qui n'ont épargné aucun effort pour nous transmettre un message noble. C'est celui du savoir.

A notre chère professeur et encadrante « Dr. GHENIMI Fatima Zahra », maitre assistante en chimie analytique à l'université de Tlemcen/faculté de médecine / département de pharmacie, nous lui exprimons nos sincères remerciements d'avoir accepté de diriger ce travail avec beaucoup de rigueur et de patience , aussi bien pour son aide précieuse , sa disponibilité , ses remarques et suggestions qui nous ont permis de ne pas nous éloigner de notre objectif de recherche. Ses grandes qualités humaines et sa grande sympathie resteront gravées dans notre mémoire. Veuillez trouver ici le témoignage de notre plus profond respect et notre plus vive reconnaissance.

Nous remercions aussi tous les membres du jury qui vont juger ce modeste travail et nous faire profiter de leurs connaissances et remarques constructives :

Au «Dr. NORDINE Zakaria Ibrahim», maitre assistant en chimie analytique à l'université de Tlemcen /faculté de médecine / département de pharmacie qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider ce mémoire, et de nous permettre ainsi de bénéficier de son expertise et de nous transmettre avec générosité ses connaissances.

Au « Dr. HELALI Amal », maître assistante en pharmacognosie et au « Dr. LOUZIM Habiba », maître assistante en chimie thérapeutique à l'université de Tlemcen/faculté de médecine / département de pharmacie qui ont accepté de prendre le temps d'examiner et de juger ce travail. Veuillez, toutes, croire en l'expression de notre sincère reconnaissance et de notre profonde estime. Vos critiques scientifiques valoriseront certainement ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de notre plus respectueuse gratitude.

Dédicaces

À mes chers parents,

Je vous dédie ce travail avec une profonde gratitude pour tout l'amour, le soutien et les sacrifices que vous avez faits pour moi. Votre foi en moi et vos encouragements constants m'ont permis d'aller de l'avant et de croire en mes rêves. Merci de m'avoir inculqué les valeurs de persévérance, de travail et d'humilité.

À mon mari,

Pour ta patience et ton soutien sans faille. Tu as été mon pilier tout au long de ce parcours, m'encourageant à persévérer même dans les moments les plus difficiles. Merci d'être à mes côtés, de croire en moi et de m'inspirer chaque jour. Ce travail est aussi le fruit de ta présence et de ta compréhension.

À ma fille, source de motivation et de bonheur, qui m'inspire à toujours donner le meilleur de moi-même.

À mes sœurs bien-aimées,

Pour votre soutien inébranlable et votre présence constante à mes côtés. Vos encouragements, vos conseils et vos mots réconfortants m'ont toujours aidé à avancer. Vous êtes non seulement des sœurs, mais aussi des amies précieuses, et je vous suis profondément reconnaissante pour tout ce que vous avez fait pour moi.

À mon frère, pour ta présence, ton soutien indéfectible et tes encouragements constants.

À ma chère tante,

Depuis notre enfance, tu as été un pilier de soutien, veillant toujours à notre confort et à notre éducation. Tes conseils, ta générosité et ta présence ont façonné nos vies d'une manière inestimable. Merci pour tout ce que tu as fait pour nous.

À mes chers neveux et nièces,

Votre joie de vivre et votre innocence sont une source d'inspiration infinie. Vous représentez l'avenir et, à travers ce travail, je souhaite vous montrer que la persévérance et l'amour de l'apprentissage ouvrent toutes les portes. Que vous grandissiez avec la même curiosité et passion pour la vie.

À mes beaux-parents,

Je vous dédie ce travail en signe de gratitude pour votre soutien, votre bienveillance et votre confiance. Vos encouragements et votre présence m'ont été d'une aide précieuse tout au long de ce parcours.

Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicaces.....	II
Table des matières.....	III
Liste des abréviations	VIII
Liste des tableaux	IX
Liste des figures	X
Introduction Générale	1
Partie Théorique.....	5
I. Chapitre I : La chimie dans les sciences médicales.....	6
I.1. Place de la chimie dans le domaine de la santé :	6
I.1.1. Découverte ou développement d'un médicament :.....	6
I.1.2. La chimie et la crise sanitaire du COVID-19	7
I.1.3. Compréhension des pathologies :.....	8
I.1.4. Mise en œuvre des outils et technologies pour le diagnostic et le suivi d'évolution de la maladie :	9
I.1.5. Outils et objets pour faciliter la compréhension du vivant :.....	9
I.1.5.1. L'imagerie médicale et la chimie :.....	9
I.1.6. Les autres domaines d'application :	10
I.1.6.1. Les prothèses :.....	10
I.1.6.2. Les vaccins :.....	10
I.2. L'enseignement de la chimie dans les sciences médicales en Algérie :	12
I.2.1. L'enseignement de la chimie en médecine :.....	12
I.2.2. L'enseignement de la chimie en médecine dentaire :.....	12
I.2.3. L'enseignement de la chimie en pharmacie :.....	13
I.3. La place actuelle de la chimie dans les études pharmaceutiques :	15
I.3.1. La pluridisciplinarité de la chimie :.....	16
I.3.2. Importance de l'enseignement de La chimie dans le domaine de l'industrie pharmaceutique :.....	18
I.3.3. Actualité de l'enseignement de la chimie dans les sciences pharmaceutiques :	19

Table des matières

II. Chapitre II : La didactique et la chimie	23
II.1. Définition de la didactique :	23
II.2. Définition de la pédagogie :	25
II.2.1. Une théorie éducative :	25
II.2.2. Une pratique éducative :	26
II.3. La distinction entre la didactique et la pédagogie	26
II.4. Le triangle didactique	27
II.5. La transposition didactique	29
II.6. Le contrat didactique.....	30
II.7. L'approche didactique en classe.....	31
II.8. La didactique disciplinaire	32
II.9. La didactique de la chimie	33
III. Chapitre III : Lest travaux pratiques de la chimie et difficultés d'apprentissage	35
III.1. Les activités expérimentales de la chimie :.....	35
III.1.1. Les travaux pratiques dans l'enseignement de la chimie :.....	35
III.1.1.1. Historique de l'instauration des TP dans l'enseignement de la chimie.....	36
III.1.1.2. Les objectifs des travaux pratiques	38
III.1.1.3. Le rôle de l'enseignant dans une séance d'activité expérimentale en chimie :	39
III.1.2. La Chimie analytique expérimentale :	40
III.1.2.1. Les branches de la chimie analytique :.....	41
III.1.2.2. Méthodes d'analyse en chimie analytique :.....	42
III.1.3. Les activités expérimentales de la chimie analytique programmées dans les études pharmaceutiques :	43
III.1.3.1. Présentation du contenu du programme de l'enseignement pratique de la chimie analytique pour les études pharmaceutiques en Algérie :	44
III.2. Difficultés et obstacles rencontrés par les étudiants dans l'apprentissage de la chimie :	47
III.2.1. Classification des obstacles d'apprentissage de la chimie :	48
III.2.2. Facteurs favorisant l'émergence des difficultés :	48
III.2.3. Les difficultés d'apprentissage de la chimie :	49
III.2.3.1. Langage des chimistes (langage symbolique) :	49

Table des matières

III.2.3.2. Dualité microscopique et macroscopique :.....	51
III.2.3.3. L'utilisation excessive des algorithmes entrave la pensée abstraite :.....	52
III.2.3.4. Difficulté du concept de concentration :.....	53
III.2.3.5. Difficultés liées à l'expérimentation :.....	53
III.2.3.6. Complexité du support pédagogique ou contexte inapproprié de diffusion des connaissances :.....	54
III.2.3.7. Passage du contexte scolaire au contexte extrascolaire :.....	55
III.2.3.8. L'interdisciplinarité :.....	55
III.2.3.9. Le manque de motivation :	56
III.2.3.10. Méthode d'enseignement :.....	56
Partie Pratique.....	57
I. Objectifs de l'étude :.....	58
I.1. Objectif principal :.....	58
I.2. Objectifs secondaires :	58
II. Matériel et méthodes :	58
II.1. Le type de l'étude :	58
II.2. Le lieu de l'étude :	58
II.3. La période de l'étude :	58
II.4. La population de l'étude :.....	58
II.4.1. Questionnaire adressé aux étudiants :.....	58
II.4.1.1. Critères d'inclusion :	58
II.4.1.2. Critères de non inclusion :.....	59
II.4.2. Questionnaire adressé aux enseignants :.....	59
II.4.2.1. Critères d'inclusion :	59
II.4.2.2. Critères de non-inclusion :.....	59
II.5. Recueil des données et déroulement de l'étude :.....	59
II.5.1. La présence aux séances de l'enseignement pratique de la chimie analytique au niveau du laboratoire :.....	59
II.5.2. Le questionnaire adressé aux étudiants de 2ème et 3ème année pharmacie : .	60
II.5.3. Le questionnaire adressé aux enseignants des travaux pratiques de la chimie analytique :	60
II.5.4. Analyse de la structure du programme pratique de la chimie analytique pour les études pharmaceutiques en Algérie :	61

Table des matières

II.6. L'analyse statistique des données :	61
III. Résultats :	61
III.1. Séances d'observation :	61
III.1.1. Séance d'observation n°01	61
III.1.2. Séance d'observation n°02 :	63
III.1.3. Séance d'observation n°03 :	65
III.1.4. Séance d'observation n°04 :	68
III.1.5. Séance d'observation n°05 :	69
III.1.6. Séance d'observation n°06 :	71
III.1.7. Séance d'observation n°07 :	74
III.1.8. Séance d'observation n°08 :	77
III.1.9. Les grilles d'observation utilisées pendant les huit séances :	80
III.2. Données recueillis par le questionnaire adressé aux étudiants :	86
III.2.1. Les données en relation avec le matériel et outils pédagogiques utilisées : ...	87
III.2.2. Des données relatives à l'enseignement de la chimie analytique et ses travaux pratiques (généralement des éléments qui concernent la durée de chaque séance, le nombre de séances et leur rapport avec l'enseignement théorique,) :	92
III.2.3. Les données en relation avec les étudiants :	99
III.2.4. Les données en relation avec les enseignants des TP de la chimie analytique :	105
III.3. Données recueillis par le questionnaire d'auto-évaluation adressé aux enseignants :	108
III.3.1. Les données ayant un rapport avec le matériel, l'état du laboratoire, le déroulement des TP et les outils pédagogiques utilisés :	108
III.3.2. Données en relation avec les étudiants :	113
III.3.3. Données en relation avec les enseignants de la chimie analytique :	119
III.4. Analyse de la structure du programme pratique de la chimie analytique pour les études pharmaceutiques en Algérie :	126
III.4.1. Analyse du programme pratique de la chimie analytique pour les 2 ^{ème} année pharmacie :	126
III.4.2. Analyse du programme pratique de chimie analytique adressé à la 3 ^{ème} année pharmacie	129
IV. Discussion	131

Table des matières

IV.1. Disponibilité du matériel :.....	131
IV.2. L'état du laboratoire :.....	133
IV.3. Le temps consacré aux TP :.....	133
IV.4. L'évaluation des TP (le compte rendu) :.....	134
IV.5. La clarté et la complétion des démarches de TP (clarté du fascicule de TP) :.....	136
IV.6. Le lien et complémentarité entre les cours théoriques et les TP programmés : ...	137
IV.7. Utilité de la chimie et l'intérêt des étudiants envers cette discipline :.....	139
IV.8. Les difficultés rencontrées par les étudiants dans l'apprentissage de la chimie :.	140
IV.9. Préparation des TP à domicile :	142
IV.10. Contribution des enseignants des TP dans l'élaboration des cours théoriques, des fascicules et des comptes rendus :.....	143
IV.11. Méthode d'enseignement :.....	144
IV.12. Expérience et compétences des enseignants :.....	147
IV.13. Le nombre d'enseignants des TP de la chimie analytique :.....	149
IV.14. Qualité d'enseignement et niveau de satisfaction des étudiants :.....	150
Conclusion Générale.....	153
Références Bibliographiques.....	156
Annexes	161

Liste des abréviations

AFECT : Association Française des Enseignants de Chimie Thérapeutique

ANP : Académie Nationale de Pharmacie

BLAs : Médicaments biologiques

FDA : l'Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux (US Food and Drug Administration)

ECTS : Le système européen de transfert et d'accumulation de crédits.

IEA : l'Association Internationale pour l'Évaluation du rendement scolaire

NMEs : Nouvelles entités chimiques

TD : Travaux dirigés

TP : Travaux pratiques

Liste des tableaux

Tableau I : Volume horaire des cours théoriques et travaux pratiques des modules chimiques en médecine selon le programme officiel	12
Tableau II : Volume horaire des cours théoriques et travaux pratiques des modules chimiques en médecine dentaire selon le programme officiel.....	13
Tableau III : : Volume horaire des cours théoriques et travaux pratiques des modules chimiques en pharmacie selon le programme officiel	13
Tableau IV : Répartition des disciplines enseignées (exprimées en pourcentage du total horaire) dans le tronc commun des études pharmaceutiques dans divers pays européens (enquête PHARMINE 2011).....	20
Tableau V : Évolution du nombre d'ECTS et du pourcentage qu'ils représentent	21
Tableau VI : L'axe des contenus des didactiques disciplinaires (Jonnaert et al., 2001).....	33
Tableau VII : Informations à propos du TP n°01	62
Tableau VIII : Informations à propos du TP n°02	64
Tableau IX : Informations à propos de TP 03	66
Tableau X : informations à propos du TP n° 04	68
Tableau XI : Informations à propos du TP n° 05	70
Tableau XII : Informations à propos du TP n° 06	72
Tableau XIII : Informations à propos de TP n° 07	74
Tableau XIV : Résultats recueillis par la grille d'observation pour le matériel du laboratoire :	80
Tableau XV : Suggestions des étudiants pour rendre les séances des travaux pratiques de la chimie analytique plus intéressantes et plus efficaces.....	102
Tableau XVI : Les besoins des étudiants dans les TP selon les enseignants	118
Tableau XVII : les TP de la chimie analytique qui ont été effectués lors l'année universitaire 2023/2024 pour les étudiants en 2ème année pharmacie.....	127
Tableau XVIII : les TP de la chimie analytique programmés pour les étudiants de la 2 ^{ème} année pharmacie selon le programme officiel	127
Tableau XIX : les TP de la chimie analytique qui ont été effectués lors l'année universitaire 2023/2024 pour les étudiants en 3ème année pharmacie.....	129
Tableau XX: Compétences mises en œuvre selon le positionnement de l'activité expérimentale. (Tiré de Pirquet & Bataille, 2018)	138

Liste des figures

Figure 1 : Nouvelles entités chimiques ("NMEs") et médicaments biologiques ("BLAs") approuvés par l'Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux, la FDA (Mullard A, FDA drugapprovals, Nature Reviews, 2021 20, 85-90).....	8
Figure 2 : Corrélations entre les différentes matières fondamentales du premier cycle des études de pharmacie et celles professionnalisantes du second cycle universitaire. (Tiré de AFECT, 2020).....	18
Figure 3 : le triangle didactique	28
Figure 4 : La chaîne de transposition didactique (tiré de Perrenoud, 1998).....	30
Figure 5 : Le niveau symbolique en interaction avec le niveau empirique et les niveaux des modèles : macroscopique et microscopique	49
Figure 6 : Deux niveaux de concepts reliés par une même représentation symbolique (Tiré de Taber, 2013)	50
Figure 7 : Participation des étudiants lors des séances de TP	82
Figure 8 : Répartition des étudiants selon l'année d'étude en pharmacie	86
Figure 9 : Nombre de réponses reçues pour chaque question d'enquête.....	87
Figure 10 : Répartition des résultats des étudiants selon la disponibilité et le bon fonctionnement du matériel nécessaire pour les TP	88
Figure 11 : Répartition des réponses des étudiants selon l'utilité support pour la préparation et la réalisation de TP	88
Figure 12 : Répartition des réponses des étudiants sur les objectifs des TP	89
Figure 13 : Répartition des réponses des étudiants sur l'état du laboratoire	90
Figure 14 : Répartition des réponses des étudiants selon les caractères du fascicule de TP	90
Figure 15 : Répartition des réponses des étudiants sur la question en relation au compte rendu	91
Figure 16 : Répartition des réponses des étudiants selon la contribution des outils pédagogiques utilisés par l'enseignant dans la simplification d'apprentissage	92
Figure 17 : Répartition des réponses des étudiants selon la satisfaction ou non du temps consacré pour chaque séance de TP	93
Figure 18 : Répartition de réponses des étudiants selon leurs avis sur le nombre des séances de TP	93
Figure 19 : Répartition des réponses des étudiants selon la relation entre les TP et les cours théorique.	94

Liste des figures

Figure 20 : Répartition des étudiants selon leurs avis sur l'organisation et la planification globale des TP.....	95
Figure 21 : Répartition des réponses des étudiants selon l'utilité des TP de la chimie analytique dans le cursus pharmaceutique.....	95
Figure 22 : Contribution des TP de la chimie analytique dans le développement de différentes compétences.....	96
Figure 23 : Répartition des réponses des étudiants selon les facteurs qui les motivent pour la présence aux cours théoriques de la chimie.....	97
Figure 24 : Degré de satisfaction des étudiants face à leur expérience académique globale en chimie analytique.....	98
Figure 25 : Évaluation de la qualité générale de l'enseignement de la chimie analytique.....	99
Figure 26 : la présence des étudiants aux cours magistraux de la chimie analytique.....	99
Figure 27 : L'influence de l'attitude des enseignants en cours magistraux sur l'attention des étudiants.....	100
Figure 28 : Préparation de TP à domicile.....	100
Figure 29 : Stratégies relative à la préparation des TP à domicile.....	101
Figure 30 : Le temps consacré pour la préparation des TP à domicile.....	102
Figure 31 : les difficultés rencontrées par les étudiants dans les travaux pratiques de la chimie analytique.....	104
Figure 32 : Réponses de l'enseignant sur les doutes des étudiants sur sa matière dans les TP.....	105
Figure 33 : Déclaration des problèmes rencontrés et demande de l'aide de l'enseignant par les étudiants lors des TP.....	106
Figure 34 : Évaluation des compétences des enseignants selon les étudiants.....	106
Figure 35 : Remarques et consignes de l'enseignant pour éviter les erreurs et améliorer le travail lors de chaque TP.....	107
Figure 36 : Contribution des enseignants assurant des TP dans l'élaboration du support et du compte rendu.....	108
Figure 37 : Les notes des étudiants dans le compte rendu.....	109
Figure 38 : L'évaluation des apprentissages acquis lors des TP (compte rendu).....	110
Figure 39 : Les facteurs qui aident au bon déroulement des TP.....	110
Figure 40 : Disposition de l'université de tout matériel nécessaire et son état de fonctionnement.....	111

Liste des figures

Figure 41 : Le temps consacré à chaque séance de TP pour les deux niveaux : 2 ^{ème} et 3 ^{ème} année en pharmacie	111
Figure 42 : L'état général du laboratoire de la chimie analytique	112
Figure 43 : Les objectifs des séances de TP	113
Figure 44 : Les difficultés les plus fréquemment rencontrées par les étudiants dans les TP selon les enseignants.....	113
Figure 45 : Préparation des TP à domicile selon la participation et la réactivité des étudiants lors les TP	114
Figure 46 : Évolution de l'intérêt des étudiants pour la chimie analytique selon leurs enseignants.....	114
Figure 47 : Intérêt des étudiants lors des TP.....	115
Figure 48 : Attitude des étudiants dans les séances des travaux pratiques	116
Figure 49 : Résultats concernant les questions posées par les enseignants lors des TP de la chimie analytique.	117
Figure 50 : Les consignes mentionnées par les enseignants lors des TP et leur impact sur le travail et les résultats de manipulation	117
Figure 51 : Répartition des enseignants selon la durée de leurs expérience dans l'enseignement pratique de la chimie analytique.....	119
Figure 52 : Motivation des enseignants dans leur enseignement	119
Figure 53 : Contribution des enseignants des TP de la chimie analytique à l'élaboration des cours théorique	120
Figure 54 : Stratégies utilisées par les enseignants pour débloquer les situations de mal compréhension	121
Figure 55 : Le nombre des enseignants des TP de la chimie analytique	122
Figure 56 : Les enseignants de TP sont aux courant pour les connaissances acquises durant le cours et en relation avec les TP.....	122
Figure 57 : Accompagnement et disponibilité de l'enseignant durant les TP.....	123
Figure 58 : Attitude de l'enseignant durant l'explication dans l'enseignement pratique de la chimie	124
Figure 59 : La liberté des enseignants des TP au niveau du laboratoire pour l'essai de méthodes innovantes visant à faciliter l'apprentissage.....	125
Figure 60 : La gestion du temps par les enseignants	125
Figure 61 : La maîtrise d'utilisation du matériel du laboratoire de la chimie analytique par les enseignants.....	126

Introduction Générale

Introduction Générale

La chimie analytique consiste à séparer, identifier et quantifier les composants chimiques d'une substance. En d'autres mots, cela implique l'analyse à la fois quantitative et qualitative d'un échantillon spécifique. Elle utilise à la fois des techniques classiques et modernes, et nécessite des instruments scientifiques de pointe pour mener à bien les analyses. (Equipe Editoriale Studysmarter ,2024)

La chimie analytique pharmaceutique est essentielle pour les chercheurs de divers domaines tels que la chimie, la biomédecine et la pharmacie. Et l'enseignement de la chimie analytique pharmaceutique est un élément fondamental de la formation du bachelier en sciences pharmaceutiques. Il se concentre sur le processus complet des analyses, qui comprend la résolution des problèmes depuis le prélèvement de l'échantillon jusqu'à sa transmission au client. (Hubert, 2024)

En Algérie, pour les études pharmaceutiques, la chimie analytique fait partie du programme universitaire de deux niveaux : la deuxième et la troisième année pharmacie. Elle est dispensée aux étudiants sous différentes formes : cours théoriques, travaux dirigés (TD) et travaux pratiques (TP). On observe une différenciation des méthodes analytiques enseignées, allant des méthodes analytiques classiques enseignées en 2ème année de pharmacie aux méthodes analytiques modernes enseignées en 3ème année de pharmacie.

En fin de cursus académique, les diplômés du supérieur doivent avoir développé un ensemble de compétences complexes pour réussir dans le monde du travail grâce à la mobilisation de ressources pertinentes. Pour les étudiants en sciences, il est essentiel de maîtriser une démarche scientifique pour résoudre des problèmes contextualisés. Cet apprentissage va au-delà de l'émancipation intellectuelle et de l'édification personnelle, visant à former des professionnels capables d'exécuter à un niveau élevé dans leur domaine. (Piard & Mayon, 2024).

Les compétences que nous venons de citer sont fortement travaillées en chimie analytique. L'objectif est de veiller à ce que le futur pharmacien soit capable, en fin de cursus, de maîtriser et de manipuler les techniques analytiques, et de mobiliser ses connaissances selon les situations rencontrées. Ce bagage scientifique, technique et méthodologique favorise son intégration dans le tissu professionnel de manière rapide et efficace.

Bien que cette discipline constitue un socle de base dans la formation des futurs pharmaciens, beaucoup d'étudiants se rendent compte, en fin de leurs études de pharmacie,

Introduction Générale

qu'ils ont oublié plusieurs notions importantes et qu'ils ne maîtrisent plus certaines méthodes analytiques censées avoir été acquises durant leur cursus (notamment durant les TP) et qui devraient leur être utiles une fois sur le terrain d'exercice de leur métier. C'est là qu'on pourrait comprendre l'inquiétude des enseignants qui pensent qu'il y a un malaise dans l'enseignement / apprentissage de cette discipline et auquel on devrait mettre en place un diagnostic concret pour pouvoir y remédier.

Pendant 40 ans, les systèmes éducatifs dans les pays développés et en développement ont été confrontés à des problèmes de rendement, tel est le bilan mis en place par Bourdieu en 1970. Les études internationales, comme celle réalisée par l'IEA en 1995, ont mis en lumière des déficiences dans les connaissances des étudiants en sciences à l'échelle mondiale. (Ambomo, 2014)

Les recherches dans le domaine de la didactique des sciences et celui de la chimie, entre autres, peuvent proposer certaines solutions à ces problèmes car cela s'inscrit dans ses objectifs qui visent à améliorer l'éducation scientifique en identifiant les causes des difficultés scolaires et en offrant des solutions. Des recherches se sont concentrées sur les stratégies d'enseignement et les approches pédagogiques, particulièrement en chimie, mettant en évidence les obstacles auxquels font face les étudiants. (Ambomo, 2014)

En puisant dans ces recherches et en observant l'acte d'enseigner et d'apprendre de la chimie analytique, et en suivant un processus de recherche le plus rigoureux possible, nous avons essayé d'établir un diagnostic puis d'apporter quelques éléments de réponses relatifs à certains problèmes liés à l'enseignement / apprentissage de la chimie analytique.

Notre présente étude est intitulée "analyse didactique de l'enseignement pratique de la chimie analytique". A travers cette étude, nous nous sommes focalisés sur l'enseignement pratique vu qu'il est très important dans l'acquisition des pratiques liées aux méthodes et techniques analytiques.

Dans notre étude on a procédé à une analyse didactique de l'enseignement pratique de la chimie analytique pour les études pharmaceutiques en ciblant plusieurs composantes : les étudiants, l'enseignant, le programme et même l'état du laboratoire scientifique de la chimie analytique.

Introduction Générale

Notre objectif principal était de détecter le malaise de l'enseignement/apprentissage de la chimie analytique pour pouvoir ensuite mettre en place un jugement réflexif dans un but de développement pédagogique relatif à la discipline en question. Bien évidemment, pour y arriver nous sommes passée par des étapes cruciales telles que l'analyse du programme de l'enseignement pratique de la chimie analytique, l'évaluation des pratiques enseignantes concernant l'enseignement de la chimie, et l'évaluation de la motivation et l'intérêt des étudiants en pharmacie des niveaux concernés par l'enseignement de cette discipline. Nous avons également mené une enquête auprès des étudiants de la deuxième et troisième année de pharmacie d'une part, et une autre enquête auprès des enseignants chargés de l'enseignement pratique de la chimie analytique d'autre part.

Ce mémoire comprend deux parties :

La première partie (revue de la littérature) se subdivise en 03 chapitres : le premier chapitre est consacré à la chimie et son importance dans les sciences médicales et plus particulièrement dans les études pharmaceutiques. Le deuxième chapitre est consacré à tout ce qui a un rapport avec la didactique tout en faisant le lien avec la discipline en question bien sûr.

Quant au troisième chapitre, nous nous sommes intéressés aux activités expérimentales de la chimie analytique pour les sciences pharmaceutiques ainsi que les principales difficultés rencontrées par les étudiants dans l'apprentissage de la chimie.

La deuxième partie dite partie pratique, expose en détails le matériel et les méthodes utilisées pour cette étude ainsi que les résultats recueillis avant de passer, finalement, à la discussion qui est une étape cruciale dans notre étude, puis à une conclusion générale.

Partie théorique

I. Chapitre I : La chimie dans les sciences médicales

La chimie est omniprésente et est incontestablement essentielle, notamment en sciences médicales. Il est donc nécessaire de revoir son enseignement en tant que discipline clé pour assurer un transfert de connaissances efficace. (Potier, 2003)

La chimie est essentielle pour la vie aussi ; elle est la base du fonctionnement des organismes vivants. Depuis toujours, les humains ont utilisé la chimie pour acquérir des connaissances et faire avancer la médecine. En plus d'aider à comprendre les processus de la vie, la chimie permet également de créer des instruments pour prévenir, détecter et soigner les maladies. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle biologistes, physiciens et chimistes experts soulignent l'importance cruciale de cette discipline dans les sciences médicales. (Bréchet, 2003)

Elle a plusieurs champs d'application.

I.1. Place de la chimie dans le domaine de la santé :

I.1.1. Découverte ou développement d'un médicament :

De la molécule au lit du patient, la chimie est partout. Il faut souligner que depuis longtemps, les plantes médicinales ont joué un rôle central dans le traitement de divers maux et maladies en raison de leurs composés chimiques naturels. (Gauduel, 2003)

Sur le plan socioculturel, on entend souvent des éloges sur les bienfaits du paracétamol, des anti-inflammatoires et des antihypertenseurs, mais lorsqu'il s'agit d'une personne sous chimiothérapie, l'opinion devient plus sceptique envers ce traitement. Il est essentiel de se souvenir que tous les traitements médicamenteux font partie de la chimiothérapie. (Agouridas et al., 2018)

La découverte des médicaments est fortement influencée par la chimie : plus de 2/3 des nouveaux médicaments introduits chaque année sur le marché sont composés de petites molécules chimiques. (Académie nationale de pharmacie (ANP), 2020).

En sus, la chimie est impliquée dans de nombreuses étapes de la production de médicaments : chimie organique et thérapeutique pour la création des composés actifs, chimie des matériaux et des excipients pour la formulation des médicaments, chimie analytique pour les études pharmacocinétiques et le contrôle qualité des médicaments, etc. (ANP, 2020)

En réalité, lorsqu'un nouveau médicament est découvert, qu'il soit d'origine naturelle ou synthétique, on doit étudier son mode d'action, qui est souvent imprévisible. En agissant de cette manière, il arrive fréquemment que l'on mette au jour des parties importantes d'une

biologie inédite. Un exemple récent est la découverte accidentelle de la cyclosporine, un médicament qui a changé l'immunologie, les greffes d'organes et le traitement des maladies auto-immunes.

La recherche sur le mécanisme d'action de cette nouvelle substance a ouvert de nouvelles pistes de recherche en immunologie. (Potier, 2003)

I.1.2. La chimie et la crise sanitaire du COVID-19

En temps de la crise sanitaire du Covid-19, il était essentiel de trouver de nouvelles solutions préventives et curatives pour lutter contre la résurgence de grandes maladies infectieuses et pandémiques. Les vaccins et les molécules synthétiques de faible poids moléculaire sont essentiels pour prévenir et traiter diverses maladies infectieuses d'origine bactérienne, parasitaire ou virale. (Association Française des Enseignants de Chimie Thérapeutique (AFECT), 2020)

Depuis longtemps, la chimie a été essentielle dans l'identification et la fabrication de nouveaux médicaments, avec de nombreux pharmaciens renommés qui étaient également de talentueux chimistes. Actuellement, la majorité des nouveaux médicaments autorisés par la FDA (US Food and Drug Administration) sont composés de petites molécules chimiques : 42 sur 59 en 2018, 38 sur 48 en 2019 et 40 sur 53 en 2020 (soit 70 à 80 %). (ANP, 2022)

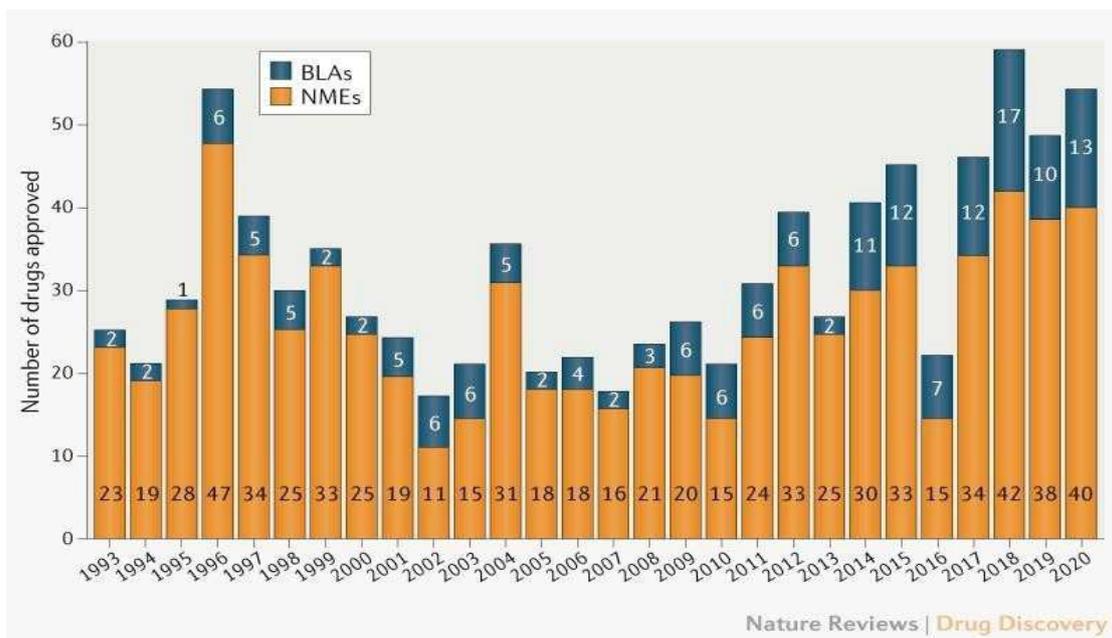


Figure 1 : Nouvelles entités chimiques ("NMEs") et médicaments biologiques ("BLAs") approuvés par l'Agence américaine des produits alimentaires et médicamenteux, la FDA (Mullard, 2021)

En 2020, la chimie reste impliquée dans la recherche médicale, réalisant des progrès notables dans divers domaines tels que les antioxydants de kinases, les antiviraux, et les dérivés de produits naturels à des fins anticancéreuses ou antipaludiques. (ANP, 2022)

La chimie joue également un rôle direct dans la création de molécules biologiques, que ce soit pour la conception, la formation de liaisons entre de petites molécules et des anticorps monoclonaux ou pour le transfert d'ARNi encapsulés dans des nanoparticules lipidiques. (ANP, 2022)

I.1.3. Compréhension des pathologies :

La chimie intervient aussi pour analyser la composition des molécules biologiques, pour étudier les fonctions et les processus de régulation des systèmes biologiques, ainsi que les dysfonctionnements responsables des maladies. Quel biologiste n'a jamais utilisé de produits chimiques pour examiner les organes, les tissus, les cellules, les gènes, les systèmes biologiques et leurs maladies ? Quelle branche de la médecine n'utilise pas la chimie pour diagnostiquer et soigner les maladies ? (Bréchet, 2003)

Le domaine de la chimie du vivant est en constante évolution, particulièrement récemment et ce, grâce aux avancées en chimie analytique, à la capacité d'analyse simultanée de nombreuses données via l'informatique, aux progrès notables en biotechnologie, et à la

chimie liée à l'ADN et aux protéines. Le génome est associé à la génétique, au protéome aux protéines et au métabolome aux petites molécules médiatrices. En réalité, chaque être vivant est rempli d'une multitude de réactions chimiques impliquant les enzymes, ainsi que d'autres molécules essentielles comme les sucres, les lipides et les médiateurs chimiques, qui sont indispensables au bon fonctionnement de l'organisme. (Agouridas et al.,2018)

I.1.4. Mise en œuvre des outils et technologies pour le diagnostic et le suivi d'évolution de la maladie :

Les progrès de la chimie offrent de plus en plus aux médecins et aux patients des outils et des technologies avancées. Elle permet de concevoir de nouveaux composés - parfois inexistant dans la nature - et d'améliorer le diagnostic et les traitements. Imagerie radiologique, rayonnements ionisants, fabrication de polymères synthétiques, création chimique de composés médicamenteux et de matériaux moléculaires, nanotechnologies pour la délivrance ciblée de médicaments...

Il existe de nombreux exemples illustrant l'importance de la contribution de la chimie aux sciences médicales. Toutes les affections, qu'elles soient communes comme les maladies cardiovasculaires, les cancers, les maladies neurodégénératives, le diabète ou les maladies infectieuses, ou plus rares, sont prises en compte. (Bréchet, 2003)

I.1.5. Outils et objets pour faciliter la compréhension du vivant :

Ce sont de nouvelles ressources et objets (molécules, matériaux...) qui permettent la compréhension du vivant et la correction de certains dysfonctionnements, comme les puces à ADN, les avancées en imagerie médicale, les biomatériaux tels que les implants, les prothèses et les cœurs artificiels. (Agouridas et al.,2018)

I.1.5.1. L'imagerie médicale et la chimie :

L'imagerie médicale constitue un élément très important pour la médecine, que ce soit pour le diagnostic, le suivi de l'évolution d'une pathologie ou encore l'évaluation de l'efficacité d'un traitement donné.

La principale utilisation de l'imagerie médicale est l'analyse morphologique des organes, y compris leur forme, taille, intégrité et suivi de leur croissance. Les rayons X, l'imagerie par résonance magnétique et les ultrasons sont des moyens pour observer les organes du corps humain avec des contrastes et des définitions spécifiques, identifiant même

les imperfections à une petite échelle afin d'évaluer l'état pathologique et la gravité d'une maladie. L'imagerie médicale progresse vers une analyse fonctionnelle, examinant le fonctionnement des organes essentiels, des tissus et des cellules spécifiques. Les récents progrès en imagerie médicale incluent le développement amélioré des signaux, des logiciels pour accéder et interpréter les images en 2D ou 3D, ainsi que des fusions d'images pour des diagnostics plus précis. (Meunier et al., 2003)

Ces avancées n'auraient pas été réalisables sans la contribution essentielle de la chimie, qui a rendu disponible pour les médecins des produits de contraste, des vecteurs, des radio-isotopes et des molécules marquées sous différentes formes (sels, complexes minéraux et organiques. ...) de plus en plus ciblés et bien tolérés. (Meunier et al., 2003)

I.1.6. Les autres domaines d'application :

I.1.6.1. Les prothèses :

Dans le domaine des prothèses, la chimie est utilisée pour choisir les matériaux qui peuvent être greffés sur les tissus humains, comme les prothèses dentaires, les lentilles oculaires, les cœurs artificiels, ainsi que les prothèses de genou et de hanche. (Agouridas et al., 2018)

I.1.6.2. Les vaccins :

La science chimique est également impliquée dans l'enseignement de notre système immunitaire sur la structure moléculaire d'un ennemi potentiel comme le prochain virus de la grippe. De nos jours, certaines maladies infectieuses ont complètement disparu de la liste des maladies médicales. (Agouridas et al., 2018)

- **L'interdisciplinarité chimie-physique dans les sciences médicales**

Un nouveau changement dans les cursus menant aux métiers de la santé implique la mise en place d'une année initiale en tronc commun. Il semblerait dommageable pour la formation des pharmaciens de ne pas approfondir suffisamment l'enseignement de la chimie.

En réalité, pour réussir dans ce programme universitaire, il est essentiel de posséder des connaissances solides en chimie, y compris en chimie physique, afin de bien comprendre les sciences pharmaceutiques et biologiques. (Thévet, 2009)

La chimie physique sert à expliquer la chimie en utilisant la physique et les mathématiques. Dans le monde scientifique d'aujourd'hui, cette discipline a une importance

Partie Théorique

cruciale ; il est à noter que dès 1921, le scientifique français Georges Urbain l'avait qualifié de "science de l'avenir". (Thévet, 2009)

La chimie physique explore la composition de la matière en se basant sur la mécanique quantique, la thermodynamique et la cinétique, à la fois à grande et petite échelle, en prenant en compte l'énergie pour comprendre les changements de la matière. Cette matière est cruciale dans différentes sphères comme la biologie moléculaire, la conception de médicaments, l'étude des enzymes et la radiologie. Pour analyser la composition de la matière, on sert de techniques telles que la cristallographie X-ray et le magnétisme qui a conduit à la découverte de la RMN. La multidisciplinarité est tout aussi essentielle, comme dans le cas de la tomographie par émission de positrons (TEP) employée dans le dépistage et le traitement des cellules cancéreuses. (Thévet, 2009)

Les étudiants qui souhaitent se lancer dans la recherche en industrie pharmaceutique ou en biologie moléculaire doivent posséder de solides connaissances en chimie physique, une discipline actuellement en pleine expansion. Les professeurs cherchent à partager des connaissances tout en éveillant l'intérêt des élèves en leur démontrant que les théories en vigueur évoluent avec de nouvelles découvertes expérimentales.

Dans la nouvelle ère, une approche interdisciplinaire est nécessaire car la division des disciplines n'est plus pertinente dans un monde où la science et la technologie sont étroitement liées. Il est nécessaire d'adopter une approche plus holistique pour stimuler de nouvelles avancées dans les sciences du vivant en raison de la complexité des systèmes. De par sa nature transversale, la chimie physique joue un rôle essentiel dans le développement des connaissances interdisciplinaires. (Thévet, 2009)

Les avancées incontestables dans les secteurs technologiques tels que la biotechnologie, l'informatique, l'imagerie, la chimie analytique, la bio-informatique, la robotique, la biologie de synthèse, les informations acquises et celles provenant de manière exponentielle dans le domaine des « omiques » (génomique, transcriptomique, protéomique, métabolomique...) sont en train de révolutionner complètement les approches thérapeutiques, la compréhension des pathologies, leur suivi, les marqueurs qui les caractérisent ainsi que les professions qui les entourent. Ils sont impliqués dans les futurs traitements, pronostics, diagnostics, interventions physiques et chirurgicales, voire même dans la création d'organes nouveaux en utilisant les connaissances des cellules souches et les techniques 3D...

Partie Théorique

Les compétences requises dans le futur seront différentes et en évolution constante. Dans le futur, le système de santé sera comme un tunnel high-tech où les patients passeront des examens et repartiront avec un plan de traitement. Malgré la déshumanisation de la médecine actuelle, la collaboration entre différentes disciplines reste essentielle. (Agouridas et al.,2018)

I.2. L'enseignement de la chimie dans les sciences médicales en Algérie :

La chimie constitue une discipline de base dans la formation des professionnels de santé. L'enseignement de cette discipline avec ses différentes branches est important dans les sciences médicales quel que soit la spécialité : médecine, médecine dentaire ou pharmacie. Cette importance diffère d'une spécialité à une autre ainsi les branches étudiées se différencient.

I.2.1. L'enseignement de la chimie en médecine :

Les étudiants inscrits en première année médecine bénéficient de deux modules en relation avec la chimie : le module de la chimie (qui se divise en deux parties : chimie générale et chimie organique) et la biochimie. Le tableau ci-dessous montre les modules et le volume horaire de chacun de ceux-ci ainsi que leurs coefficients comme indiqué dans le programme officiel (Programme des études du cursus en médecine, 2018)

Tableau I : Volume horaire des cours théoriques et travaux pratiques des modules chimiques en médecine selon le programme officiel

Les modules	Cours	TD/TP	Volume globale du module	Coefficients
Chimie	50 h	30 h	80 h	2
Biochimie structurale	45 h	30 h	75 h	2
Biochimie métabolique	60 h	30 h	90 h	2
Volume horaire global	155 h	90 h	245 h	6

I.2.2. L'enseignement de la chimie en médecine dentaire :

En médecine dentaire aussi, il n'existe que deux modules de la chimie étudiés en première année : le premier est la chimie dont les objectifs sont les suivants : permettre aux

Partie Théorique

étudiants d'acquérir les connaissances chimiques de base nécessaires pour suivre des formations futures et de stimuler l'esprit critique et scientifique du futur dentiste, elle se divise en deux parties : chimie générale et minérale et chimie organique. Le 2^{ème} module est la biochimie dont l'objectif est de connaître les différents constituants biochimiques du corps et leurs cycles de dégradation ainsi que leurs propriétés physiques et chimiques :

Tableau II : Volume horaire des cours théoriques et travaux pratiques des modules chimiques en médecine dentaire selon le programme officiel (Bouzitouna, s.d)

Les modules	Cours	TD	Volume horaire global pour le module	Coefficients
Chimie	45 h	30 h	75 h	3
Biochimie	45 h	30 h	75 h	3
Volume horaire global de chaque activité	90 h	60 h	150 h	6

I.2.3. L'enseignement de la chimie en pharmacie :

Pour les études pharmaceutiques, la chimie est présente tout au long du cursus. La chimie pharmaceutique comprend plusieurs modules :

Tableau III : : Volume horaire des cours théoriques et travaux pratiques des modules chimiques en pharmacie selon le programme officiel

Année d'étude	Module	Cours magistraux	TD	TP	Volume horaire global	Coefficients
1 ^{ère} année	Chimie pharmaceutique générale	60 h	20 h	/	80 h	3
	Chimie pharmaceutique organique	60 h	20 h	10 h	90 h	3
2 ^{ème} année	Chimie analytique fondamentale	50 h	20 h	20 h	90 h	2

Partie Théorique

	Chimie minérale pharmaceutique	60 h	20 h	10 h	90 h	2
	Biochimie	60 h	30 h	/	90 h	2
3^{ème} année	Chimie thérapeutique	100 h	20 h	20 h	140 h	3
	Chimie analytique	50 h	20 h	20 h	90 h	2
4^{ème} année	Biochimie médicale	100 h	20 h	30 h	150 h	2
Volume global		540 h	170 h	110 h	820 h	19

La comparaison des durées d'enseignement de la chimie dans les divers domaines médicaux souligne l'importance de cette science dans la formation des pharmaciens. Les futurs pharmaciens passent beaucoup plus de temps à étudier les modules chimiques (820 heures) que les étudiants en médecine (245 heures) et en médecine dentaire (150 heures), soulignant ainsi l'importance de la chimie dans leur formation.

La raison de cette différence réside dans le caractère spécifique des études pharmaceutiques, nécessitant une connaissance approfondie de la chimie pour produire, manipuler et distribuer les médicaments. À la différence des médecins et des dentistes, qui se concentrent surtout sur le diagnostic et le traitement, les pharmaciens doivent avoir une connaissance approfondie des propriétés chimiques des substances et de leur impact sur le corps humain. Cela explique pourquoi ils accordent une grande importance à l'étude de la chimie dans leur programme.

De ce fait, la chimie est à la fois une fondation scientifique indispensable pour les pharmaciens et une compétence clé pour assurer la sûreté et l'efficacité des traitements qu'ils dispensent, ce qui explique pleinement la valeur du temps qui lui est dédié dans ce domaine.

I.3. La place actuelle de la chimie dans les études pharmaceutiques :

La chimie a une place centrale et remarquable dans les études pharmaceutiques, avec ses différentes branches, elle accompagne l'étudiant tout le long de son cursus universitaire. Elle constitue un module fondamental de base très intéressant qui fournit aux pharmaciens un meilleur bagage scientifique théorique et des pratiques nécessaires.

Il est important de noter qu'autrefois, le métier de pharmacien était également connu sous le nom de "pharmacien-chimiste". Ce nom soulignait l'importance de la chimie dans la formation scientifique du pharmacien et son parcours varié conduisant à une maîtrise des disciplines chimiques et biologiques. Cette étape sur l'interface a effectivement permis à de nombreux pharmaciens de jouer un rôle important dans la conception et la découverte des médicaments, et à Henri Moissan (pharmacien) d'être le premier Français à remporter un prix Nobel de chimie en 1906, pour ses travaux sur l'isolement du fluor. (AFECT, 2020)

On se rend compte de l'influence de la chimie et sa contribution dans la formation du pharmacien, dans leur participation au développement de la chimie.

Les pharmaciens et apothicaires ont eu une influence significative sur le développement de la chimie, même s'ils étaient souvent privilégiés comme secondaires. La profession de pharmacien existe depuis de nombreux siècles avant même l'émergence des chimistes professionnels. À Paris, en 1484, la création de la corporation des apothicaires-épiciers par l'ordonnance a initié des conflits entre les deux groupes. En 1777, Louis XVI officialise la séparation totale des activités des épiciers et des apothicaires, autorisant ces derniers à se transformer en pharmaciens et à dispenser des cours de chimie sans contrainte. Les pharmaciens ont l'exclusivité de la fabrication et de la commercialisation des médicaments, et pour devenir pharmacien, il est nécessaire de suivre un long processus d'apprentissage et d'études. (Tomic, 2012)

La chimie a été essentielle dans la libération des pharmaciens du XVIIIe siècle. Certains ont revendiqué le titre d'apothicaire-chimiste pour mettre en avant leurs compétences, puis sont devenus des pharmaciens-chimistes. Les pharmaciens-chimistes, inspirés par des chimistes célèbres, ont participé à l'avancement de la chimie grâce à leurs observations et découvertes. Ils ont soumis des articles à des revues académiques, lancé une revue personnelle et rédigé des livres sur la chimie. Membres de la Société de pharmacie,

enseignants et parfois médecins, ils ont participé à l'évolution de la science et méritent donc d'être reconnus comme des érudits respectables. (Tomic, 2012)

Aussi, Les pharmaciens ont joué un rôle clé dans la découverte de médicaments et le développement de l'industrie pharmaceutique parmi les personnalités éminentes. Il est important de souligner le rôle d'Ernest Fourneau dans la création de la stovaïne, le premier anesthésique local de synthèse. De même, Pierre Fabre a contribué à la commercialisation de la Navelbine®, un anticancéreux hémisynthétique dérivé des recherches sur la pervenche de Madagascar menées par Pierre Potier Pierre qui est un pharmacien. Celui-ci a également découvert un autre médicament anticancéreux semi-synthétique, le Taxotere® (docétaxel), issu d'un produit naturel (10-désacétylbaccatine III) de l'if d'Europe. D'autres pharmaciens, qu'ils y contribuent directement ou indirectement, ont également joué un rôle important dans la découverte et/ou le développement de nombreux médicaments. (AFECT, 2020)

I.3.1. La pluridisciplinarité de la chimie :

La polyvalence et le caractère diversifié des études en pharmacie sont des avantages indéniables pour de nombreux emplois industriels en raison des connaissances solides acquises dans différents domaines. Ce mélange de disciplines est un avantage important pour le pharmacien industriel, car il lui permet d'être crédible aux yeux des autorités de régulation en étant capable de mettre en place des actions préventives ou correctives efficaces. La responsabilité pharmaceutique industrielle repose sur une expertise pointue en chimie organique, en chimie analytique, en chimie des matériaux, en chimie minérale, en pharmacie galénique et en génie des procédés, ce qui met en évidence l'importance de la chimie dans ce domaine. (ANP, 2021)

Plusieurs domaines de la chimie contribuent à la création et au développement des médicaments, incluant la chimie organique de synthèse, la biochimie, la chimie pharmaceutique, la pharmacognosie, la chimie des matériaux pour des formes de médicaments spécifiques, ainsi que la chimie minérale et organométallique pour l'imagerie médicale.

Aussi, la chimie analytique est nécessaire pour vérifier la qualité des médicaments. Les divers domaines de la chimie sont également essentiels pour la biochimie en biologie clinique, les études pharmacocinétiques, la toxicologie analytique, les dispositifs médicaux, l'environnement, ainsi que pour les produits cosmétiques et agroalimentaires pertinents de compétences pharmaceutiques.

Partie Théorique

Finalement, en matière de recherche, la chimie biologique dans un sens large et l'application des concepts de la chimie moléculaire deviennent de plus en plus importants pour l'identification de cibles biologiques, l'étude des interactions ligands-récepteurs, la localisation précise de l'activité intracellulaire des molécules pharmaceutiques, voire pour la création d'objets bio-inspirés pouvant potentiellement être utilisés pour la vectorisation de médicaments et la thérapie génique (biologie de synthèse). (ANP, 2022)

D'après une étude réalisée dans 24 facultés de pharmacie française, les ajustements fréquents du programme de pharmacie ont abouti à une réduction des heures dédiées à la chimie et aux matières scientifiques. Ce déclin provoque une perte de qualité scientifique et un désordre dans les matières enseignées, ce qui démotive les étudiants. Cependant, ces disciplines sont indispensables pour une formation complète en pharmacie, surtout pour préparer les matières pratiques du deuxième cycle. Une connaissance approfondie de la chimie est essentielle pour les pharmaciens, experts du médicament dans tous ses aspects. L'importance d'assurer une formation de qualité en chimie est mise en avant par la crise sanitaire actuelle pour préparer efficacement les futurs professionnels de santé. (AFECT, 2020)

Ainsi, il pourrait être dit avec justesse qu'un pharmacien ne peut pas être véritable sans une formation solide en chimie. (AFECT, 2020)

Ces disciplines de base, comme leur nom l'indique, sont cruciales pour que les étudiants puissent obtenir une base scientifique solide pendant leur premier cycle d'études. Cela leur permettra aussi d'aborder les matières spécialisées du deuxième cycle et envisager une spécialisation potentielle à travers une double formation (doctorat en pharmacie + doctorat en sciences) qui les prépare à des carrières dans la recherche et le développement pharmaceutique. Les matières du cursus de pharmacie comme la pharmacognosie, la chimie thérapeutique, la pharmacocinétique, la pharmacie galénique, la toxicologie et le contrôle de qualité du médicament sont toutes liées au cours de chimie du premier cycle. (AFECT, 2020)

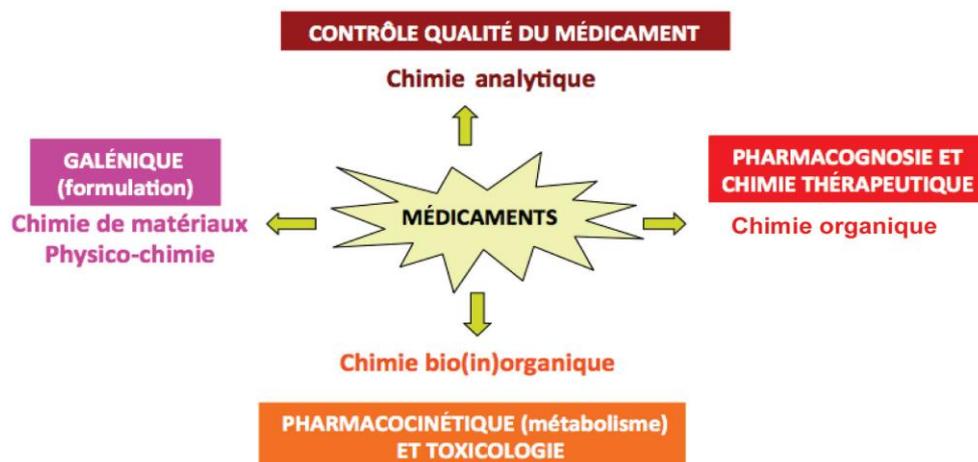


Figure 2 : Corrélations entre les différentes matières fondamentales du premier cycle des études de pharmacie et celles professionnalisantes du second cycle universitaire. (AFECT, 2020)

I.3.2. Importance de l'enseignement de La chimie dans le domaine de l'industrie pharmaceutique :

La pandémie de COVID-19 souligne l'importance des médicaments efficaces et sans effets secondaires importants. Cette situation devrait être un enseignement pour les autorités sanitaires afin de les sensibiliser à l'importance de rétablir la chimie et de lui permettre de jouer à nouveau son rôle crucial dans le domaine de la santé publique. (ANP, 2020)

Durant cette crise, la rupture d'approvisionnement des médicaments a constitué un problème majeur dans notre pays et même à l'échelle mondiale. Ce problème est récurrent mais il s'est aggravé pendant la crise de la Covid-19 et il est beaucoup plus remarquable chez les pays qui souffrent de la dépendance sanitaire et les conséquences en sont plus graves. Plusieurs nécessaires étaient en rupture, et les victimes étaient aussi nombreuses.

En 2011, l'Académie nationale de pharmacie avait examiné ce problème de rupture d'approvisionnement et avait formulé plusieurs recommandations, en publiant un rapport détaillé en 2018. Même si elles représentent une menace pour la souveraineté sanitaire nationale et la santé de nombreux compatriotes, les pénuries d'approvisionnement sont en augmentation constante. En 2020, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a enregistré environ 2400 déclarations, dont 30 % portaient sur des principes actifs sans solution de substitution immédiate - en 2011, il n'y avait que 100.

Certains médicaments utilisés en oncologie ou pour le traitement des troubles du système nerveux central sont concernés. (ANP, 2022)

La transformation des matières premières se déroule habituellement en plusieurs étapes chimiques, fréquemment effectuées en interne de diverses entreprises. Une seule étape défectueuse (comme un accident industriel, une crise sanitaire, la fermeture d'une usine, des impuretés ou des contaminations chimiques) peut entraîner une interruption de l'approvisionnement. De plus, certaines synthèses se font parfois sur le même site pour les différents génériques d'une même molécule, ce qui entraîne une pression de la demande à l'échelle mondiale. Le paradoxe est que la plupart des médicaments connaissent de telles pénuries d'approvisionnement par rapport aux petites molécules anciennes et extrêmement abordables, offrant un faible rendement financier. (ANP, 2022)

On peut éviter ce genre de problème ou minimiser ses effets en optimisant l'indépendance sanitaire et en repoussant les recherches et l'innovation thérapeutique d'une part, et en relocalisant la synthèse des principes actifs et la fabrication des médicaments et les différents produits de santé d'autre part. Il faudrait encourager aussi la création des industries pharmaceutiques où le pharmacien peut jouer un rôle central vu ses compétences acquises durant son cursus d'études notamment en chimie car, celle-ci constitue la centralité de la majorité des médicaments et le cœur de l'industrie pharmaceutique.

Les compétences du pharmacien en chimie sont indispensables pour les emplois liés à l'industrie de la fabrication de médicaments et d'appareils médicaux. Une personne entourée par le groupe de travail, avec une expérience dans la production chimique et biologique, a souligné que sans une formation solide en chimie et biologie, il n'aurait été qu'un simple responsable et non un interlocuteur efficace capable de résoudre les problèmes en proposant des actions préventives ou correctives. (ANP, 2021)

I.3.3. Actualité de l'enseignement de la chimie dans les sciences pharmaceutiques :

Il y a eu deux études exercées sur la Formation commune de base (FCB) dans les études pharmaceutiques en Europe, la première en 1994 (enquête Bourlioux, Association européenne des facultés de pharmacie) et la seconde en 2011-2014 (enquête Pharmacy Education in Europe, PHARMINE). En général, il apparaît que l'enseignement de la chimie

Partie Théorique

était prédominant en 1994 selon ces enquêtes. Ensuite, en 2014, son importance a fortement diminué en faveur des sciences médicales. (ANP, 2021)

Les résultats de ces études sont mentionnés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV : Répartition des disciplines enseignées (exprimées en pourcentage du total horaire) dans le tronc commun des études pharmaceutiques dans divers pays européens (Atkinson & Rombaut, 2011)

	CHEMSCI	PHYSMATH	BIOLSCI	PHARMTECH	MEDISCI	LAWSOC	GENERIC
Austria	44.0	2.0	22.0	14.0	16.0	0.60	1.00
Belgium	24.0	9.0	11.0	18.0	27.0	2.00	8.00
Bulgaria	31.0	7.0	11.0	13.0	24.0	7.00	7.00
Czech Republic	17.0	5.0	8.0	22.0	19.0	13.00	16.00
Denmark	42.0	7.0	7.0	16.0	16.0	9.00	3.00
Estonia	21.0	4.0	2.0	21.0	39.0	10.00	3.00
Finland	20.0	5.6	2.5	21.9	28.8	15.60	5.60
France	17.6	9.5	17.9	5.9	42.0	2.20	5.00
Germany	39.8	4.5	10.9	13.4	28.3	2.10	3.80
Greece	39.3	5.8	14.2	8.2	15.9	2.70	14.00
Hungary	27.2	5.2	5.2	16.0	28.5	3.88	14.22
Ireland	13.6	11.1	7.1	18.3	35.5	7.30	7.10
Italy	32.4	7.2	10.4	9.1	31.5	4.80	2.20
Latvia	27.7	6.4	6.4	20.2	26.6	8.50	6.40
Lithuania	28.0	2.6	11.7	11.7	36.4	9.80	9.80
Malta	15.4	7.2	12.7	15.4	30.8	3.60	15.00
Netherlands	20.1	3.9	10.6	14.2	31.1	8.30	11.80
Poland	21.3	4.1	8.0	15.9	38.2	6.20	6.20
Portugal	19.6	6.8	14.6	14.9	32.2	12.00	1.20
Rumania	26.1	8.7	15.8	14.1	24.9	3.70	6.60
Slovakia	28.8	8.8	10.9	14.4	27.6	3.40	6.00
Slovenia	27.0	8.5	8.5	22.0	21.0	8.50	4.70
Spain	23.5	5.5	19.9	11.0	27.6	5.50	7.00
Sweden	18.3	11.3	12.8	19.5	21.5	11.80	5.00
United Kingdom	13.6	5.7	23.9	22.7	23.9	3.40	6.80

CHEMSCI: chemical sciences
 PHYSMATH: physics, mathematics
 BIOLSCI: biological sciences
 PHARMTECH: pharmaceutical technology
 MEDISCI: medical sciences
 LAWSOC: law, society, ethics
 GENERIC: generic subjects, traineeship

Une autre étude faite sur l'évolution du nombre d'heures consacrées pour la chimie dans les études pharmaceutiques dans les pays européens en 2010 et en 2020 dont les résultats sont mentionnés dans le tableau ci-dessous. Il faut noter qu'en règle générale, l'enseignement de la chimie a diminué de manière modérée dans de nombreux pays européens, à l'exception des Pays-Bas où il a augmenté et du Royaume-Uni où il est resté maintenu. Cependant, en France, l'enseignement de la chimie a connu la plus forte baisse, passant de 50 à 25 ECTS

Partie Théorique

(Européen Crédits Transfer System), et ce malgré un niveau déjà bas en 2010 par rapport aux autres pays. (ANP, 2021)

Tableau V : Évolution du nombre d'ECTS et du pourcentage qu'ils représentent (ANP, 2021)

Pays	2010		2020	
	ECTS	% cursus	ECTS	% cursus
Belgique	76	25,3	74	24,7
France	50	16,0	25	10
Finlande	62	20,6	65	21,5
Allemagne	110	39,8	95	31,6
Grèce	118	39,3	98	32
Italie	97	32,4	88	39
Malte	48	16,0	38	12
Pays-Bas	60	20,1	70	23
Portugal	58	19,6	48	18
Espagne	73,5	21,5	54	18
Suisse			72	24
Royaume- Uni	40	13	40	13

Une autre étude menée dans les 24 facultés de pharmacie françaises révèle que la durée des cours de chimie dispensés aux étudiants en pharmacie a diminué de 10 à 40 % dans certaines facultés entre 2000 et 2020 ! De plus, en plus de la diminution de la qualité de l'enseignement scientifique, ces changements entraînent une désorganisation des programmes d'études, ce qui a pour conséquence le désintérêt de nombreux élèves pour ces matières. (AFECT, 2020)

Pour récapituler, nous pouvons dire qu'il est urgent de revoir les enseignements pratiques et théoriques de chimie, de biophysique et de biomathématique dans les facultés de pharmacie. Il faut renforcer la formation initiale des étudiants en pharmacie en allongeant les séances d'enseignement et de stage, en mettant à disposition du matériel technique adapté et en améliorant les salles de TP, ...). Il est important que le pharmacien continue d'être au cœur de l'innovation thérapeutique en matière de recherche sur les médicaments. Il est nécessaire que les autorités continuent à soutenir la recherche de nouveaux médicaments en chimie

thérapeutique, en investissant dans des programmes de recherche nationaux et européens. (AFECT, 2020)

Dans cette optique, nous citons dans ce qui suit les recommandations ayant été avancées par l'Académie nationale de pharmacie :

- Augmenter l'inclusion des cours de chimie (organique, physicochimie, chimie thérapeutique, chimie des substances naturelles, chimie des matériaux, chimie analytique, etc.) dans le programme de formation en pharmacie, au niveau de la formation de base et des enseignements spécialisés.
- Il serait préférable de focaliser l'enseignement de la chimie sur les interrogations spécifiques des pharmaciens en lien avec leur pratique, pour lesquelles la chimie est la seule à pouvoir apporter des réponses.
- Établir, au niveau européen, un programme d'enseignement de chimie pharmaceutique industrielle de qualité supérieure, en collaboration avec des universitaires et des professionnels.
- Promouvoir la production de médicaments et autres produits de santé en France et en Europe.
- Rebooster de manière énergique la recherche et le développement de nouveaux médicaments de synthèse dans notre secteur pharmaceutique ;
- Encourager la recherche et l'innovation, y compris sur les molécules existantes, tout en soutenant la prise de risques scientifiques au sein des laboratoires académiques.
- Enclencher des appels d'offres ciblant particulièrement la recherche et l'innovation dans le domaine de la chimie pour les médicaments et les autres produits de santé.
- Identifier de nouveaux profils professionnels dans le secteur de la chimie lié à la santé et ajuster les programmes de formation en pharmacie en conséquence.
- En général, il est important de promouvoir l'apprentissage des matières scientifiques, notamment de la chimie, à l'école primaire et secondaire pour offrir aux étudiants une base scientifique plus solide avant d'entrer à l'université. (ANP, 2021)

II. Chapitre II : La didactique et la chimie

II.1. Définition de la didactique :

La didactique fait partie des sciences humaines, elle s'intéresse aux aspects d'enseignement et d'acquisition des connaissances disciplinaires.

En 1613, le terme "Didactica" est mentionné pour la première fois dans un texte écrit, selon Knecht-von Martial (1985). C'est le "Kurzer Bericht von der Didactica oder Lehrkunst Wolfgang Ratichi" où deux étudiants exposent les idées didactiques de leur professeur Ratke. (Schneuwly, 2020)

La phrase mentionnée précédemment par ces deux étudiants est écrite en langue allemande, si on la traduit en français, on aura la définition suivante : "Courte description de la Didactica ou l'art d'enseigner de Wolfgang Ratichius".

Didactica est un terme de lutte depuis sa création. Ratke (1571-1635), un combattant acharné contre le féodalisme et en faveur de l'unité nationale allemande, l'a introduit pour mettre en avant l'originalité de son projet de réforme scolaire qui envisageait une école ouverte à tous, libre de l'emprise de l'Église, où les enseignements en allemand comprendraient la lecture, le calcul, l'écriture et les fondamentaux de toutes les matières. Élaborer des programmes scolaires et évaluer les progrès des élèves ; rejeter la contrainte et les punitions et susciter l'intérêt des élèves pour les matières ; ne pas surcharger la mémoire, mais enseigner progressivement du concret à l'abstrait ; former les enseignants : ce sont quelques-uns des principes de sa "nouvelle méthode d'enseignement, de sa pédagogie. (Schneuwly, 2020)

Du mot grec ancien διδακτικός, didaktikós "douer pour l'enseignement", provient du verbe διδάσκω didasko "enseigner", "instruire". Étymologiquement, le terme "didactique" met l'accent sur la relation avec le savoir à enseigner. (Tasra, 2017)

La didactique est la discipline qui étudie les éléments associés à l'enseignement. Elle vise à convertir des connaissances spécialisées en un domaine de savoir transmis à l'école. Il est apparu dans les années 60-70 pour établir une distinction entre l'enseignement (didactique) et l'apprentissage (pédagogie).

Partie Théorique

Dans l'histoire, l'appellation didactique a pris plusieurs significations :

- Pratique pédagogique d'un individu adulte. (R. Lafond, 1963)
- La science qui aide la pédagogie à choisir les meilleures méthodes pour enseigner une matière spécifique... (H. Piéron, 1963)
- L'ensemble des moyens, pratiques et méthodes pour l'enseignement. (G. Miaret, 1979)
- L'enseignement d'une matière qui étudie comment la connaissance est transmise et acquise dans ce domaine spécifique ou dans les domaines connexes. (G. Vergaud, 1985).
- La didactique d'une matière consiste à examiner les processus d'enseignement, de transmission de la culture institutionnelle et d'apprentissage des connaissances spécifiques à un domaine. (J.J. Duppin and S. Johsua, 1993) (Société pour l'apprentissage à vie (SAVIE) & Educacentre, 2008)

Chaque discipline scolaire possède sa propre didactique. Donc, un didacticien est un spécialiste de l'enseignement de sa discipline. Son rôle principal est de transformer des savoirs savants en savoirs enseignés et de chercher les méthodes et les moyens d'enseignement qui facilite l'acquisition des savoirs.

Les didacticiens étudient le processus global de la transposition didactique, comprenant le choix des connaissances à enseigner et la correspondance entre ces connaissances et ce qui est réellement enseigné. L'enseignant doit transposer didactiquement le savoir à enseigner pour l'adapter à ses propres priorités, exigences et groupe d'élèves. Son rôle est de transformer le savoir exigé par les programmes en fonction de ses propres critères et des besoins de ses étudiants. (SAVIE & Educacentre, 2008)

La didactique peut être envisagée sous deux aspects. Elle se compose de deux domaines d'étude : celui de la recherche théorique et celui des pratiques d'enseignement qui se complètent.

En termes de recherche, le chercheur-didacticien découvre, détermine et crée les concepts essentiels, les modèles ainsi que les techniques d'enseignement et d'apprentissage. Il se passionne pour tout sujet lié à la transformation des connaissances expertes en matières à enseigner, ce qui constitue le cœur de la discipline de la didactique.

En ce qui concerne les méthodes d'enseignement, le didacticien-professeur prévoit des modules d'apprentissage en se basant sur les cursus scolaires, crée des stratégies pédagogiques, invente du matériel didactique et des outils d'évaluation.

Compte tenu de ce que l'on vient de dire, on pourrait dire que la didactique est l'étude des approches et des méthodes d'enseignement ainsi que les moyens et technologies employés pour transmettre des connaissances et développer des compétences chez les apprenants. Elle s'intéresse aussi aux différents types d'évaluation et d'auto-évaluation des apprentissages. Il est à noter que ce terme est souvent confondu avec « la pédagogie » qui a une acception différente.

II.2. Définition de la pédagogie :

Le mot pédagogie vient de la combinaison des termes grecs paidós (signifiant enfant) et gogia (signifiant conduire). À Rome, le paidagôgós était, en réalité, l'esclave chargé d'escorter les enfants jusqu'au magister. Actuellement, cette expression conserve encore une fraction de sa signification d'origine, qui consiste à prendre en charge l'enfant et à le conduire chez l'enseignant, le nourrir en vue de son éducation. (Tasra, 2017)

En 1485, le terme "Pédagogie" a été introduit en français, puis inclus dans le Dictionnaire de l'Académie Française en 1761, où il était défini par Henri Besse comme faisant référence aux pratiques du pédagogue ou aux discours savants à leur sujet. Et de préciser que vers le début du siècle, E. Durkheim préfère, en contraste avec le mot éducation, cette seconde signification mais généralement, c'est la première qui prédomine dans la plupart des discours ordinaires ou spécialisés. Le Dictionnaire de didactique des langues également aborde le sujet de la pédagogie, qui englobe à la fois une approche théorique et une application pratique en matière d'éducation. (Tasra, 2017)

Donc la pédagogie comporte un aspect théorique et un autre pratique. Loin d'être séparés, ces deux aspects s'enveloppent l'un l'autre :

II.2.1. Une théorie éducative :

La pédagogie consiste en une réflexion théorique de nature philosophique et psychologique sur les techniques d'enseignement, les interventions à réaliser en contexte

d'apprentissage, leurs objectifs et leurs orientations. Les auteurs citent la simplicité, la progressivité et l'émulation comme exemples. (Tasra, 2017)

II.2.2. Une pratique éducative :

La pédagogie est également une pratique concrète qui comprend toutes les actions de l'enseignant et des élèves en classe. Dans sa deuxième acception, la pédagogie se réfère à un groupe de méthodes, de processus, d'approches utilisées par l'enseignant selon le contexte d'enseignement afin de donner des connaissances et de former les élèves. D'autres formes de pédagogie populaires incluent la pédagogie audiovisuelle, la pédagogie de projet, la pédagogie active, etc. De même, Marguerite Altet décrit la pédagogie comme le processus de conversion de l'information en savoir à travers l'enseignement, et le pédagogue comme celui qui facilite cette conversion de l'information en savoir. (Tasra, 2017)

II.3. La distinction entre la didactique et la pédagogie

La pédagogie et la didactique devraient être vues comme complémentaires dans leur relation. Cela est particulièrement visible lorsque l'enseignant exerce sa profession, car il doit à la fois superviser le programme d'études et s'occuper du groupe d'élèves. (Tasra, 2017)

Pour Dieuzaide et d'autres auteurs, la pédagogie et la didactique sont deux disciplines complémentaires mais rivales. La pédagogie se concentre sur la relation entre l'enseignant et l'apprenant, tandis que la didactique vise à assurer la transmission optimale des connaissances propres à chaque discipline. La didactique se situe sur les axes de l'apprenant-savoir et de l'enseignant-savoir du triangle didactique, se concentrant sur la transmission et l'acquisition du savoir. Selon Labelle, la pédagogie concerne la relation éducative entre l'éducateur et l'apprenant, mettant l'accent sur les aspects relationnels de l'apprentissage, tandis que la didactique concerne l'accès au savoir par l'apprenant, mettant l'accent sur la dimension cognitive de l'activité éducative. Ainsi, l'activité éducative englobe à la fois une dimension relationnelle, relevant de la pédagogie, et une dimension cognitive, relevant de la didactique. (Tasra, 2017)

La relation entre le savoir formalisé et les connaissances des élèves dans une matière est un sujet clé en didactique de cette matière. La pédagogie ne met pas l'accent principalement sur les relations avec le savoir. Son attention est portée sur les conditions établies par l'enseignant afin de rendre l'enseignement et l'apprentissage plus faciles. Les

interactions entre les divers acteurs lors des séquences d'enseignement/apprentissage sont examinées de façon spécifique.

La pédagogie et la didactique se focalisent sur l'acte d'enseigner et d'apprendre. Leurs découvertes affectent divers domaines théoriques et pratiques. L'enseignement et l'apprentissage des séquences sont étudiés de manière complémentaire par la didactique et la pédagogie. (Khainnar, 2021)

Ainsi, la distinction entre la pédagogie et la didactique n'est pas aussi claire qu'on pourrait le penser. Bien que les approches de réflexion de ces disciplines varient, les didacticiens et pédagogues se concentrent tous deux sur les mêmes objets (les phénomènes d'enseignement) et poursuivent le même objectif, qui est l'apprentissage, selon Philippe Meirieu. (Tasra, 2017)

Dans ce qui suit nous allons présenter une schématisation de trois éléments clés constituant le noyau de l'opération d'enseignement et d'apprentissage dans toutes les disciplines, y compris la chimie, et expliquer la relation entre eux d'un point de vue didactique.

II.4. Le triangle didactique

Les principaux secteurs d'exploration de la didactique incluent l'analyse du curriculum (relation entre l'enseignant et le contenu), l'analyse de l'enseignement (relation entre l'élève et l'enseignant), l'analyse de l'apprentissage (relation entre l'élève et le contenu) et les interactions entre ces trois domaines. Le triangle pédagogique représente historiquement ces trois domaines de réflexion.

Les progrès récents de la didactique ont conduit à l'évolution du triangle pédagogique en triangle didactique, comme l'a montré Yves Chevallard en 1985. (Tasra, 2017).

D'après Yves Chevallard, le triangle didactique est une illustration schématique du système didactique. Effectivement, l'interaction entre les contenus disciplinaires, l'élève et un enseignant est la base de toute action éducative. En situation d'enseignement traditionnel, l'enseignant précède l'apprenant. C'est la personne qui possède la connaissance et la transmet. De son côté, l'élève apprend ce savoir fragmenté, détaché de son contexte et présenté dans un ordre chronologique par le professeur. Il convient de noter que dans cette situation, il semble qu'une relation entre deux des pôles du triangle didactique soit privilégiée, en laissant momentanément de côté le troisième. Il s'agit d'un accord mutuel implicite entre le professeur

et les étudiants qui concerne tous les aspects de leur relation à la connaissance. (Prof innovant, 2024)

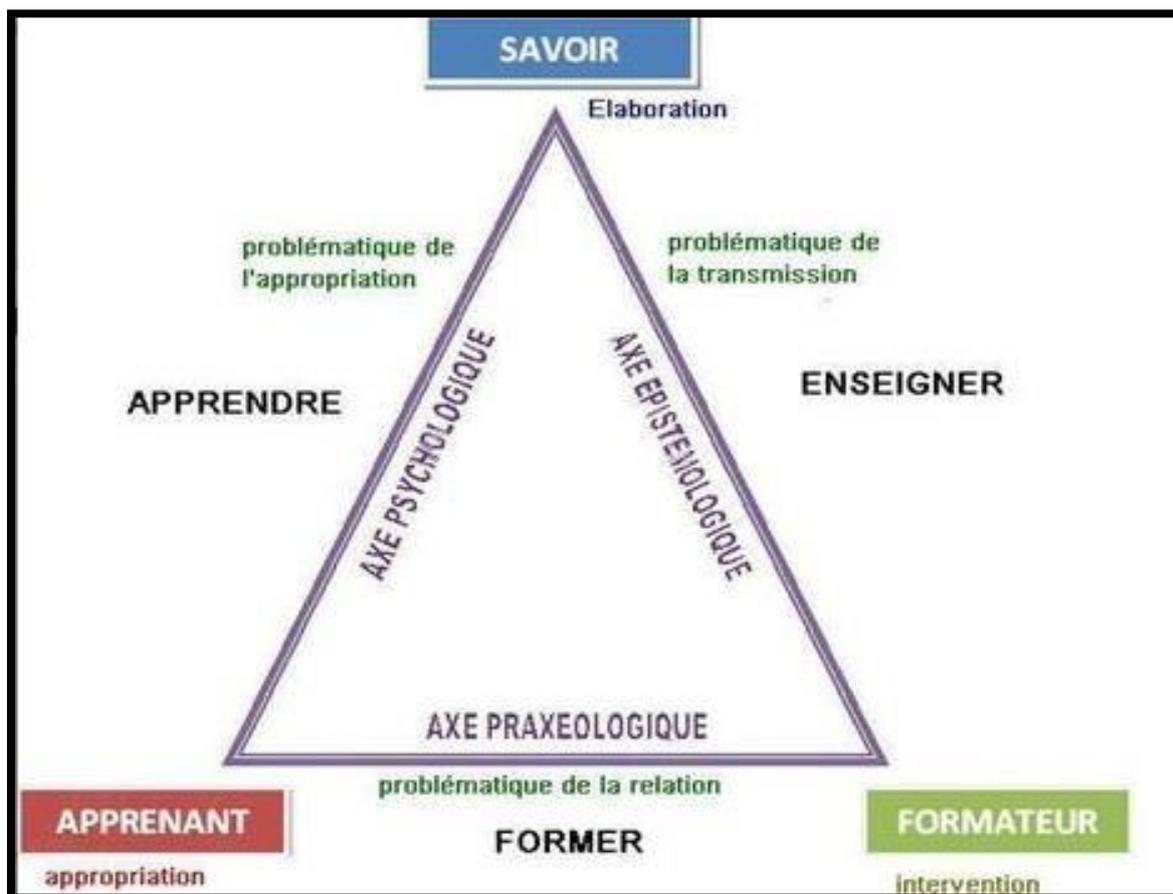


Figure 3 : le triangle didactique (Prof innovant, 2024)

Chaque point de ce triangle pédagogique symbolise un pôle où une réflexion didactique. Jean François HALTE identifie trois orientations qui guident le travail des spécialistes de la didactique :

- Une analyse des sujets enseignés ; c'est principalement une réflexion épistémologique ; on examine la nature du savoir, son passé, son développement et sa composition.
- Une réflexion sur la manière dont les apprenants assimilent les connaissances. C'est une réflexion principalement centrée sur la psychologie et dont le pédagogue cherche à comprendre comment les apprenants mettent en œuvre des processus pour assimiler les connaissances.
- Une analyse des actions de l'enseignant : elle concerne la planification des activités d'enseignement qui favorisent les apprentissages de l'apprenant. (Khainnar, 2021)

II.5. La transposition didactique

Les enseignants font face à deux défis majeurs dans leur métier : gérer le programme scolaire et gérer la salle de classe (en termes de discipline des élèves). La construction du savoir scolaire est l'un des aspects les plus importants de la gestion du curriculum. C'est un processus compliqué, affecté par de multiples éléments, qui débute avec l'ensemble des connaissances scientifiques et se termine avec l'ensemble des connaissances assimilées par les étudiants. Le savoir scientifique est soumis à diverses évolutions pour devenir un objet d'enseignement : ces évolutions correspondent à ce que nous appelons la "transposition didactique externe". Les différentes évolutions qui surviennent pendant l'enseignement et l'apprentissage se manifestent dans les interactions entre enseignant et élève, à travers les divers aspects du curriculum (réel, mis en œuvre, latent). Elles représentent pour nous la "transposition didactique interne". Toutes ces évolutions sont effectuées à la fois dans une perspective de maintien et de changement de paradigme. (Paun, 2006)

Le savoir transmis aux élèves est un savoir adapté spécifiquement à l'enseignement. Le savoir académique mentionné est souvent retiré de son contexte et nécessite une adaptation (recontextualisation, re-problématisation, voire redéfinitions) pour être enseigné. La transposition didactique du savoir consiste à transformer un savoir savant en un savoir adapté à l'enseignement. La sélection des compétences à enseigner aux étudiants est directement liée à l'objectif de l'enseignement et aux pratiques utilisées comme modèle. (SAVIE & Educacentre, 2008)

Donc la notion de transposition didactique concerne les changements du savoir en passant de "savoir savant" à "savoir à enseigner" impliquant l'ensemble du système didactique et l'enseignant, notamment dans la relation entre les différents types de savoir. (Jonnaert et al., 2005)

Dans certaines didactiques, la transposition didactique peut également inclure les compétences, les comportements et les valeurs liés aux connaissances à enseigner, en plus des connaissances intellectuelles. Deux manières de voir la transposition didactique peuvent être identifiées à partir de ce moment.

- a) une approche limitée : dans le cas de l'enseignement et de l'apprentissage d'un contenu disciplinaire principalement composé de connaissances ou de concepts (Didactique des mathématiques)
- b) une vision plus large observée en didactique des langues. (Tasra, 2017)

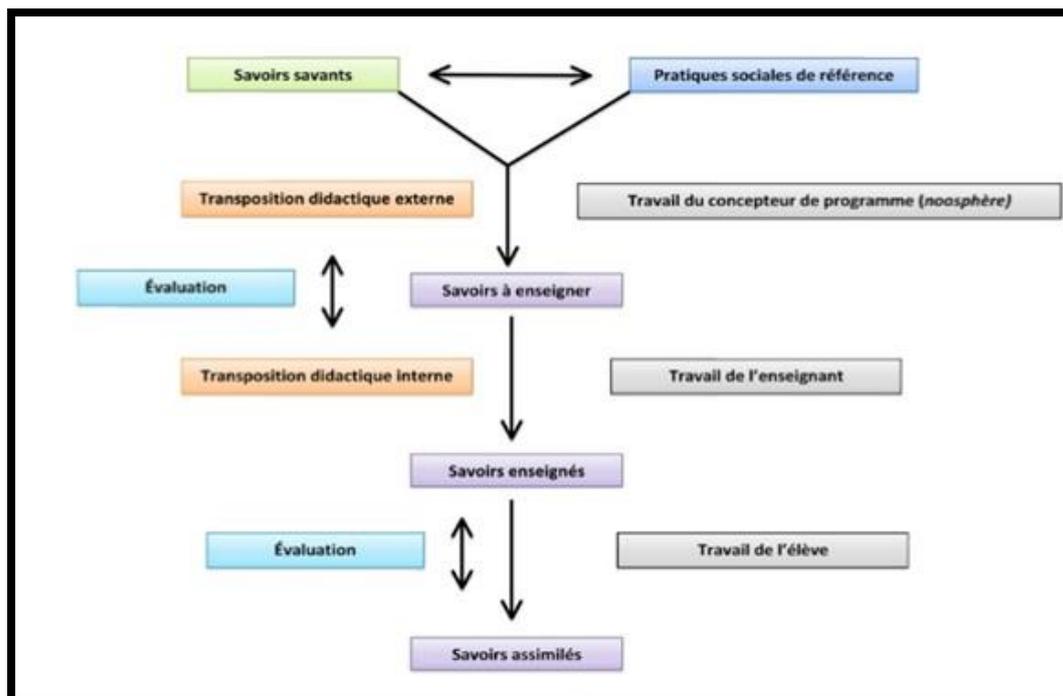


Figure 4 : La chaîne de transposition didactique (Perrenoud, 1998)

L'utilisation de la notion de transposition didactique est maintenant répandue en sciences de l'éducation, en particulier dans les différentes disciplines didactiques. Elle est résumée par le sous-titre du livre de Chevallard (1991) : Du savoir savant au savoir enseigné. Dédiant son focus au domaine mathématique et spécifiquement aux changements que connaissent les théories mathématiques lorsqu'elles sont enseignées, tout d'abord à travers les programmes, ensuite dans les manuels et finalement dans les salles de classe. Ce livre est devenu une source incontournable pour d'autres matières. Il a grandement aidé à lier l'idée de transfert aux connaissances académiques, celles revendiquées par les disciplines scolaires telles que les mathématiques, les sciences naturelles (biologie, chimie, géologie et physique) ainsi que les sciences humaines et sociales (histoire, géographie, philosophie notamment). (Perrenoud, 1998)

II.6. Le contrat didactique

Le contrat didactique regroupe divers éléments du contrat pédagogique et les structure de façon unique en y ajoutant des éléments innovants. Ce contrat résultera de la fusion de ces diverses approches, de leur remise en question et de leur application à la relation pédagogique. Le contrat didactique régit les échanges impliquant le savoir, l'apprenant et l'enseignant.

Il se distingue par :

- Son inclusion dans le contexte didactique ; il n'y a pas de contrat didactique en dehors de ce contexte.
- Son influence sur les évolutions des relations au savoir : Il y a une asymétrie dans les relations entre l'enseignant et l'apprenant en termes de savoir. Le contrat didactique améliore la manière dont l'apprenant interagit avec le savoir. Au terme de la relation d'enseignement, une fois que l'élève a acquis les connaissances visées, le contrat didactique devient instable.
- Son inscription dans le temps : L'interaction didactique connaît une dualité temporelle. La courte durée temporelle correspondant à la durée du cours. C'est le moment où il y a des risques, où l'apprentissage progresse rapidement ou reste bloqué. Le contrat didactique s'inscrit et gère ce temps. La longue échelle temporelle concerne la formation de la connaissance par la psychogenèse. Elle correspond à un processus initié par l'interaction didactique et s'étendant sur plusieurs années.
- Son impact sur le déroulement des situations d'enseignement : La relation éducative est le point de départ d'une approche visant la construction de connaissances sur le long terme. Le contrat didactique a initié ce processus à travers les situations didactiques, mais il ne l'a pas terminé, passant de l'échelle temporelle courte à l'échelle temporelle longue. Le contrat didactique favorise la transition de l'élève de la situation d'apprentissage à une situation non dirigée, c'est-à-dire vers l'autonomie. (Khainnar, 2021)

II.7. L'approche didactique en classe

Les approches didactiques en classe font référence à la manière dont les enseignants organisent l'enseignement pour promouvoir l'apprentissage des élèves. Cela implique l'utilisation de méthodes, de stratégies et d'outils spécifiques pour communiquer efficacement les connaissances. Ces approches didactiques sont conçues pour guider et enseigner, en mettant l'accent sur la communication, l'interaction avec l'apprenant et la qualité de l'enseignement/apprentissage axé sur la communication. Elles peuvent varier en fonction des objectifs et des besoins d'apprentissage de l'apprenant et peuvent inclure des activités ludiques, de la récitation, des interactions entre apprenants et des méthodes d'enseignement actives qui favorisent l'acquisition de nouvelles connaissances et compétences.

Elles se concentrent sur la relation entre les trois pôles du triangle didactique

L'approche didactique en classe est comparée à un fleuve avec un amont et un aval, symbolisant la solidarité et l'interdépendance entre l'enseignant, l'apprenant et le savoir. En amont, le didacticien réfléchit sur le contenu à enseigner, sa provenance et sa transposition didactique. En aval, l'enseignant prend en compte les difficultés des apprenants, l'évaluation et la gestion de la relation didactique en classe. Cette approche implique une réflexion continue du savoir, de sa mise en pratique en classe et de la relation didactique en cours. Le contrat didactique est au cœur de cette relation, permettant la gestion des variables en jeu. Ainsi, l'approche didactique se dessine à travers un processus continu de réflexion en amont et en aval, assurant la qualité de l'enseignement et de l'apprentissage en classe. (Khainnar, 2021)

II.8. La didactique disciplinaire

Dans un ouvrage coécrit par Samuel Johsua et Jean-Jacques Dupin, on trouve cette définition : La didactique d'une discipline est l'étude scientifique des phénomènes d'enseignement, des conditions de transmission de la culture spécifique à une institution (notamment les institutions scientifiques) et des conditions d'acquisition de connaissances par un apprenant, pour un domaine donné (tel que les sciences et les mathématiques). (Tasra, 2017)

La didactique disciplinaire est définie en relation avec une discipline. En effet, la caractéristique de la réflexion didactique est d'interroger la nature même du savoir scolaire à enseigner. Il sera question d'une approche pédagogique spécifique pour les mathématiques, la physique, le français, l'histoire, l'éducation physique et le sport, etc. Par ailleurs, la poésie ne s'enseigne pas de la même façon que les mathématiques, tout comme le solfège (théorie musicale) n'est pas enseigné de la même manière que la chimie. C'est pourquoi le didacticien doit réfléchir à ce qui rend le savoir à enseigner unique. Ce questionnement sur la nature du savoir enseigné est à la base de la réflexion en matière de pédagogie, tout en la distinguant de la réflexion didactique. Elle se développe sans dépendre des connaissances et repose sur des principes généraux tels que "façonner la pensée", "cultiver l'esprit critique". (Tasra, 2017)

La recherche en didactique se concentre sur le système composé des savoirs, des enseignants et des élèves, ainsi que sur les niveaux qui influent sur ce système de manière variable. En ce qui concerne les contenus de recherche (et d'enseignement), les didactiques disciplinaires peuvent être comparées à d'autres domaines disciplinaires en étant placées entre deux extrêmes sur un axe, comme le propose Schneuwly (2019) dans une discussion plus

détaillée. Le tableau ci-dessous examine cette idée en ce qui concerne l'enseignement d'une matière en particulier. (Schneuwly, 2020)

Tableau VI : L'axe des contenus des didactiques disciplinaires (Jonnaert et al., 2001)

Didactique comme recherche descriptive et explicative	Didactique comme ingénierie
<ul style="list-style-type: none">• Histoire et étude des origines de la discipline scolaire et des méthodes d'enseignement• Étude de la structure actuelle des connaissances dans la discipline scolaire• Analyse de la construction des savoirs à travers les interactions en classe• Évaluation des compétences des étudiants en lien avec les diverses connaissances enseignées.	<ul style="list-style-type: none">• Création de modèles didactiques des savoirs à enseigner• Création de séquences/dispositifs didactiques pour l'enseignement (tâches, matériaux, etc.)• Examen et étude de la mise en place de séquences/dispositifs et de leurs impacts sur les étudiants

II.9. La didactique de la chimie

Les recherches didactiques ont une importance remarquable dans l'évaluation et l'amélioration de l'enseignement. Ces études peuvent inclure des méthodes qualitatives et quantitatives telles que des études de cas, des enquêtes, des expériences en classe et des analyses de données. Les conclusions de ces études pourraient contribuer à influencer les décisions en matière de politiques éducatives et à perfectionner les méthodes d'enseignement.

Les travaux portant essentiellement sur la didactique de la chimie sont un peu rares et surtout pour ceux qui concernent les facteurs psychologiques de l'apprenant tels que sa motivation et son intérêt (Ambomo, 2014)

La recherche en didactique de la chimie est peu mentionnée. La recherche en didactique des sciences est de plus en plus présente dans de nombreuses universités malgré la prédominance des études scientifiques dans des domaines tels que la synthèse, la catalyse, la nanotechnologie et les matériaux hybrides. Il y a un grand nombre d'articles et de publications. D'après Giordan (2004), les questions centrales de la recherche en didactique des sciences, y compris en chimie, portent sur ce qu'il faut enseigner. Où est-ce que cela se situe ?

Partie Théorique

De qui s'agit-il ? À quel moment ? Quels sont les frais (en ressources humaines et en matériel) et comment se situent le rapport qualité-prix ? Comment instaurer un changement institutionnel ? Quels types d'investissements sont nécessaires (outils, ressources, structures...) pour la formation du personnel ? (Hassani, 2020)

Chaque discipline nécessite la présence de spécialistes didacticiens pour accomplir ce travail. En effet, une discipline ne se résume pas uniquement à des connaissances. Il existe des facteurs qui agissent et influent sur la transformation, la transmission et l'acquisition de ces savoirs disciplinaires.

La didactique est l'étude des problèmes posés par l'enseignement et l'acquisition des savoirs. Selon Marguerite Altet, l'enseignement couvre deux champs de pratiques : celui de la pédagogie et celui de la didactique. Le domaine de la didactique est celui de la gestion de l'information, de la structuration du savoir par l'enseignant et de leur appropriation par l'apprenant.

La didactique de la chimie est l'occasion d'analyser les conceptions des étudiants, les difficultés langagières et les spécificités de représentations liées aux connaissances de cette discipline. Celle-ci permet également d'analyser le savoir savant, le savoir enseigné et le savoir de l'élève. C'est aussi l'occasion d'analyser le savoir en jeu dans l'enseignement de la physique et de la chimie, en particulier pris sous le point de vue de la modélisation. (Amboro, 2014)

Cette partie se concentre sur l'analyse des défis liés à l'enseignement de la chimie du point de vue de l'apprenant. Chaque fois qu'on parle de didactique, il est crucial de se demander : quels sont les contenus à enseigner ? et de quelle manière les enseigner ? Les didacticiens ont été amenés à explorer les conceptions des apprenants, car celles-ci sont liées à leur histoire et leur perception des sujets. (Ambomo, 2014)

Vu que la chimie est connue comme une discipline difficile en raison de sa particularité, plusieurs études sont menées pour connaître les causes de ses difficultés, leurs incidences, et ainsi proposer des solutions, des méthodes, des outils et des stratégies pédagogiques pour pallier ces obstacles et rendre l'enseignement et l'apprentissage de la chimie plus amusants et plus attractifs.

Au cours des dernières décennies, des études didactiques ont été portées sur la compréhension des idées des étudiants concernant l'apprentissage, à la fois dans des domaines disciplinaires et interdisciplinaires. Ces recherches ont révélé les manières de réfléchir, d'argumenter et les structures de pensée des étudiants, regroupées sous le concept de

conception. Les idées préconçues guident les actions des étudiants et des enseignants. Les enseignants doivent absolument reconnaître et comprendre ces conceptions pour ajuster leur méthodologie d'enseignement et encourager un apprentissage efficace. Les étudiants, en tant qu'architectes de leur propre savoir, possèdent des idées et des raisonnements préexistants qui doivent être pris en considération pour garantir un apprentissage significatif et pérenne. Dans le domaine de la chimie organique, par exemple, il est nécessaire d'avoir des capacités cognitives telles que la structuration des connaissances, la compréhension et la mémorisation. Les étudiants de ce secteur mettent en avant l'importance de la compréhension, de l'apprentissage et de la mémorisation des concepts pour exceller dans ce domaine. (Ambomo, 2014)

III. Chapitre III : Lest travaux pratiques de la chimie et difficultés d'apprentissage

III.1. Les activités expérimentales de la chimie :

III.1.1. Les travaux pratiques dans l'enseignement de la chimie :

L'objectif de l'enseignement supérieur est d'accompagner les étudiants tout au long de leur vie en leur transmettant des connaissances et des compétences pour leur future carrière professionnelle. Les étudiants doivent avoir un ensemble de compétences complexes pour être performants dans une gamme de situations professionnelles diverses.

En sciences, il est important que les étudiants puissent résoudre des problèmes en utilisant une méthode scientifique. L'éducation devrait donc couvrir les diverses phases du processus scientifique, comme observer, formuler et tester des hypothèses, analyser des données et communiquer des résultats. Pour garantir que les étudiants acquièrent les compétences indispensables à leur réussite académique, il est crucial d'harmoniser les objectifs d'apprentissage avec la méthode d'enseignement et les critères d'évaluation. (Piard & Moyon, 2024)

L'expérimentation et les travaux pratiques en laboratoire sont l'une des méthodes pédagogiques les plus importantes permettant de réaliser ces objectifs et de conduire à ces différentes compétences.

Le concept de « travaux pratiques » est souvent utilisé dans les écrits pour décrire les activités d'enseignement où les étudiants interagissent avec des objets réels en travaillant seuls ou en petits groupes. C'est une vaste catégorie qui comprend, par exemple, le domaine du "travail en laboratoire". Les travaux pratiques TP ou l'expérimentation en laboratoire, est une forme d'activité pratique durant laquelle les étudiants utilisent des produits chimiques, du matériel et des équipements dans un laboratoire pour étudier des phénomènes. Les activités pédagogiques planifiées dans un but éducatif sont considérées comme indispensables dans l'enseignement des sciences à tous les niveaux. (Piard & Moyon, 2024)

La chimie est l'une des disciplines qui nécessitent la réalisation d'expériences dans son apprentissage. En France, les travaux pratiques ont été ajoutés à l'enseignement des sciences au lycée lors de la réforme de 1902. Plus tard, la méthodologie expérimentale de la science, notamment en chimie, a adopté diverses formes. De nos jours, les élèves du collège, du lycée, de l'université et des classes préparatoires expérimentent. Au sein des séances d'activités ou des projets, les créateurs des programmes ont parfaitement intégré l'expérimentation au centre du système éducatif. En dépit de son coût élevé, cette méthode demeure populaire, car elle combine la formation technique et la mise en pratique des méthodes scientifiques, qui sont valorisées lors des évaluations. (Pirquet & Bataille, 2018)

Les travaux pratiques en laboratoire sont envisagés comme des activités pédagogiques essentielles pour l'enseignement des sciences, permettant d'atteindre les objectifs d'apprentissage liés à la démarche scientifique. Certains programmes universitaires en chimie proposent jusqu'à 400 heures de TP. De nombreuses publications ont souligné l'importance de ces TP pour développer la démarche scientifique des étudiants, en faisant de cet objectif une priorité dans l'enseignement des sciences. (Piard & Moyon, 2024)

Donc, pour acquérir une formation complète en chimie, il faut qu'il y ait une implication dans les expériences car celles-ci permettent aux étudiants de mieux comprendre ses concepts théoriques.

III.1.1.1. Historique de l'instauration des TP dans l'enseignement de la chimie

La mise en place des Travaux Pratiques représente une avancée importante dans l'apprentissage de la chimie, remontant au 19^{ème} Siècle. D'après Schouwey (2016), c'est Justus Van Liebig (1803-1873) qui aurait été le premier à prendre cette initiative. Entre 1824

Partie Théorique

et 1857, il a dirigé son propre laboratoire à l'Université de Giessen en Allemagne, où des centaines d'étudiants étaient accueillis à partir de 1830. Cependant, l'idée d'apprendre la chimie de manière pratique lui aurait déjà traversé l'esprit. (Hassani, 2020)

Au 18^e siècle, l'enseignement de la chimie devient dual avec Joseph Macquer publiant *Éléments de chimie théorique* (1749) et *Éléments de chimie pratique* (1751). Les cours comprennent désormais une partie théorique dispensée par les professeurs de la Faculté de Médecine et une partie pratique réalisée par les apothicaires.

En réalité, à ce moment-là, la chimie était principalement vue comme un instrument pour d'autres domaines tels que la médecine, la pharmacie, la géologie et la métallurgie. La méthode utilisée à l'époque consistait à réaliser des expériences devant les élèves, dans le cadre d'un enseignement magistral. À partir de là, le laboratoire est considéré cependant comme une prolongation naturelle de la salle de classe (Tomic, 2011).

En 1789, Lavoisier avance une idée révolutionnaire dans son livre *Traité élémentaire de chimie*. Son approche pédagogique en chimie est décrite comme étant une « méthode analytique » qui souligne l'importance de combiner la théorie et la pratique, en encourageant les élèves à manipuler des produits chimiques et des instruments de mesure par eux-mêmes (Tomic, 2011).

L'idée des "travaux pratiques" a apparemment été inventée à Paris, avec une première mise en œuvre à l'école polytechnique. Thénard, enseignant en 1800, a souligné l'importance de combiner la pratique et la théorie en chimie. Liebig aurait été influencé par ce modèle à Paris avant de l'implémenter en Allemagne. Ce système s'est ensuite répandu en Angleterre et aux États-Unis. En France, il a été adopté comme système d'enseignement de la chimie à la fin du 19^{ème} siècle. Alglave affirme que l'Allemagne a pris le devant sur la France dans ce domaine. Bien que l'idée ait émergé au 18^{ème} siècle, il a fallu un siècle pour sa généralisation.

Pendant le 19^e siècle, l'enseignement de la chimie a changé en raison de divers facteurs. Au début du siècle, la méthode strictement théorique de Lavoisier avait pour objectif de créer des citoyens éduqués. Toutefois, la révolution industrielle a exigé une nouvelle méthode de formation pour les professionnels de l'industrie chimique. La chimie a acquis le statut de science autonome, au lieu d'être vue comme secondaire. En outre, jusqu'aux années 1870, les laboratoires de chimie ont souffert d'un manque de financement avant que le

gouvernement français ne décide d'investir massivement dans ce domaine. Des scientifiques tels que Claude Bernard et Edmond Frémy ont mis en avant le passage d'une approche uniquement théorique à une approche davantage expérimentale pour anciens de véritables chimistes. Frémy a recommandé que les étudiants développent un sens critique et une capacité d'observation pour devenir des chimistes compétents.

La mise en place de ce système de TP a été laborieuse et nécessite un long processus. Le trésor que nos prédécesseurs nous ont confié est incroyable. Il nous incombe de préserver le rôle essentiel des travaux pratiques dans l'enseignement de la chimie pour la formation et l'insertion professionnelle de nos étudiants. (Hassani, 2020)

III.1.1.2. Les objectifs des travaux pratiques

Les travaux pratiques de chimie ont plusieurs buts à réaliser qui sont au profit de l'étudiant. Ils servent à développer chez lui plusieurs compétences et à lui faire d'acquérir plein de nouvelles connaissances. On en cite les principaux (buts) dans la liste suivante :

- - Instruire sur les principes et mentalités nécessaires à la réalisation d'une expérience.
- Cultiver la capacité d'observer.
- Entraîner les étudiants à interpréter les résultats d'expériences et à en déduire des conclusions.
- Faire élaborer aux étudiants un protocole expérimental pour résoudre un problème.
- Utiliser les connaissances théoriques pour résoudre un problème inconnu.
- Entraîner les étudiants à rédiger un rapport scientifique.
- Autoriser la création d'un problème expérimental (associé à la vie quotidienne) en se servant des ressources informationnelles accessibles (hypothèses, expériences ...)
- Familiariser les étudiants avec les procédures de la méthode expérimentale.
- Amener l'étudiant à comprendre la valeur de la chimie dans la vie quotidienne.
- Enseigner des sujets qui ne sont pas couverts en classe dans les cours théoriques.
 - Promouvoir la pensée critique (analyse des conclusions ; examen des incertitudes, magnitude des chiffres, données incorrectes ; évaluation des hypothèses, approches, critères...).

- Mettre les élèves dans des situations où ils doivent prendre des décisions basées sur des résultats d'expériences.
- Décrire l'expérience comme une démarche de recherche.
- Favoriser la capacité de synthèse (regrouper les observations, établir des liens entre les variables...).
- Mener l'étudiant à ne formuler une conclusion qu'après avoir vérifié les résultats (en les comparant à la littérature, en les confirmant par de nouvelles expériences...).
- Autoriser une analyse anticipée des problèmes qui seront traités en classe.
- Encourager et soutenir l'engagement des étudiants envers un sujet spécifique.
- Entraîner les étudiants à rédiger un cahier de laboratoire (prendre des notes).
- Renforcer les liens entre professeurs et étudiants.
- Développer la capacité d'analyse (identifier les composantes clés, repérer les facteurs variables). (Dumon, 1989)

III.1.1.3. Le rôle de l'enseignant dans une séance d'activité expérimentale en chimie :

L'enseignant joue un rôle crucial pour guider les apprenants et maximiser les apprentissages lors d'une séance de travail pratique. Ce rôle combine différents aspects pour assurer une expérience d'apprentissage enrichissante. Son impact est remarquable pour le bon déroulement de la séance et sa réussite. On pourrait dire qu'il :

- Assure l'acquisition de connaissances,
- Est chargé de créer le sujet (thème-démarche) et de préparer le polycopié
- Est à l'étudiant une ressource offrant à la fois du soutien technique et des conseils théoriques.
- Rassure l'étudiant et l'encourage à se rendre compte de ses compétences.
- S'assure à ce que l'étudiant trouve du sens dans ce qu'il fait
- Travaille en collaboration avec l'étudiant au sein d'un groupe et favorise la critique constructive sur l'utilisation du matériel et les données de mesure.
- Encourage l'étudiant à exploiter toutes les ressources disponibles et à évaluer ses propres performances et les comparer à celles des autres étudiants.
- Joue un rôle de correcteur-évaluateur. (Christiane, 1993)
-

III.1.2. La Chimie analytique expérimentale :

La chimie analytique est significative dans notre quotidien. Elle sert à produire des médicaments, effectuer des diagnostics médicaux, mener des enquêtes médico-légales, analyser les sols pour contrôler les niveaux adéquats de minéraux et de nutriments, surveiller l'environnement. Elle occupe également une place de choix dans divers domaines de recherche. (Equipe éditoriale Studysmarter, 2024)

La chimie analytique utilise des méthodes modernes et classiques et nécessite l'usage d'appareils scientifiques similaires pour réaliser des analyses.

Les trois principales étapes de la chimie analytique sont :

- La méthode de séparation permet d'isoler les composants chimiques d'un mélange en vue d'une analyse.
- On procède à l'identification du matériau à analyser en utilisant une méthode d'analyse qualitative.
- Une évaluation chiffrée est réalisée afin de mesurer la quantité de l'analyte dans un mélange spécifique. (Equipe éditoriale Studysmarter, 2024)

Pour bien maîtriser ces techniques, l'implication des étudiants dans les travaux pratiques au niveau des laboratoires de chimie analytique est indispensable. Le contact physique avec le matériel des laboratoires et les instruments d'analyse a un impact favorable sur leur apprentissage.

Depuis le XIXe siècle, les enseignants en sciences ont toujours reconnu l'importance fondamentale de l'apprentissage pratique en laboratoire, car il favorise le développement de compétences d'observation, encourage l'analyse et l'utilisation d'informations précises et contextualisées, tout en éveillant l'intérêt des élèves pour la science (Hofstein & Hugerat, 2021).

L'enseignement de la chimie est marqué par la dualité des cours héritée du siècle des Lumières. Depuis 1749, date de la publication des éléments de chimie théorique par le médecin chimiste Pierre Joseph Macquer, et en 1751 avec les éléments de chimie pratique, ces cours comprennent à la fois une partie théorique, dite "philosophie chimique", et une partie pratique. Ce trait distinctif, commun à la physique, se manifeste à travers la dualité de l'enseignement de la chimie. Au XVIIIe siècle, les professeurs de la Faculté de médecine enseignaient la théorie tandis que les apothicaires, en tant que "démonstrateurs", étaient

responsables de la "démonstration expérimentale" dans le domaine de la philosophie chimique. (Equipe éditoriale Studysmarter, 2024)

La chimie analytique a été l'une des premières disciplines à reconnaître l'importance de l'apprentissage par l'expérience. Les travaux pratiques de la chimie analytique sont caractérisés par l'utilisation des techniques et méthodes spécifiques.

Ces techniques définissent les méthodes employées pour repérer, identifier, décrire et mesurer les composés chimiques. Il s'agit là de procédés étant fréquemment employés en biologie pour examiner, définir et garantir la qualité des médicaments.

Les techniques employées permettent également une étude quantitative ou qualitative des échantillons, avec des degrés variés d'impact et de dommage, et nécessitent souvent un équipement complexe. (Labtoo, 2024)

III.1.2.1. Les branches de la chimie analytique :

La chimie analytique comprend deux branches : qualitative et quantitative.

III.1.2.1.1. L'analyse quantitative :

Il s'agit d'une technique visant à mesurer la quantité totale ou proportionnelle d'une substance ou d'un mélange qui contient une ou plusieurs autres substances. Les techniques expérimentales quantitatives incluent l'analyse gravimétrique et l'analyse volumétrique.

La gravimétrie, connue également sous le nom d'estimation quantitative par le poids, est la méthode de séparation et de mesure d'un élément ou d'un mélange en sa forme la plus pure. Le principal de l'analyse gravimétrique est de convertir un élément ou un radical en un composé pur et stable qui peut être facilement préparé pour être pesé. La formule du composé et les poids atomiques des éléments qui le composent sont utilisés pour déterminer le poids d'un élément. On peut utiliser différentes méthodes comme la précipitation, la volatilisation ou l'électroanalyse pour isoler l'élément chimique ou son composé. (Equipe éditoriale Studysmarter, 2024)

L'analyse titrimétrique, également appelée analyse volumétrique, consiste à mesurer le volume d'un réactif réagissant de manière stœchiométrique avec l'échantillon à analyser. Les méthodes volumétriques et gravimétriques sont comparables en ce qui concerne leur précision et leur exactitude. (Equipe éditoriale Studysmarter, 2024)

III.1.2.1.2. L'analyse qualitative :

La notion de « qualité » renvoie aux propriétés d'une matière. La démarche qualitative cherche à évaluer la qualité d'une substance chimique sans prendre en compte sa quantité ou sa concentration. En termes simples, l'analyse qualitative évalue la qualité d'une substance plutôt que la quantité de cette substance.

Par exemple, un scientifique possède un échantillon d'une substance chimique inconnue. Il doit d'abord identifier les produits chimiques présents dans cet échantillon en utilisant la méthode "qualitative". Ensuite, il abordera les méthodes quantitatives. Il parviendra finalement à un point de l'expérience où il pourra calculer avec exactitude la quantité précise des divers produits chimiques dans l'échantillon. (Equipe éditoriale Studysmarter, 2024)

III.1.2.2. Méthodes d'analyse en chimie analytique :

En chimie analytique, on classe les méthodes employées pour l'évaluation de manière qualitative et quantitative des substances en deux grandes catégories :

III.1.2.2.1. Techniques classiques :

Diverses méthodes classiques permettent de détecter la présence ou l'absence d'un analyte dans un échantillon, comme le test à l'acide pour l'or ou le test de Kastle-Meyer utilisant la phénolphtaléine pour repérer l'hémoglobine. Les tests de flamme peuvent également confirmer la présence de certains éléments. La méthode de la gravimétrie permet d'évaluer la quantité d'eau présente dans un hydraté en le chauffant, tandis que la méthode de titrage consiste à ajouter un réactif jusqu'au point d'équivalence. Ces techniques sont traditionnellement utilisées pour les analyses qualitatives et quantitatives. (Equipe éditoriale Studysmarter, 2024)

III.1.2.2.2. Techniques instrumentales :

Les méthodes instrumentales en chimie analytique impliquent l'utilisation d'appareils scientifiques pour étudier le rayonnement électromagnétique interagissant avec les atomes ou les molécules d'un échantillon, en se concentrant notamment sur la spectroscopie de masse. L'étude électrochimique permet de mesurer la tension ou le courant passant à travers un analyte dans une cellule électrochimique. La calorimétrie analyse comment un analyte interagit avec l'énergie thermique, qui est mesurée à l'aide d'un calorimètre. La chromatographie sur colonne permet de séparer et de purifier les échantillons solides et liquides en se basant sur leur adsorption variée

sur un adsorbant. La spectrométrie de masse analyse le rapport charge/masse des molécules dans un échantillon pour déterminer avec précision la masse moléculaire des composants et identifier les isotopes. Cette méthode est fréquemment employée dans une variété de domaines, notamment pour les études environnementales, médico-légales, et le contrôle de la qualité des aliments, des médicaments et des polymères. (Equipe éditoriale Studysmarter, 2024)

III.1.3. Les activités expérimentales de la chimie analytique programmées dans les études pharmaceutiques :

La chimie analytique constitue une discipline très importante dans les études pharmaceutiques. Une des particularités centrales de la chimie analytique est qu'elle est une science expérimentale. Cette expérimentation joue un rôle crucial pour la formation des futurs pharmaciens et les prépare à la vie professionnelle.

Les travaux pratiques de la chimie analytique, s'ils sont efficaces, contribuent à l'acquisition de plusieurs compétences pour les étudiants.

Pour chaque sujet discuté en TP, on peut s'attendre à ce que l'étudiant comprenne le l'objectif de l'enquête, raisonne de manière scientifique, et propose un protocole expérimental adapté pour tester une hypothèse. En raison de sa maîtrise des procédures et des techniques, il est prévu que l'étudiant puisse mener des expériences, réaliser des manipulations d'instruments et de matériel de manière efficace et sécuritaire (par exemple, réaliser un titrage, enregistrer un spectre d'absorption). (Piard & Mayon, 2024)

De plus, il pourrait être apte à observer de façon efficace, signaler, structurer, examiner et exposer les informations, évaluer la fiabilité des données pratiques, interpréter les informations et en tirer des conclusions légitimes. L'un des objectifs des travaux pratiques pourrait également être de le rendre apte à évaluer la méthode et à proposer des solutions pour progresser dans la résolution de problèmes. De plus, démontrer la théorie par la pratique peut contribuer à améliorer la compréhension des concepts, des principes scientifiques, des théories et des méthodes expérimentales, qu'ils soient nouveaux ou déjà connus (Agustian et al., 2022). Les travaux pratiques peuvent également aider à acquérir des connaissances épistémiques approfondies et à comprendre plus en profondeur la nature et la complexité de la science. (Piard & Mayon, 2024)

En fin de cursus académique, les diplômés du supérieur sont censés avoir développé un ensemble de compétences complexes et être capable de mobiliser des ressources pertinentes pour réussir dans le monde du travail. Pour les étudiants en sciences, il est essentiel de maîtriser une démarche scientifique pour résoudre des problèmes contextualisés. Il est à noter que cet apprentissage va au-delà de l'émancipation intellectuelle et de l'édification personnelle, visant à former des professionnels capables d'exécuter à un niveau élevé dans leur domaine. (Piard & Mayon, 2024)

Et cela est fortement appliqué en chimie analytique. Le pharmacien en fin de cursus doit être capable de maîtriser et de manipuler les techniques analytiques, ainsi que de mobiliser ses connaissances selon les situations rencontrées. Ce bagage scientifique, technique et méthodologique favorise leur intégration rapide et efficace dans le tissu professionnel.

III.1.3.1. Présentation du contenu du programme de l'enseignement pratique de la chimie analytique pour les études pharmaceutiques en Algérie :

En Algérie, le programme officiel de la chimie analytique pour les études pharmaceutiques comprend : des cours magistraux et des travaux pratiques et des travaux dirigés. La chimie analytique est présente en deux années d'études : en 2^{ème} et 3^{ème} année pharmacie.

III.1.3.1.1. En 2ème année pharmacie :

En 2^{ème} année de pharmacie, la chimie analytique est l'une des disciplines fondamentales étudiées. A ce niveau, selon le programme officiel (Programme détaillé deuxième année de docteur en pharmacie, 2013), cette discipline s'intéresse aux méthodes d'analyses classiques. Les thèmes et les cours abordés sont ceux qui concernent la chimie analytique classique. Le temps consacré à l'enseignement de la chimie analytique fondamentale est de 90 heures. Dont 50 heures sont consacrées aux cours magistraux, 20 heures aux travaux dirigés et 20 heures aux travaux pratiques.

La quasi-totalité du programme de l'enseignement pratique de la chimie analytique s'intéresse aux analyses volumétriques qui comprennent quatre grandes familles :

Partie Théorique

- Les réactions acido-basiques.
- Les réactions de précipitations.
- Les réactions d'oxydation-réductions.
- Les réactions de complexations.

Le reste de méthodes enseignées sont les méthodes d'extraction.

Le contenu du programme des travaux pratiques de la chimie analytique fondamentale :

- 1- TP introductif : le premier TP enseigné en chimie analytique a pour but de connaître le laboratoire de chimie analytique et les différentes verreries et instruments du laboratoire de chimie analytique ainsi que leurs utilisations et connaître les bonnes pratiques de laboratoire, apprendre à calculer les incertitudes de mesure et apprendre à se référer aux différentes pharmacopées
- Les Dosages acide-base : les titrages acido-basiques sont enseignés sur 06 séances TP. Ces tps ont comme objectif : préparation des réactifs, suivis du titrage pour pouvoir déterminer l'équivalence d'une réaction chimique et la détermination de la concentration d'une solution
 - Le dosage d'un acide fort par une base forte
 - Le dosage d'un polyacide
 - Le dosage d'un acide fort par une base faible
 - Le dosage d'un mélange base forte + base faible
 - Le dosage des matières premières (acide citrique)
 - Le dosage d'un produit fini (aspirine)
- Préparation tampon et mesure de son Ph : cette séance a comme objectif la préparation d'une solution tampon ainsi que la mesure de son ph en utilisant le pH-mètre. Dans ce TP l'étudiant doit apprendre comment préparer une solution tampon et comment utiliser le pH-mètre.
- Dosage par formation de composés peu solubles : il s'agit d'un dosage volumétrique par précipitation. Le dosage effectué dans cette séance est le dosage des chlorures par méthode de Charpentier et Volhard. L'objectif principal de ce TP est : savoir doser les ions chlorure dans une solution par la méthode de Charpentier et Volhard.
- Dosage par oxydo-réduction : Le dosage par oxydoréduction est une analyse volumétrique basée sur la détermination de la concentration des composés réducteurs ou oxydants d'une solution par une solution titrée, ce dernier qui donne le nom de la

Partie Théorique

méthode. Pour cette analyse, elle doit se faire en 05 séances de TP durant lesquelles les étudiants ont dû entamer 5 types de méthodes d'analyses d'oxydoréduction.

- 1- Manganimétrie : est une méthode de dosage volumétrique de corps réducteurs par emploi d'une solution titrée de permanganate de potassium
- 2- Iodométrie : il s'agit d'un dosage indirect qui fait appel au couple redox I_2/I^-
- 3- Chloro-iodométrie : est une méthode quantitative d'analyse chimique qui sert à déterminer la concentration des substances oxydantes d'une solution. L'exemple courant de cette méthode c'est de déterminer la concentration en chlore actif d'une eau de javel par la méthode iodométrique.
- 4- Périodimétrie : il s'agit d'ensemble des méthodes titrimétriques fondées sur l'utilisation du pouvoir oxydants des acides périodiques. Elle est très utilisée en analyse organique notamment dans le dosage des glucides et des polyols mais par contre elle est peu utilisée en analyse minérale.
- 5- Un mélange (Fe^{++}) + (Fe^{+++}) (Manganimétrie + iodométrie)
 - Les extractions : les procédés d'extraction figurent parmi les moyens privilégiés en chimie pour isoler les composants d'un mélange. Elles sont basées sur la différence d'affinité d'une substance dissoute entre deux phases qui ne se mélangent pas. Il existe trois méthodes d'extractions à réaliser en trois séances de travaux pratiques :
 - 1- Extraction simple
 - 2- Extraction répétée
 - 3- Extraction par paire d'ions

III.1.3.1.2. En 3ème année pharmacie :

En 3ème année de pharmacie, la chimie analytique est également présente. À ce niveau, selon le programme officiel (Programme détaillé troisième année de docteur en pharmacie ,2013), elle s'intéresse aux méthodes d'analyses instrumentales. Les thèmes et les cours abordés sont ceux qui concernent la chimie analytique moderne.

Le temps consacré à l'enseignement de la chimie analytique en 3ème année de pharmacie est de 90 heures, dont 50 heures sont consacrées aux cours magistraux, 20 aux travaux dirigés et 20 aux travaux pratiques.

Les méthodes d'analyses à effectuer à ce niveau dans les travaux pratiques de la chimie analytique sont : les méthodes chromatographiques et les méthodes spectrales.

Partie Théorique

Les séances de travaux pratiques sont au nombre de 05. Pour les méthodes chromatographiques, les étudiants doivent bénéficier de 03 séances durant lesquelles ils manipulent ce qui suit :

- Chromatographie en phase gazeuse : La chromatographie en phase gazeuse implique la séparation des composants d'un mélange gazeux en utilisant une colonne de séparation et un porteur de gaz pour l'analyse chimique.
- Chromatographie en phase liquide (CLHP) : La chromatographie HPLC est une méthode pour identifier, séparer et mesurer des substances chimiques dans un liquide, même à des concentrations infimes, de façon qualitative et quantitative.
- Chromatographie sur couche mince (CCM) : La CCM est une méthode d'analyse qualitative pour déterminer les composants d'un mélange. Les éléments d'un mélange homogène sont dispersés en utilisant un solvant (appelé éluant ou phase mobile) sur une surface (appelée phase fixe ou stationnaire).

Pour les méthodes spectrales, il existe 02 séances à réaliser :

- Spectroscopie UV-Visible : l'objectif de cette méthode est de quantifier l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique dissoute. Plus l'échantillon est dense, plus il absorbe la lumière selon les limitations proportionnellement définies par la loi de Beer-Lambert. Les tests sont réalisés en UV-Visible.
- Spectroscopie Infra-Rouge : cette méthode est réalisée pour différents objectifs : pour reconnaître et décrire des molécules inconnues, détecter leur présence ou absence dans des échantillons, ainsi que pour réaliser des dosages chimiques.

III.2. Difficultés et obstacles rencontrés par les étudiants dans l'apprentissage de la chimie :

Les difficultés rencontrées par les étudiants dans l'apprentissage, quelle que soit la discipline, constituent un grand obstacle et diminuent l'intérêt de l'apprenant envers cette discipline, ce qui diminue ainsi sa motivation à apprendre.

La chimie est l'une des disciplines qui apparaît difficile pour plusieurs étudiants vue sa particularité. Elle comprend des difficultés langagières, conceptuelles et calculatoires, ...

L'apprentissage de la chimie comporte deux aspects particuliers :

- Un aspect qualitatif et modélisé, basé sur la compréhension des données expérimentales et la conceptualisation essentielle pour les interpréter ;
- Un aspect quantitatif, basé sur les mesures et les calculs associés aux phénomènes observés.

Il y a des études qui traitent des difficultés liées aux deux aspects différemment.

III.2.1. Classification des obstacles d'apprentissage de la chimie :

Il existe plusieurs classifications des difficultés rencontrées par les étudiants dans d'apprentissage de la chimie, on peut citer comme exemple ce qui suit :

- Difficultés rencontrées sur le plan théorique, et d'autres liées à la pratique.
- Classification des obstacles de Brousseau (les obstacles didactiques qui sont directement liés à l'acte d'enseigner et autres obstacles qui peuvent précéder l'acte d'enseigner lui-même et dont évidemment nécessaire de conserver leur importance dans l'enseignement) :
 - Des obstacles épistémologiques, caractéristiques du développement disciplinaire ;
 - Les obstacles ontogénétiques, liés au développement personnel de l'apprenant ;
 - Les obstacles culturels, liés à la vie et à l'évolution sociale. (Barlet & Plouin, 1997)
- Les difficultés spécifiques à la discipline de la chimie :
 - Difficultés liées à l'entrée qualitative et modélisée en relation avec les concepts de la chimie
 - Difficultés liées à l'entrée quantitative pour ce qui concerne les calculs et les mesures.

III.2.2. Facteurs favorisant l'émergence des difficultés :

Les facteurs qui contribuent à l'émergence et l'amplification de ces difficultés, notamment à l'université, sont :

- Un large échantillon de la population scolaire et un large éventail de manifestations de « pensée formelle » ;
- Nombreux étudiants perdent leurs repères psychologiques et émotionnels.
- Une interruption lycée-université a entraîné des changements dans le style d'enseignement, méthodes de travail et moins d'encadrement.

- Plongée brutale dans une approche plus individualisée du travail et plus d'autonomie. (Barlet & Plouin, 1997)

III.2.3. Les difficultés d'apprentissage de la chimie :

III.2.3.1. Langage des chimistes (langage symbolique) :

Les étudiants rencontrent des difficultés à apprendre le langage de la chimie lorsque leurs enseignants ne sont pas conscients de celles-ci. Les symboles en chimie sont un puissant outil pour explorer les différents niveaux de connaissances : empirique, modèles macroscopiques et modèles microscopiques. Pour bien utiliser le langage du chimiste, il faut comprendre les symboles et maîtriser les concepts sous-jacents ainsi qu'avoir une base empirique solide. (Kermen & Canac, 2016)

En se basant sur le triangle de Johnstone (1993), Kermen et Méheut (2009) mettent en évidence quatre niveaux de connaissances en chimie qui interagissent : deux niveaux de modèles (macroscopique et microscopique), un niveau empirique et un niveau symbolique.

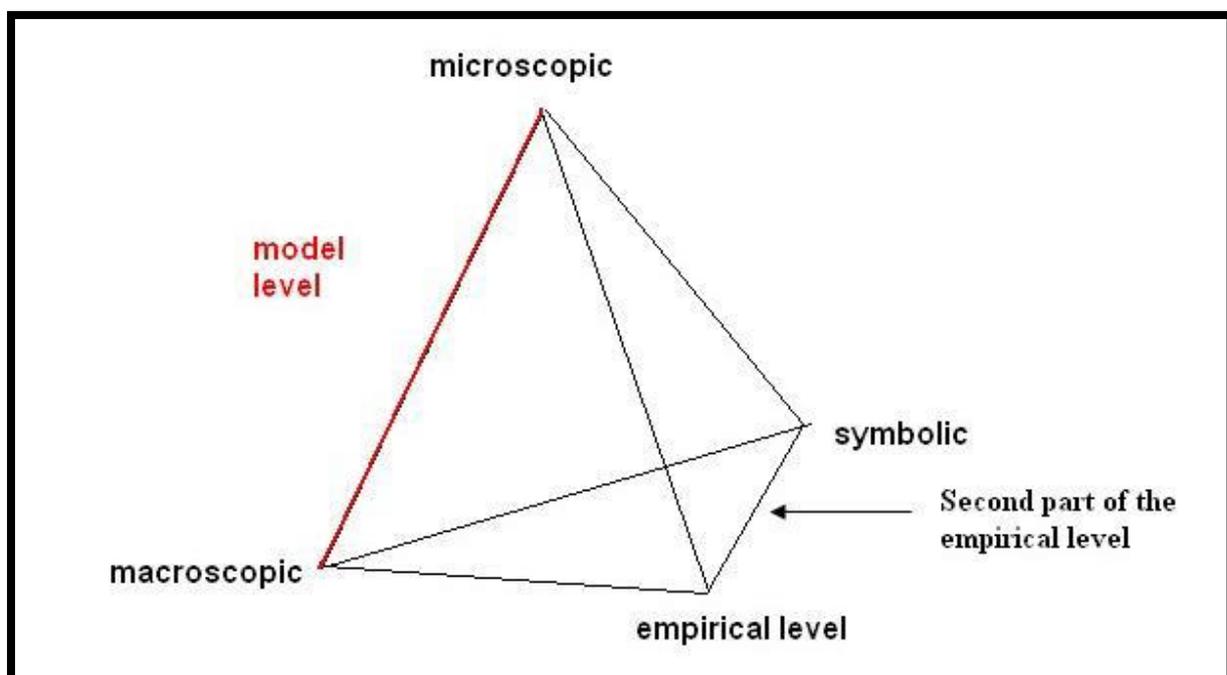


Figure 5 : Le niveau symbolique en interaction avec le niveau empirique et les niveaux des modèles : macroscopique et microscopique (Kermen & Canac, 2016)

Selon Taber (2013), le langage utilisé par les chimistes pour décrire les réactions chimiques se situe à un niveau méta, permettant de traiter à la fois le macroscopique (les

Partie Théorique

substances) et le microscopique (les particules) avec les mêmes symboles. Cette apparente imprécision est source de complexité pour l'apprenant mais de richesse pour le chimiste.

Selon Talanquer (2011), un étudiant peut acquérir suffisamment de compétences pour manipuler une équation chimique sans nécessiter une réelle compréhension des concepts et des modèles sous-jacents. Peu importe si on le voit comme un niveau de connaissance ou un niveau supérieur, il est crucial d'enseigner le langage de la chimie en relation avec les niveaux empirique, macroscopique et microscopique pour éviter les problèmes d'apprentissage chez les élèves. (Kermen & Canac, 2016)

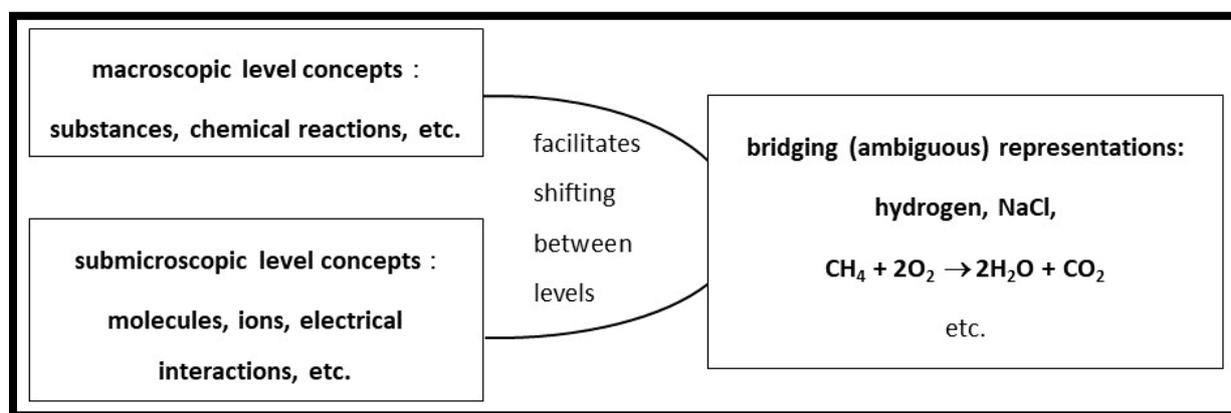


Figure 6 : Deux niveaux de concepts reliés par une même représentation symbolique (Taber, 2013)

Des études récentes sur la difficulté du langage symbolique confirment les résultats des recherches antérieures.

Les étudiants ne possèdent pas les compétences nécessaires pour comprendre les noms chimiques et les formules brutes. Les études précédentes confirment cette observation.

L'enseignement de la formule brute semble se concentrer sur le décompte des atomes, sans encourager une compréhension plus poussée. Il est important de fournir aux enseignants des options pour faciliter la compréhension du langage chimique par les élèves. Il semble pertinent d'utiliser l'histoire des sciences comme un outil pédagogique pour améliorer l'enseignement de la formule brute. (Kermen & Canac, 2016)

Il existe des recherches qui proposent de vulgariser la chimie comme une solution de la difficulté du langage chimique : Il est important de vulgariser la chimie sans recourir aux

symboles. Il est nécessaire de faire cet effort afin d'être accessible à un large éventail de personnes. (Le Maréchal et al., 2004)

Mais Simplifier la chimie pour la rendre accessible tout en restant fidèle à sa nature pose aussi un défi : il faut trouver le juste équilibre entre clarté et rigueur. La révision didactique de nombreuses situations pédagogiques avec la participation des étudiants.

Une étude menée auprès de personnes non spécialisées en sciences a révélé trois types de problèmes : 1- liés aux éléments chimiques utilisés (molécules, protéines, etc.), 2-aux modèles physicochimiques essentiels pour décrire les systèmes chimiques et 3- à la modification de la matière. Privilégier les modèles simplifiés plutôt que les métaphores facilite la compréhension et renforce la pertinence dans le domaine scientifique. Cette méthode nécessite des communicateurs compétents en chimie ayant recours à des modèles simples en évitant les symboles chimiques, les quantités de matière et les lois stœchiométriques. (Le Maréchal et al., 2004)

III.2.3.2. Dualité microscopique et macroscopique :

La dualité microscopique-macroscopique constitue une difficulté épistémologique et didactique courante dans l'apprentissage de la chimie.

La modélisation microscopique, en conjonction avec la dualité espèce-structure, est une caractéristique épistémologique propre à la chimie.

Il est également connu que la chimie, une science principalement expérimentale, met en avant les phénomènes observables, c'est-à-dire ceux qui se produisent au niveau macroscopique. Souvent, la chimie résout des problèmes en se basant sur des observables macroscopiques tels que le volume, la concentration et la pression. Ces phénomènes sont engendrés par des interactions entre un grand nombre d'entités moléculaires, atomiques ou ioniques, au niveau microscopique. (Barlet & Plouin, 1997)

Une compréhension approfondie des phénomènes macroscopiques nécessite une représentation correcte de leurs aspects microscopiques, y compris leurs traductions symboliques ou mathématiques. Les professeurs se déplacent aisément, sans toujours le mentionner, entre ces dimensions macroscopiques et microscopiques. Ils ne tiennent pas toujours compte des capacités conceptuelles requises par les lycéens ou les étudiants. (Barlet & Plouin, 1997)

Si les deux caractéristiques, à savoir macroscopique et microscopique, sont désynchronisées et non explicitement reliées, elles peuvent poser un véritable obstacle d'apprentissage pour les étudiants.

III.2.3.3. L'utilisation excessive des algorithmes entrave la pensée abstraite :

L'approche quantitative de la chimie est une véritable contrainte dans l'apprentissage de la chimie. Plusieurs étudiants surtout dans les activités expérimentales n'arrivent pas à traduire les résultats de manipulation. Ils rencontrent des difficultés dans les calculs et l'application des formules.

D'autre part, l'aptitude à maîtriser et réaliser des exercices de calcul n'implique pas nécessairement une compréhension approfondie des concepts. Cela représente une autre contrainte.

Dans l'apprentissage des sciences, les processus cognitifs peuvent être mobilisés de deux manières. Ils s'engagent dans une mobilisation peu mécanique par la simple application de formules, sans implication personnelle, relève d'un apprentissage passif et transmissif. Au lieu de cela, ils sont mobilisés de manière à exploiter et à résoudre activement les problèmes, en s'inscrivant dans un programme d'apprentissage constructiviste qui leur permet d'affronter et de résoudre des problèmes peut surmonter les barrières cognitives et pédagogiques. (Barlet & Mastrot, 2000)

La chimie, qui est une science très expérimentale, offre deux approches différentes pour l'apprentissage : l'une qualitative basée sur la compréhension des faits expérimentaux, et l'autre quantitative utilisant des mesures et calculs, bien que cette dernière soit moins complexe qu'en physique. Cependant, ces deux entrées peuvent être influencées de manière égale par cette dualité entre la transmission et la construction, ainsi qu'entre la passivité et l'activité. (Barlet & Mastrot, 2000)

Les méthodes de résolution des problèmes quantitatifs, qui jouent un rôle crucial dans l'enseignement, peuvent entraîner des problèmes didactiques en fonction de la dualité mentionnée précédemment.

La pratique des exercices de chimie quantitative, qui comprend des formules, des expressions et des calculs numériques, est une compétence essentielle acquise par les lycéens et les étudiants. Ce modèle répandu d'exercices-types est principalement influencé par le système de notation utilisé au lycée ou au début des études universitaires. Cependant, l'exercice classique ne permet pas toujours un apprentissage significatif. Trop fréquemment,

les programmes et les examens favorisent la réalisation d'exercices types et la capacité à répéter des formules prêtes à l'emploi. (Barlet & Mastrot, 2000)

L'enseignant suggère des algorithmes pour aider à comprendre les concepts enseignés, cependant l'étudiant les applique sans essayer de les comprendre. Il peut les mettre en œuvre et les reproduire à l'aide de ces algorithmes sans les ajuster pour des situations différentes.

Et par conséquent, il croit qu'il maîtrise bien les concepts chimiques lorsqu'il réussit dans les exercices de calcul. Cela lui empêche cependant un approfondissement des connaissances.

III.2.3.4. Difficulté du concept de concentration :

Parmi les principaux objectifs de la chimie analytique est de quantifier la composition d'une matière qui est généralement présentée par la concentration.

En chimie, la quantité de soluté contenue dans une solution est une notion essentielle enseignée à tous les niveaux scolaires. Les apprenants rencontrent de nombreux obstacles dans l'acquisition de compétences expertes. Il est très difficile voire impossible pour eux d'appliquer ce concept dans des situations nouvelles. (Willame & Snauwaert, 2015)

Le travail du chimiste implique la manipulation de solutions dont la composition doit être connue qualitativement et quantitativement. La concentration chimique exprime la proportion de chaque constituant dans la solution. L'apprentissage de ce concept complexe nécessite une compréhension des concepts tels que le volume, la masse, la quantité de matière et la masse molaire, ainsi que la compréhension des propriétés des grandeurs intensives. Les apprenants commettent souvent des erreurs lors de la manipulation de la concentration chimique, liées à des concepts erronés ou à des erreurs de calcul. (Willame & Snauwaert, 2015)

III.2.3.5. Difficultés liées à l'expérimentation :

En chimie, il est essentiel, voire indispensable, d'apprendre par l'expérience. Il permet initialement d'acquérir des compétences pratiques pour expérimenter en laboratoire et de comprendre le fonctionnement de divers équipements et instruments. Il permet également la génération de données et l'évaluation des erreurs expérimentales, rendant tangibles les principes de métrologie et les bonnes pratiques en laboratoire. (CAMEL et al., 2020)

La chimie est une science expérimentale qui nécessite que les étudiants soient formés par des manipulations ; elle nécessite donc des installations appropriées, souvent insuffisantes compte tenu de l'afflux d'étudiants. Les universités fournissent très peu de ressources à la profession et ses besoins en termes de financement, de ressources pédagogiques et de personnel de laboratoire formé sont toujours sous-estimés. Le budget alloué à la chimie est généralement égal à celui alloué aux mathématiques ou à la physique, et ces filières sont moins chères en termes de consommables (produits chimiques, solvants, verrerie, etc.). (Zouioueche-Aribi, 2004)

Donc, le manque de matériel, que ce soit des réactifs ou des instruments, représente une limite à l'apprentissage pratique de la chimie.

III.2.3.6. Complexité du support pédagogique ou contexte inapproprié de diffusion des connaissances :

Les supports pédagogiques fournis aux étudiants pour l'enseignement théorique (les cours) ou pratique de la chimie peuvent constituer un obstacle dans son apprentissage.

Les études et les recherches examinent l'usage des manuels et des supports pédagogiques, mettant en évidence le fait que les manuels actuels privilégient les images décoratives et les exercices plutôt que les informations essentielles. Les étudiants font face à des documents variés et complexes qui nécessitent une compréhension globale et cognitive. Les moyens d'enseignement actuels ont pour objectif de favoriser l'acquisition de connaissances et la compréhension de la lecture, mais elles posent des difficultés aux élèves qui doivent passer de l'information spécifique à la construction de concepts généraux. Les étudiants doivent non seulement repérer des données dans les documents, mais également acquérir une compréhension conceptuelle. En résumé, les étudiants font face à la difficulté de traiter divers documents et doivent améliorer leur niveau de connaissances afin de saisir les concepts essentiels.

Il peut être difficile d'apprendre à comprendre un texte, qu'il soit lu ou entendu en classe, en raison de sa signification générale et cohérente. (Bautier, 2015)

Le support pédagogique est un résultat du passage du savoir savant au savoir enseigné (savoir scolaire). L'enseignant doit bien maîtriser ce passage pour éviter les lacunes ou tout décalage de connaissances qui peuvent présenter un véritable défi chez l'étudiant.

Le savoir enseigné est une adaptation du savoir savant, filtrée et modifiée pour répondre aux besoins de l'enseignement. Ce phénomène connu sous le nom de "transposition didactique" nécessite des discussions politiques entre diverses parties prenantes, notamment les scientifiques, afin de former le contenu enseigné à l'école. Souvent, il y a un écart entre le savoir académique et le savoir transmis en classe. L'objectif de la transposition didactique est de rendre l'acquisition des savoirs plus facile pour les élèves, bien qu'elle puisse aussi entraîner des divergences et des discordances entre les divers types de connaissances. Elle peut aussi provoquer une perte d'identité et de contexte des concepts. Il est essentiel de définir les objectifs et les rôles de la connaissance scientifique dans l'éducation, car un même savoir peut servir à différentes fins en fonction des contextes et des objectifs. Il est important de réfléchir à la manière dont les connaissances scientifiques doivent être partagées dans l'enseignement et pour quelles utilisations. (Legendre, 1994)

Pour être efficace en chimie, un support pédagogique doit être bien organisé, fournir un contenu riche et être adapté aux besoins particuliers des étudiants, tout en incluant les récentes avancées technologiques et méthodologiques.

III.2.3.7. Passage du contexte scolaire au contexte extrascolaire :

Les chercheurs remarquent que les étudiants ont du mal à appliquer leurs connaissances scientifiques acquises à l'école dans des situations en dehors de l'école en raison des différences entre ces deux environnements. Beaucoup d'entre eux ont des difficultés à mettre en pratique les savoirs acquis à l'école dans des situations informelles.

L'enseignement des sciences vise à encourager les étudiants à appliquer ces connaissances dans différents contextes, bien que cela soit difficile. (Legendre, 1994)

En plus, si l'étudiant n'arrive pas à établir la relation entre les connaissances acquises dans l'apprentissage de la chimie avec sa vie quotidienne, il voit que cette discipline est abstraite et n'est pas utile ni pour sa vie quotidienne ni pour son avenir. Donc il perd rapidement tout intérêt pour ce qu'il apprend en classe.

III.2.3.8. L'interdisciplinarité :

La chimie interagit et s'intègre avec diverses disciplines scientifiques et techniques, démontrant ainsi son interdisciplinarité. Cette interdisciplinarité améliore la compréhension générale des phénomènes naturels et aide à résoudre des problèmes complexes en intégrant

des points de vue et des approches diverses. Mais elle constitue aussi un grand obstacle pour plusieurs étudiants.

La chimie, en tant que science fondamentale, est étroitement associée à d'autres domaines tels que : la physique, la médecine, l'informatique, les mathématiques, la biologie, la géologie, l'environnement, l'ingénierie ainsi que les sciences sociales et humaines dans divers contextes.

III.2.3.9. Le manque de motivation :

La perte de motivation est un problème majeur face à l'apprentissage, qui empêche l'étudiant de travailler et de faire de son mieux pour sa réussite.

Le concept de "motivation" est l'un des plus complexes en psychologie de l'éducation. C'est possiblement le problème principal des enseignants, voire le plus grand. Ce qui est notable, c'est que les enseignants reconnaissent et observent la démotivation, mais ils se sentent souvent incapables de la surmonter. (Hassani, 2020)

On pourrait résumer simplement la motivation comme ce qui pousse un apprenant à s'investir plus ou moins intensément dans une tâche spécifique. C'est donc l'"engagement" de l'étudiant qui permet de comprendre sa motivation. Un apprentissage de qualité ne peut se faire sans que l'élève s'investisse pleinement dans la tâche. L'acquisition des connaissances nécessite non seulement l'utilisation des compétences mentales, mais également des compétences émotionnelles et comportementales. Cette triple mobilisation ne fait que renforcer l'implication et l'engagement de l'élève. (Hassani, 2020)

III.2.3.10. Méthode d'enseignement :

Aujourd'hui, les méthodes pédagogiques et didactiques pour enseigner les sciences encouragent la mémorisation de la part des étudiants d'un langage parfois difficile à comprendre, ou même la rétention en mémoire d'équations mathématiques que les élèves ne saisissent même pas la signification. La science et ses domaines diversifiés, surtout la chimie, sont également traitées rapidement de manière abstraite qu'il est indiqué. Par conséquent, ces décisions éducatives et pédagogiques conduiraient à l'apprentissage des sciences soit perçu plus comme une corvée que comme une source de joie. Cependant, il est important que les jeunes s'épanouissent à l'école ou à l'université en trouvant du plaisir dans l'apprentissage, la découverte et la compréhension. (Hassani, 2020)

Partie Pratique

I. Objectifs de l'étude :

I.1. Objectif principal :

- Détecter le malaise de l'enseignement/apprentissage pratique de la chimie analytique

I.2. Objectifs secondaires :

- Connaître les difficultés les plus importantes rencontrées lors des TP de la chimie analytique
- Evaluer la motivation et l'intérêt des étudiants pour cette discipline
- Connaître les besoins des étudiants pour cette discipline.

II. Matériel et méthodes :

II.1. Le type de l'étude :

- Notre étude est transversale descriptive observationnelle.

II.2. Le lieu de l'étude :

- L'étude se déroule au sein du département de pharmacie de la faculté de médecine à Tlemcen.

II.3. La période de l'étude :

- L'étude s'est étalée sur une durée de 07 mois et a eu lieu précisément du 18 octobre 2023 au 20 mai 2024.

II.4. La population de l'étude :

II.4.1. Questionnaire adressé aux étudiants :

- Pour le questionnaire adressé aux étudiants, la population concernée est les étudiants.

II.4.1.1. Critères d'inclusion :

- Étudiants inscrits en 2^{ème} et 3^{ème} année pharmacie pour l'année universitaire 2023-2024.
- Étudiants en pharmacie des deux promotions préalablement annoncées qui suivent leurs études à la faculté de médecine à Tlemcen
- Tout étudiant volontaire des deux promotions citées est concerné et peut répondre à notre questionnaire sans obligation.
- Toutes les fiches du questionnaire recueillies après leur distribution sont acceptées y compris les fiches qui comprennent certaines questions auxquelles les étudiants n'ont pas répondu.

II.4.1.2. Critères de non inclusion :

- Étudiants ne faisant pas partie de la 2^{ème} ou 3^{ème} année de pharmacie.
- Étudiant en pharmacie d'autres facultés.
- Étudiants refusant de coopérer avec nous.

II.4.2. Questionnaire adressé aux enseignants :

- Pour le questionnaire adressé aux enseignants, il concerne les enseignants de la chimie analytique.

II.4.2.1. Critères d'inclusion :

- Les enseignants de la chimie analytique de la faculté de médecine Tlemcen qui ont élaboré les travaux pratiques durant les 05 dernières années.
- Enseignants ayant accepté à participer à l'étude.

II.4.2.2. Critères de non-inclusion :

- Enseignants de la chimie analytique qui ne font pas des TP.
- Enseignants de la chimie analytique ayant élaboré des TP remontant à plus de 5 ans.
- Enseignants de la chimie analytique ayant élaboré des TP dans des facultés autres que la faculté concernée par notre étude.
- Enseignants ayant refusé de participer.

II.5. Recueil des données et déroulement de l'étude :

Cette étude a été réalisée en plusieurs étapes et de différentes manières : analyse des séances d'enseignement pratique de la chimie analytique, un questionnaire adressé aux étudiants concernés par l'apprentissage de la chimie analytique, un autre questionnaire adressé aux enseignants qui élaborent les travaux pratiques de la chimie analytique et une analyse du programme de la chimie analytique pharmaceutique en 2^{ème} et 3^{ème} année de pharmacie.

II.5.1. La présence aux séances de l'enseignement pratique de la chimie analytique au niveau du laboratoire :

On a assisté à des séances d'enseignement pratique de la chimie analytique. Il s'agit de 05 séances de travaux pratiques avec les étudiants de 2^{ème} année pharmacie et de 03 séances avec les étudiants de 3^{ème} année pharmacie.

Partie Pratique

Durant ces séances, on a focalisé notre observation sur les activités des étudiants et celles des enseignants ainsi que l'état du laboratoire pour pouvoir ensuite faire une analyse. On a fait une description de l'activité des enseignants, des étudiants et on a noté les principales informations relatives aux séances de TP. On a également élaboré une grille d'évaluation qui comprend des données en relation avec le matériel du laboratoire, les étudiants et les enseignants.

II.5.2. Le questionnaire adressé aux étudiants de 2ème et 3ème année pharmacie :

Le questionnaire est constitué de 27 questions en relation avec l'enseignement pratique de la chimie analytique pour les études pharmaceutiques dont 26 questions fermées (des questions à choix uniques ou choix multiples) et une seule question ouverte.

On peut les grouper en 04 catégories :

- Des données en relation avec le matériel et les outils pédagogiques utilisés (équipements, support, compte rendu, objectifs d'apprentissage...) : présentées dans 07 questions (de question 01 à question 07).
- Des données relatives aux travaux pratiques, c'est généralement des éléments qui concernent la durée de chaque séance, le nombre de séances et leur rapport avec l'enseignement théorique : présentes dans 09 questions (de question 08 à question 16).
- Des données en relation avec les étudiants : la préparation à domicile, la motivation, les difficultés rencontrées. Ces éléments sont présents dans 07 questions (de question 17 à question 23).
- Des données en relation avec les enseignants des travaux pratiques présentes dans 04 questions (de question 24 à question 27).

II.5.3. Le questionnaire adressé aux enseignants des travaux pratiques de la chimie analytique :

Ce questionnaire est composé de 27 questions, dont 26 sont des questions à choix unique ou multiples et une question ouverte.

On les a aussi regroupés dans (03) catégories :

Partie Pratique

- Ce sont des données ayant un rapport avec le matériel, l'état du laboratoire, le déroulement des TP ainsi que les outils pédagogiques utilisés (supports, compte rendu, équipements,). Ces éléments sont présents dans 08 questions (de 01 à 08).
- Des données en relation avec les étudiants présentes dans 08 questions (de 09 à 16).
- Des données relatives aux enseignants et qui sont présentes dans 11 questions (les 11 dernières questions qui restent du questionnaire).

II.5.4. Analyse de la structure du programme pratique de la chimie analytique pour les études pharmaceutiques en Algérie :

Dans cette partie, nous allons faire une analyse du programme officiel des travaux pratiques programmés pour la chimie analytique pharmaceutique, puis nous le comparerons avec les travaux pratiques qui ont été assurés au niveau du laboratoire pour chaque niveau.

II.6. L'analyse statistique des données :

- Les représentations graphiques ont été réalisées par le logiciel Microsoft Office Excel.

III. Résultats :

III.1. Séances d'observation :

III.1.1. Séance d'observation n°01

***Description de la séance :**

Le premier TP auquel nous avons assisté avait lieu avec les étudiants de 2^{ème} année pharmacie. Il avait pour intitulé : TP d'initiation ; verreries du laboratoire et préparation des réactifs d'initiation, et dont les objectifs soulignés sont les suivants :

- Connaître le laboratoire de chimie analytique et les différentes verreries du laboratoire de chimie analytique et leurs utilisations.
- Savoir les bonnes pratiques de laboratoire
- Préparer les réactifs

Nous présentons plus d'informations à propos de ce TP dans le tableau ci-après :

Partie Pratique

Tableau VII : Informations à propos du TP n°01

TP n° 01	2ème année pharmacie
Date de la séance	18/10/2023
Horaire	10h30 – 12h30
Nombre totale d'étudiants	13 étudiants
Modalité de travail	06 en binômes + un étudiant ayant travaillé individuellement
Groupe	03 b
Nombre de postes du laboratoire occupé	07 postes
Durée de la séance de TP	02 heures

Durant cette séance, les étudiants ont manipulé en utilisant différents matériels et réactifs que nous présenterons ci-après :

01- Les différentes verreries présentées par l'enseignant :

- Bêchers, erlenmeyers, éprouvette graduée, pipettes jaugées, pipettes graduées, fiole jaugée, burette, entonnoir, pissette, mortier et pilon, compte-gouttes, potence, ...

02- Matériel utilisé lors de la manipulation :

- *Réactifs et produits* : hydroxyde de sodium (NaOH) PM=40g/mol, acide sulfurique (H₂SO₄) PM=98g/mol, eau distillée.
- *Verreries et appareils* : balance électrique, spatule, fiole jaugée de 50ml, entonnoir, pipette jaugée, fiole jaugée de 100ml, bêchers.
- **Description de l'activité de l'enseignant durant cette séance de TP :**

L'enseignant a commencé par présenter les objectifs de la séance en question ainsi que les verreries et les équipements du laboratoire. Cela a duré environ 30 minutes. Ensuite, il a expliqué aux étudiants les étapes de manipulation et les méthodes de préparation des réactifs et leur a montré comment faire les calculs et les conversions des formules nécessaires. En sus, il a donné des consignes aux étudiants afin d'éviter les erreurs : par exemple le volume juste à remplir dans la préparation de solution (Une fois la fiole placée sur une surface plane+ on ajoute lentement jusqu'à ce que le bas de ménisque soit au niveau du trait de jauge).

Partie Pratique

Il est à noter aussi que l'accompagnement des étudiants par l'enseignant s'est étalé sur toute la séance où son rôle ne se limitait pas seulement à la présentation et l'explication mais aussi au traitement positif des erreurs de ses étudiants et les cas de blocage ou de mal compréhension en répétant l'explication plusieurs fois.

- **Description de l'activité des étudiants durant la séance :**
 - Selon la participation des étudiants lors l'explication, il y a qu'un tiers des étudiants qui participent et réagissent avec le professeur
 - Six (06) étudiants remplissent les comptes rendus lors de l'explication de l'enseignant sur la préparation → une étudiante parmi eux demande à l'enseignant « comment faire pour dissoudre la poudre et la mettre dans la fiole jaugée ? »
 - Il y a des étudiants qui chuchotent et échangent des paroles lors de l'explication et ne suivent pas l'enseignant → La majorité des étudiants tombent dans une erreur de remplissage et dépassent le trait de jauge
 - Il y a un seul poste pour faire la pesée
 - Tous les étudiants participent à la manipulation, ils partagent le travail.
 - La plupart des étudiants n'hésitent pas à demander de l'aide en cas de blocage.
 - Les étudiants rencontrent des difficultés lors de ce TP :
- Difficultés dans le calcul de la masse à dissoudre
- Difficultés avec les lois et la signification des symboles lors du calcul du volume → ils demandent de l'aide à chaque fois.

III.1.2. Séance d'observation n°02 :

- **Description de la séance :**

Le deuxième TP auquel nous avons assisté était avec les étudiants de 2^{ème} année pharmacie. Ce TP est intitulé : étalonnage d'une solution acide et une solution basique en milieu aqueux.

Les objectifs de ce TP sont les suivants :

- Préparation d'une solution étalon
- Réalisation d'un étalonnage pour déterminer par dosage la concentration exacte d'une solution titrante acide
- Dosage des solutions basiques par une solution titrée acide.

Partie Pratique

Le tableau ci-dessous présente quelques informations sur ce TP :

Tableau VIII : Informations à propos du TP n°02

TP n° 02	2ème année pharmacie
Date de la séance	13 /11/2023
Horaire	De 08h30 à 10h30
Nombre totale d'étudiants	11
Nombre d'absence	0
Modalité de travail	05 binômes et 01 individuel
Groupe	04 a
Nombre de postes du laboratoire occupés	06 postes
Durée de la séance de TP	02 heures

Durant cette séance, les étudiants ont manipulé en utilisant le matériel suivant :

- **Réactifs** : Indicateurs colorés (phénophtaléine, hélianthine), poudre de carbonate disodique Na_2CO_3 , la soude NaOH , H_2SO_4 , pissette (eau distillée)
- **Verreries et appareils** : bilan, burette, béchers, pipette graduée, erlenmeyer, fiole jaugée de 100 ml, pipette jaugée.

- **Description de l'activité de l'enseignant durant cette séance :**

Il y avait une première partie d'explication, qui a durée 18 min, où le prof a mentionné les objectifs de ce TP, puis il a détaillé les étapes à suivre lors de la manipulation. Ensuite, il a montré aux étudiants la modalité de titrage en utilisant le montage de celui-ci.

- La deuxième partie d'explication était réservée calculs d'incertitudes et a duré environ 19 minutes.
- L'enseignant a donné aux étudiants des consignes pour éviter les erreurs de manipulation :
- Étiquetage des béchers (a été mentionné lors de l'explication et répété de la manipulation)
- Utilisation de pipette pour le remplissage de burette pour ne pas dépasser le trait de jauge

Partie Pratique

- Après chaque étape d'explication, l'enseignant demandait si tout était clair et s'il y avait des questions.
 - Il est à noter que l'enseignant répétait l'explication à chaque fois qu'un étudiant avait besoin d'un éclaircissement et a également utilisé du tableau pour simplifier et schématiser certaines notions ou montrer aux étudiants comment faire les calculs.
- **Description de l'activité des étudiants**

Nous décrivons leur activité dans les points suivants :

- Dans l'ensemble, cinq (05) étudiants ont participé et répondu aux questions posées par l'enseignant lors de l'explication.
- Les étudiants ont posé des questions après l'explication
- Tous les étudiants ont suivi l'explication du protocole par appareillage
- Certains étudiants ont lavé les verreries, nettoyé la paillasse ou ont rempli leur compte rendu lors de l'explication de l'enseignant. L'enseignant donne la remarque pour qu'ils suivent.
- Six (06) étudiants prenaient des notes lors de l'explication.
- Lors de la manipulation, tous les étudiants ont porté des gants et ont partagé le travail.
- Les étudiants ne suivaient pas le protocole de titrage précédemment expliqué par l'enseignant (l'enseignant s'est assis dans un poste de travail et a bien expliqué la méthode de titrage à l'aide d'appareillage de titrage). L'enseignant a fait la remarque à quelques étudiants et a répété la méthode encore une fois sur les postes des étudiants.
- Nous avons remarqué qu'un binôme n'a pas nettoyé la pipette avant utilisation. Cela pouvait fausser les résultats de la manipulation.
- Dans cette séance, les étudiants ont rencontré quelques difficultés dans les calculs et l'utilisation des formules (surtout les formules d'incertitude).

III.1.3. Séance d'observation N°03 :

- **Description de la séance :**

Le troisième TP auquel nous avons assisté avait lieu avec les étudiants de 2^{ème} année pharmacie. Ce TP est intitulé : détermination de la teneur en acide acétylsalicylique dans un comprimé d'aspirine. Les objectifs de ce TP sont les suivants :

Partie Pratique

- Vérification du titre de deux solutions : HCl et NaOH
- Dosage du principe actif d'acide acétylsalicylique d'un produit fini (l'aspirine à un comprimé de 100 mg)

Le tableau ci-dessous présente quelques informations sur ce TP :

Tableau IX : Informations à propos de TP 03

TP n° 03	2ème année pharmacie
Date de la séance	27/11/2023
Horaire	De 08h30 à 10h30
Nombre totale des étudiants	11 étudiants
Nombre d'absence	0
Modalité de travail	04 en binômes et 1 trinôme
Groupe	04 a
Nombre de postes du laboratoire occupé	05 postes
Durée de la séance du TP	02 heures

- Durant cette séance, les étudiants ont utilisé le matériel suivant :
- **Réactifs et produits** : solution de Na_2CO_3 0.1 N ($M_r=106$ g/mole), solution d'acide chlorhydrique de titre connu HCl ($M_r=36,5$ g/mole), solution de soude de titre inconnu, à vérifier NaOH ($M_r=40$ g/mole), indicateurs colorés (hélianthe et phénophtaléine), comprimé d'aspirine : Aspec 100mg, amidon de maïs.
- **Verreries et appareils** : pipette jaugée, pipette graduée, erlenmeyer, burette, balance analytique, mortier et pilon, pissette d'eau distillée, béchers, chauffage électrique.
- **Description de l'activité de l'enseignant** :
 - Il y avait parti d'explication : la première a duré 11 minutes tandis que la deuxième a duré 08 minutes. Nous citons les points ayant fait l'objet des explications en question dans ce qui suit :
 - Explication du dosage en retour : l'enseignant a donné un schéma du dosage sur le tableau afin de faciliter cette étape et pour qu'elle soit mieux compréhensible.
 - Explication de comment faire l'interprétation à partir du résultat obtenu (selon la teneur : conforme, surdosé ou sous-dosé)
 - Explication sur la molarité

Partie Pratique

- L'enseignant a répondu aux déclarations des étudiants face aux difficultés rencontrées. Il a varié le mode d'explication ; par exemple en faisant une schématisation sur les cahiers des étudiants dans leurs postes.
- **Description de l'activité des étudiants :**
 - Le nombre d'étudiants ayant réagi, participé et répondu aux questions de l'enseignant est de trois (03).
 - Lors de l'explication, les étudiants se sont concentrés, ont suivi l'enseignant et ont pris des notes.
 - La majorité des étudiants ont rencontré des difficultés dans les calculs de la molarité (erreur relative) et dans l'utilisation des formules d'incertitudes. Ils ont demandé plusieurs fois l'aide de l'enseignant.
 - Les étudiants n'ont pas nettoyé les verreries avant l'utilisation.
 - Un étudiant a pipeté directement du flacon et n'a pas utilisé les béchers étiquetés, ce qui lui a facilité le travail. L'enseignant lui en avait fait la remarque.
 - Un binôme était en retard dans le travail par rapport aux autres étudiants, car il ne partageait pas les tâches à réaliser. L'enseignant lui en avait fait la remarque aussi.
 - Un autre binôme ne suivait pas le protocole de titrage donné par le professeur lors de la séance précédente. Bien évidemment, l'enseignant a fait la remarque aux étudiants en question et a répété la modalité du titrage.
 - Une autre étudiante ne suivait pas le protocole de titrage, elle agitait l'erlenmeyer d'une main et a laissé la burette sans contrôle avec l'autre main. Quand la couleur vire, elle a tiré l'erlenmeyer et l'acide de la burette s'est répandu sur la paillasse.
 - Les étudiants ont nettoyé les verreries après la fin de la manipulation de la première étape.
 - Un étudiant était en train de verser le reste du réactif (qui était dans un bécher) dans le flacon du réactif. L'enseignant l'a averti qu'il ne faut jamais agir de la sorte.
 - Un autre étudiant a versé le reste du réactif du bécher dans le flacon du réactif.
 - Deux erreurs concernant le lavage des verreries avaient des impacts sur les résultats et ont épuisé les réactifs :
 - Une étudiante a nettoyé les verreries directement avec l'eau distillée sans utiliser l'eau du robinet au préalable.
 - Un étudiant a nettoyé les verreries avec de l'eau distillée puis de l'eau du robinet.

III.1.4. Séance d'observation n°4 :

- **Description de la séance :**

Le quatrième TP auquel nous avons assisté était aussi avec les étudiants de 2^{ème} année pharmacie. Ce TP est intitulé : l'acidimétrie - pH-métrie. Les objectifs de ce TP sont :

- Vérification du titre d'une solution HCl et NaOH
- Étalonnage du pH-mètre
- Dosage pH métrique
- Utilisation de pH mètre
- Dosage colorimétrie

Le tableau ci-dessous présente quelques informations sur ce TP :

Tableau X : informations à propos du TP n° 04

TP n° 04	2ème année pharmacie
Date de la séance	11/12/2023
Horaire	De 08h30 à 10h30
Nombre totale des étudiants	10 étudiants
Nombre d'absence	Une étudiante
Modalité de travail	05 binômes
Groupe	04 a
Nombre de postes du laboratoire occupés	05 postes
Durée de la séance de TP	02 heures

Durant cette séance, les étudiants ont utilisé le matériel suivant :

Réactifs et produits :

Solution de Na₂CO₃ 0.1 (Mr=106g/mole), solution d'acide chlorhydrique de titre connu HCl (Mr=36,5g/mole), indicateurs colorés (hélianthine), solution tampon pH 4.01, solution tampon pH 7.01, solution tampon pH 10.01

Verreries et appareils :

Pipette jaugée, erlenmeyer, burette, pH-mètre, béchers, agitateur magnétique, pipette graduée.

*Description de l'activité de l'enseignant durant cette séance :

Partie Pratique

Dans ce TP, l'explication de l'enseignant était faite en 02 parties : la première partie a duré 14 minutes et la deuxième n'a duré que 10 minutes.

- L'enseignant a divisé les étudiants en deux groupes puis a expliqué à chacun d'eux, séparément, sur la paillasse en leur affichant les éléments suivants : le pH-mètre, sa composition, son fonctionnement, sa calibration ainsi que les conditions d'étalonnage.
 - Par la suite et lors de la manipulation, l'enseignant est passé d'un binôme à un autre pour lui montrer le mode d'utilisation du pH-mètre en lui corrigeant ses fautes d'utilisation.
 - L'enseignant a également expliqué comment déduire le point d'équivalence à partir de la courbe d'étalonnage en recourant à la schématisation sur le tableau.
- **Description de l'activité des étudiants :**
 - Les étudiants ont partagé le travail et étiquette les béchers
 - Tous les binômes ont commencé le titrage par pH mètre, excepté un binôme qui a fait un retard par rapport aux autres car il était en train de remplir le compte rendu.
 - Les étudiants ont posé des questions sur les formules d'incertitude et sur le point d'équivalence pour savoir comment le déduire à partir de la courbe d'étalonnage.

III.1.5.Séance d'observation n°05 :

- **Description de la séance :**

La cinquième séance d'observation à laquelle nous avons assisté était le premier TP avec les étudiants de 3ème année pharmacie. Ce TP est intitulé : séparation des principaux pigments du paprika par chromatographie sur colonne de silice.

Il avait pour objectifs les points suivants :

- Appliquer une méthode de la chimie analytique "chromatographie"
- Pratiquer une démarche expérimentale mettant en œuvre une extraction par chromatographie.

Le tableau ci-après présente quelques informations sur ce TP :

Tableau XI : Informations à propos du TP n° 05

TP n° 01	3 ^{ème} année pharmacie
Date de la séance	31/01/2024
Horaire	De 13h00 à 14h30
Nombre totale des étudiants	10 étudiants
Nombre d'absence	0
Modalité de travail	04 binômes et 01 trinôme
Groupe	05 a
Nombre de postes du laboratoire occupés	05 postes
Durée de la séance de TP	01 h 30 min

Durant ce TP, les étudiants ont manipulé en utilisant le matériel suivant :

Réactifs et produits : la silice, dichlorométhane, l'extrait de paprika, l'acétate d'éthyle.

Verreries et appareils : seringue de 5ml, papier filtre, pipette pasteur, coton, béchers, pissette d'eau distillée, un compte-gouttes, tubes, éprouvette.

• **Description de l'activité de l'enseignant :**

- La première partie d'explication a duré 12 minutes où l'enseignant a mentionné les objectifs de ce TP et a expliqué le protocole de déroulement, étape par étape, en schématisant sur le tableau.
- L'enseignant a utilisé le tableau lors de l'explication et a posé des questions à ses étudiants.
- Il a également montré le mode de remplissage sous la hotte et a expliqué et montré aux étudiants la méthode d'ajout du paprika.
- La deuxième partie d'explication était pour le spectrophotomètre :
- Durant cette partie l'enseignant a présenté aux étudiants le spectrophotomètre, son utilisation, ses constituants, son fonctionnement et son mode d'emploi.
- Il a une nouvelle fois utilisé le tableau pour expliquer la longueur d'onde en traçant un spectre et a accompagné les étudiants lors du remplissage du réactif sous la hotte.
- L'enseignant a donné aux étudiants des consignes lors de l'explication et de la manipulation. Nous en citons les exemples suivants : Le remplissage se fait sous la hotte, le bon fixation du coton doit être sur la seringue, l'ajout d'éluant sur les parois, ne

pas laisser la couche dessécher, collecter tout le liquide jaune dans un tube, ne pas arrêter l'ajout de l'éluant sinon le liquide jaune ne descend pas...etc.

- Pour effectuer la dernière partie "lecture des résultats par spectrophotomètre", l'enseignant a collecté les différentes fractions des binômes dans un seul tube, c'est-à-dire, toutes les fractions jaunes dans un seul tube, et toutes les fractions rouges dans un seul tube aussi...
- L'enseignant a encouragé les étudiants et les a poussés à utiliser le spectrophotomètre.
- Il a accompagné les étudiants dans cette étape pour les guider et corriger les erreurs d'utilisation du spectrophotomètre.

- **Description de l'activité des étudiants :**

Lors de cette séance, il y avait une réelle interaction entre les étudiants et l'enseignant (explications et interprétations). En effet, les étudiants ont répondu aux questions posées par l'enseignant, et ont posé des questions lorsqu'ils rencontraient des difficultés dans la manipulation ou quand ils avaient un problème de compréhension.

- Nous avons remarqué aussi que les étudiants ont travaillé à leur l'aise, sans stress ou pression. Il semble qu'ils aient aimé cette séance de TP car ils se sont même pris en photos avec les tubes.
- Nous rajoutons que tous les étudiants sont passés et ont travaillé avec le spectrophotomètre. Cette étape est collective, tous les étudiants ont travaillé ensemble pour la lecture des résultats et les saisies dans le tableau.

III.1.6.Séance d'observation n°06 :

- **Description de la séance :**

La sixième séance d'observation à laquelle nous avons assistée était le deuxième TP avec les étudiants de 3^{ème} année pharmacie. Celui-ci est intitulé : chromatographie sur couche mince (CCM). Ses objectifs sont les suivants :

- Connaître le principe de chromatographie sur couche mince.
- Séparer et mettre en évidence des constituants présents dans les colorants alimentaires.
- Séparer et mettre en évidence certaines épices chimiques présentes dans des médicaments.

Partie Pratique

- Connaitre les différents types de révélation et comment les faire

Le tableau ci-dessous présente quelques informations sur ce TP :

Tableau XII : Informations à propos du TP n° 06

TP n° 02	3ème année pharmacie
Date de la séance	22/02/2024
Horaire	De 13h30 à 15h00
Nombre totale des étudiants	12 étudiants
Nombre d'absence	0
Modalité de travail	06 binômes
Groupe	05
Nombre de postes du laboratoire occupés	06 postes
Durée de la séance de TP	01 h 30 min

Durant cette séance, les étudiants ont utilisé ce qui suit :

Réactifs et produits : éluant 01(mélange d'1 volume d'éthanol pour 04 volumes d'eau salée à 40 g/l), échantillons de colorants, médicaments : doliprane et panadol extra, éluant 02 (eau/éthanol : 20%/80%) , solution de KMnO4

Verreries et appareils : cuve à chromatographie, plaque CCM, papier filtre, béchers, mortier et pilon, un pic de bois pour déposer les échantillons, lampe à ultraviolet.

- **Description de l'activité de l'enseignant :**

La première partie d'explication durant laquelle l'enseignant a mentionné les objectifs et ainsi que les modalités de travail a duré 10 minutes. Il a ensuite divisé les étudiants en deux sous-groupes. Chacun de ceux-ci avait une activité différente par rapport à l'autre. En effet, l'un a travaillé sur les colorants alimentaires, tandis que l'autre a travaillé sur les principes actifs.

- L'enseignant a aussi expliqué dans chaque paillasse la modalité de travail et comment faire les dépôts.
- L'enseignant a posé une question ouverte à la réflexion qui est la suivante "Pourquoi la saturation optimisent les résultats ? Par quel mécanisme réactionnel ?" Il a accordé un

Partie Pratique

certain temps aux étudiants afin qu'ils réfléchissent et leur a permis d'utiliser le téléphone portable pour rechercher la réponse. Les étudiants ont donné plusieurs suggestions mais aucune réponse n'était juste selon l'enseignant

- L'enseignant a posé plein d'autres questions pour faire comprendre le principe de travail et l'intérêt de chaque étape. On en cite les exemples suivants :
 - Pourquoi la phase monte plus rapidement avec les colorants qu'avec les principes actifs ?
 - Pourquoi on attend la saturation de la cuve en vapeur d'éluant ?
 - Pourquoi on ne voit rien dans les CCM des principes actifs ? Quels sont les types de révélation ?

La deuxième partie d'explication était sur la révélation physique par UV et chimique par permanganate.

- Tous les étudiants sont passés pour voir les plaques sous UV
- Il y avait des plaques avec une mauvaise séparation
- Tout au long de la séance, les étudiants ont cherché la réponse sur la question précédente.
- Les étudiants étaient parfois perturbés dans leurs travaux, ils ont donné plus d'intérêt à la question posée qu'à la manipulation. L'enseignant en a fait la remarque et leur a demandé de se concentrer sur le travail.
- **Description de l'activité des étudiants :**
 - Le travail a été partagé entre les étudiants, 03 binômes ont travaillé sur les colorants alimentaires (03 colorants) et 03 tandis que autres binômes ont travaillé sur : sapramol, panadol, caféine, paracétamol.
 - Le méthanol a été remplacé par l'éthanol parce qu'il n'était pas disponible.
 - Au total, il y avait 04 cuves. Dans chaque paillasse, il y en avait deux.
 - Tous les étudiants se sont groupés pour voir la partie de séparation des colorants
 - Chaque groupe s'est installé dans un paillasse
 - Des interactions se sont créées entre les étudiants et l'enseignant lorsqu'il a engagé la classe avec ses questions.
 - Les étudiants ont éprouvé un grand intérêt envers les questions de l'enseignant et celui-ci leur a affirmé que ce genre de question est important pour faire la différence dans les notes de TP.

Partie Pratique

- Les étudiants ont ouvert la cuve à chaque fois qu'ils attendaient sa saturation, et parfois ils l'ont laissée ouverte quelques minutes au moment où ils se parlaient.

III.1.7. Séance d'observation n°07 :

- **Description de la séance :**

Il s'agit cette fois de la septième séance d'observation à laquelle nous avons assistée. C'était le TP n°5 avec les étudiants de 2^{ème} année pharmacie, dont l'intitulé est le suivant : dosage de sérum salé par précipitation.

Les objectifs en étaient ce qui suit :

- Détermination du titre d'une solution de nitrate d'argent (AgNO_3)
- Vérification du titre d'une solution de KSCN
- Dosage du sérum salé de chlorure de sodium.

Le tableau ci-dessous présente quelques informations sur ce TP :

Tableau XIII : Informations à propos de TP n° 07

TP n° 05	2ème année pharmacie
Date de la séance	06/03/2024
Horaire	De 08h30 à 10h30
Nombre totale des étudiants	12 étudiants
Nombre d'absence	0
Modalité de travail	06 binômes
Groupe	04 b
Nombre de postes du laboratoire occupés	06 postes
Durée de la séance de TP	02 heures

Durant cette séance, les étudiants ont utilisé :

Réactifs et produits : NaCl 0.05N, solution d' AgNO_3 , K_2CrO_4 à 10 %, KSCN 0.05N, alun de fer ammoniacal, solution de sérum salé officinal NaCl 0.09%, acide nitrique,

Verreries et appareils : béchers, erlenmeyers, burette graduée, pipette jaugée.

- **Description de l'activité de l'enseignant :**

L'enseignant a expliqué et posé des questions auxquelles les étudiants n'ont pas hésité à répondre, ce qui nous permet de dire qu'il y avait de l'interaction entre l'enseignant et ses étudiants.

Lors de l'explication et avant de commencer la manipulation, l'enseignant a donné une consigne très importante, c'était bel et bien l'importance de bien laver la burette avant utilisation.

- L'enseignant a expliqué comment calculer le titre de NaCl en utilisant le tableau : Il a schématisé ce qu'ils avaient avant et après le titrage pour faciliter la tâche.
- Lors de la manipulation, l'enseignant a posé une question à un binôme qui a fait 02 essais "Est-ce-que vous devez faire un troisième essai ou ce n'est pas nécessaire ?" (Pas de réponse !). L'enseignant leur a dit qu'on devait faire un troisième essai s'il y avait une différence $> 0,1$ entre les deux premiers essais.
- Il a demandé aux étudiants une explication du dosage : les réactifs utilisés (ce de l'erlenmeyer et de burette) et la méthode de dosage
- L'enseignant a aussi posé plusieurs questions en désignant les étudiants à l'aide de la liste :
 - Quelle est la méthode de dosage utilisée ?
 - Quels sont les volumes de chaque réactif dans l'erlenmeyer ? Pourquoi on met un excès de nitrate d'argent (20 ml) ?
- Une autre question relative à la manière de faire la comparaison entre le pourcentage sur le flacon officinal de NaCl 0.9% et la concentration calculée après titrage a également été posée aux étudiants. Comme il n'y avait pas de réponse, l'enseignant leur a dit qu'il fallait convertir la concentration en pourcentage et faire la comparaison puis donner l'interprétation sur la conformité du produit.
- L'enseignant est passé dans chaque poste pour expliquer comment convertir la concentration pondérale en pourcentage en utilisant une feuille pour faciliter les formules.

- **Description de l'activité des étudiants :**

Dans les points suivants, nous présentons, d'une manière bien détaillée, l'activité des étudiants ainsi que les difficultés les ayant rencontrées lors du TP en question.

- 02 binômes avaient des burettes avec solution non transparente après le remplissage. Il y avait de précipité aux parois des burettes_→ L'enseignant a insisté encore une fois sur l'importance de bien laver et rincer les burettes avant le remplissage et cela pour tout matériel utilisé.
- Pour un binôme, la solution est restée jaune sans formation de précipité ni virage de couleur après l'ajout de 20 ml. Il a changé le réactif ensuite → suspicion d'un problème dans le nitrate d'argent qu'il a utilisé.
- Un autre binôme avait rencontré, pour la deuxième fois le problème précédent : la solution dans la burette n'étant pas transparente. En effet, l'enseignant lui a demandé de bien laver et rincer la burette avant d'effectuer le remplissage.
- Les étudiants ont respecté la modalité de titrage.
- Ils ont partagé le travail
- Un binôme n'a pas mis l'indicateur coloré et a tout de même attendu le virage qui n'a pas eu lieu
- Les étudiants ont nettoyé les verreries avec de l'eau distillée en premier lieu !
- Un autre binôme a refait l'essai mais il n'y a pas eu de coloration, et il n'y avait pas non plus de nitrate d'argent pour refaire l'essai. L'enseignant est intervenu en demandant de l'aide aux étudiants pour la préparation de solution pour ce binôme ainsi que le groupe suivant mais le temps était insuffisant pour refaire l'essai après la préparation de solution.
- La majorité des étudiants ne savaient pas comment convertir la concentration en pourcentage et ils ne pouvaient pas non plus déchiffrer ce que présentait le pourcentage mentionné sur le flacon officinale (c'est-à-dire 0.9% signifie 0.9 g dans 100 ml)
- D'autres difficultés rencontrées par les étudiants lors du TP :
 - Les étudiants ont rencontré des difficultés avec les verreries parce qu'ils n'ont pas suivi pas la consigne de l'enseignant relative au rinçage avant utilisation.
 - Difficultés dans les calculs de concentration.

Partie Pratique

- Difficultés dans la conversion des paramètres : de la concentration au pourcentage ou l'inverse

III.1.8. Séance d'observation n°08 :

- **Description de la séance :**

La huitième séance d'observation à laquelle nous avons assisté était le TP n°3 avec les étudiants de 3^{ème} année pharmacie. Ce TP est intitulé : analyse de l'eau dakin par spectrophotométrie d'absorption.

Les objectifs de ce TP sont les suivants :

- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration des ions permanganate à partir d'une courbe d'étalonnage en utilisant la loi de Beer-Lambert.
- Évaluer la conformité de la concentration de l'eau de Dakin officinale.

Le tableau ci-dessous présente quelques informations sur ce TP :

Tableau XIII : informations à propos du TP n° 08

TP n° 03	3ème année pharmacie
Date de la séance	13/04/2024
Horaire	De 13h30 à 14h00
Nombre totale des étudiants	14 étudiants
Nombre d'absence	0
Modalité de travail	04 binômes + 02 trinômes
Groupe	04 a
Nombre de postes du laboratoire occupés	06 postes
Durée de la séance de TP	01 h 30 min

Le matériel utilisé par les étudiants dans ce TP est :

Réactifs et produits : eau distillée, sel de mohr+, acide oxalique, acide sulfurique, solution mère de permanganate de potassium.

Verreries et appareils : fioles jaugées de 50ml, pipettes jaugées (05ml, 10ml, 20ml), béchers, pro-pipettes, tubes à essai en verre, spectrophotomètre.

- **Description de l'activité de l'enseignant :**

- L'explication des étapes et démarches du TP s'est faite par une vidéo envoyée préalablement aux étudiants.
- L'enseignant a posé, préalablement, des questions aux étudiants concernant ce qu'ils auront à faire dans ce TP. Nous les citons dans ce qui suit :
 - Quel est le but de ce TP ?
 - On dose quoi ? Quel est le principe actif ?
 - Quel est le principe du dosage ? Quels sont les démarches à suivre ?
C'est quoi la courbe d'étalonnage ?
- L'enseignant a schématisé ses explications sur le tableau et en traçant une courbe d'étalonnage pour faciliter la compréhension.
- Il a aussi schématisé l'appareillage du dosage, ce qu'il y avait dans la burette et ce qu'il y avait dans l'erlenmeyer.
- Il a également expliqué les étapes de dosage, le matériel nécessaire pour celui-ci, le contenu de chaque matériel, le principe de réaction et le principe de décoloration.
- "comment calculer la concentration ?" Cette question a été posée par l'enseignant aux étudiants avant de leur expliquer et simplifier, en utilisant le tableau, les formules. Il est passé ensuite entre les paillasses pour réexpliquer les équations et les formules pour le calcul de concentration
- L'enseignant a aussi expliqué l'utilisation du spectrophotomètre au premier trinôme qui est passé, comment l'utiliser et comment lire l'absorbance.
- Avant la manipulation, l'enseignant a donné aux étudiants des consignes à suivre pour éviter les erreurs et afin de bien gérer les réactifs et obtenir de bons résultats. Nous les citons dans ce qui suit :
 - Bien laver la burette avant remplissage.
 - Utiliser des béchers étiquetés pour les solutions utilisées.
 - Préparer deux erlenmeyers au même temps pour gagner du temps.
 - Vérifier l'inférieur de la burette pour s'assurer qu'il est bien rempli.
 - Faire deux essais aux minimums.
 - Arrêter le dosage si vous voyez une coloration rose clair.

Partie Pratique

- L'enseignant a posé des questions lors de la manipulation par exemple "quel est le rôle de l'ajout de l'acide sulfurique ?"
- L'enseignant a donné des consignes pour l'étape de dilution qui sont les suivants :
 - Utiliser la burette parce qu'elle est plus précise.
 - Faire attention au trait de jauge.
 - Bien mélanger le contenu de fiole.
- Les résultats n'étaient pas convenables malgré la dilution (absorbance >01), par conséquent, l'enseignant a préparé d'autres solutions, a fait des dilutions et les a mises dans des tubes puis il est passé par le spectrophotomètre pour la mesure d'absorbance (absorbance >02). Il a fait une dilution pour que la loi de Beer-Lambert soit utilisable.
- **Description de l'activité des étudiants :**
 - Lors de l'explication, les étudiants n'ont pas répondu à la majorité des questions posées par l'enseignant et ne savaient pas les démarches de dosage.
 - Les étudiants ont paru perturbés et semblaient attendre impatiemment pour terminer et sortir. Ce comportement a gêné l'enseignant surtout après avoir constaté que les résultats n'étaient pas convenables, il était donc obligé de refaire le travail par lui-même pour optimiser les résultats.
 - Un trinôme est passé avant les autres et a utilisé le spectrophotomètre pour leurs solutions. Ensuite, les trois étudiants ont ramassé leurs affaires pour sortir mais l'enseignant les a avertis qu'ils ont oublié une chose très importante pour le TP et qu'aucun étudiant n'a pu d'ailleurs détecter. Il s'agissait de la nécessité de mesurer l'absorbance de la solution d'eau de Dakin. Cela représentait le but principal du TP pour évaluer la conformité du produit.
 - En principe, selon la fiche technique, les étudiants devaient proposer un protocole de d'étalonnage, mais l'enseignant leur a donné le protocole.
 - Un binôme a dépassé le point d'équivalence → coloration violette
 - Les étudiants ont partagé le travail, mais ils ont tout de même trouvé des difficultés dans les calculs ce qui a poussé l'enseignant à expliquer encore une fois les formules.
 - Les étudiants ont trouvé aussi des difficultés dans le mélange de contenu de fiole parce qu'il y avait un seul bouchon de fiole qu'ils faisaient passer entre eux.
 - Plusieurs étudiants ont ajouté de l'eau distillée en ayant la fiole dans leurs mains et donc, il n'y avait pas de précision car on risquait de dépasser le trait de jauge.

III.1.9. Les grilles d'observation utilisées pendant les huit séances :

- **Grille d'observation du matériel :**

Tableau XIV : Résultats recueillis par la grille d'observation pour le matériel du laboratoire :

		Séanc e 01	Séanc e 02	Séanc e 03	Séanc e 04	Séanc e 05	Séanc e 06	Séanc e 07	Séanc e 08
Le matériel du laboratoire	Tout matériel indispensable pour ce TP est disponible	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Non
	Tout matériel est suffisant	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
	Matériel en bon état de fonctionnement	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
	Matériel indispensable prêt à l'emploi	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui

Selon les résultats mentionnés dans le tableau ci-avant :

- Tout matériel nécessaire pour les TP était disponible dans les 06 séances auxquelles nous avons assisté, mais ce n'était pas le cas pour deux autres séances où le matériel était manquant. On prend comme exemple le TP n°06 étant en faveur des étudiants de 3^{ème} année, et où le méthanol a été remplacé par l'éthanol parce qu'il n'était pas disponible. Il en va de même pour le dernier TP, où les fioles étaient disponibles mais sans bouchons. Il n'y avait qu'une seule fiole avec le bouchon, ce qui fait que les étudiants ont trouvé une difficulté lors du mélange du contenu de leurs fioles.
- Généralement, on pourrait dire que le matériel était suffisant, excepté certains cas. Par exemple dans la séance 07, le réactif était insuffisant (puisque les étudiants ne lavaient

Partie Pratique

pas bien les burettes, ils ont été obligés de verser le réactif rempli puisqu'il y avait du précipité, les bien laver et les remplir une autre fois).

- Dans les 07 séances de TP, le matériel était en bon état de fonctionnement sauf pour le TP 07. En effet, l'enseignant suspectait qu'il y avait un problème relatif au réactif de nitrate d'argent parce que la solution d'un binôme restait jaune sans formation de précipité ni virage de couleur après l'ajout de 20 ml du réactif dans l'étape du titrage.
- Le matériel nécessaire était toujours prêt à l'emploi, mais pour ce qui concerne les verreries, les étudiants devaient toujours les rincer avant utilisation. Mais dans le TP 07, les burettes contenaient plein de précipité sur les parois, et ce même après que les étudiants les ayant lavés. Elles nécessitaient donc un nettoyage un peu plus profond.

*Grille d'observation pour les étudiants :

		Séance 01	Séance 02	Séance 03	Séance 04	Séance 05	Séance 06	Séance 07	Séance 08
Les étudiants	La participation des étudiants	3/13	5/11	3/11	5/10	8/11	5/12	6/12	3/14
	Les étudiants rencontrent des difficultés	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Oui	Oui
	Tous les étudiants respectent les consignes données par l'enseignant	Non	Non	Non	Oui	Oui	/	Non	Non
	Les étudiants rincent le matériel et nettoient le paillasson à la fin de séance	Oui							
	Les étudiants utilisent efficacement le matériel et instruments du laboratoire	Oui	Non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Non
	Ils demandent	Oui							

Partie Pratique

de l'aide en cas de blocage									
Ils font attention au matériel qu'ils utilisent	Oui								
Ils respectent le droit de parole	Oui								

- La participation des étudiants lors des séances de TP :

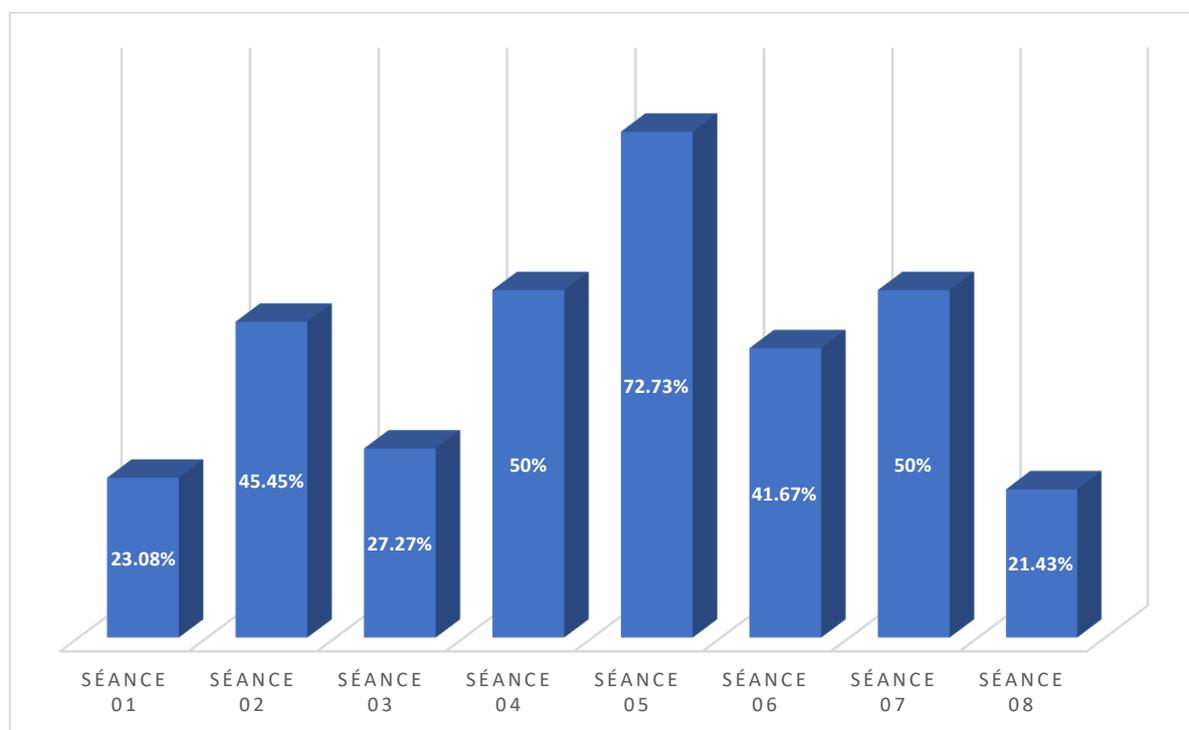


Figure 7 : Participation des étudiants lors des séances de TP

La réactivité des étudiants diffère d'une séance à une autre, au sein du même niveau d'étude et lorsqu'on passe d'un niveau à un autre. Le taux le plus élevé de participation était dans la cinquième séance qui représente le premier TP des étudiants de 3ème année pharmacie, avec un pourcentage de 72,73 %. Dans ce TP, les étudiants étaient vraiment motivés et leur engagement était excellent. Ils ont manipulé une méthode de séparation, une méthode d'analyse qualitative pour la séparation des constituants du paprika. On peut interpréter ce taux de participation par la familiarisation des étudiants avec le laboratoire de

Partie Pratique

chimie analytique puisqu'ils ont fait des TP en 2^{ème} année, mais aussi, puisque la méthode analytique est qualitative, ne demande pas de calculs, vu que le problème le plus rencontré par les étudiants lors des TP était avec les formules et les calculs.

Le taux participation le plus bas qu'on a pu constater était dans huitième séance avec un pourcentage de 21,3%. Il correspondait au dernier TP de l'année universitaire des étudiants en 3^{ème} année pharmacie et qui avait lieu en fin d'année. Les étudiants étaient démotivés et la réactivité était presque nulle. Quant aux autres TP le pourcentage de participation a varié entre 23,08 % et 50 %.

Selon les autres résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus, sur les 08 séances d'observations auxquelles on a assisté, on pourrait dire :

- Les étudiants ont rencontré des difficultés dans 05 TP alors que 03 TP sont passés sans aucune difficulté significative. Les difficultés les plus récurrentes dans ces TP étaient dans les méthodes analytiques quantitatives qui nécessitent des calculs et des conversions de formules ou une utilisation de formules d'incertitudes.
- Aussi, les étudiants ont réagi différemment face aux consignes données par l'enseignant. Dans 07 TP, l'enseignant a donné des consignes. Parmi eux, il n'y a que deux TP où tous les étudiants ont respecté ces consignes alors que dans 05 TP plusieurs étudiants n'ont pas suivi les consignes et cela avait un impact négatif sur leurs travaux et leurs résultats ...
- Dans 04 TP, les étudiants ont utilisé efficacement le matériel et les instruments du laboratoire. Cependant, dans 04 autres TP, ils ne les ont pas utilisés correctement dans certaines situations. Par exemple, dans le titrage, plusieurs étudiants n'ont pas suivi le mode de titrage donné par l'enseignant. Dans la préparation des solutions, généralement, ils ont ajouté l'eau distillée avec les fioles dans leurs mains, dépassant ainsi souvent le trait de jauge. De plus, dans le TP de CCM, après l'imprégnation de la plaque dans la cuve, la cuve doit normalement rester fermée pour atteindre la saturation. Cependant, les étudiants l'ont ouvert plusieurs fois et parfois l'ont laissé ouverte en parlant entre eux.
- Dans tous les TP :
 - Les étudiants ont rincé le matériel et nettoyé le paillasson à la fin de chaque séance.
 - Ils faisaient attention au matériel qu'ils utilisaient.
 - Ils respectaient le droit de parole.

Partie Pratique

- Ils demandaient de l'aide en cas de blocage.
- **Grille d'observation pour l'enseignant :**

Séances		Séance n° 01	Séance n° 02	Séance n° 03	Séance n° 04	Séance n° 05	Séance n° 06	Séance n° 07	Séance n° 08
L'enseignant	L'enseignant et la gestion du temps	Bien géré							
	Il respecte les objectifs visés	Oui							
	Les tâches proposées correspondent aux apprentissages visés	Oui							
	L'enseignant mentionne des consignes pour le bon déroulement et évite les erreurs	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
	Les consignes sont claires	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	/	Oui	Oui
	La prise de paroles est gérée	Oui							
	Les erreurs sont prises en compte	Oui							
	Bonne utilisation de la voix (débit/volume/intonation/modulation)	Oui							
	Langage oral correct et approprié	Oui							
	Outils pédagogiques utilisés :	Laboratoire scientifique (matériel)							

Partie Pratique

		iel verrer ies) +table au fascic ule de TP	el verrerie s) +tablea u +fascic ule de TP	el verrerie s) +tablea u + fascicul e de TP +cahier s des étudiant s	iel verrer ies) +table au +fasci cule de TP	el verrerie s) +tablea u fascicul e de TP	que (mat ériel verr eries) +tab leau fasci cule de TP	que (mat ériel verr eries) +tab leau fasci cule de TP	riel verrer ies) +tabl eau fascic ule de TP
	Le support fourni aux étudiants est de bonne qualité	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

Selon les données du tableau ci-dessus :

- Dans tous les TP : Le temps était bien géré, les tâches proposées correspondaient aux apprentissages visés, l'enseignant a respecté les objectifs visés, toutes les consignes mentionnées étaient claires, la prise de paroles était bien gérée, les erreurs ont été prises en comptes. Il y avait une bonne utilisation de la voix (débit/volume/intonation/modulation) par l'enseignant, son langage oral utilisé étant correct et approprié, le support fourni aux étudiants était de bonne qualité.
- Dans la quasi-totalité des séances de TP, l'enseignant a mentionné des consignes pour éviter les erreurs et améliorer le travail. Ces consignes sont mentionnées dans sept TP d'observation auxquelles nous avons assisté.
- Les outils pédagogiques utilisés par l'enseignant sont les mêmes pour tous les TP : laboratoire scientifique (matériel, verreries, équipements, ...), le tableau, fascicule de TP. Et parfois il utilise les cahiers des étudiants s'ils ont des difficultés en schématisant le montage de manipulation, simplifiant les formules ou illustrant l'obstacle rencontré.

III.2. Données recueillis par le questionnaire adressé aux étudiants :

- Nombre d'étudiants ayant participé à l'enquête :

Les étudiants qui ont participé à l'enquête sont au nombre de 89. La majorité de ceux-ci sont en 3^{ème} année de pharmacie avec un pourcentage de 97,75 %, tandis que les étudiants en 2^{ème} année de pharmacie représentent seulement 2,25 % des participants. (Figure 2)

Cet écart de participation est dû au fait que le questionnaire a été distribué aux étudiants de 3^{ème} année de pharmacie lors des séances de TD. Alors que pour les étudiants de 2^{ème} année de pharmacie, le questionnaire a été diffusé sous forme de "google form" sur le groupe de la promotion, donc nous n'avons reçu que deux réponses.

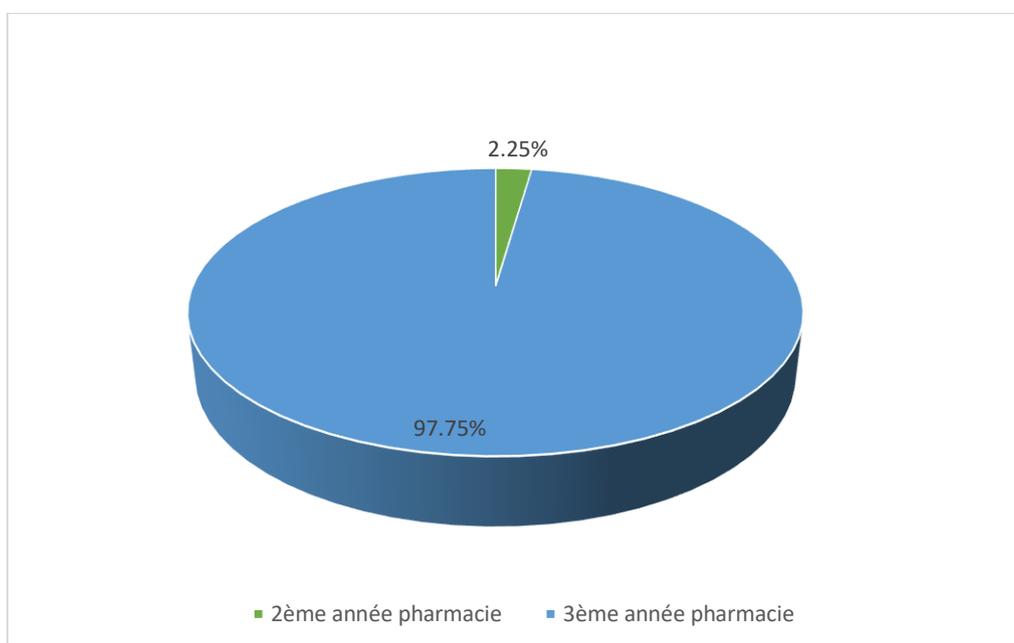


Figure 8 : Répartition des étudiants selon l'année d'étude en pharmacie

- Nombre de réponses pour chaque question :

Le questionnaire distribué aux étudiants comprend à 28 questions. Il existe plusieurs fiches qui ne sont pas remplies notamment.

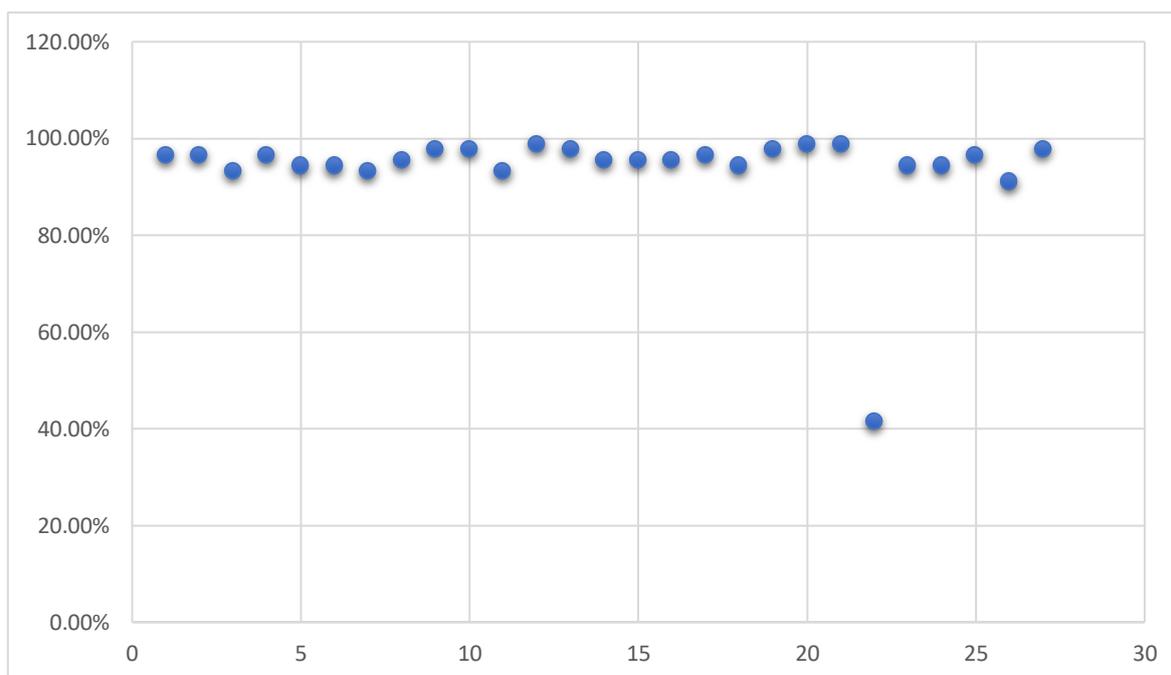


Figure 9 : Nombre de réponses reçues pour chaque question d'enquête.

Il existe plusieurs fiches du questionnaire où il y a une ou deux ou quelques questions sans réponse. La question pour laquelle nous avons reçu moins de réponses était la question directe (question 22) avec un pourcentage de 41,57%. Les autres questions ont obtenu des pourcentages allant de 91,01% (pour question 26) jusqu'à 98,88%, comme les questions avec un maximum de réponses (12, 20 et 21).

Représentation des résultats du questionnaire :

III.2.1. Les données en relation avec le matériel et outils pédagogiques utilisés :

01- La disponibilité et le bon état de fonctionnement du matériel indispensable pour le bon déroulement des séances des travaux pratiques de la chimie analytique :

Partie Pratique

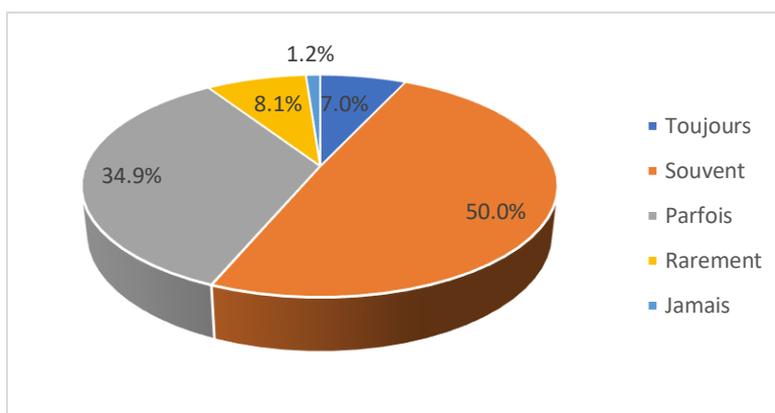


Figure 10 : Répartition des résultats des étudiants selon la disponibilité et le bon fonctionnement du matériel nécessaire pour les TP

Les résultats collectés auprès des étudiants montrent que la moitié des étudiants (50 %) trouvent que le matériel nécessaire est souvent disponible et en bon état de fonctionnement. Alors que 34,9 % trouvent qu'il est parfois disponible, et 8,1 % trouvent qu'il est rarement disponible, et 7 % trouvent qu'il est toujours disponible. Il y a seulement 1,2 % des étudiants qui ont choisi que le matériel indispensable n'est jamais disponible et n'est jamais en bon état de fonctionnement.

Le support est-il bénéfique pour la réalisation des TP et vous renseigne sur tout ce que vous devez faire durant le TP ?

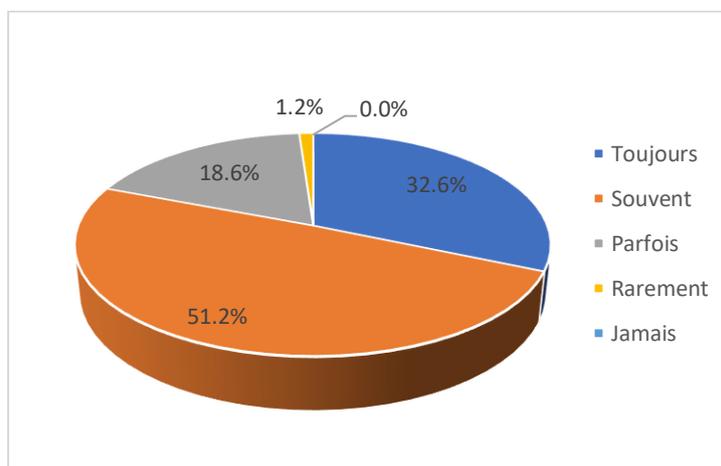


Figure 11 : Répartition des réponses des étudiants selon l'utilité support pour la préparation et la réalisation de TP

La figure nous indique que 51,2 % des étudiants affirment que le support de TP fourni par les enseignants est souvent bénéfique et les renseigne sur toutes les étapes du déroulement des TP. Alors que 32,6 % des étudiants trouvent qu'il est toujours bénéfique. 18,6 % des

Partie Pratique

étudiants ayant répondu à cette question trouvent qu'il est parfois bénéfique. Il y a 1,2 % parmi eux qui trouvent que le support est rarement bénéfique tandis qu'il n'y a aucune réponse affirmant que le support n'est jamais bénéfique (0 %).

02- Les objectifs des travaux pratiques de la chimie analytique sont-ils ?

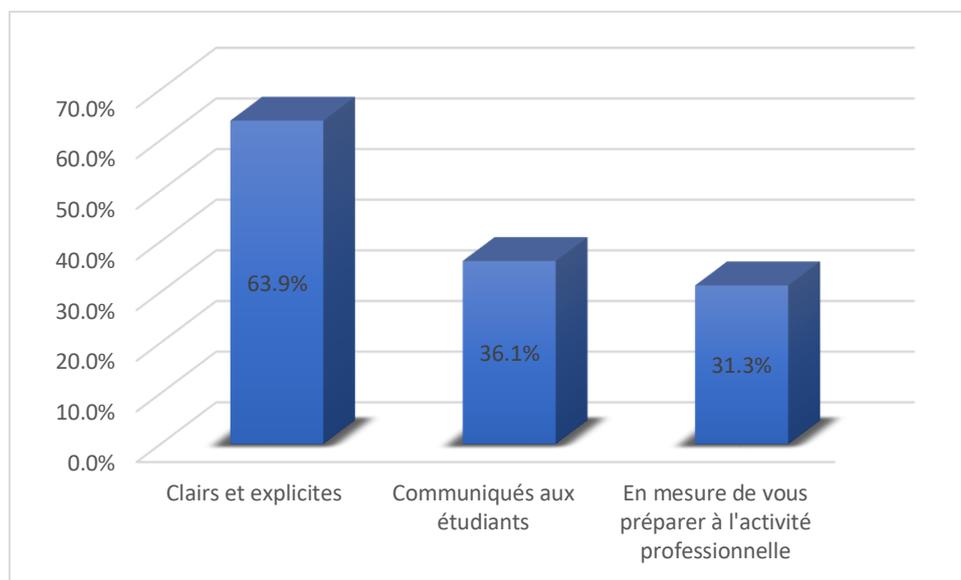


Figure 12 : Répartition des réponses des étudiants sur les objectifs des TP

Parmi les réponses recueillies pour cette question, 63,9% des étudiants constatent que les objectifs des TP de la chimie analytique sont clairs et explicites, et 36,1% pensent que les objectifs leur sont communiqués. Le pourcentage le plus bas représente 31,3% des étudiants qui pensent que ces objectifs les préparent à l'activité professionnelle.

03- Dans le laboratoire de chimie analytique :

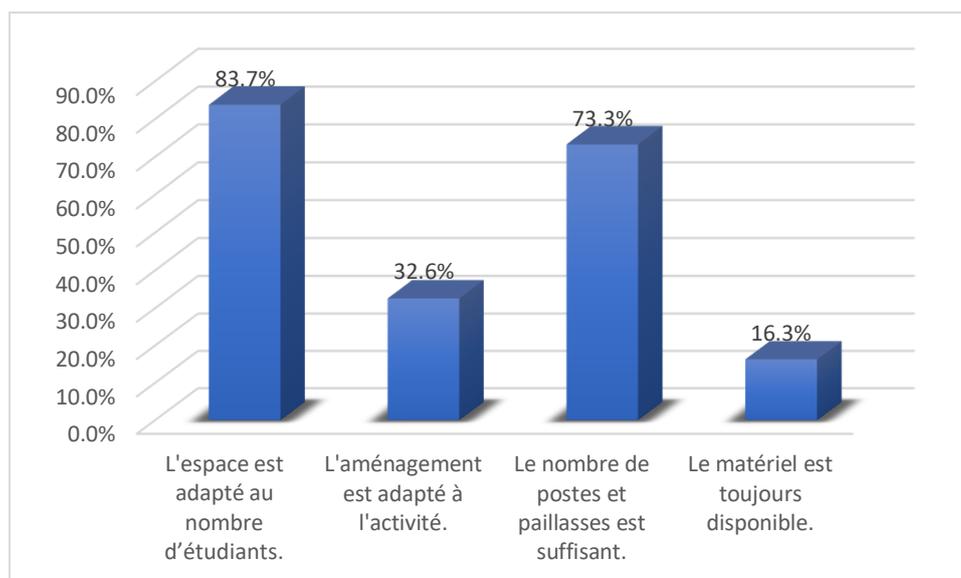


Figure 13 : Répartition des réponses des étudiants sur l'état du laboratoire

Pour ce qui concerne le laboratoire de la chimie analytique de la faculté de Tlemcen, la majorité des étudiants trouvent que l'espace est adapté au nombre d'étudiants avec un pourcentage de 83,7 %. 73,3 % estiment que le nombre de postes et de paillasse est suffisant et 32,6 % des étudiants affirment que l'aménagement est adapté à l'activité. Seulement 16,3 % d'entre eux voient que le matériel est toujours disponible.

04- Le contenu du fascicule des travaux pratiques de la chimie analytique :

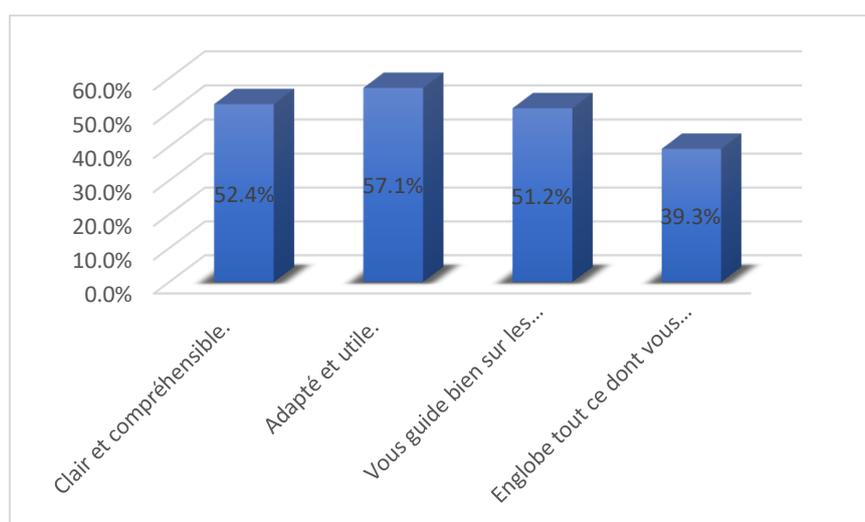


Figure 14 : Répartition des réponses des étudiants selon les caractères du fascicule de TP

D'après les résultats montrés dans la figure ci-dessus, le contenu du fascicule de TP est clair et compréhensible pour plus de la moitié des étudiants ayant répondu à cette question,

avec un pourcentage de 52,4 % alors que 57,1 % des participants pensent qu'il est adapté et utile. 51,2 % d'entre eux pensent qu'il les guide bien sur les démarches suivies et seulement 39,3 % trouvent qu'il englobe tout ce dont ils ont besoin dans leurs TP.

05- L'évaluation des apprentissages requis et des résultats de manipulation (compte rendu) est-elle juste et pertinente ?

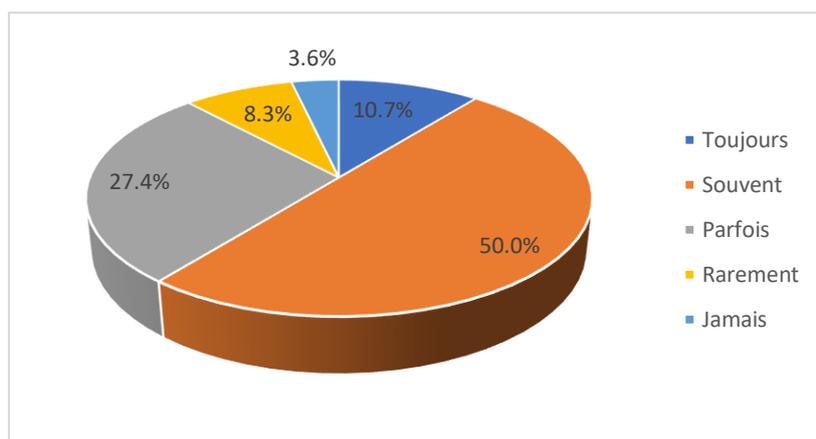


Figure 15 : Répartition des réponses des étudiants sur la question en relation au compte rendu

À partir des résultats obtenus, on constate que la moitié des étudiants estiment que le compte rendu est souvent juste et pertinent avec un pourcentage de 50 %. Tandis que 27,4 % d'entre eux trouvent qu'il est parfois juste et pertinent, et seulement 10,7 % affirment qu'il est toujours juste et pertinent. Le pourcentage de ceux qui trouvent qu'il est rarement juste et pertinent est de 8,3 % pour seulement 3,6 % selon lesquels il n'est jamais juste et pertinent.

06- De façon générale, diriez-vous que le matériel et les supports employés par vos enseignants dans l'enseignement théorique et pratique de la chimie analytique (tableau, PowerPoint, polycopiés, etc.) sont bien adaptés et facilitent vos apprentissages ?

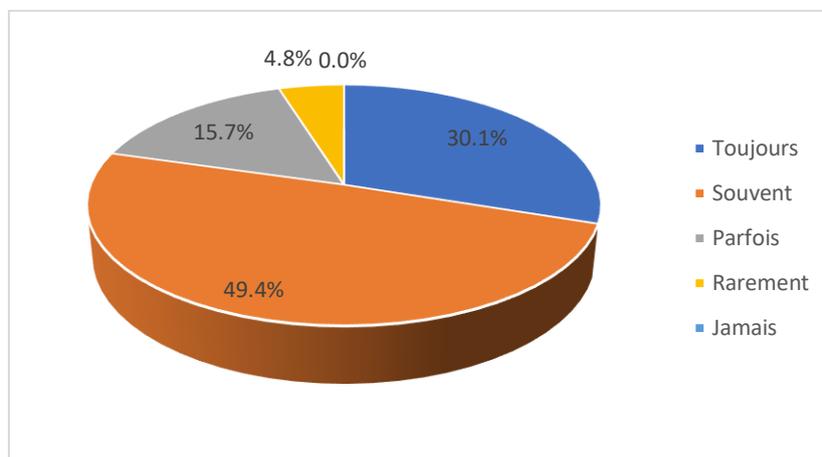


Figure 16 : Répartition des réponses des étudiants selon la contribution des outils pédagogiques utilisés par l'enseignant dans la simplification d'apprentissage

Selon les résultats montrés dans la figure 9, le matériel et les supports utilisés par les enseignants dans l'enseignement théorique et pratique de la chimie analytiques sont souvent bien adaptés et facilitent l'apprentissage, tel est l'avis de 49,4 % des étudiants ayant répondu à cette question. Ils sont toujours bien adaptés et facilitent l'apprentissage pour 30,1 %, et parfois bien adaptés selon 15,7 %. Le pourcentage le plus bas est de 4,8 %, il représente l'avis de ceux pensent que le matériel et les supports utilisés sont rarement bien adaptés. Il est à noter qu'il n'y a aucune réponse indiquant que ces outils pédagogiques ne sont jamais bien adaptés et ne facilitent pas l'apprentissage.

III.2.2.Des données relatives à l'enseignement de la chimie analytique et ses travaux pratiques (généralement des éléments qui concernent la durée de chaque séance, le nombre de séances et leur rapport avec l'enseignement théorique,) :

07- Le temps consacré pour une séance de TP :

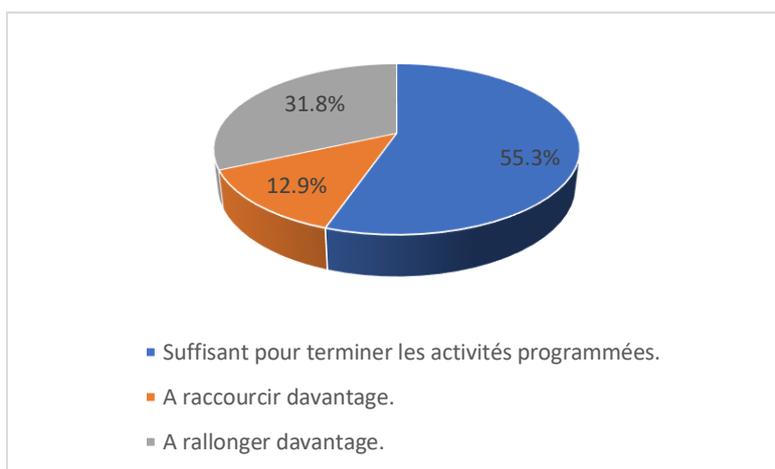


Figure 17 : Répartition des réponses des étudiants selon la satisfaction ou non du temps consacré pour chaque séance de TP

Le temps consacré pour une séance de TP est suffisant selon plus de la moitié des étudiants ayant participé à cette enquête, avec un pourcentage de 55,3% (Les deux étudiants en 2ème année de pharmacie trouvent qu'il est suffisant). Alors que 31% des étudiants souhaiteraient qu'il soit rallongé davantage contre 12,9% d'étudiants qui ont privilégié de le raccourcir davantage.

08- Selon les étudiants, le nombre des séances de travaux pratiques de la chimie analytique est :

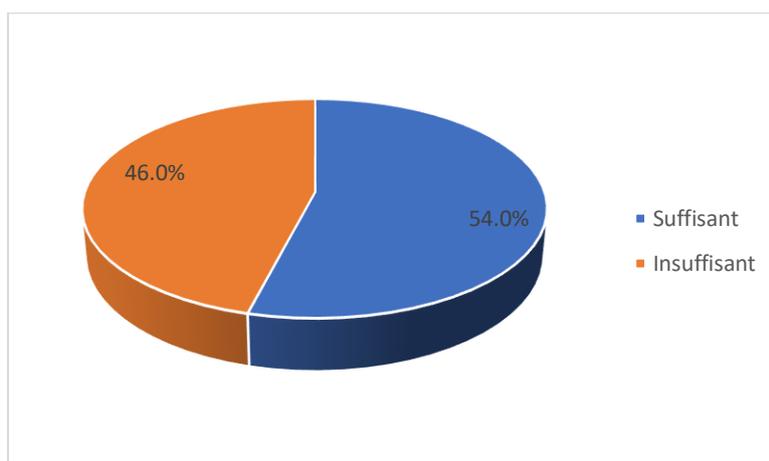


Figure 18 : Répartition de réponses des étudiants selon leurs avis sur le nombre des séances de TP

Partie Pratique

Parmi les étudiants qui ont répondu à cette question, 54 % trouvent que le nombre des séances de TP de la chimie analytique est suffisant, tandis que le reste des étudiants trouvent qu'il est insuffisant avec un pourcentage de 46 %.

09- La relation entre les travaux pratiques et les cours théoriques ainsi que leur complémentarité selon les étudiants

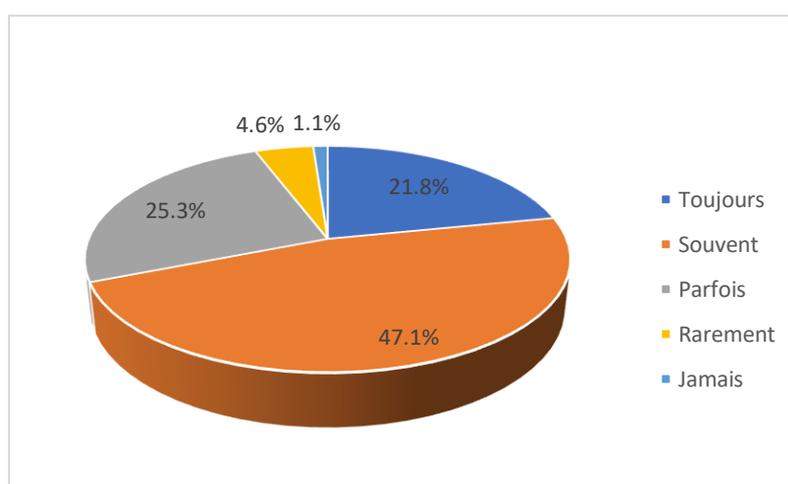


Figure 19 : Répartition des réponses des étudiants selon la relation entre les TP et les cours théorique.

Selon les données collectées lors de cette étude, les travaux pratiques (TP) sont souvent en relation avec les cours théoriques pour 47,1% des étudiants. Ils ne le sont que parfois pour 25,3%.

21,8% des étudiants trouvent que les TP sont toujours en relation avec les cours théoriques, et les complètent, tandis que 4,6% estiment qu'il y a rarement un rapport entre les éléments en question et seulement 1,1% soutiennent qu'il n'y a aucun lien ou complémentarité entre les TP et les cours théoriques.

10- L'organisation et la planification globale des TP sont :

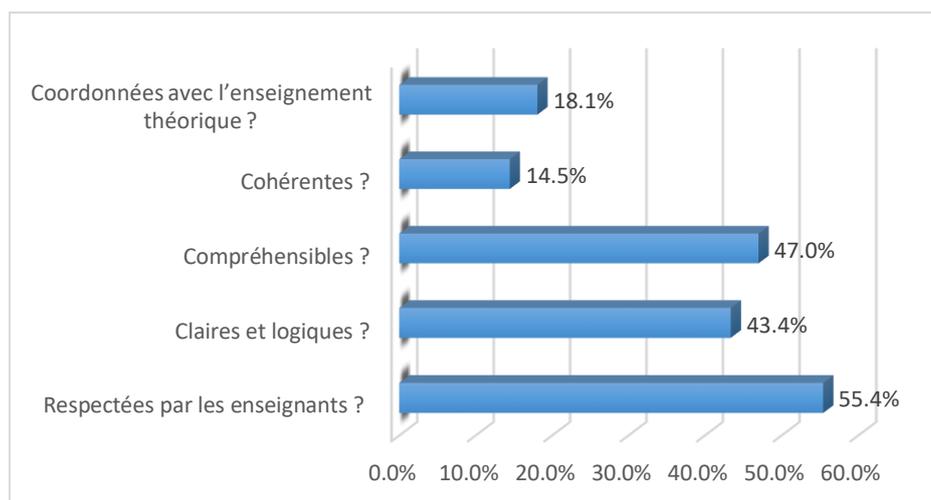


Figure 20 : Répartition des étudiants selon leurs avis sur l'organisation et la planification globale des TP

La figure 13 montre que l'organisation et la planification globale des TP sont respectées par les enseignants, telle est l'opinion de 55,4 % des étudiants. Elles sont compréhensibles pour 47 % d'entre eux, clairs et logiques pour 43,4 %, et coordonnées avec l'enseignement théorique pour 18,1 %. Tandis que seulement 14,5 % des étudiants trouvent qu'elles sont cohérentes.

11- L'utilité des travaux pratiques de la chimie analytique dans le cursus d'un pharmacien selon les étudiants :

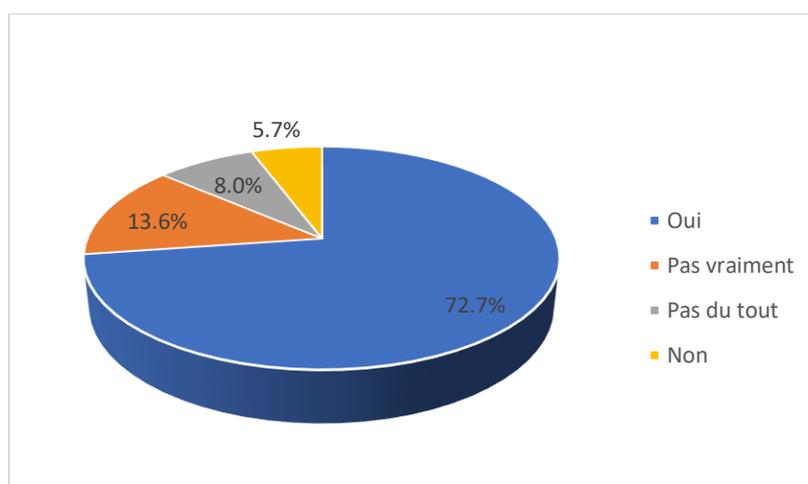


Figure 21 : Répartition des réponses des étudiants selon l'utilité des TP de la chimie analytique dans le cursus pharmaceutique

Partie Pratique

Les données illustrées dans la figure ci-dessus nous renseignent que le majorité des étudiants qui estiment que les TP de la chimie analytique sont utiles dans le cursus d'un pharmacien avec un pourcentage de 72,7 %. Ils ne sont pas vraiment utiles pour 13,6 % , et ne le sont pas pour 5,7 % . Seulement 08 % d'entre eux trouvent qu'ils ne sont pas du tout utiles dans leur cursus en tant que pharmacien.

La contribution des travaux pratiques de la chimie analytique à l'amélioration des compétences citées ci-après selon les étudiants :

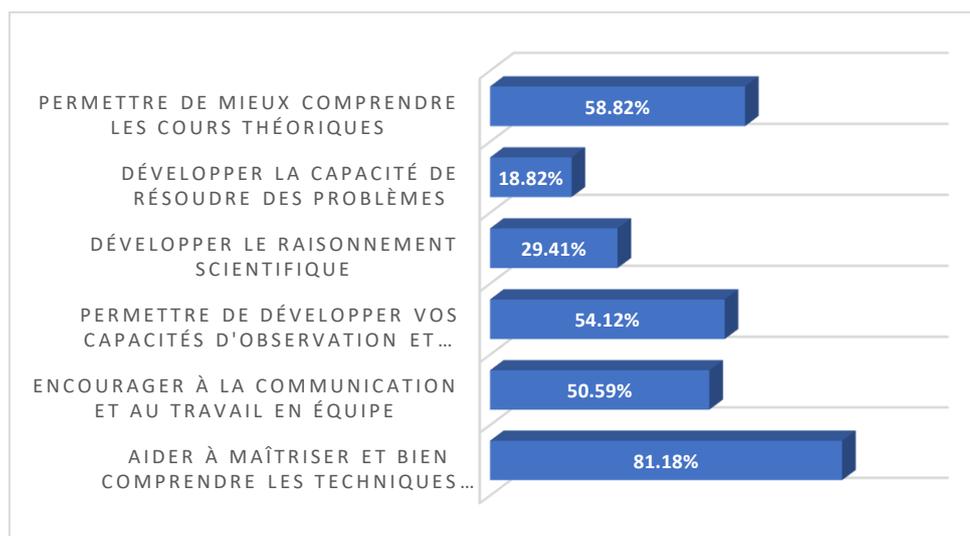


Figure 22 : Contribution des TP de la chimie analytique dans le développement de différentes compétences.

Selon les résultats recueillis, la quasi-totalité des étudiants estiment que les TP de la chimie analytique aident à maîtriser et à bien comprendre les techniques enseignées avec un pourcentage de 81,18 %. Alors que 58,82 % des étudiants avancent que ces TP leur permettent de mieux comprendre les cours théoriques, 54,12 % pensent qu'ils leur permettent de développer leurs capacités d'observation et d'interprétation, 50,59 % ont répondu qu'ils les encouragent à la communication et au travail en équipe. Les TP de la chimie analytique contribuent au développement du raisonnement scientifique pour 29,41 % et au développement de la capacité de résoudre les problèmes pour seulement 18,82 %.

12- Les motivations incitant les étudiants à se présenter aux cours de la chimie analytique :

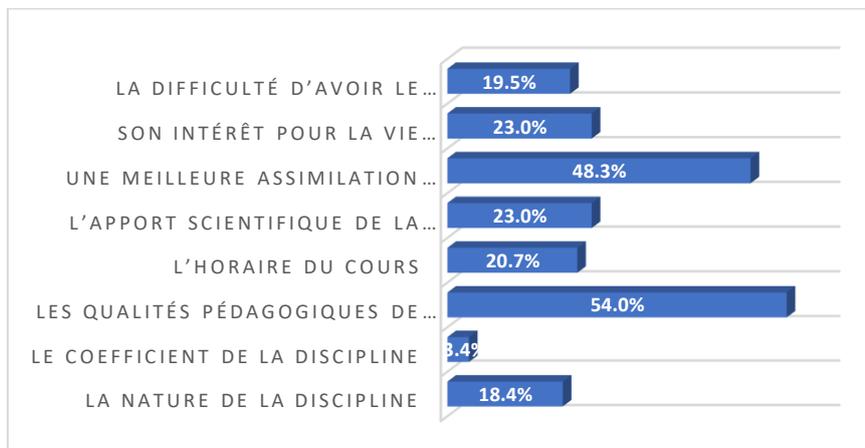


Figure 23 : Répartition des réponses des étudiants selon les facteurs qui les motivent pour la présence aux cours théoriques de la chimie.

La figure 15 montre que la présence des étudiants aux cours théoriques de la chimie analytique est motivée par : les qualités pédagogiques de l'enseignant pour 54 % des étudiants, une meilleure assimilation du cours pour 48,3 %, l'apport scientifique de la discipline pour 23 %, son intérêt pour la vie professionnelle pour 23 %, l'horaire du cours pour 20,7 %. Tandis que 19,5 % des étudiants affirment que leur présence est motivée par la difficulté d'avoir le cours ailleurs, 18,4 % par la nature de la discipline. Le coefficient de la discipline ne constitue un facteur de motivation que pour 3,4 % des enquêtés.

13- Comment évaluez-vous l'expérience académique globale que vous avez eue dans l'enseignement de la chimie analytique ?

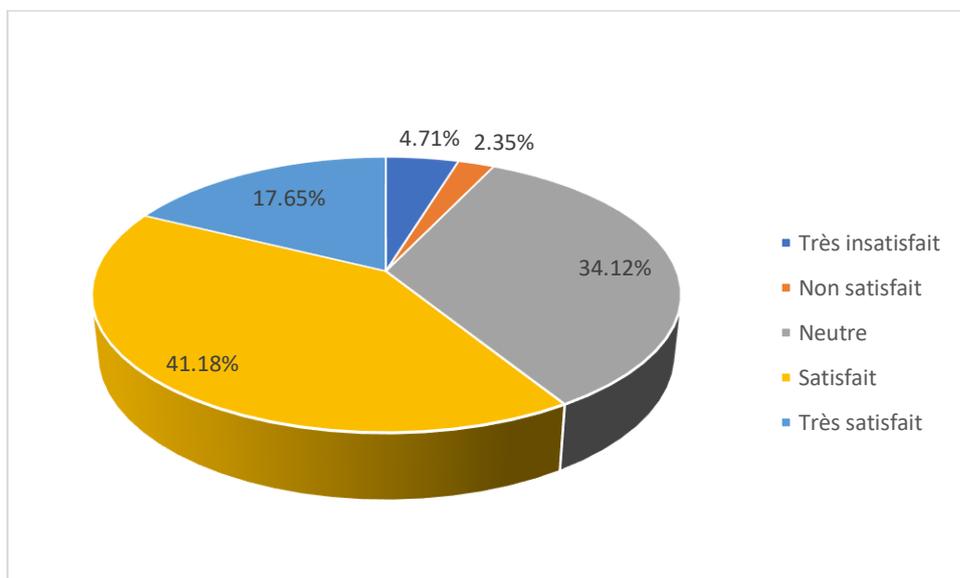


Figure 24 : Degré de satisfaction des étudiants face à leur expérience académique globale en chimie analytique

Les résultats mentionnés dans la figure ci-dessus montrent que l'expérience académique globale que les étudiants avaient eue dans l'enseignement de la chimie analytique est la suivante : satisfaite pour 41,18 % des étudiants, très satisfaite pour 17,65 %, très insatisfaite pour 4,71 %, et non satisfaite pour 2,35 % des étudiants répondants. Alors que 34,12 % des étudiants ont choisi d'être neutres.

14- Comment évaluez-vous la qualité générale de l'enseignement de la chimie analytique ?

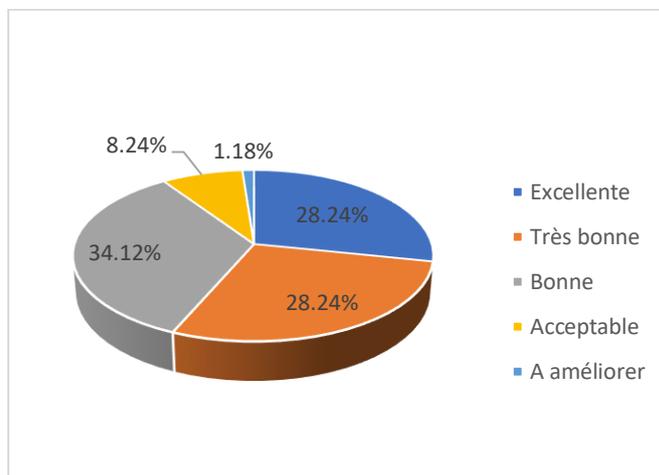


Figure 25 : Évaluation de la qualité générale de l'enseignement de la chimie analytique

D'après la figure 18, la qualité d'enseignement de la chimie analytique est la suivante : excellente pour 28,24 % des étudiants, très bonne pour 28,24 %, bonne pour 34,12 %, acceptable pour 8,24 % des participants et est à améliorer pour 1,18 % d'entre eux.

III.2.3. Les données en relation avec les étudiants :

15- Assisteriez-vous aux cours magistraux de la chimie analytique ?

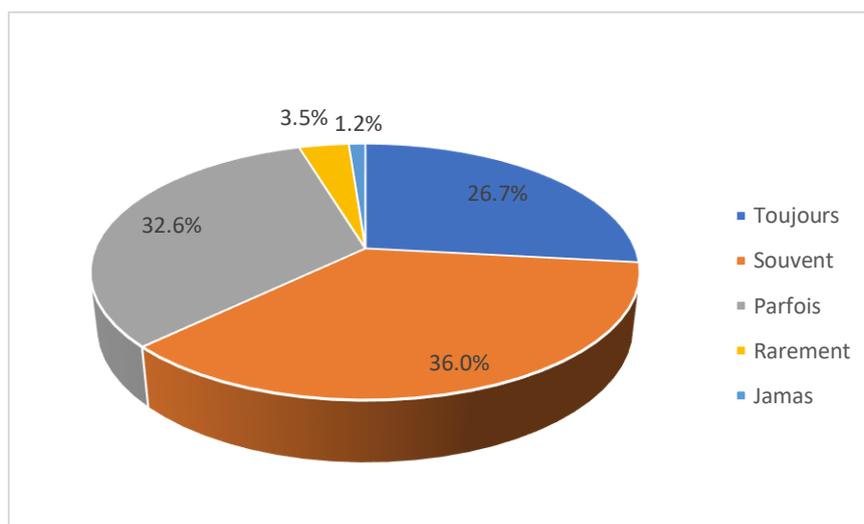


Figure 26 : la présence des étudiants aux cours magistraux de la chimie analytique

L'enquête a révélé que 36 % des étudiants assistaient souvent aux cours magistraux, 32,6 % des étudiants n'assistaient que parfois, 26,7 % ont assisté à tous les cours en question, tandis que 03,5 % et 1,2 % ont respectivement rarement ou jamais assisté.

16- Considérez-vous que l'attitude des enseignants en cours magistraux (intonations dans la voix, utilisation du langage corporel, déplacements dans l'amphithéâtre, maintien de l'ordre et de la discipline...etc.) soit en mesure de vous conduire à être plus attentif en cours ?

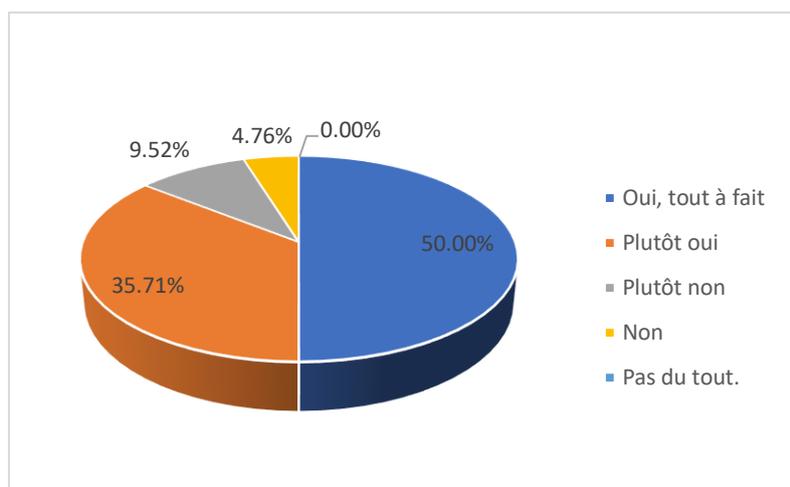


Figure 27 : L'influence de l'attitude des enseignants en cours magistraux sur l'attention des étudiants

La moitié des enquêtés étaient entièrement d'accord avec l'idée de la contribution de l'attitude des enseignants à rendre les étudiants plus attentifs tandis que 35,71 % disaient que c'est plutôt le cas contre 9,52 % qui se penchaient plutôt vers l'idée inverse et seulement 4,76 % ont tranché en disant qu'ils étaient entièrement contre l'idée de l'influence de l'attitude des enseignants en cours magistraux sur l'attention des étudiants.

17- La préparation des TP à domicile avant chaque séance par les étudiants ?

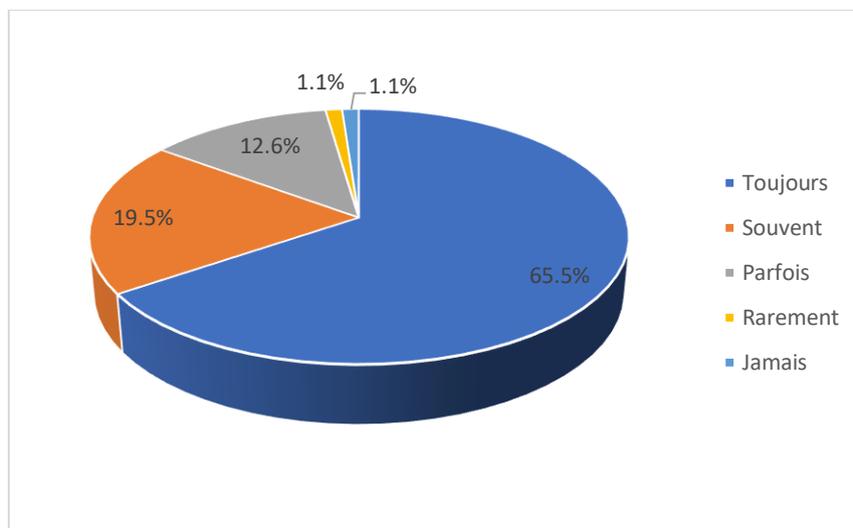


Figure 28 : Préparation de TP à domicile

Partie Pratique

Selon les données présentes dans le graphe ci-dessus, la plupart des étudiants préparent toujours leurs TP à domicile et 19,5 % d'entre eux le font souvent, alors que seulement 1,1 % des étudiants ne préparent jamais leurs TP à domicile.

18- Stratégies relative à la préparation des TP à domicile :

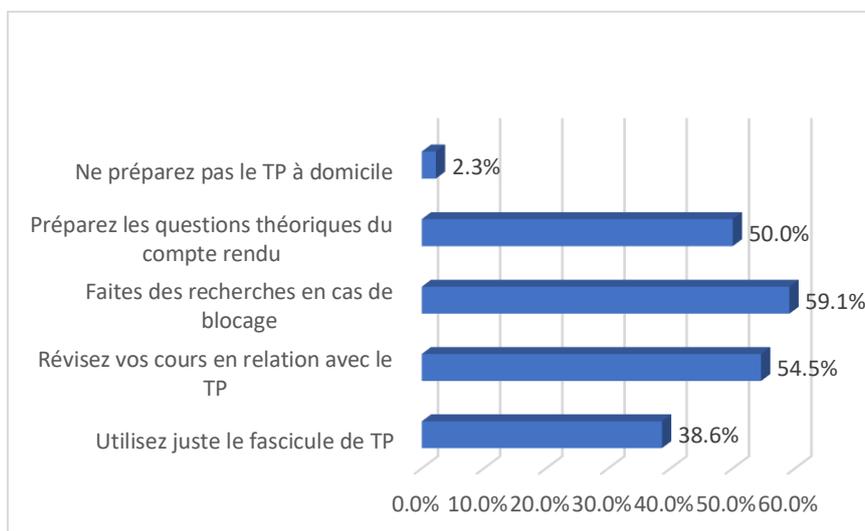


Figure 29 : Stratégies relative à la préparation des TP à domicile

Dans leur préparation, la plupart des étudiants ont dit qu'ils effectuent des recherches en cas de blocage avec un pourcentage de 59,1 % tandis que 54,5 % de la totalité révisent leur cours en relation avec le TP. La moitié de ces étudiants (50 %) ont affirmé qu'ils préparent les questions théoriques du compte rendu, alors que 38,6 % d'entre eux n'utilisent aucun support autre que le fascicule de TP. Le pourcentage le plus bas (02,3%) renvoie aux étudiants qui ne préparent pas leurs TP.

19- Le temps consacré, en moyenne, à chaque fois pour la préparation des TP à domicile (par les étudiants) :

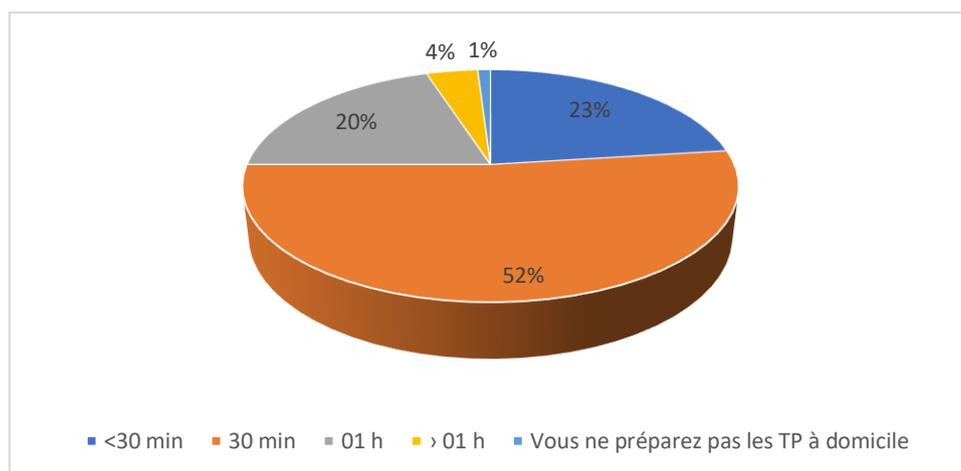


Figure 30 : Le temps consacré pour la préparation des TP à domicile

Selon le graphe ci-dessus 23 % des étudiants enquêtés préparent leurs TP en moins de 30 minutes, tandis que 20 % d'entre eux les préparent en une heure. La durée de préparation est d'environ 30 minutes pour 52 % des étudiants et de plus d'une heure pour 04 % d'entre eux. Enfin, 01 % des participants ne préparent pas leurs TP.

20- Suggestions des étudiants pour rendre les séances des travaux pratiques de la chimie analytique plus intéressantes et plus efficaces :

Le nombre de réponses reçues pour cette question ouverte est de 37 réponses sur 89 fiches de questionnaire.

Les suggestions des étudiants sont collectées dans le tableau suivant :

Tableau XV : Suggestions des étudiants pour rendre les séances des travaux pratiques de la chimie analytique plus intéressantes et plus efficaces

Les suggestions proposées par les étudiants	Nombre de réponses	Le pourcentage
-Maitre en disposition tout matériel et appareils nécessaire et ramener de nouveaux équipements	9	24,32 %
-Rallonger la durée du déroulement des TP	8	21,62 %
-Expliquer la manipulation préalablement par des vidéos pour faciliter la compréhension de principe et la méthode de travail	7	18,91 %
-Ajouter d'autres séances de TP	8	21,62 %

Partie Pratique

-Encourager les étudiants à travailler en leur donnant de meilleures notes adaptées à leurs efforts	3	8,10 %
-Amélioration de l'état du laboratoire	2	5,4 %
-Montrer le schéma de manipulation dans le fascicule.	1	2,7 %
-Proposer des activités d'apprentissage attrayantes.	1	2,7 %
-Mentionner en début de chaque séance l'utilité et l'objectif du TP dans le cursus pharmaceutique.	1	2,7 %
-Plus de TP sur l'analyse des médicaments et du principe actif.	1	2,7 %
-Améliorer la qualité des matériaux.	1	2,7 %
-Réduire le nombre de cours théoriques et les remplacer par des TP.	1	2,7 %
-Expliquer les méthodes d'analyses enseignées par des vidéos dans les cours théoriques.	1	2,7 %
-Réduire le contenu du cours en se basant sur ce qui est important pour la vie professionnelle du pharmacien.	1	2,7 %

Le tableau ci-dessus montre que les propositions sur lesquelles les étudiants ont insisté sont les suivantes : maitre en disposition tout matériel et équipement nécessaire avec un pourcentage de 24,32 %, rallonger la durée du déroulement des TP avec un pourcentage de 21,62 %, ajouter d'autres séances de TP pour 21,62 %, expliquer la manipulation préalablement par des vidéos pour faciliter la compréhension de principe et la méthode de travail pour 18,91 % des étudiants.

Sur 37 réponses reçus, 03 étudiants ont demandé d'améliorer les notes des TP pour les encourager à travailler davantage.

Les autres suggestions se résument dans ce qui suit: améliorer l'état des laboratoires, fournir des schémas de manipulation dans les supports de cours, proposer des activités d'apprentissage attrayantes, expliquer l' utilité des travaux pratiques en pharmacie, augmenter les TP sur l'analyse des médicaments, améliorer la qualité des matériaux, favoriser les TP au détriment des cours théoriques, expliquer les méthodes d'analyses par vidéos et se concentrer sur l'essentiel pour la vie professionnelle du pharmacien.

21- Les difficultés rencontrées par les étudiants dans les travaux pratiques de la chimie analytique

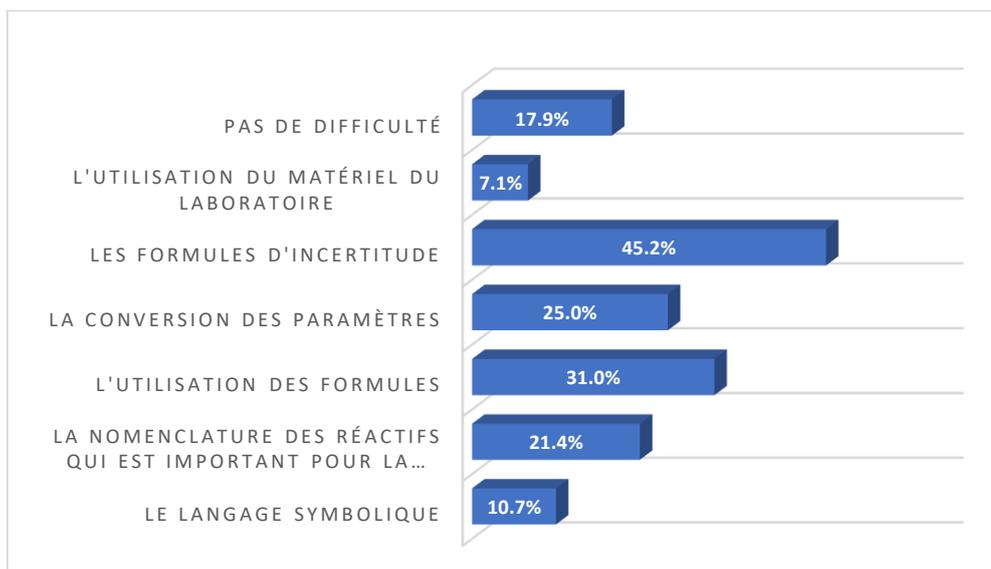


Figure 31 : les difficultés rencontrées par les étudiants dans les travaux pratiques de la chimie analytique

La figure n°25 montre que les difficultés les plus rencontrées par les étudiants sont les suivantes: les formules d'incertitude, l'utilisation des formules et la conversion des paramètres avec un pourcentage de 45,2 %, 31 % et 25 % respectivement. La nomenclature des réactifs constitue une difficulté pour 21,4 % des étudiants tandis que les difficultés les moins rencontrées sont le langage symbolique et l'utilisation du matériel du laboratoire avec un pourcentage de 10,7 % et 7,1 % respectivement. Enfin, 17,9 % des étudiants trouvent qu'ils n'ont aucune difficulté dans les TP.

III.2.4. Les données en relation avec les enseignants des TP de la chimie analytique :

22- Votre professeur répond-il à vos doutes sur sa matière lors des séances des travaux pratiques de chimie analytique ?

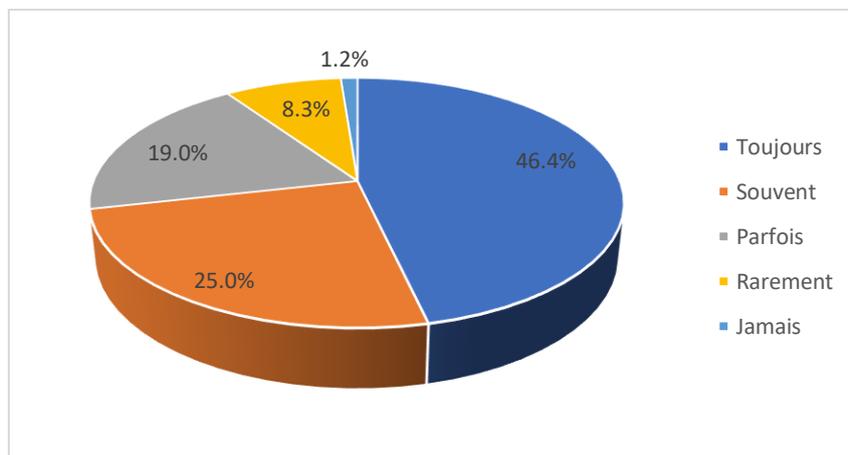


Figure 32 : Réponses de l'enseignant sur les doutes des étudiants sur sa matière dans les TP

Les résultats obtenus lors de notre enquête montrent que 46,4 % des étudiants affirment que l'enseignant répond toujours à leurs doutes sur sa matière. 25 % d'entre eux estiment qu'il leur répond souvent, tandis que 19 % des enquêtés disent qu'il leur répond « parfois ». Et seulement 1,2 % des étudiants trouvent qu'il ne répond jamais à leurs doutes.

23- Si vous trouvez un problème de la manipulation, vous demandez de l'aide et le mentionnez au professeur ?

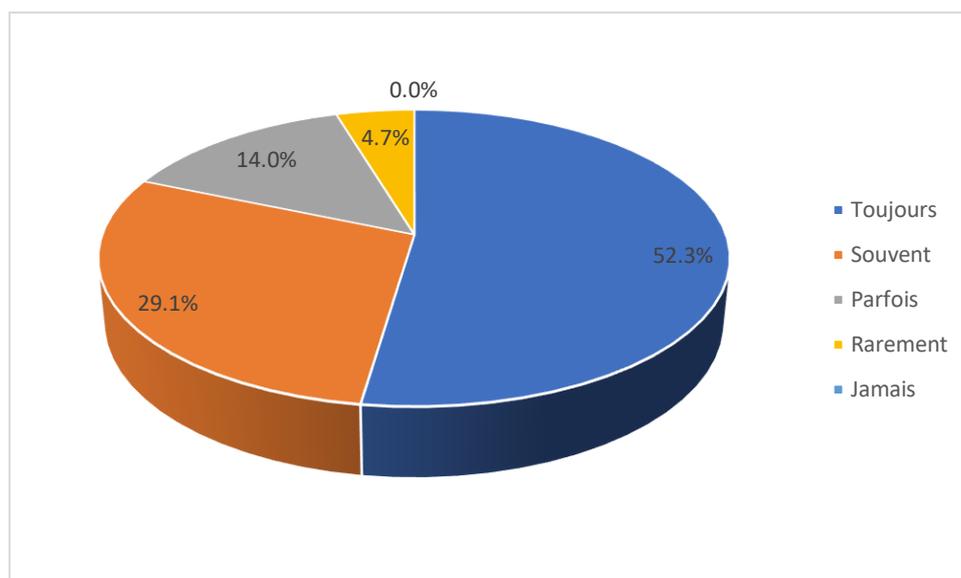


Figure 33 : Déclaration des problèmes rencontrés et demande de l'aide de l'enseignant par les étudiants lors des TP

La figure ci-dessus indique que la plupart des étudiants demandent toujours de l'aide de l'enseignant en cas de problème, avec un pourcentage de 52,3 %. Alors que 29,1 % d'entre eux le font souvent. Les problèmes rencontrés ont été parfois ou rarement déclarés pour 14 % ou 4,7 % des étudiants, respectivement.

24- Compétences et attitude des enseignants de la chimie analytique dans les travaux pratiques :

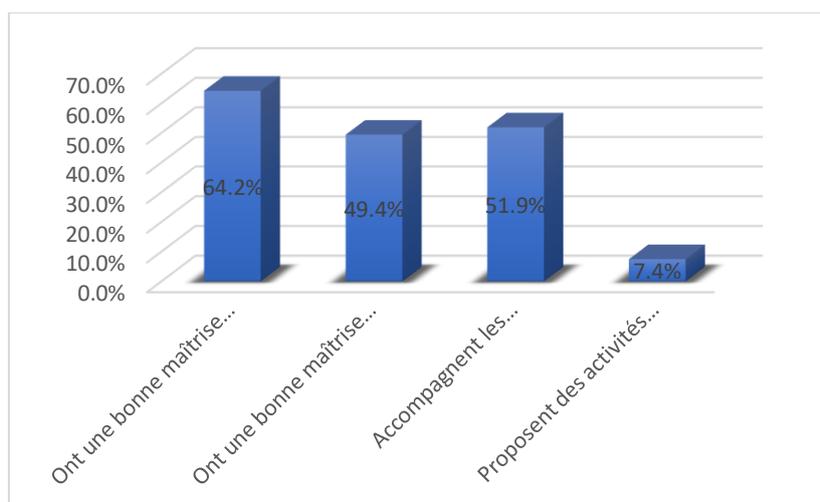


Figure 34 : Évaluation des compétences des enseignants selon les étudiants

Les enseignants des travaux pratiques de la chimie analytique ont une bonne maîtrise scientifique et technique de la matière en question pour la majorité des étudiants, avec un pourcentage de 64,2%. Ils ont également une bonne maîtrise pédagogique pour 49,4% des étudiants. Plus de la moitié des répondants trouvent que ces enseignants les accompagnent dans leurs activités, avec un pourcentage de 51,9%. Enfin, les enseignants proposent des activités d'apprentissage attractives selon seulement 7,4%.

25- Dans chaque séance de l'enseignement pratique de la chimie analytique, l'enseignant vous donne des remarques et des consignes pour éviter les erreurs et améliorer le travail

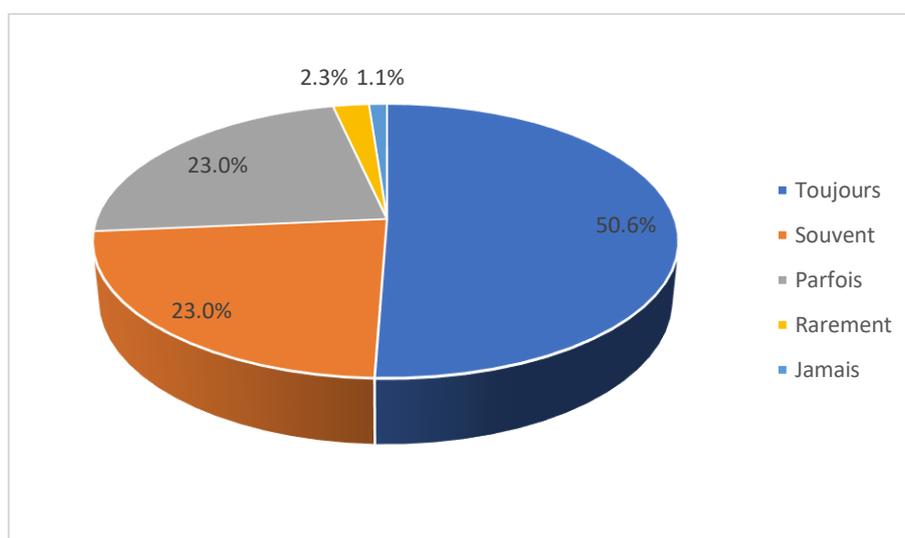


Figure 35 : Remarques et consignes de l'enseignant pour éviter les erreurs et améliorer le travail lors de chaque TP

Selon la quasi-totalité des étudiants, l'enseignant donne toujours, ou au moins souvent, des remarques et des consignes pour éviter les erreurs et améliorer le travail. 23 % des étudiants enquêtés estiment que l'enseignant ne le fait que parfois tandis que seulement 2.3 % estiment qu'il donne rarement des remarques et des consignes pour éviter les erreurs et améliorer le travail et 1.1% ont opté par le dernier choix « jamais ».

III.3. Données recueillies par le questionnaire d'auto-évaluation adressé aux enseignants :

Le nombre d'enseignants ayant participé à notre enquête est de 04.

III.3.1. Les données ayant un rapport avec le matériel, l'état du laboratoire, le déroulement des TP et les outils pédagogiques utilisés :

01- Je contribue à l'élaboration du support et du compte-rendu des TP :

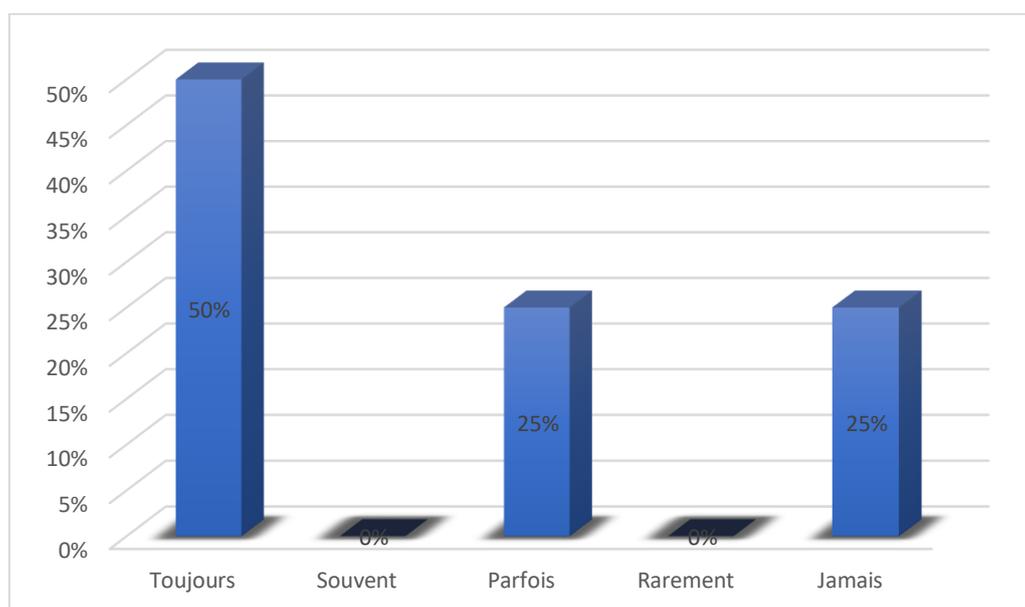


Figure 36 : Contribution des enseignants assurant des TP dans l'élaboration du support et du compte rendu

Selon les données chiffrées ci-dessus, 50 % des enseignants ayant participé à notre enquête contribuent toujours à l'élaboration du support et du compte rendu des TP tandis que 25 % d'entre eux contribuent parfois à son élaboration et 25 % n'y participent jamais.

02- Les notes du compte rendu selon les enseignants :

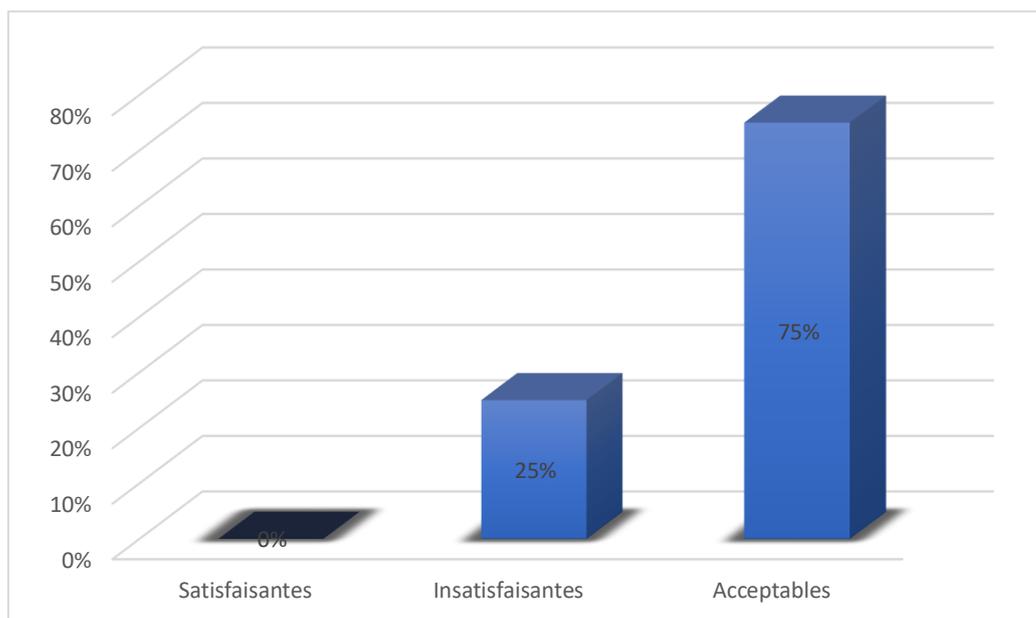


Figure 37 : Les notes des étudiants dans le compte rendu

La figure 31 montre que 75 % des enseignants trouvent que les notes des étudiants dans le compte rendu sont acceptables, tandis que 25 % estiment qu'elles sont insatisfaisantes. Ces notes ne sont satisfaisantes pour aucun enseignant.

03- Concernant le compte rendu :

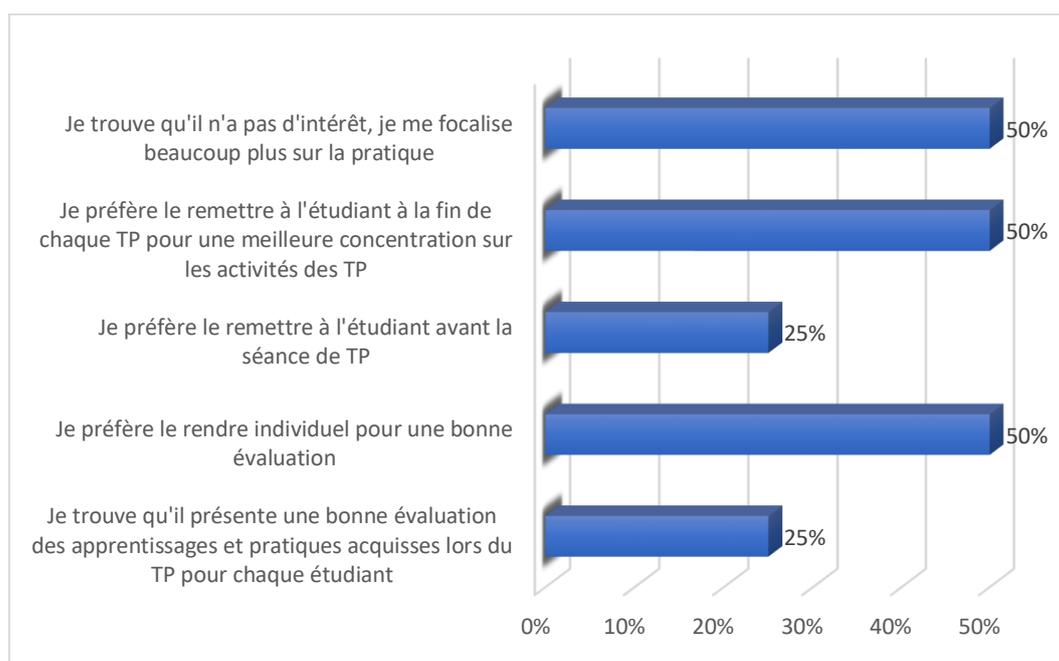


Figure 38 : L'évaluation des apprentissages acquis lors des TP (compte rendu)

Selon 50 % des enseignants, le compte rendu n'a pas d'intérêt, c'est la raison pour laquelle ils se focalisent beaucoup plus sur la pratique. Le quart des enseignants enquêtés trouvent que le compte rendu présente une bonne évaluation des apprentissages et pratiques acquises lors des TP pour chaque étudiant. En sus, la moitié des enseignants ayant répondu à notre enquête préfèrent le rendre individuel pour une bonne évaluation et 50 % préfèrent le remettre à l'étudiant à la fin du TP contre seulement 25 % qui préfèrent plutôt le lui remettre avant la séance des TP.

04- Les facteurs qui aident au bon déroulement des TP selon l'expérience des enseignants dans l'enseignement pratique de la chimie analytique :

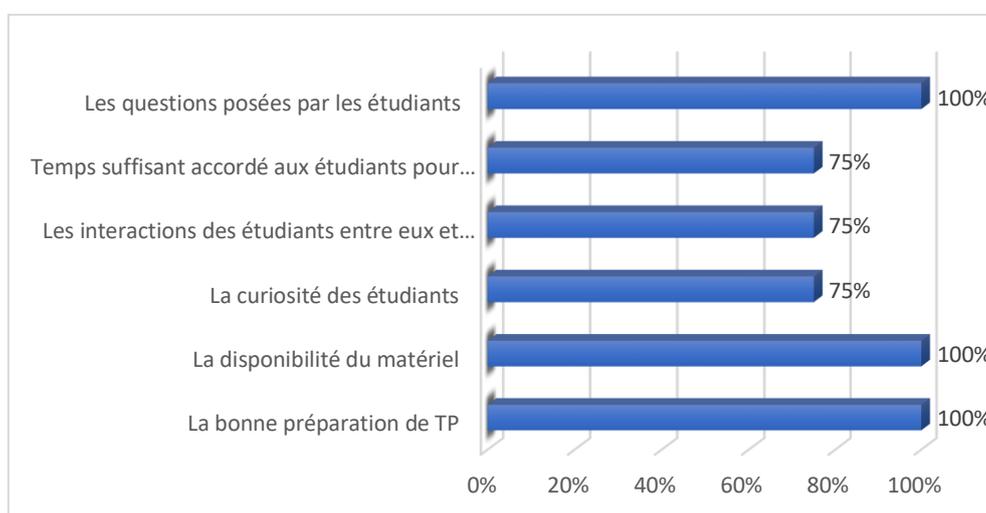


Figure 39 : Les facteurs qui aident au bon déroulement des TP

Tous les enseignants ayant participé à notre enquête pensent que les questions posées par les étudiants, la disponibilité du matériel et la bonne préparation des TP sont des facteurs importants pour le bon déroulement des TP. En outre, 75% de ces enseignants trouvent qu'un temps suffisant, la curiosité des étudiants et leurs interactions entre eux ou avec les enseignants améliorent les séances des TP.

05- L'université met en disposition tout matériel, équipement et réactifs nécessaires pour le bon déroulement des TP qui sont en bon état de fonctionnement :

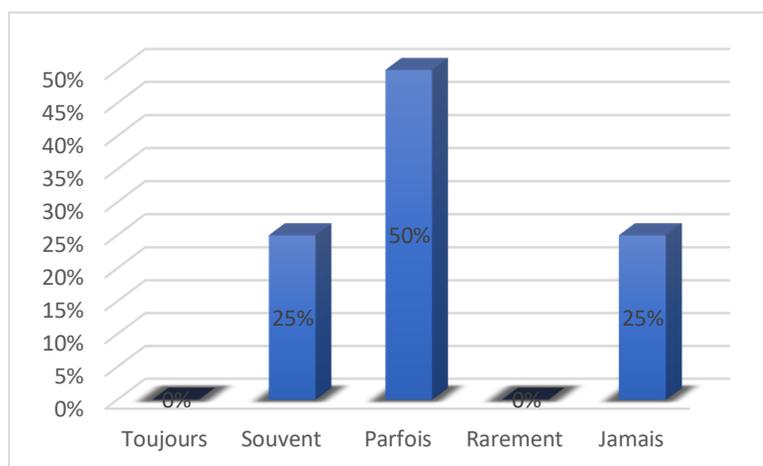


Figure 40 : Disposition de l'université de tout matériel nécessaire et son état de fonctionnement

Deux enseignants enquêtés trouvent que le matériel est parfois disponible et est en bon état de fonctionnement tandis qu'un seul enseignant estime qu'il est souvent disponible et un autre que trouve que l'université n'a jamais mis en disposition le matériel nécessaire.

06- Le temps consacré aux séances de TP est :

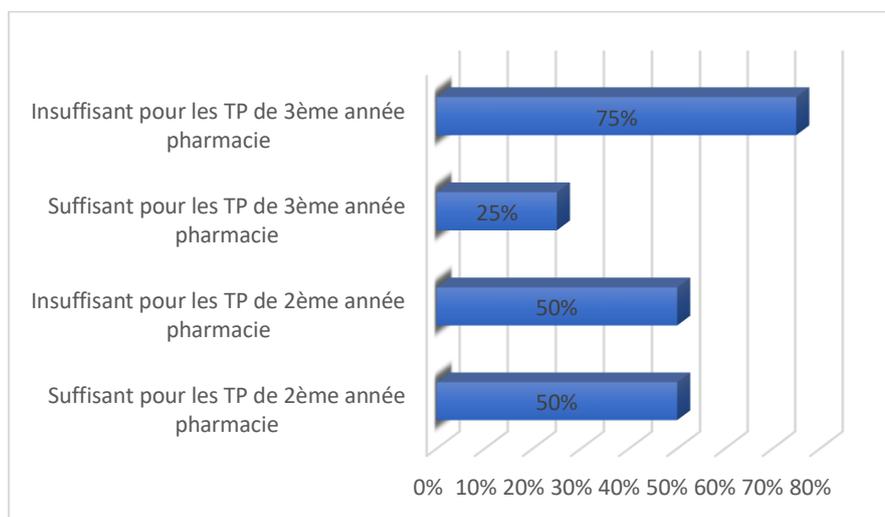


Figure 41 : Le temps consacré à chaque séance de TP pour les deux niveaux : 2^{ème} et 3^{ème} année en pharmacie

Le temps consacré pour une séance de TP est insuffisant pour les TP de 3ème année pharmacie pour la majorité des enseignants avec un pourcentage de 75 %, insuffisant pour les TP de 2ème année pharmacie selon la moitié des enseignants (50 %), tandis qu'il est suffisant pour les TP de 3ème année selon 25 %.

Enfin, 50 % des enseignants de TP enquêtés pensent qu'il est suffisant pour les TP de 2ème année.

07- Concernant le laboratoire de la chimie analytique, je trouve que :

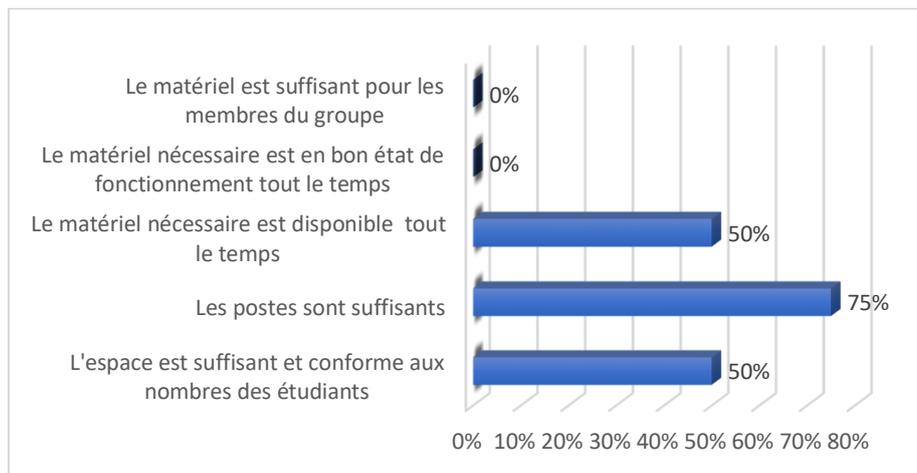


Figure 42 : L'état général du laboratoire de la chimie analytique

Selon les résultats mentionnés dans la figure : les postes sont suffisants selon 75% des enseignants, l'espace est suffisant et conforme au nombre des étudiants selon la moitié des enseignants. Alors que selon 50 % d'entre eux, le matériel nécessaire est disponible tout le temps. Et aucun professeur ne constate que le matériel est suffisant ou les équipements sont en bon état de fonctionnement.

08- Concernant les objectifs des TP :

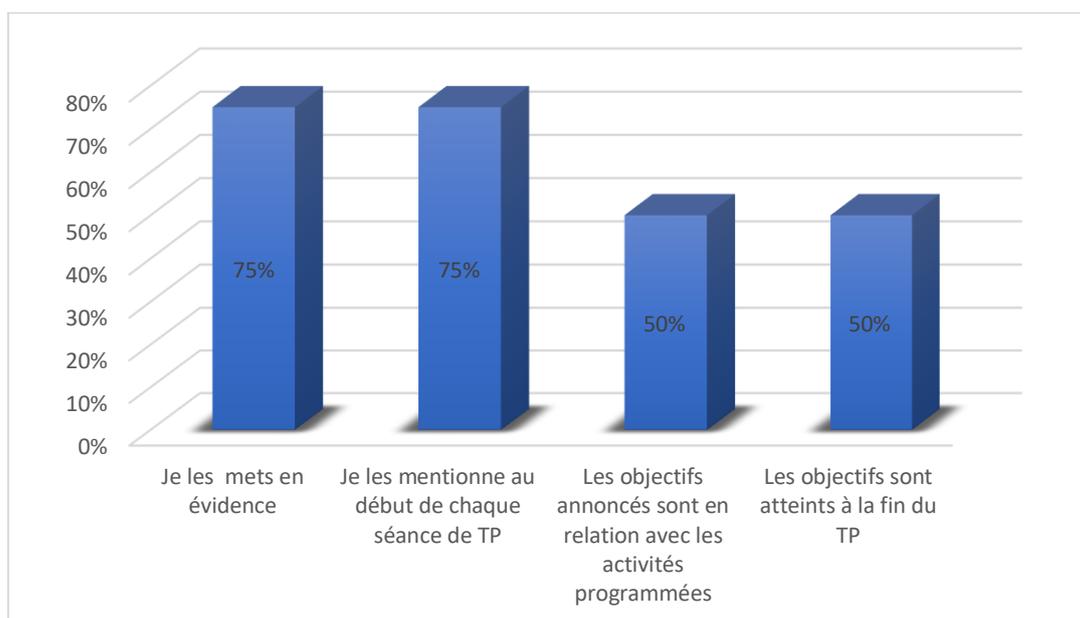


Figure 43 : Les objectifs des séances de TP

Selon les données de la figure ci-dessus, on constate que 75 % des enseignants enquêtés mentionnent les objectifs des TP au début de chaque séance et les mettent en évidence. Ces objectifs sont en relation avec les activités programmées pour 50% des enseignants et ils sont atteints à la fin des TP selon 50 % d'entre eux.

III.3.2. Données en relation avec les étudiants :

09- Les difficultés les plus fréquemment rencontrées par les étudiants lors des TP selon l'expérience des enseignants dans l'enseignement pratique de la chimie analytique :

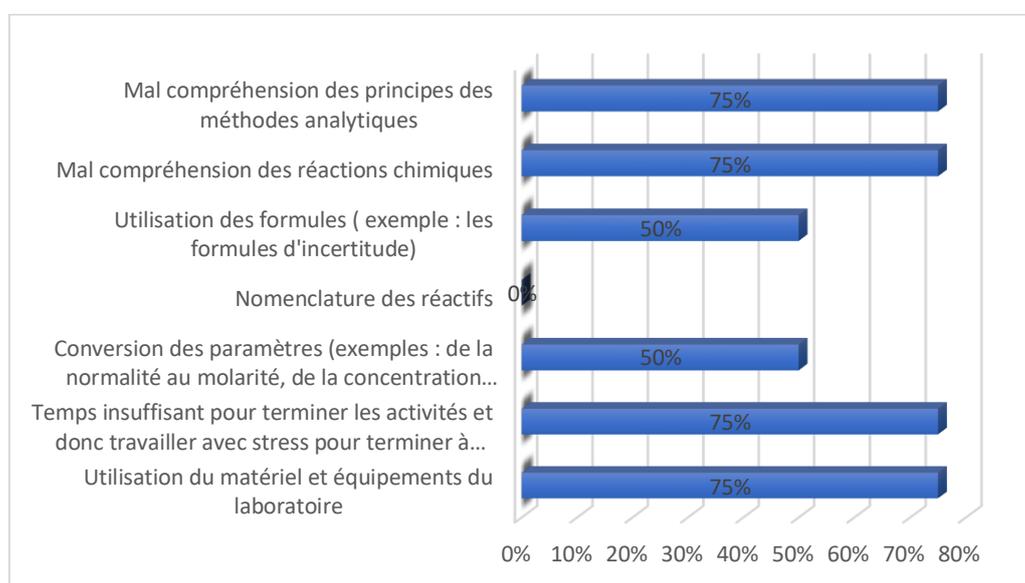


Figure 44 : Les difficultés les plus fréquemment rencontrées par les étudiants dans les TP selon les enseignants

La majorité des enseignants ayant répondu à notre enquête pensent que les difficultés les plus fréquemment rencontrées sont les suivantes : la mal compréhension des principes des méthodes analytiques ou des réactions chimiques, le temps insuffisant pour terminer les activités des TP et les difficultés dans l'utilisation du matériel du laboratoire. La moitié d'entre eux trouvent que l'utilisation des formules et la conversion des paramètres sont les difficultés les plus couramment rencontrées lors des TP.

10-Selon la réactivité des étudiants lors des TP de la chimie analytique, les enseignants trouvent que :

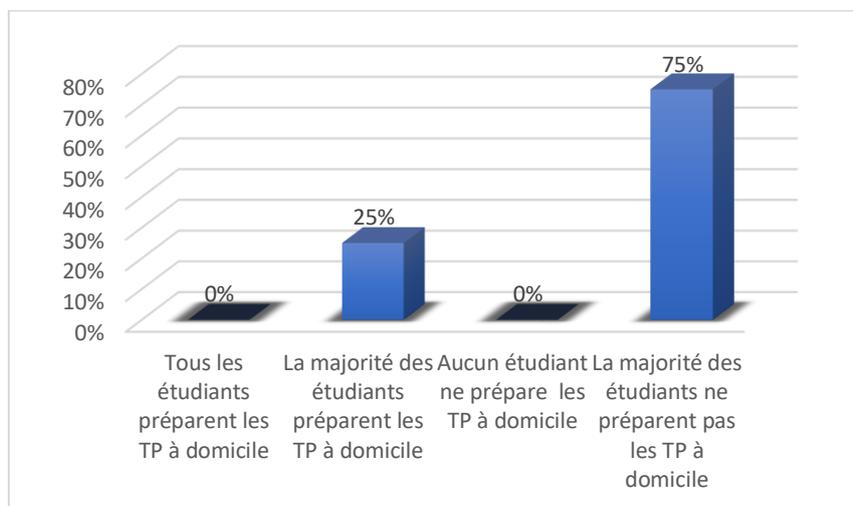


Figure 45 : Préparation des TP à domicile selon la participation et la réactivité des étudiants lors les TP

La figure ci-dessus montre que la majorité des enseignants trouve que la plupart des étudiants ne préparent pas leurs TP à domicile contre un seul enseignant qui affirme le contraire.

11- L'intérêt des étudiants par la chimie analytique dans les dernières années selon les enseignants :

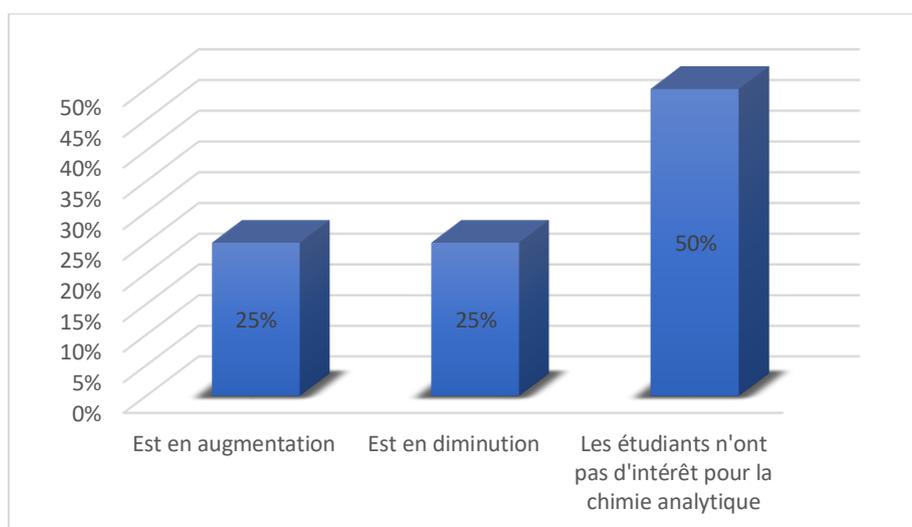


Figure 46 : Évolution de l'intérêt des étudiants pour la chimie analytique selon leurs enseignants

Partie Pratique

La figure montre que la moitié des enseignants ayant répondu à cette question trouvent que les étudiants n'ont pas d'intérêt pour la chimie analytique. Il y a un seul enseignant qui estime que cet intérêt est en diminution et un autre enseignant qui soutient l'idée inverse.

12- Je vois que les étudiants sont intéressés par les TP de la chimie analytique et les font en s'amusant :

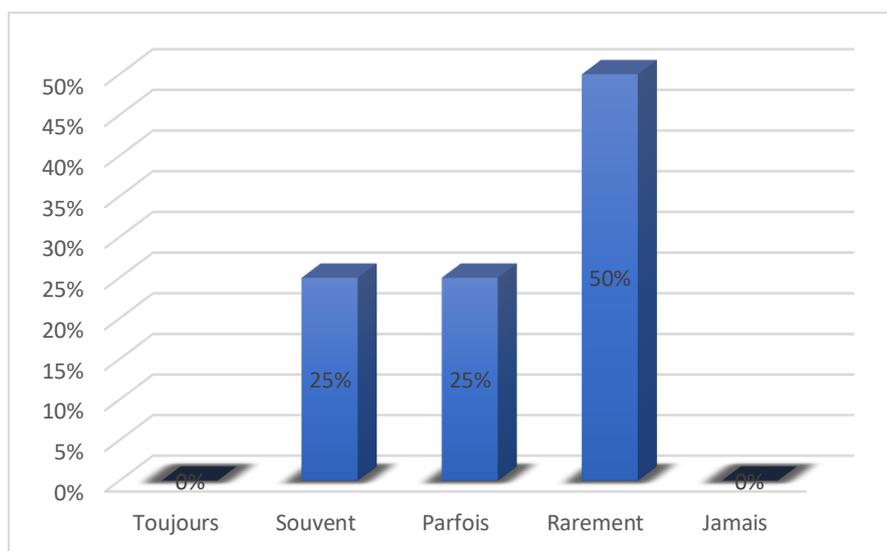


Figure 47 : Intérêt des étudiants lors des TP

Selon les résultats obtenus à l'issue de notre enquête, deux enseignants trouvent que c'est rare où les étudiants sont intéressés par les TP et les font en s'amusant. Il y a un seul enseignant qui pense qu'ils sont parfois intéressés par ces TP et un autre enseignant qui affirme qu'ils sont souvent intéressés par les TP et les font en s'amusant.

13- Selon les enseignants, les étudiants lors des séances des TP de la chimie analytique sont :

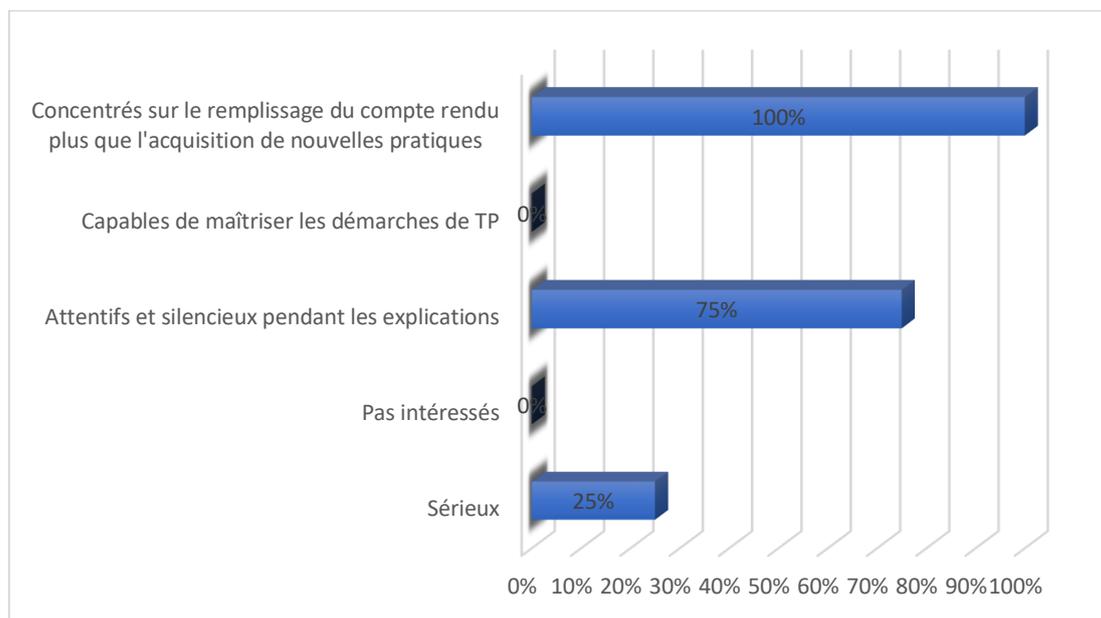


Figure 48 : Attitude des étudiants dans les séances des travaux pratiques

Selon la figure ci-dessus, tous les enseignants affirment que les étudiants sont plus concentrés sur le remplissage du compte rendu que l'acquisition de nouvelles pratiques. En outre, trois d'entre eux trouvent que les étudiants sont attentifs et silencieux pendant les explications. Il n'y a qu'un seul enseignant qui trouve que les étudiants sont sérieux et aucun enseignant n'estime qu'ils soient capables de maîtriser les démarches des TP.

14- Concernant les questions posées aux étudiants lors les séances d'enseignement pratiques de la chimie analytique :

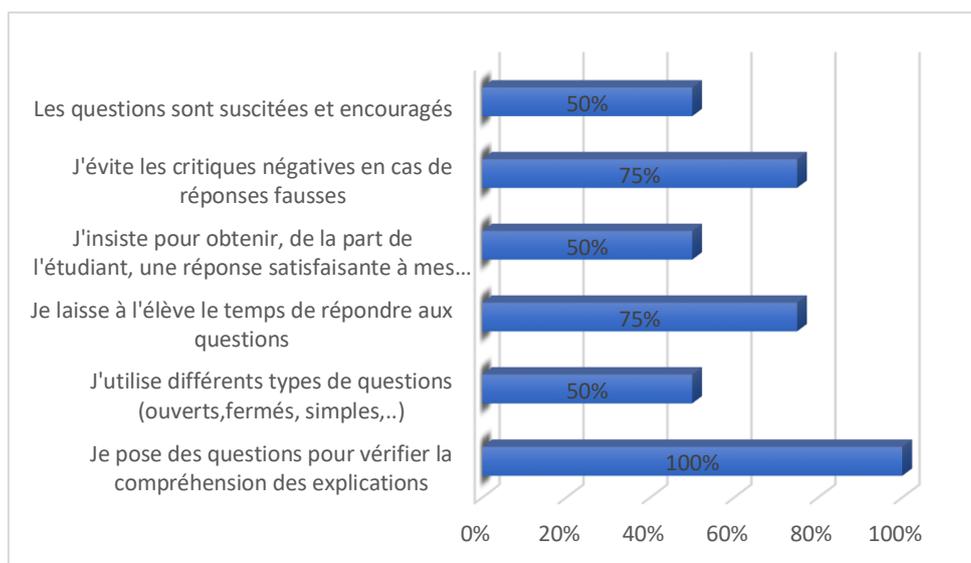


Figure 49 : Résultats concernant les questions posées par les enseignants lors des TP de la chimie analytique.

Selon la figure ci-dessus, on constate que tous les enseignants posent des questions pour vérifier la compréhension des explications. Trois enseignants laissent à l'étudiant le temps afin de répondre aux questions et éviter les critiques négatives en cas de fausses réponses. Il y a deux enseignants qui utilisent différents types de questions et insistent pour obtenir une réponse satisfaisante à leurs questions.

15- Concernant les consignes données aux étudiants lors de chaque TP visant à éviter les erreurs et améliorer le travail pour obtenir de bons résultats de manipulation

:

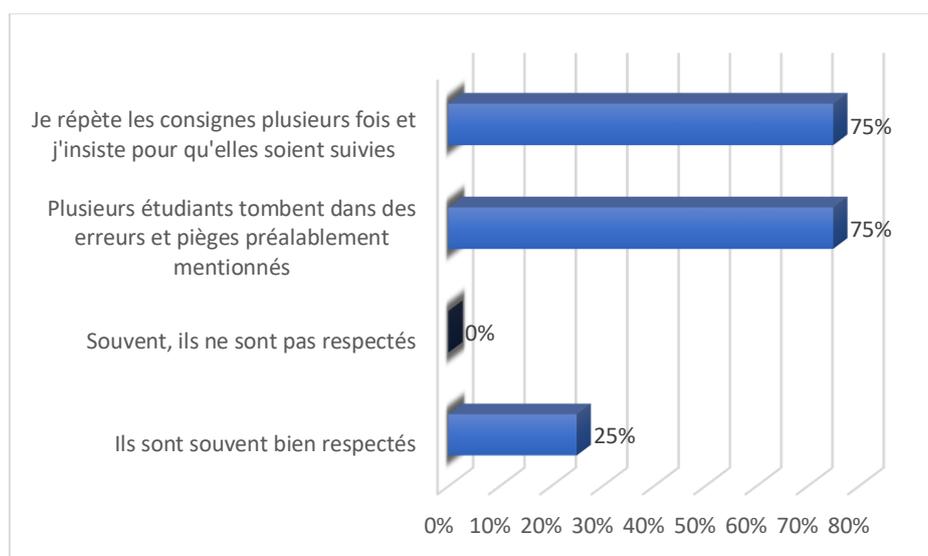


Figure 50 : Les consignes mentionnées par les enseignants lors des TP et leur impact sur le travail et les résultats de manipulation

Partie Pratique

Concernant les consignes mentionnées lors des TP, les résultats obtenus montrent que trois enseignants répètent les consignes plusieurs fois et insistent pour qu'elles soient suivies. Le même nombre trouvent que plusieurs étudiants tombent dans les erreurs et pièges préalablement mentionnés. Il y a un seul enseignant qui estime que les consignes sont souvent bien respectées.

16- Selon l'expérience des enseignants (enquêtés) dans l'enseignement pratique de la chimie analytique, les principaux besoins des étudiants sont :

Tableau XVI : Les besoins des étudiants dans les TP selon les enseignants

Les enseignants	Les besoins des étudiants déclarés
Enseignant 01	-Connaitre les bonnes pratiques du laboratoire/ faire le cours théorique en relation avec le TP préalablement/ utilisation efficace et correcte du matériel du laboratoire
Enseignant 02	- La maîtrise des techniques relatives aux méthodes d'analyses et des TP qui sont en relation directe avec leur formation universitaire et leur future carrière professionnelle.
Enseignant 03	- Changement de méthode d'évaluation des TP (rendre le compte rendu de préférence individuel et éviter de l'envoyer avant la séance de TP)
Enseignant 04	- Laboratoire, Matériel, réactif et temps suffisant

Le tableau ci-dessus montre que selon les enseignants : les étudiants doivent avoir une compréhension des bonnes pratiques, des cours théoriques liés aux travaux pratiques en laboratoire et savoir utiliser correctement le matériel. Ils doivent avoir une bonne compréhension des méthodes d'analyse et des travaux pratiques liés à leur domaine d'études et à leur futur emploi. Il faut revoir les techniques d'évaluation des travaux pratiques pour améliorer leur efficacité.

III.3.3. Données en relation avec les enseignants de la chimie analytique :

17- J'ai une durée d'expérience dans l'enseignement pratique de la chimie analytique de :

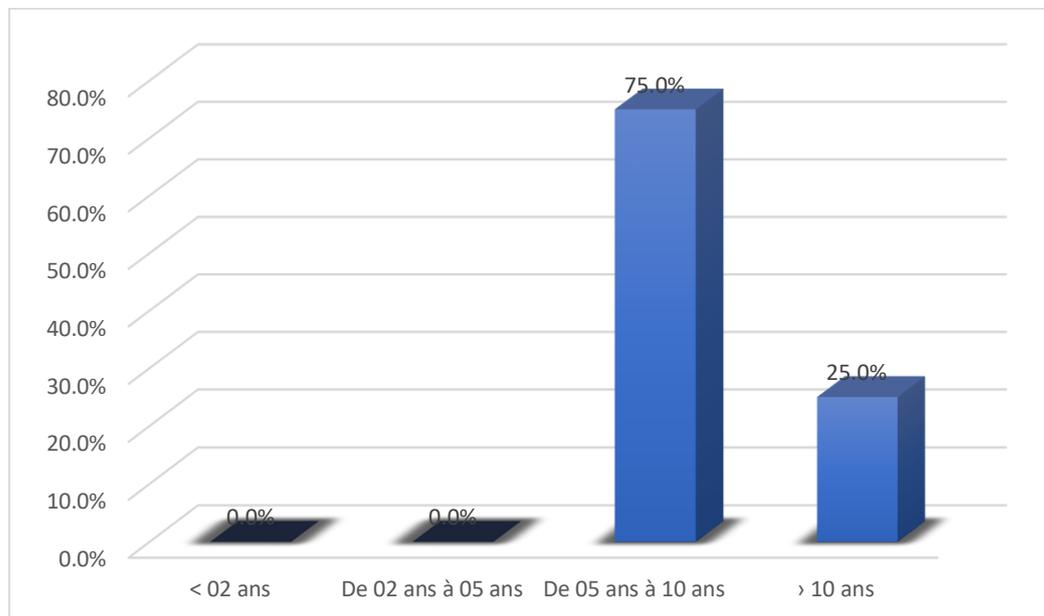


Figure 51 : Répartition des enseignants selon la durée de leurs expériences dans l'enseignement pratique de la chimie analytique

La figure ci-dessus montre que la majorité des enseignants enquêtés ont une durée d'expérience de 5 ans à 10 ans avec un pourcentage de 75 %.

18- Concernant l'enseignement de la chimie analytique :

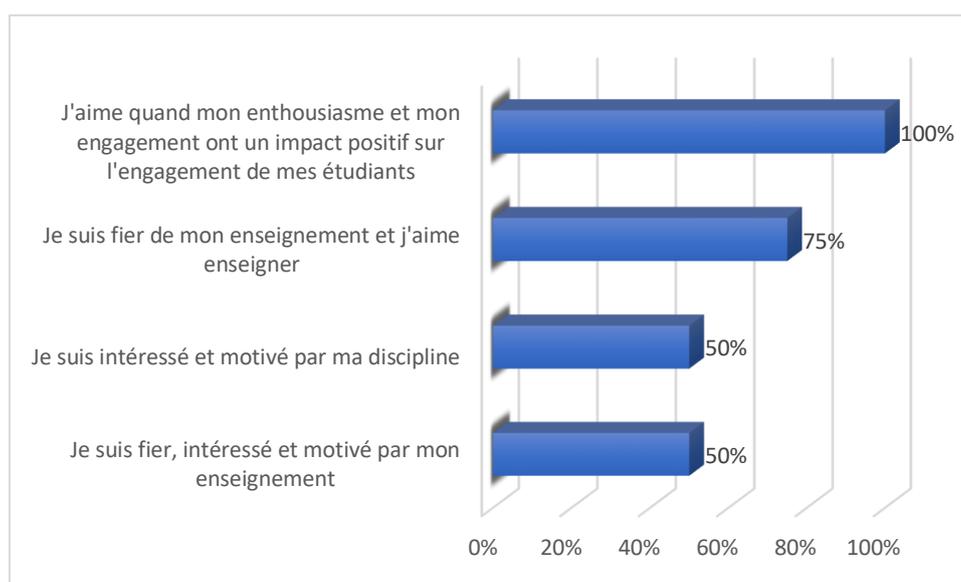


Figure 52 : Motivation des enseignants dans leur enseignement

Selon les résultats obtenus, tous les enseignants aiment quand leur enthousiasme et leur engagement ont un impact positif sur l'engagement des étudiants. Trois enseignants d'entre eux sont fiers de leur enseignement et aiment enseigner. Enfin, deux enseignants affirment qu'ils sont intéressés et motivés par leur discipline et deux d'entre eux par leur enseignement.

19- Je fais des cours magistraux (enseignement théorique) en parallèle de l'enseignement pratique de la chimie analytique :

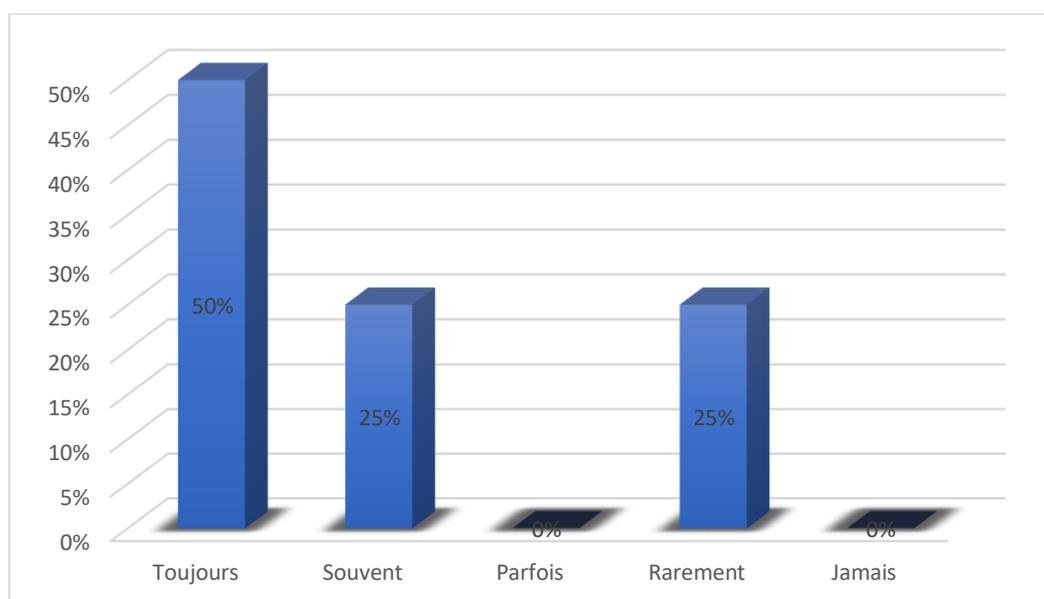


Figure 53 : Contribution des enseignants des TP de la chimie analytique à l'élaboration des cours théorique

On constate que deux enseignants des TP de la chimie analytique assurent toujours en parallèle des cours magistraux, tandis qu'il y a un seul enseignant d'entre eux qui participe souvent à l'enseignement théorique, et un autre qui assure rarement des cours magistraux.

20- Pour clarifier les difficultés rencontrées dans certaines notions de la chimie analytique, j'utilise :

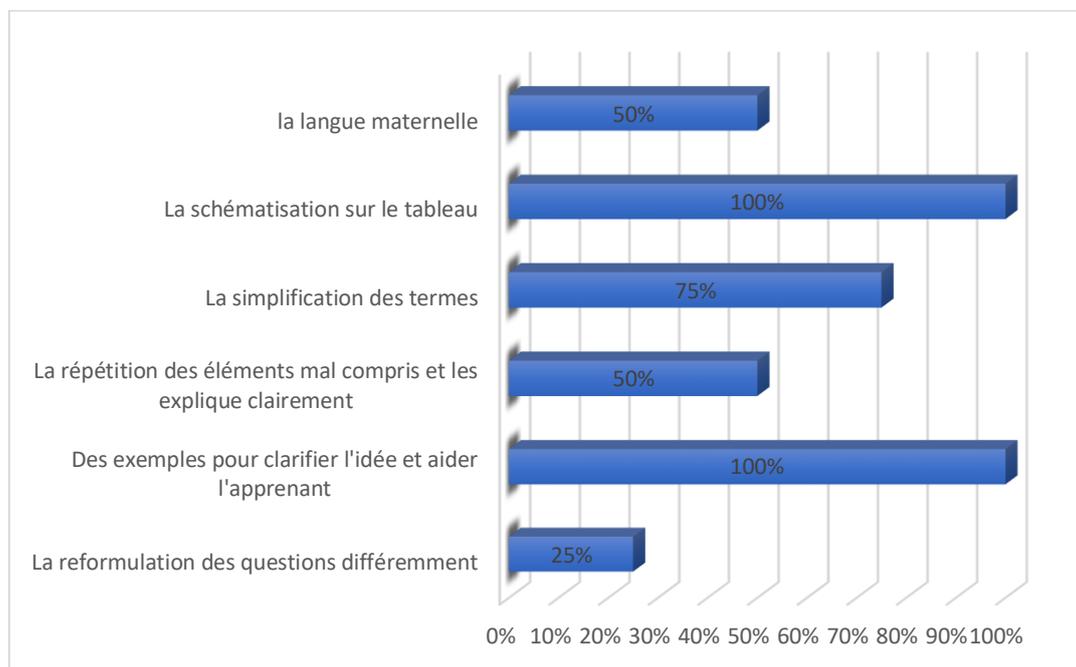


Figure 54 : Stratégies utilisées par les enseignants pour débloquer les situations de mal compréhension

Les stratégies d'enseignement les plus utilisées par tous les enseignants sont variées : la schématisation sur le tableau et l'utilisation des exemples pour clarifier l'idée est le cas de tous les enseignants ayant répondu à notre enquête. Trois d'entre eux recourent aussi à la simplification des termes, tandis que deux enseignants enquêtés choisissent la répétition des éléments mal compris et l'utilisation de la langue maternelle. La stratégie la moins utilisée est la reformulation des questions, tel est le choix d'un seul enseignant.

21- Concernant le nombre des enseignants des TP de la chimie analytique, je trouve qu'il est :

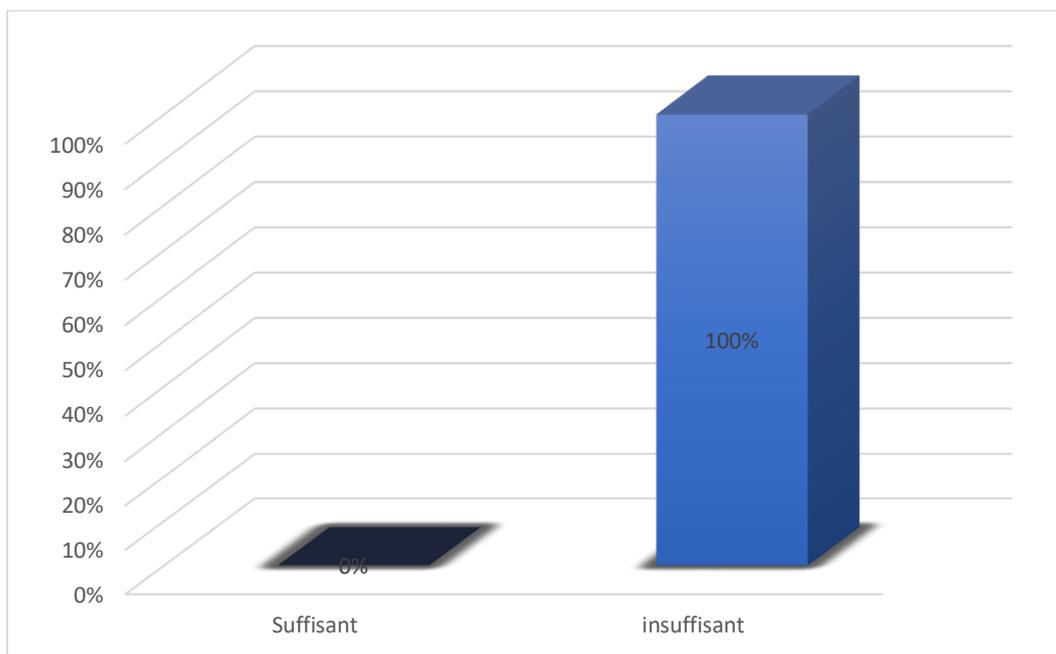


Figure 55 : Le nombre des enseignants des TP de la chimie analytique

La figure ci-dessus indique que tous les enseignants trouvent que le nombre des enseignants qui assurent l'enseignement pratique de la chimie analytique est insuffisant (100%).

22- Je suis au courant pour les connaissances acquises durant le cours et en relation avec les TP :

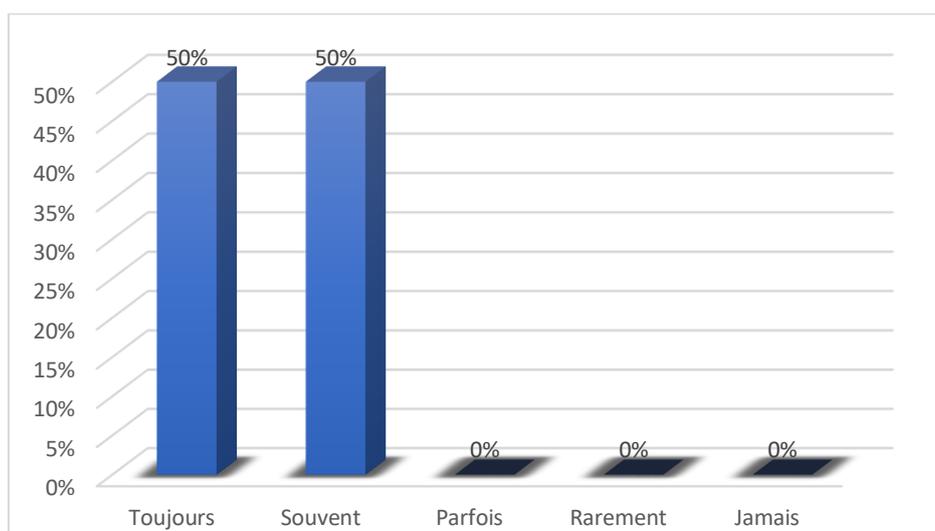


Figure 56 : Les enseignants de TP sont au courant pour les connaissances acquises durant le cours et en relation avec les TP

Partie Pratique

Selon les résultats obtenus, nous pouvons dire que, généralement, les enseignants assurant des TP sont toujours, ou au moins, souvent au courant des connaissances acquises par les étudiants dans les cours.

23- Je contrôle les étudiants durant les TP et je suis disponible tout le temps :

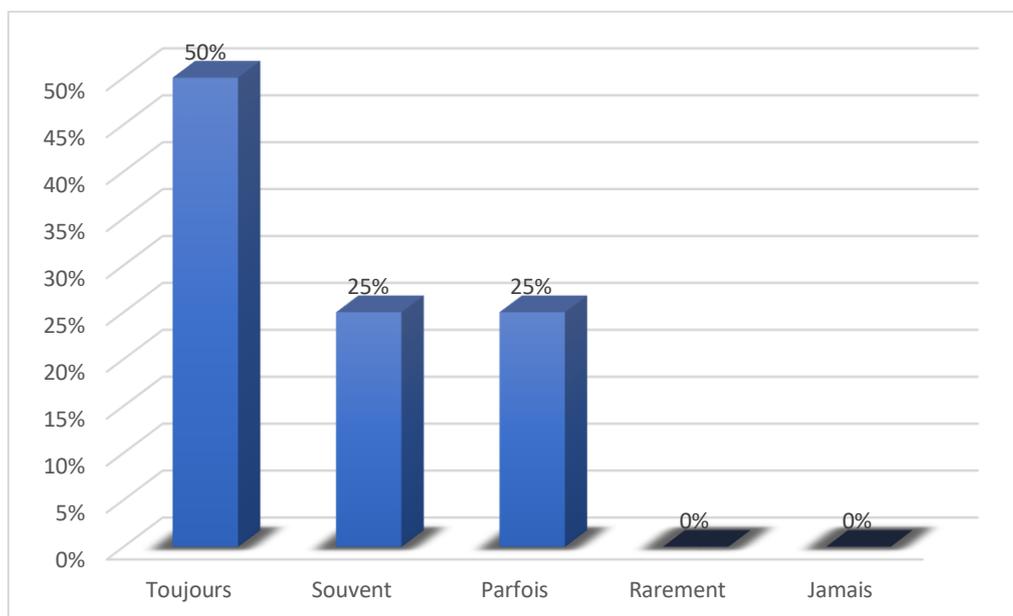


Figure 57 : Accompagnement et disponibilité de l'enseignant durant les TP

Selon les résultats obtenus, on constate que la majorité des enseignants enquêtés accompagne toujours les étudiants pendant leur travail tout au long de la séance. Il n'y a qu'un seul d'entre eux qui ne les accompagne pas souvent.

24- Pendant l'explication :

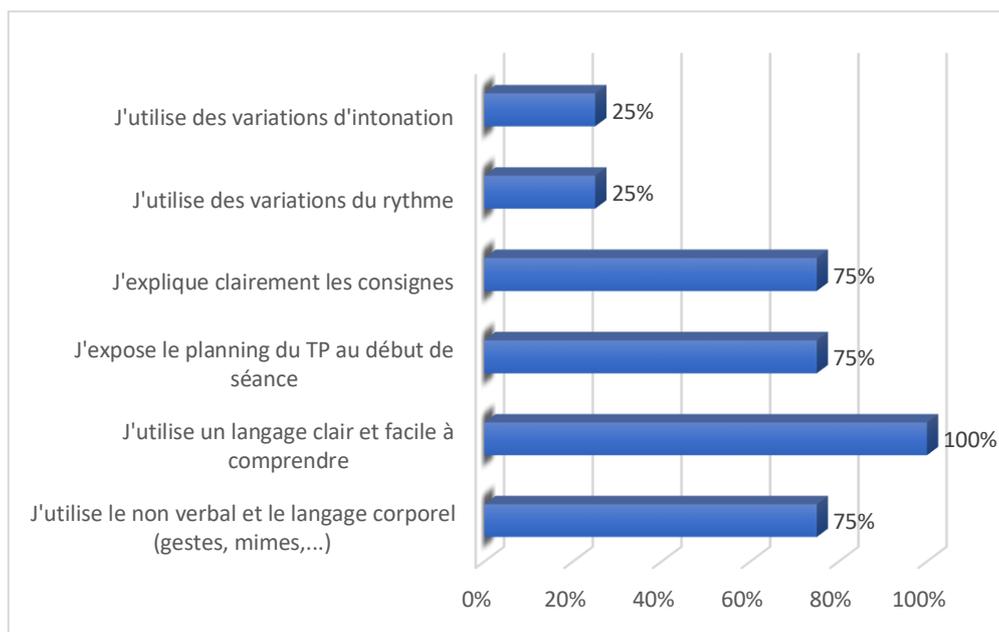


Figure 58 : Attitude de l'enseignant durant l'explication dans l'enseignement pratique de la chimie

Le graphe ci-dessus nous montre que tous les enseignants utilisent un langage clair et facile à comprendre. En sus, la majorité d'entre eux explique clairement les consignes, expose le planning du TP au début de la séance et utilise le non-verbal et le langage corporel. Il n'y a un seul enseignant ayant choisi la réponse relative aux variations d'intonation et de rythme lors de l'explication.

25-Combien de fois avais-je eu la liberté d'essayer des méthodes innovantes pour mieux apprendre ?

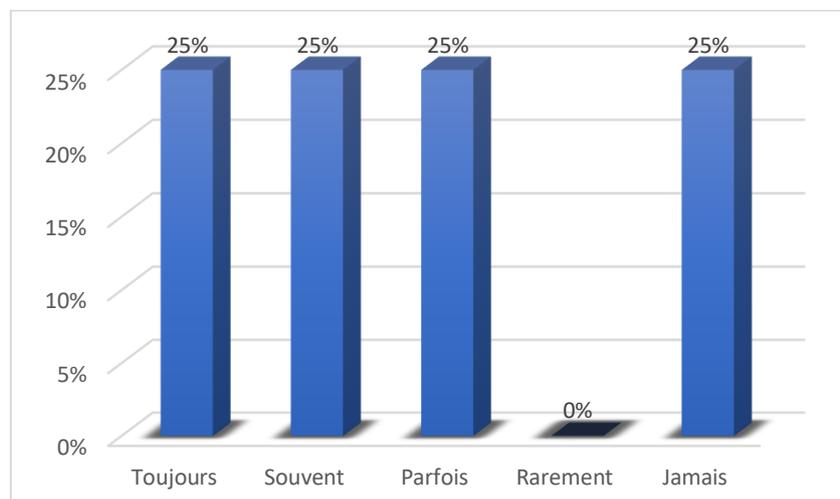


Figure 59 : La liberté des enseignants des TP au niveau du laboratoire pour l'essai de méthodes innovantes visant à faciliter l'apprentissage.

Concernant cette question, nous remarquons clairement que les réponses des enseignants enquêtés sont variées. En effet, tous les choix que nous leur avons proposés étaient quasiment possibles, ce qui prouve qu'il y a une certaine liberté dans le choix des méthodes innovantes ayant pour but la facilitation de l'apprentissage.

25- Je gère bien le temps imparti pour chaque partie de TP :

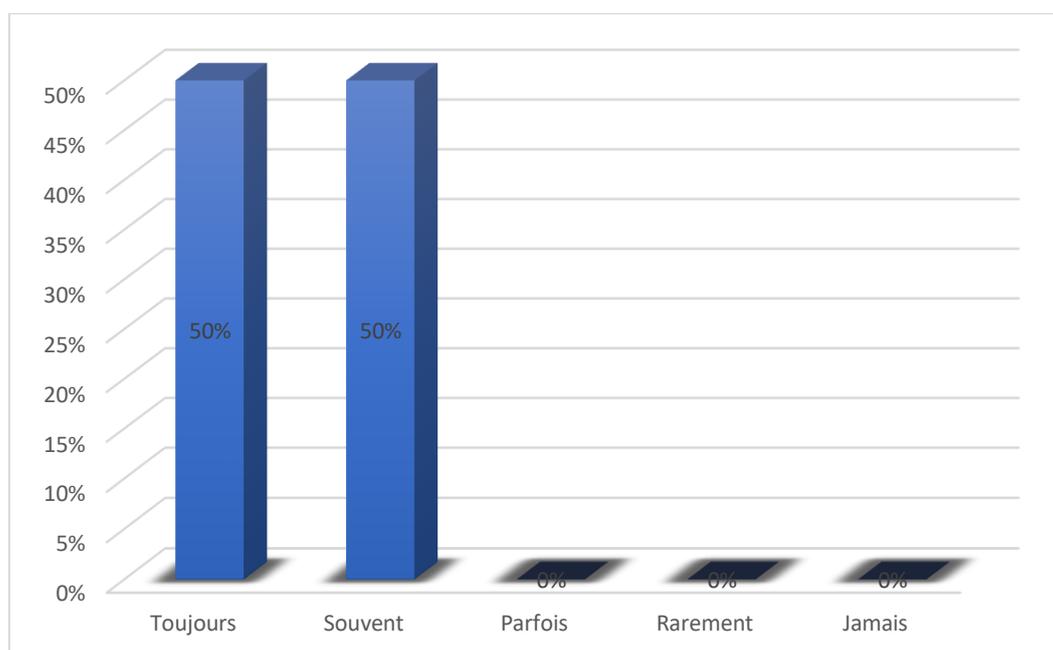


Figure 60 : La gestion du temps par les enseignants

Les résultats obtenus ci-dessus nous affirment que, généralement, les enseignants arrivent à bien gérer le temps imparti pour chaque activité de TP.

26- J'ai une bonne maîtrise d'utilisation des appareils et équipements nécessaires dans le TP de la chimie analytique :

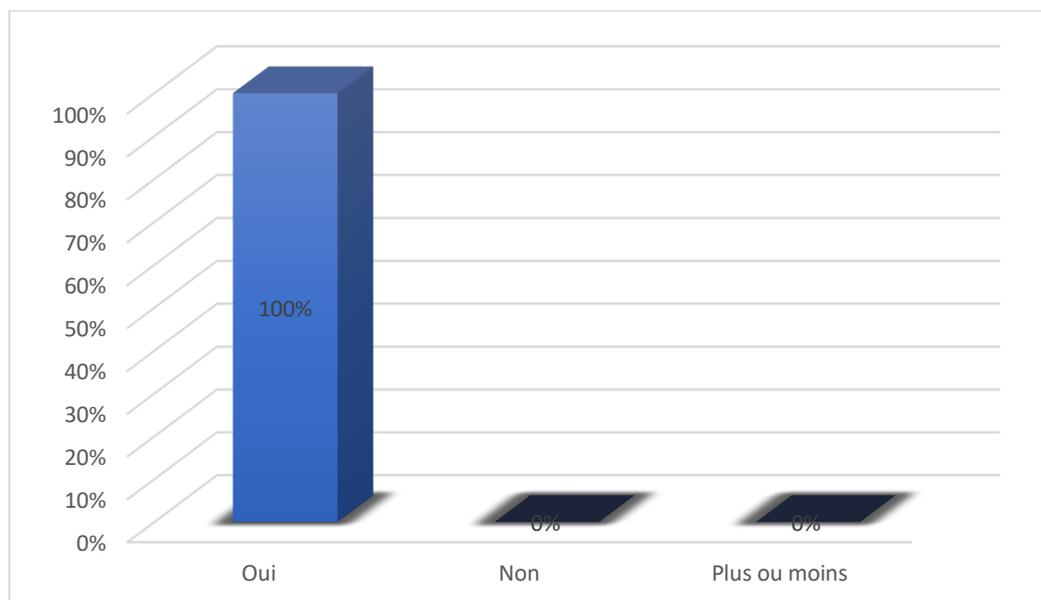


Figure 61 : La maitrise d'utilisation du matériel du laboratoire de la chimie analytique par les enseignants

Les résultats recueillis de cette question affirment que tous les enseignants assurant des TP de la chimie analytique ont une bonne maitrise d'utilisation des appareils et équipements du laboratoire.

III.4. Analyse de la structure du programme pratique de la chimie analytique pour les études pharmaceutiques en Algérie :

III.4.1. Analyse du programme pratique de la chimie analytique pour les 2ème année pharmacie :

Le tableau suivant nous renseigne sur les séances de TP ayant lieu durant l'année universitaire 2023/2024 pour les étudiants inscrits en 2ème année pharmacie :

Partie Pratique

Tableau XVII : les TP de la chimie analytique qui ont été effectués lors l'année universitaire 2023/2024 pour les étudiants en 2^{ème} année pharmacie

Séance de TP n° :	L'intitulé du TP	Le temps consacré pour chaque séance
TP 01	TP d'initiation ; verreries du laboratoire et préparation des réactifs	02 h
TP 02	Étalonnage d'une solution acide et une solution basique en milieu aqueux.	02 h
TP 03	Détermination de la teneur en acide acétylsalicylique dans un comprimé d'aspirine	02 h
TP 04	L'acidimétrie - pH-métrie	02 h
TP 05	Dosage de sérum salé par précipitation.	02 h
TP 06	Dosage d'une solution d'eau oxygénée par manganimétrie	02 h

Selon le programme officiel, les TP de la chimie analytique programmés en faveur des étudiants de la 2^{ème} année pharmacie figurent dans le tableau ci-dessous :

Tableau XVIII : les TP de la chimie analytique programmés pour les étudiants de la 2^{ème} année pharmacie selon le programme officiel

Méthodes analytiques	Nombre total des séances	Les types de méthodes programmées	Les TP qui ont été fait
TP introductif	01 séance	/	Oui
Les Dosages acide-base	06 séances	-Le dosage d'un acide fort par une base forte	Oui
		-Le dosage d'un polyacide	/
		-Le dosage d'un acide fort par une base faible	/
		-Le dosage d'un mélange base forte + base faible	/
		-Le dosage des matières premières (acide citrique)	/
		-Le dosage d'un produit fini (aspirine)	Oui

Partie Pratique

Préparation tampon et mesure de son Ph	01 séance	/	Oui
Dosage par formation de composés peu solubles	01 séance	-Le dosage des chlorures par méthode de Charpentier et Volhard	Oui
Dosage par oxydo-réduction	05 séances	-Manganimétrie	Oui
		-Iodométrie	/
		-Chloro-iodométrie	/
		-Périodimétrie	/
		-Un mélange (Fe ⁺⁺) + (Fe ⁺⁺⁺) (Manganimétrie+iodométrie)	/
Les extractions	03 séances	Extraction simple	/
		Extractions répétées	/
		Extraction par paire d'ions	/

Donc, en analysant le contenu du programme officiel des TP ainsi que les TP qui ont été fait, on constate que :

- Les étudiants de la deuxième année pharmacie n'ont bénéficié que de 06 séances de TP qui font tous partie du programme officiel.
- Durant ces 06 séances, les étudiants ont manipulé 04 méthodes analytiques (dosage acide-base, dosage par précipitation, dosage par oxydo-réduction, et dosage pH-métrique) avec une séance d'initiation pour se familiariser avec le laboratoire de la chimie analytique.
- Les étudiants n'ont abordé aucun type relatif aux méthodes d'extraction.
- Le nombre de TP préconisés dans le programme officiel est de dix-sept (17), alors que le nombre de TP ayant été fait est de six (06), ce qui signifie que les étudiants n'ont effectué que 35 % du programme pratique officiel proposé.
- Sur le plan temporel, le volume horaire total consacré aux TP, selon le programme officiel, est de 30 heures, alors que le volume horaire réel des TP qui ont été effectué est de 12 heures, c'est à dire 40% du volume horaire du programme officiel. Cet écart

Partie Pratique

considérable peut être dû à l'indisponibilité du matériel ou au nombre insuffisant d'enseignants de TP ou à l'impossibilité de programmer plus de séances de TP vue le grand nombre d'étudiants qui ont d'autres TP et TD dans d'autres modules.

III.4.2. Analyse du programme pratique de chimie analytique adressé à la 3^{ème} année pharmacie

Pour les étudiants inscrits en 3^{ème} année pharmacie, le nombre de TP auxquels ils ont assisté est de trois comme le tableau l'indique ci-dessous :

Tableau XIX : les TP de la chimie analytique qui ont été effectués lors l'année universitaire 2023/2024 pour les étudiants en 3^{ème} année pharmacie

Séance de TP n° :	L'intitulé des TP	Le temps consacré pour chaque séance
TP 01	Séparation des principaux pigments du paprika par chromatographie sur colonne de silice	01 h 30 min
TP 02	Chromatographie sur couche mince (CCM)	01 h 30 min
TP 03	Analyse de l'eau dakin par spectrophotométrie d'absorption.	01 h 30 min

Quant au programme officiel, les méthodes analytiques qui ont été proposées à être enseignées sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau XIX : Les TP de la chimie analytique programmés pour les étudiants de la 3^{ème} année pharmacie selon le programme officiel

Les méthodes analytiques	Nombre de séances	Les TP qui ont été faits
Chromatographie en phase gazeuse	01	/
Chromatographie en phase liquide (CLHP)	01	Oui
Chromatographie sur couche mince (CCM)	01	Oui
Spectroscopie UV-Visible	01	Oui
Spectroscopie Infra-Rouge	01	/

Partie Pratique

En analysant le contenu du programme officiel des TP et les TP qui ont été fait, on constate ce qui suit :

- Les étudiants de 3^{ème} année pharmacie ont bénéficié de 03 séances de TP qui sont toutes annoncées dans le programme officiel. Il y a une exception pour le TP qui concerne la chromatographie en phase liquide, le type proposé dans le programme officiel est le CLHP alors que le TP que les étudiants ont le fait sur un autre type de cette méthode qui est : la chromatographie sur colonne de silice vue que CLHP (chromatographie en phase liquide à haute performance) est non disponible dans le laboratoire.
- Durant ces 03 séances, les étudiants ont utilisé deux types de méthodes analytiques (chromatographiques et spectrales). Dont les méthodes chromatographiques ont été élaboré dans 02 TP et les méthodes spectrales dans 02 TP, parce que dans le premier TP les deux méthodes sont présentes (séparation par chromatographie et détection par spectrophotomètre).
- Le nombre de TP programmés dans le programme officiel est de 05, alors que le nombre de TP ayant été fait est de 03, c'est à dire que les étudiants n'ont bénéficié que de 60 % du programme pratique officiel proposé.
- Selon le programme officiel, le volume horaire total consacré aux TP est de 20 heures, alors que le volume horaire réel de TP ayant été effectué est de 04 h 30 min. C'est à dire 22.5 % du volume horaire préconisé.
- Plus de la moitié du programme est assuré (60%) mais, sur le plan temporel, ce pourcentage ne représente réellement que 22,5% du volume horaire. Cela nous pousse à nous interroger si le temps consacré à chaque séance était suffisant.
- L'indisponibilité du matériel a poussé les enseignants à remplacer certaines méthodes par d'autres.
- La totalité du programme n'était pas assuré et les causes pourraient être nombreuses : le nombre insuffisant d'enseignants des TP ou la difficulté de programmer plus de séances vue le nombre considérable des étudiants qui ont plusieurs modules avec des TP ou des TD notamment la 3^{ème} année pharmacie.

Aspect éthique :

-Le remplissage du questionnaire s'est fait de façon anonyme et la confidentialité des informations a été respectée.

- Nous avons demandé l'autorisation des enseignants pour assister aux séances des travaux pratiques. Nous nous sommes contentées d'observer et de prendre des notes sans intervenir.

IV. Discussion

Notre objectif principal dans cette étude est de détecter le malaise dans l'enseignement/apprentissage de la chimie analytique, et plus précisément dans les TP.

On a choisi de discuter les résultats recueillis par cette étude en analysant les principaux facteurs et éléments pour le bon déroulement d'un TP : le matériel, l'état du laboratoire, le temps consacré aux TP, la clarté des démarches, préparation des TP à domicile, l'utilité des TP et l'intérêt des étudiants envers ces TP, méthodes d'enseignement, les compétences des enseignants et leurs stratégies pédagogiques adoptées lors de leur travail, ...

IV.1. Disponibilité du matériel :

Concernant le matériel et selon les résultats que nous avons obtenus à ce sujet, les quatre enseignants enquêtés s'accordent sur le fait que la disponibilité d'un matériel avec un bon état de fonctionnement constitue un facteur très important pour le bon déroulement des TP.

Quant à la disponibilité du matériel durant les TP, la moitié des enseignants en question ; confirme que le matériel est parfois disponible et est en bon état de fonctionnement, tandis que la moitié des étudiants trouvent que le matériel est souvent disponible et est en bon état de fonctionnement. Quant à notre cas et selon ce que nous avons remarqué, nous pouvons dire que, dans toutes les séances des TP auxquelles nous avons assisté, tout matériel nécessaire pour effectuer les démarches programmées est souvent disponible.

Ces résultats soulignent une différence de perception entre enseignants et étudiants concernant la disponibilité du matériel lors des travaux pratiques (TP) en chimie analytique. Les enseignants sont plus susceptibles de critiquer la disponibilité et l'état du matériel en raison de leur conscience accumulée des contraintes budgétaires et des lacunes en équipement. Ils ne sélectionnent que les expériences pour les TP qui ont du matériel disponible et opérationnel. Cela pourrait être la raison pour laquelle les étudiants considèrent que le matériel est souvent disponible, car ils ne sont pas conscients des contraintes auxquelles les enseignants sont confrontés.

Partie Pratique

Les professeurs désirent offrir une qualité optimale à leurs étudiants, cependant les restrictions budgétaires peuvent représenter un frein. Ils doivent donc s'ajuster en utilisant les ressources disponibles pour concevoir des TP. (Hassani, 2020)

Ce dernier point est confirmé par notre propre analyse du programme où les étudiants de 2ème année pharmacie n'ont bénéficié que de 35 % du programme officiel et les étudiants de 3ème année pharmacie n'ont bénéficié que de 60 % du programme. Donc, le matériel constitue un grand obstacle et une grande limitation d'apprentissage de la chimie. L'acquisition de nouvelles pratiques nécessaires pour la vie professionnelle est largement liée à la disponibilité du matériel.

Nous soutenons notre point de vue par une étude qui a été faite sur les TP en France. En effet, il y a eu un débat entre des enseignants au sujet du matériel utilisé pour les travaux pratiques qui devrait être peu coûteux. 33 % d'entre eux trouvent que cette démarche est plutôt importante et 11 % trouve que cela est très important. Il est à noter qu'autrefois, le retard de l'installation des TP en France en 19ème siècle était dû à un manque de moyens. (Hassani, 2020).

Vue que la chimie analytique est une discipline qui s'appuie essentiellement sur la pratique parce qu'elle s'intéresse aux techniques et méthodes analytiques qui sont nombreuses. Les étudiants cherchent à utiliser plus de méthodes. Dans cette optique, 46% des étudiants trouvent que le nombre de séances de TP est insuffisant, ce taux est très significatif. Il faut signaler aussi que parmi les propositions les plus fréquentes relatives à la question ouverte du questionnaire adressée aux étudiants pour l'amélioration de l'enseignement pratique de la chimie est « l'importance d'ajouter plus séances de TP. »

Dans la même question (ouverte) du questionnaire adressé aux étudiants concernant les propositions visant à améliorer l'enseignement de la chimie, une autre suggestion fréquente a été relevée ; c'est l'importance de mettre en disposition tout matériel nécessaire et de ramener de nouveaux équipements pour les techniques qu'ils ont vout découvrir dans les cours théoriques.

Donc, les étudiants souhaitent voir de nouveaux équipements s'installer dans les laboratoires pour pouvoir mettre en pratique les techniques apprises en cours théoriques, démontrant ainsi leur nécessité d'un environnement d'apprentissage plus enrichi et exhaustif. Ils aspirent connecter la théorie à la pratique de façon plus concrète, ce qui est crucial dans un

domaine tel que la chimie analytique où l'utilisation d'appareils est fondamentale pour la compréhension des principes.

IV.2. L'état du laboratoire :

Pour ce qui concerne le laboratoire de la chimie analytique de la faculté de Tlemcen, la majorité des étudiants trouvent que l'espace est adapté au nombre d'étudiants et que le nombre de postes et de paillasse est suffisant. Quant aux enseignants, la majorité trouve que les postes sont suffisants tandis que la moitié trouve que l'espace est adapté et convient au nombre des étudiants.

Et dans tous les TP auxquels nous avons assisté, le nombre d'étudiants ne dépasse pas quatorze (14) et le laboratoire contient 08 postes.

En conclusion, les données indiquent que le laboratoire de chimie analytique de la faculté de Tlemcen est adéquat pour accueillir les groupes d'étudiants des promotions en question et de répondre aux exigences des travaux pratiques. Un haut degré de satisfaction éprouvé les étudiants et les enseignants qui prouvent que les installations et équipements sont adéquats et en bon état, ce qui facilite le bon déroulement des travaux pratiques.

IV.3. Le temps consacré aux TP :

Un temps insuffisant pour terminer les activités d'un TP constitue un problème majeur aussi bien pour les étudiants que pour les enseignants. Lorsque les étudiants sont limités dans le temps alors qu'ils ont des démarches variées, ils travailleront sous pression et sans aucune motivation. Il en va de même pour l'enseignant.

A ce sujet, selon les étudiants, le temps consacré à une séance de TP est suffisant, tel est l'avis de la moitié des étudiants ayant participé à cette enquête, avec un pourcentage de 55,3%. Alors que 31% des étudiants souhaiteraient qu'il soit rallongé davantage. Quant aux enseignants, trois d'entre eux estiment que l'insuffisance du temps constitue l'une des difficultés les plus rencontrées par les étudiants, ce qui les empêche de travailler à leur aise. En sus, trois enseignants considèrent que le temps suffisant constitue un facteur très important pour le bon déroulement des TP.

De plus, le temps consacré pour une séance de TP est insuffisant pour les TP de 3^{ème} année pharmacie pour la majorité des enseignants avec un pourcentage de 75 % et insuffisant pour les TP de 2^{ème} année pharmacie selon la moitié des enseignants (50 %).

Cela indique que les enseignants ressentent une pression plus forte en ce qui concerne l'organisation et le déroulement des séances de TP.

Aussi, nous avons observé, durant les séances auxquels nous avons assisté, que généralement, le temps était insuffisant, notamment pour les TP des étudiants de 3^{ème} année pharmacie. L'insuffisance du temps a été constatée au moment où les étudiants étaient dans l'obligation de faire l'évaluation des TP à domicile pour la remettre ultérieurement, et dans certains TP le travail était partagé en deux groupes : par exemple le TP de CCM où la moitié du groupe a travaillé sur les colorants alimentaires et l'autre moitié sur les principes actifs. On cite aussi le dernier TP de 3^{ème} année pharmacie où les étudiants allaient, en principe, pratiquer une démarche expérimentale en proposant un protocole d'étalonnage d'une solution. Vu que le temps était insuffisant et les étudiants n'étaient pas interactifs, l'enseignant a proposé lui-même le protocole d'étalonnage.

Un temps insuffisant pour un TP est un véritable obstacle pour l'apprentissage et l'acquisition de nouvelles pratiques. Le stress des étudiants et la difficulté pour les enseignants de gérer les activités sont causés par le manque de temps. Celui-ci influence également la qualité des travaux pratiques en restreignant les possibilités d'expérimentation pratique et en contraignant parfois les étudiants à effectuer des tâches à domicile ou à suivre des directives spécifiques. Modifier le temps alloué aux travaux pratiques peut jouer un rôle déterminant dans l'amélioration de l'apprentissage et dans la réalisation des objectifs pédagogiques de manière plus exhaustive.

IV.4. L'évaluation des TP (le compte rendu) :

L'analyse générale de l'évaluation des TP est une étape très importante dans notre étude. Les avis des enseignants concernant le compte rendu diffèrent largement.

Les données recueillies montrent que pour la moitié des enseignants, le compte rendu n'a pas d'intérêt car ils se concentrent sur la pratique. Il y a un enseignant qui pense que le compte rendu offre une bonne évaluation des apprentissages et des pratiques acquises lors des TP pour chaque étudiant.

Au sujet de l'évaluation, lors d'une enquête réalisée en 2020 par Elyes Hassani sur l'innovation et la numérotation des TP de chimie, des professeurs ont été impliqués sur l'importance de certains critères pour l'évaluation de la qualité d'un TP. L'un des critères mentionnés était la simplicité de l'évaluation des performances des apprenants. En ce qui concerne ce sujet, 56 % des enseignants avaient une opinion neutre tandis que 44 % estimaient que c'est assez crucial. (Hassani, 2020)

Quant à notre cas, le compte rendu a été remis aux étudiants des deux promotions en question avant les séances de TP. Il se fait en binôme ou en trinôme selon la modalité de travail. Il est à noter qu'il y avait tout de même des avis qui demandaient de modifier cette méthode d'évaluation. On prend l'exemple de la moitié des enseignants ayant répondu à notre enquête, et qui préfèrent le rendre individuel pour une meilleure évaluation, et 50% préfèrent le remettre à l'étudiant à la fin du TP. C'est d'ailleurs la proposition d'un enseignant qui suggère aussi, dans la question ouverte concernant les besoins de ses étudiants, de changer la méthode d'évaluation des TP (privilégier les comptes rendus individuels et éviter de les envoyer avant la séance de TP).

Dans une situation d'apprentissage, l'étudiant peut adopter deux points de vue différents concernant la mission à effectuer : les objectifs d'apprentissage visent à obtenir des connaissances et des compétences pour une meilleure compréhension et une maîtrise des tâches, favorisant ainsi le développement durable des compétences. En revanche, les objectifs de performance visent à atteindre le succès et obtenir des résultats satisfaisants sans se préoccuper des approches employées. Dans le cadre de l'éducation, on retrouve ces deux types d'objectifs dans le milieu scolaire et universitaire (Hassani, 2020)

Selon nos résultats d'enquête, nous avons remarqué que la majorité des étudiants a donné plus d'importance au compte rendu et à ses résultats et aux calculs sans se concentrer sur les méthodes ou essayer d'apprendre plus sur les méthodes et les instruments analytiques étudiés. Cela est confirmé par tous les enseignants enquêtés qui ont affirmé que les étudiants sont plus concentrés sur le remplissage du compte rendu lors de la séance de TP que sur l'acquisition de nouvelles pratiques. Et malgré cela, 75 % des enseignants trouvent que les notes des étudiants dans le compte rendu sont acceptables, tandis que 25 % estiment qu'elles sont insatisfaisantes. Par ailleurs, certains étudiants pensent que leurs notes de TP ne sont pas adaptées à leurs efforts et parmi leurs propositions pour améliorer l'enseignement de la chimie est de les encourager à travailler en leur donnant de meilleures notes qui reflètent leurs efforts.

A partir de ces différents résultats, on pourrait avancer qu'il y a des problèmes à résoudre dans l'évaluation des TP.

Afin d'être authentique et efficace et d'avoir un bon rendement, l'évaluation doit répondre à six critères essentiels, selon Wiggins, soutenu par Lussier et Allaire :

- L'évaluation doit se baser sur des situations de la vie quotidienne.
- L'étudiant doit mettre en pratique ce que l'étudiant a appris en réalisant une tâche complexe et synthétique.
- L'étudiant doit trouver la tâche stimulante tout en étant juste et valide.
- Le professeur doit être en mesure de juger non seulement le résultat, mais aussi la démarche et la réflexion de l'étudiant sur son apprentissage (aspect métacognitif).
- Les étudiants doivent déjà connaître les tâches, les critères d'évaluation et la grille de correction avant l'évaluation.
- Il est nécessaire de vérifier à plusieurs reprises dans divers contextes la capacité de l'étudiant à accomplir cette tâche.

Donc, l'évaluation authentique repose non seulement sur les résultats mais aussi sur le processus qui y mène. Cela est en accord avec les attentes des chercheurs en chimie, et puisque les étudiants en chimie sont en grande partie destinés à devenir des chercheurs, cette méthode d'évaluation ne fera qu'améliorer leur future carrière. (Hassani, 2020)

IV.5. La clarté et la complétion des démarches de TP (clarté du fascicule de TP) :

Le support est aussi l'un des facteurs importants dans les TP, il présente aux étudiants la méthode ou technique d'analyse à faire, les démarches à suivre, ...etc.

Par ailleurs, dans notre étude, le contenu des fascicules des TP est clair et compréhensible pour plus de la moitié des étudiants ayant répondu à la question relative à cet élément (le fascicule), avec un pourcentage de 52,4 % alors que 57,1 % des participants pensent qu'il est adapté et utile. 51,2 % d'entre eux pensent qu'il les guide bien sur les démarches à suivre et seulement 39,3 % trouvent qu'il englobe tout ce dont ils ont besoin dans leurs TP.

Ainsi, les résultats nous indiquent que plus de 80 % des étudiants affirment que le support de TP fourni par les enseignants est souvent ou toujours bénéfique et les renseigne sur toutes les étapes du déroulement des TP.

Ces résultats démontrent globalement une satisfaction majoritaire concernant l'organisation et l'utilité du support de TP fourni par les enseignants dans la compréhension des démarches des TP. Mais il reste encore une proportion d'étudiants qui pourraient avoir besoin davantage de clarté concernant les démarches des TP. On pense que cela est fait exprès de la part des enseignants pour que les TP ne deviennent pas de simples " recettes de cuisine" ou des étapes à suivre sans aucun nouvel apprentissage motivant qui stimule les étudiants à apprendre et à découvrir plus, et qui suscite leur curiosité et renforce leur engagement lors de la séance de TP.

IV.6. Le lien et complémentarité entre les cours théoriques et les TP programmés :

Enseigner la chimie présente deux aspects différents : la théorie et son application pratique. Cependant, il est important de noter qu'on peut procéder à l'enseignement de cette discipline par deux méthodes différentes : Commencer par la théorie pour ensuite passer à la pratique ou sinon commencer par la pratique avant d'aborder le coté théorique. La première méthode est le raisonnement hypothético-déductif ; on formule une hypothèse (une théorie) que l'on a envisagée (acceptée provisoirement comme vraie) puis on effectue une expérience pour la confirmer. La seconde méthode est connue sous le nom de raisonnement empirico-inductif ; on tire des généralisations et on formalise la théorie à partir des observations. (Hassani, 2020)

Dans notre étude, la méthode d'enseignement utilisée lors des TP est de passer de la théorie à la pratique. Les TP commencent toujours après un mois ou au minimum 15 jours après la rentrée universitaire et le début de l'enseignement théorique pour que les étudiants acquièrent des connaissances ou des techniques qui devraient être appliquées ou illustrées lors des TP. Et selon les données recueillies auprès des étudiants questionnés : les travaux pratiques (TP) sont généralement, toujours ou au moins souvent, en relation avec les cours théoriques, tel est l'opinion de plus de 68% des étudiants. En sus, la quasi-totalité de ces étudiants enquêtés estiment que les TP de la chimie analytique aident à maîtriser et à bien comprendre les techniques enseignées avec un pourcentage de 81,18 %. Il y a également

Partie Pratique

58,82 % du nombre total de ces étudiants qui avancent que ces TP leur permettent de mieux comprendre les cours théoriques. Cela s’inscrit d’ailleurs dans les objectifs des TP à travers lesquels on vise à clarifier, illustrer et appliquer les cours théoriques entre autre.

Plusieurs études confirment l’importance de relier la théorie à la pratique, nous en citons une qui présente les données relatives à cette réalité dans ce qui suit : 22% des enseignant(e)s estiment que c'est assez important tandis que 78% jugent que c'est très important. Il semble que tout le monde soit d'accord sur le fait que c'est un élément crucial. C'est en fin de compte la raison pour laquelle Lavoisier s'est battu en inventant sa méthode analytique. (Hassani, 2020)

Au cours des activités expérimentales après les cours, on utilise davantage de compétences, y compris certaines étant de niveaux cognitifs supérieurs. Il est possible d'utiliser les compétences de compréhension et d'analyser pour diviser l'énoncé en divers objectifs. Ensuite, les étudiants utiliseront leurs connaissances actuelles pour mettre en pratique des concepts, des principes, des lois, des modèles et des techniques afin de réaliser les objectifs. Enfin, ils utiliseront leurs résultats (synthèse) pour proposer une conclusion qu'ils pourront évaluer de manière critique. (Pirquet & Bataille, 2018)

Tableau XX: Compétences mises en œuvre selon le positionnement de l’activité expérimentale. (Tiré de Pirquet & Bataille, 2018)

Compétences	Connaissance	Compréhension	Application	Analyse	Synthèse	Évaluation
<i>Activité expérimentale avant le cours</i>	Réexploitée	×	×	×	Lors de la construction du cours	
<i>Activité expérimentale pendant le cours</i>	×	×				
<i>Activité</i>	Réexploitée	×	×	×	×	×

Partie Pratique

<i>expérimentale</i>						
<i>après le cours</i>						

Donc, le positionnement des TP dans les séances auxquels on a assisté (activité expérimentale après le cours) constitue la méthode dans laquelle les compétences mises en œuvre sont plus nombreuses.

IV.7. Utilité de la chimie et l'intérêt des étudiants envers cette discipline :

Bien que les étudiants soient conscients de l'importance et de l'utilité de la chimie analytique dans leur cursus pharmaceutique, leur intérêt pour cette discipline reste limité. Selon les résultats, la majorité des étudiants estiment que les TP de chimie analytique sont utiles dans le cursus de pharmacie, avec un taux de 72,7 %, et sont convaincus que ces TP servent à développer plusieurs compétences nécessaires pour leur vie professionnelle : la quasi-totalité des étudiants estiment que les TP de la chimie analytique leur permettent de maîtriser et de bien comprendre les techniques enseignées, avec un taux de 81,18 %.

De plus, plus de la moitié des étudiants pensent que ces TP : leur permettent de mieux comprendre les cours théoriques, leur apprennent à développer leurs capacités d'observation et d'interprétation et ils les encouragent à la communication et au travail en équipe.

Ces résultats montrent que les étudiants accordent une importance à la chimie. Malgré cela, leur intérêt reste insuffisant. Selon les résultats du questionnaire adressé aux enseignants, 50 % d'entre eux estiment que les étudiants ne manifestent pas d'intérêt pour la chimie analytique, et 25 % pensent que cet intérêt est en diminution.

Donc, les résultats indiquent une disparité entre la compréhension de l'importance de la chimie analytique et l'engagement réel des étudiants. Ceci impose la nécessité de modifier les stratégies pédagogiques pour rendre le contenu plus attractif et significatif aux yeux des étudiants. Cela pourrait indiquer aussi que les étudiants perçoivent la chimie analytique essentiellement comme une responsabilité académique plutôt que comme un domaine passionnant ou motivant.

IV.8. Les difficultés rencontrées par les étudiants dans l'apprentissage de la chimie :

Les difficultés les plus rencontrées par les étudiants sont les suivantes : l'utilisation des formules et surtout les formules d'incertitudes (la difficulté majeure pour 45 %) et la conversion des paramètres. Cela reflète une difficulté à intégrer des concepts mathématiques dans le cadre des TP.

La nomenclature des réactifs constitue une difficulté pour 21,4 % des étudiants tandis que les difficultés les moins rencontrées sont le langage symbolique et l'utilisation du matériel du laboratoire.

Les difficultés principales sont vues par les enseignants d'une manière différente, en mettant l'accent sur la compréhension des principes analytiques et des réactions chimiques et l'utilisation de matériel de laboratoire, ainsi que sur le manque de temps pour terminer les activités. Ceci pourrait indiquer un écart entre ce que les enseignants considèrent important et ce que les étudiants trouvent difficile. Alors que la moitié des enseignants trouvent que les étudiants ont souvent du mal avec l'utilisation des formules et la conversion des paramètres, ils ne semblent pas accorder autant d'importance aux formules d'incertitude, qui sont pourtant un obstacle majeur pour les étudiants.

Selon nos observations lors des TP, les étudiants trouvent des difficultés beaucoup plus dans les TP où ils manipulent des méthodes analytiques quantitatives et ils sont obligé de quantifier et trouver la concentration d'un composé analysé pour donner des interprétations. Cela aussi est dû au fait que les étudiants donnent beaucoup plus d'importance au compte rendu, donc l'essentiel pour eux c'est les performances et la note du compte rendu et non pas la maîtrise des méthodes et des pratiques analytiques. C'est la raison pour laquelle que leur difficulté majeure se concentre sur l'utilisation des formules et les conversions de paramètres. Alors que les objectifs d'un TP sont loin de se résumer dans des calculs et des applications de formules.

Cependant (contrairement aux autres), 17,9 % des élèves affirment qu'ils n'ont pas de difficultés, ce qui peut indiquer la variété des compétences des étudiants au sein de la classe ou une bonne adaptation à l'approche pédagogique utilisée par l'enseignant.

Partie Pratique

Selon les résultats obtenus dans notre étude, plus de 80 % des étudiants demandent toujours ou souvent de l'aide de l'enseignant en cas de problèmes rencontrés lors des TP. Ces résultats fournissent un aperçu intéressant de la dynamique entre les enseignants et les étudiants dans les travaux pratiques de la chimie analytique.

Cependant, il y a environ 14 % des étudiants qui n'ont que parfois déclaré qu'ils avaient des problèmes, et 4,7 % l'ont rarement fait. Il est possible que ces étudiants choisissent d'être plus autonomes, mais il se peut également qu'ils ne demandent pas d'aide en raison de leur manque de confiance en eux ou de peur de donner l'impression d'être incompetents.

Dans les cas où les étudiants déclarent des problèmes ou posent des questions, 46 % des étudiants affirment que l'enseignant répond toujours à leurs doutes sur sa matière et 25 % d'entre eux estiment qu'il leur répond souvent. Cela est un indicateur positif de l'engagement des enseignants à répondre aux besoins des étudiants.

Il n'y a que 19 % des enquêtés disent qu'il leur répond « parfois », et seulement 1,2 % des étudiants trouvent que l'enseignant ne répond jamais à leurs doutes. Cela pourrait révéler des faiblesses à combler dans la communication, peut-être en lien avec la charge de travail de l'enseignant ou la difficulté de certains sujets qui nécessitent des explications plus approfondies.

Pour ce qui concerne l'accompagnement des étudiants, on constate que la majorité des enseignants enquêtés accompagne toujours les étudiants pendant leur travail tout au long de la séance. Il n'y a qu'un seul d'entre eux qui ne les accompagne pas souvent.

L'aide constante des enseignants en faveur de leurs étudiants est essentielle pendant les travaux pratiques, car les erreurs sont fréquentes et les étudiants ont besoin d'un soutien immédiat. Un professeur qui ne suit pas régulièrement ses étudiants pourrait rencontrer des difficultés comme le manque de temps ou de ressources, ou encore choisir de les laisser travailler de manière autonome pour résoudre leurs problèmes. Un accompagnement plus fréquent pourrait toutefois augmenter la qualité de l'enseignement pour les étudiants ayant des besoins accumulés.

IV.9. Préparation des TP à domicile :

De même que le professeur doit remplir son rôle d'enseignant, l'étudiant doit remplir le sien (Perrenoud, 2005). L'étudiant est encouragé à s'impliquer dans ses études en faisant son propre travail. En faisant cela, l'étudiant doit assister aux cours de chimie, participer aux discussions avec le professeur et ses camarades, assimiler les leçons, les réviser, faire les exercices, réaliser ses devoirs sans aide, et rester impliqué même en dehors des devoirs, en anticipant la lecture des cours quand l'intérêt est là. (Amboro, 2014)

Donc, la préparation des TP à domicile est un bon reflet de l'intérêt de l'étudiant pour cette discipline et tous les enseignants ayant répondu à notre enquête trouvent que la bonne préparation des TP constitue un facteur crucial pour le bon déroulement de la séance de TP. Selon les résultats obtenus de la part des enseignants : trois des enseignants trouvent que la majorité des étudiants ne préparent pas les TP à domicile. Cela va en contradiction avec les résultats du questionnaire adressé aux étudiants qui nous montrent que la plupart des étudiants préparent toujours leurs TP à domicile (65,5%) ou au moins souvent (19,5%). Donc la majorité des étudiants préparent les TP à domicile mais les enseignants constatent un manque de participation et d'engagement de la part de ceux-ci.

On peut également estimer la préparation à domicile par le taux de participation et d'interaction des étudiants lors des TP. Selon nos observations lors des huit séances de TP, la participation des étudiants ne dépasse 50 % que dans une seule séance, et dans 02 séances de TP le taux ne dépasse pas le quart. Il est de 27.27 % à 50 % dans les autres séances.

Cela peut être interprété par le fait que la stratégie adoptée lors de la préparation ne soit pas efficace ou que les étudiants ne donnent pas assez de temps pour une bonne préparation. Sinon, cela est dû à la surestimation des étudiants en répondant aux questionnaires. Ils pensent qu'ils ont fait la préparation nécessaire avec des formes minimales de révision ou une préparation superficielle ou une simple lecture du fascicule.

On peut aussi penser aux manques de confiance chez les étudiants qui, bien qu'ayant préparé les TP, pourraient hésiter à participer activement en classe par manque de confiance, ou de peur de se tromper en prenant la parole. Mais cela est peu probable car on a remarqué durant les séances d'observation que les enseignants de TP sont très proches des étudiants, les accompagnent tout au long des TP, et n'ont aucune réaction passive ou des critiques négatives envers les erreurs.

Quant à la stratégie de préparation, en se référant aux résultats obtenus, on peut constater que plus de la moitié des étudiants effectuent des recherches en cas de blocage, révisent leur cours en relation avec le TP, et préparent les questions théoriques du compte rendu, alors que 38,6 % d'entre eux n'utilisent aucun support autre que le fascicule de TP.

De plus, plus de 75 % des étudiants ont déclaré qu'ils ont fait leur préparation, en moyenne, en une demi-heure ou moins d'une demi-heure. Cela nous confirme qu'ils ne consacrent pas suffisamment de temps pour préparer sérieusement leurs TP. Une demi-heure ou moins d'une demi-heure ne suffit que pour une simple lecture du support fourni par les enseignants sans aucun approfondissement par des recherches supplémentaires ou une révision des cours en relation avec les TP ou peut suffire pour réviser les concepts ou les formules nécessaires pour trouver des résultats à interpréter. Ce constat ne correspond pas prioritairement avec les attentes des enseignants et pourrait expliquer leur insatisfaction.

IV.10. Contribution des enseignants des TP dans l'élaboration des cours théoriques, des fascicules et des comptes rendus :

Ces éléments sont essentiels afin de garantir la continuité pédagogique entre les cours en amphithéâtre et les travaux pratiques. Un professeur qui a une bonne connaissance des compétences de ses étudiants peut mieux ajuster les activités pratiques en fonction des connaissances théoriques transmises, ce qui facilite l'assimilation des concepts.

Pour ce qui concerne l'élaboration du support et le compte rendu, les résultats étaient divergents : deux enseignants ayant participé à notre enquête contribuent toujours à l'élaboration du support et du compte rendu des TP. Il y a un enseignant qui n'y contribue que parfois et un autre qui n'y participe jamais.

Nous pouvons dire à propos de ce point que la participation des enseignants à l'élaboration des ressources pédagogiques est cruciale pour assurer l'alignement du contenu des cours et des travaux pratiques. Si les enseignants ne participent jamais à cette activité, cela pourrait poser problème en créant un écart entre les attentes pédagogiques et les contenus pratiques. Les enseignants engagés dans la création des ressources bénéficient sans doute d'une meilleure compréhension des objectifs des travaux pratiques, ce qui les aide à guider les étudiants de façon plus efficace. Une uniformisation de cette implication pourrait être avantageuse pour aligner les méthodes d'enseignement.

Quant aux cours théoriques, deux enseignants (sur 04 enseignants répondant) des TP de la chimie analytique assurent toujours, en parallèle, des cours magistraux, tandis qu'il y a un seul enseignant d'entre eux qui participe souvent à l'enseignement théorique, et un autre qui assure rarement des cours magistraux.

Nous pensons que la disparité dans l'implication dans les cours théoriques peut influencer la façon dont les enseignants perçoivent les problèmes que les étudiants rencontrent durant les travaux pratiques. Les professeurs qui enseignent à la fois en cours magistraux et en travaux pratiques sont plus aptes à garantir une harmonie entre la théorie et l'application, et à prévoir les éventuelles lacunes des étudiants. En revanche, ceux qui assurent peu ou jamais les cours peuvent manquer une partie des connaissances théoriques, ce qui peut les empêcher de mettre en contexte les expériences pratiques.

Stimuler une implication plus dynamique dans les deux types d'enseignement ou au moins favoriser une coopération régulière entre enseignants pourrait augmenter l'efficacité pédagogique.

Ces résultats soulignent l'importance de la synchronisation entre les cours magistraux et les activités pratiques, ainsi que l'engagement actif des professeurs dans la création des ressources pédagogiques.

IV.11. Méthode d'enseignement :

Introduire les objectifs en début de séance est une méthode pédagogique principale pour organiser l'apprentissage et orienter les étudiants durant les travaux en laboratoire. Dans cette situation, les résultats de notre étude indiquent une tendance encourageante avec 75 % des enseignants veillant à définir et mettre en avant ces objectifs dès le début. Cela a mis en lumière la reconnaissance de l'importance de fournir aux étudiants des directives claires, afin qu'ils puissent comprendre ce qui est attendu d'eux.

Pourtant, seuls 50 % des enseignants questionnés déclarent que les objectifs sont étroitement liés aux activités prévues et accomplies à la fin des séances. Cette disparité nécessite une réflexion car elle souligne une éventuelle discordance entre les objectifs pédagogiques et les pratiques réelles. Il y a plusieurs explications possibles de cette différence, comme le manque de temps, la complexité des tâches nécessitant beaucoup de temps pour les réaliser et interpréter les résultats, surtout si les objectifs fixés sont trop

ambitieux par rapport au temps disponible et aux compétences des étudiants. Il y a d'autres raisons peuvent inclure la démotivation des étudiants, telles que les objectifs qui ne sont pas précis et ne présentent pas de relations avec les activités programmées ou la relation est présente mais elle n'est pas claire pour les étudiants.

Aussi, pour vérifier la compréhension des étudiants, on constate que tous les enseignants posent des questions pour vérifier la compréhension des explications. Trois enseignants laissent à l'étudiant le temps afin de répondre aux questions et éviter les critiques négatives en cas de fausses réponses. Parmi les quatre enseignants enquêtés, il y en a deux aussi qui utilisent différents types de questions et insistent pour obtenir des réponses satisfaisantes à leurs questions.

Dans cet enseignement de la chimie analytique, on privilégie une méthode pédagogique basée sur la compréhension avec une certaine complaisance où les enseignants sont prêts à écouter leurs étudiants. En effet, poser régulièrement des questions aux étudiants pour s'assurer de leur compréhension est une méthode efficace pour garder leur attention et stimuler leur implication. De plus, elle permet aux enseignants de vérifier rapidement la compréhension des concepts et d'adapter leur explication si nécessaire.

Le fait que les enseignants permettent aux étudiants de répondre sans les critiquer en cas de réponse incorrecte montre une volonté de créer un environnement d'apprentissage sans pression, où les erreurs sont vues comme des occasions d'apprentissage plutôt que comme des échecs. Ceci encourage les étudiants à avoir confiance en eux, ce qui les aide à participer pleinement à l'apprentissage sans craindre d'être critiqués sévèrement.

En cas de mal compréhension, les enseignants utilisent différentes stratégies pour clarifier les explications. Dans notre étude, les stratégies d'enseignement les plus utilisées par tous les enseignants sont variées : la schématisation sur le tableau et l'utilisation des exemples pour clarifier les idées et les notions, tel est le cas de tous les enseignants ayant répondu à notre enquête. Trois d'entre eux recourent aussi à la simplification des termes, tandis que deux enseignants enquêtés choisissent la répétition des éléments mal compris et l'utilisation de la langue maternelle. La stratégie la moins utilisée est la reformulation des questions, tel est le choix d'un seul enseignant.

Les méthodes pédagogiques présentent une variété d'approches visant à faciliter la compréhension des concepts en chimie analytique. Tous les enseignants questionnés utilisent

la schématisation sur le tableau et des exemples concrets, ce qui est une pratique très appréciée. Ces méthodes visuelles et pratiques sont cruciales pour aider les étudiants à comprendre des concepts abstraits ou complexes. Structurer l'information de manière claire grâce à la schématisation, tout en s'appuyant sur le passage de la théorie à la pratique par le biais d'exemples concrets pour rendre les notions plus accessibles.

75 % des enseignants optent pour la simplification des termes, mettant en avant l'importance de rendre le discours scientifique accessible. En chimie analytique, les étudiants peuvent parfois être déconcertés par les termes techniques, et les enseignants qui parviennent à simplifier ces concepts montrent un désir de rendre la matière plus accessible.

Il est recommandé aussi de répéter les éléments mal compris par la moitié des enseignants afin de garantir une bonne assimilation des informations importantes par les étudiants. L'utilisation de la répétition est une méthode traditionnelle mais efficace qui pourrait améliorer la mémorisation et la compréhension. En outre, l'emploi de la langue maternelle dans certaines circonstances peut aider les apprenants qui ne sont pas totalement à l'aise avec la langue d'enseignement, démontrant ainsi une prise en compte des besoins linguistiques des étudiants par les enseignants.

Toutefois, il est important de souligner que la reformulation des questions est la méthode la moins préférée, sélectionnée par un seul enseignant. Pourtant la reformulation reste un outil essentiel pour dissiper les malentendus et vérifier la compréhension des étudiants vis-à-vis d'une question complexe ou d'une explication abstraite.

Et concernant les consignes mentionnées par les enseignants lors des TP, les résultats obtenus montrent que trois enseignants répètent les consignes plusieurs fois et insistent pour qu'elles soient suivies. Le même nombre trouvent que plusieurs étudiants tombent dans les erreurs et pièges préalablement mentionnés. Il y a un seul enseignant qui estime que les consignes sont souvent bien respectées.

Pendant nos observations en classe, nous avons remarqué que les enseignants ont donné des consignes claires, mais la plupart des étudiants ne les ont pas suivies. Cela est dû au fait que la plupart d'entre eux manquent d'attention et se concentrent parfois sur la rédaction du compte rendu ou le lavage des verreries pendant les explications des enseignants. Aussi, si les étudiants reçoivent de nombreuses consignes de la part de l'enseignant de manière orale, cela peut entraîner des difficultés de mémorisation ou de concentration. Alors,

il est possible que la réception verbale des consignes ne soit pas la méthode la plus efficace. Des supports visuels tels que des schémas, des étapes projetées à l'écran et des vidéos explicatives pourraient faciliter la compréhension des instructions par les étudiants. En outre, les consignes pourraient sembler plus simples à comprendre lorsqu'elles sont exposées, mais leur réalisation, qui nécessite la manipulation d'outils et des réactions chimiques précises, pourrait conduire à des erreurs. Il arrive que les étudiants ne possèdent pas encore l'adaptabilité nécessaire pour passer de la théorie à la pratique.

Il est important d'analyser le témoignage d'un enseignant affirmant que les consignes sont généralement suivies correctement. Comparer les méthodes d'enseignement de cet enseignant avec celles des autres serait une démarche intéressante à entreprendre. Il se peut qu'il emploie des approches particulières pour garantir une bonne compréhension et une application des consignes, par exemple : un suivi plus personnalisé des étudiants pendant les travaux pratiques, l'utilisation de supports pédagogiques supplémentaires tels que des manuels détaillés ou des démonstrations, ou encore une meilleure focalisation de l'attention des étudiants lors de l'explication des consignes.

Donc, l'analyse de ces résultats souligne un grand obstacle dans l'enseignement pratique de la chimie analytique : Il s'agit de la complexité pour quelques étudiants de bien saisir et mettre en œuvre les consignes même avec les efforts des enseignants.

IV.12. Expérience et compétences des enseignants :

Dans notre étude, la majorité des enseignants enquêtés ont une durée d'expérience de 5 ans à 10 ans : c'est le cas de trois enseignants précisément. Cela indique que ces enseignants ont déjà acquis une certaine expérience et sont compétents pour faire face aux difficultés liées à leur domaine d'enseignement. Ils ont sans doute acquis des connaissances et des compétences qui leur permettent d'ajuster leurs approches en fonction des besoins des étudiants. Néanmoins, il est important de considérer l'amélioration constante des techniques pédagogiques, même pour les enseignants chevronnés, pour éviter que les méthodes d'enseignement ne deviennent obsolètes.

Pour ce qui concerne la motivation, tous les enseignants enquêtés disent être satisfaits quand leur enthousiasme et leur engagement ont un impact positif sur l'engagement des étudiants. Trois enseignants d'entre eux sont fiers de leur enseignement et aiment enseigner.

Enfin, deux enseignants affirment qu'ils sont intéressés et motivés par leur discipline et deux d'entre eux par leur enseignement.

Cette motivation interne est un signe positif d'une atmosphère d'apprentissage de qualité. Un enseignant passionné par son travail est plus enclin à communiquer cette passion aux étudiants, ce qui pourrait aussi renforcer leur implication et leur envie d'apprendre. Certains enseignants peuvent être plus motivés par leur matière que par l'acte d'enseigner, témoignant ainsi d'une préférence pour l'aspect scientifique. Cependant, d'autres trouvent du plaisir direct dans l'enseignement pour équilibrer cette tendance.

Lors de l'explication, tous les enseignants utilisent un langage clair et facile à comprendre. En sus, la majorité d'entre eux explique clairement les consignes, expose le planning du TP au début de la séance et utilise le non-verbal et le langage corporel. Il n'y a qu'un seul enseignant ayant choisi la réponse relative aux variations d'intonation et de rythme lors de l'explication.

La clarté de la communication est cruciale pour un enseignement efficace, notamment en chimie analytique, où des instructions précises et une compréhension sans équivoque sont indispensables. Le recours au langage corporel peut également augmenter l'implication des étudiants et faciliter la compréhension. Moins fréquente, la modulation de l'intonation et du rythme pourrait être davantage explorée pour rendre les explications plus vivantes et intéresser davantage les étudiants.

Pour ce qui concerne la liberté d'essayer des méthodes innovantes, selon les réponses des enseignants, on constate qu'il y a une certaine liberté dans le choix des méthodes innovantes ayant pour but la facilitation de l'apprentissage.

Cette flexibilité est certainement positive et bénéfique car elle donne la possibilité aux enseignants de personnaliser leurs approches selon leurs choix et les exigences propres à chaque classe d'élèves. L'emploi de diverses techniques innovantes peut rendre les séances d'apprentissage plus interactives et captivantes, ce qui favorise la compréhension. Cependant, cette liberté entraîne également une responsabilité dans la sélection des méthodes les plus appropriées pour atteindre les objectifs pédagogiques.

Pour la gestion du temps lors des TP, elle est essentielle pour respecter les contraintes temporelles et permettre aux étudiants de terminer les expériences à temps. Toutefois, il est

important de s'assurer que cette gestion ne crée pas trop de pression sur les étudiants en leur laissant suffisamment de marge pour assimiler et appliquer les informations.

Quant aux compétences des enseignants et leur maîtrise des techniques de laboratoire, les réponses recueillies affirment que tous les enseignants assurant des TP de la chimie analytique ont une bonne maîtrise d'utilisation des appareils et équipements du laboratoire.

Ceci est spécialement réconfortant lors des TP de chimie analytique, car une compréhension adéquate des équipements est essentielle pour garantir la sécurité et l'exactitude des expériences. Avoir une bonne connaissance des équipements permet également aux enseignants de diriger les étudiants de manière efficace, de résoudre rapidement les problèmes techniques, et de garantir le bon déroulement des expériences.

Ainsi, ces conclusions démontrent un corps professoral compétent, expérimenté et enthousiaste dans l'enseignement des travaux pratiques en chimie analytique. Les enseignants semblent posséder de bonnes compétences pédagogiques, offrant une communication claire et un soutien adapté.

IV.13. Le nombre d'enseignants des TP de la chimie analytique :

Selon les résultats obtenus, tous les enseignants enquêtés affirment que le nombre d'enseignants qui assurent les travaux pratiques de la chimie analytique est insuffisant. Ce constat représente est une préoccupation majeure qui pourrait impacter la qualité de l'enseignement et des apprentissages, ainsi que la sécurité en laboratoire.

En sus, quand il y a un manque d'enseignants, il est compliqué de surveiller correctement les étudiants, surtout dans le cas de la chimie analytique requérant une supervision constante lors des manipulations. Un enseignant encadrant plusieurs groupes en même temps peut éprouver des difficultés à donner des retours spécifiques et à repérer tous les problèmes individuels des étudiants.

Par ailleurs, cette insuffisance implique qu'un même enseignant encadre plusieurs groupes, ce qui oblige celui-ci à répéter la même explication, les mêmes consignes et les mêmes démarches plusieurs fois. Cette répétition des mêmes notions et démarches représente un grand défi aux enseignants et nous pousse et nous interroger si cette routine n'avait pas un impact sur la qualité de l'enseignement de la discipline en question.

Il est donc essentiel de trouver des réponses à ce manque afin de créer un environnement d'apprentissage sécuritaire, stimulant et enrichissant pour les étudiants tout en assurant la qualité pédagogique des travaux pratiques.

IV.14. Qualité d'enseignement et niveau de satisfaction des étudiants :

L'enquête a révélé que 36 % des étudiants assistaient souvent aux cours magistraux, 32,6 % des étudiants n'assistaient que parfois, 26,7 % ont assisté à tous les cours en question, tandis que 03,5 % et 1,2 % ont respectivement rarement ou jamais assisté aux cours en question.

En examinant ces résultats, diverses hypothèses peuvent être prises en considération. La variation de l'assiduité peut être due à diverses façons d'apprendre ou à la façon dont les étudiants perçoivent l'importance des cours magistraux comparés aux autres activités, telles que les travaux pratiques ou les séances de révision. Cela peut aussi signifier des faiblesses dans la structure pédagogique, comme des horaires inappropriés ou des cours prévus comme répétitifs ou peu stimulants. En outre, le fait que les étudiants aient accès aux supports de cours ou aux notes partagées par leurs pairs pourrait être une explication de pourquoi certains étudiants sont moins présents.

Ces informations permettent des pistes pour améliorer l'implication en cours magistral, en favorisant l'interactivité, en connectant les cours aux travaux pratiques et en soulignant leur impact sur la réussite globale dans la matière. Modifier les horaires et les méthodes d'enseignement pourrait également être une solution pour attirer l'attention des étudiants moins motivés.

Selon les résultats recueillis, la présence des étudiants aux cours théoriques de la chimie analytique est motivée par : les qualités pédagogiques de l'enseignant pour 54 % des étudiants, une meilleure assimilation du cours pour 48,3 %, l'apport scientifique de la discipline pour 23 %, son intérêt pour la vie professionnelle pour 23 %, l'horaire du cours pour 20,7 %. Tandis que 19,5 % des étudiants affirment que leur présence est motivée par la difficulté d'avoir le cours ailleurs, et 18,4 % par la nature de la discipline. Le coefficient de la discipline ne constitue un facteur de motivation que pour 3,4 % des étudiants enquêtés.

Partie Pratique

54 % des étudiants ont identifié la qualité pédagogique de l'enseignant comme le facteur dominant, mettant en lumière l'importance essentielle du rôle de l'enseignant dans l'engagement des étudiants.

De plus, 48,3 % des étudiants sont motivés par leur volonté de bénéficier d'une meilleure compréhension du contenu en assistant aux cours, telle est leur deuxième motivation principale ce qui démontre qu'ils accordent une importance particulière aux cours théoriques pour approfondir leur compréhension des concepts par rapport à d'autres méthodes d'apprentissage, tels que les livres ou les ressources en ligne.

Ainsi, la plupart des étudiants ont une vision généralement favorable de leur expérience dans cette discipline. Ces résultats procurent de l'encouragement aux enseignants, car ils prouvent que la plupart des étudiants valorisent l'enseignement qu'ils reçoivent.

Néanmoins, 34,12 % des étudiants restent neutres quant à leur expérience. Ceux-ci pourraient montrer une absence d'intérêt envers la discipline en question. Ils ne montrent ni grande motivation ni insatisfaction, ce qui suggère que l'enseignement pourrait être amélioré en encourageant davantage l'engagement de ces étudiants et leur implication dans la matière en adoptant des stratégies différentes et variées.

En outre, les taux d'insatisfaction sont respectivement de 4,71 % pour les très insatisfaits et de 2,35 % pour les non satisfaits. Il ne faut pas négliger ces chiffres, même s'ils sont minimes, car ils représentent des étudiants ayant fait face à des obstacles ou défis majeurs. Il est donc important de comprendre les raisons de leur mécontentement, qu'il s'agisse de problèmes méthodologiques, de manque de soutien pédagogique ou de ressources insuffisantes.

Les résultats indiquent que bien que l'enseignement de la chimie analytique soit globalement de bonne qualité, il existe encore des opportunités pour améliorer la perception de la qualité au-delà de la satisfaction.

Les limites de cette étude:

Nous avons pu identifier quelques éléments qui ont limité notre étude à savoir :

Partie Pratique

-Le nombre réduit des étudiants de deuxième année pharmacie ayant participé à notre enquête est dû au fait que le remplissage du questionnaire ne soit pas obligatoire et à la diffusion de celui-ci sous forme "google forms"

-La diffusion du questionnaire a lieu à la fin de l'année universitaire et nous n'avons pas pu le distribuer en format "papier" pour la promotion de 2ème année pharmacie afin de le remplir en présentiel.

-La difficulté de trouver des études similaires pour faire la comparaison ou des scores précis en vue de juger et discuter les résultats recueillis.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Dans cette étude, nous ne sommes pas en mesure de proposer des solutions miraculeuses pour remédier aux lacunes relatives à l'enseignement / apprentissage de la chimie analytique, les enseignants de cette discipline ont assez d'expérience et sont mieux placés pour savoir ce qui pourrait entraver la transmission et l'acquisition du contenu de la discipline en question et savent également qu'il n'y a pas de bonnes et de mauvaises méthodes d'enseignement. Chaque méthode a des circonstances et un environnement qui lui sont propices. L'efficacité de telle ou telle méthode dépend du bon choix de l'enseignant qui doit être capable de répondre aux questions suivantes : que choisir ? À quel moment et comment y procéder. Ce que nous faisons donc s'appuie principalement sur notre propre expérience d'apprentissage de la chimie, sur nos connaissances acquises en dehors de l'université ainsi que certaines notions que nous avons pu découvrir dans la littérature. En se référant à ces éléments et en se servant des résultats obtenus suite à notre observation des deux promotions (deuxième et troisième année de pharmacie) ainsi que les réponses des étudiants et des enseignants, nous avons pu arriver à quelques conclusions qui pourraient être révélatrices et pourraient même être utiles aussi bien aux étudiants qu'aux enseignants qui, tellement occupés par l'acte d'enseigner, n'ont pas assez de temps pour effectuer ce type d'études.

Nous rappelons et confirmons dans cette conclusion que la chimie analytique constitue un socle de base dans la formation des futurs pharmaciens. L'enseignement pratique de cette discipline et l'implication des étudiants dans le travail en laboratoire leur permet de développer des compétences pratiques techniques, d'avoir un esprit critique et d'apprendre à résoudre des problèmes liés à la chimie analytique. Bien évidemment, toutes ces compétences leur permettent de s'engager facilement dans la vie professionnelle.

Les résultats recueillis dans notre étude, nous ont permis de constater qu'il y a réellement un malaise dans l'enseignement et l'apprentissage de la chimie analytique. Celui-ci est en relation avec plusieurs facteurs et obstacles qui limitent et freinent l'apprentissage de cette discipline et la rendent difficile à assimiler ce qui pourrait parfois démotiver les étudiants à l'apprendre. Nous citons comme exemple, les contraintes liées au temps, au manque de matériel, à l'évaluation et même à l'attitude des étudiants qui ont tendance à se baser sur les performances au détriment de la maîtrise des pratiques et méthodes analytiques.

Nous avons pu aussi découvrir qu'il y a un besoin accru de ressources pédagogiques interactives adaptées aux évolutions des sciences pharmaceutiques, qui servent à mieux

Conclusion Générale

appréhender les techniques modernes de la chimie analytique. Ce constat est confirmé par les enseignants de la discipline.

En somme, cette étude a certes pu mettre en lumière quelques problèmes liés à l'enseignement/ apprentissage de la chimie analytique en confirmant ainsi un constat inquiétant. Elle a pu aussi mettre en avant quelques alternatives et propositions visant à améliorer l'efficacité et la qualité de l'enseignement et l'apprentissage de cette discipline. Mais elle reste tout de même limitée et ne constitue, pour nous, qu'un pas de plus vers un objectif ambitieux qui, pour l'atteindre, d'autres études pourraient prendre le relais pour compléter notre travail. Cet objectif auquel nous faisons allusion est bel et bien la volonté de « trouver du plaisir dans l'enseignement / apprentissage de la chimie analytique. »

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- Académie nationale de pharmacie. (2020, 30 mars). COVID-19 et médicaments : Il est urgent de refaire confiance à la chimie. (Communiqué de presse).
- https://www.acadpharm.org/dos_public/COVID_ET_CHIMIE_2020.03.30_VF1.PDF
- Académie nationale de Pharmacie. (2021). Chimie pour la pharmacie et les sciences pharmaceutiques. www.acadpharm.org/dos_public/RAPPORT_CHIMIE_POUR_LE_MEDICAMENT_VF1.PDF
- Académie Nationale de Pharmacie. (2022). La place actuelle de la chimie dans les études pharmaceutiques. *L'actualité chimique* (471), 34-36
- Agouridas, C., Bernier, J.C., Olivier, D., & Rigny, P. (2018) La chimie au service de la santé. *la chimie dans la vie quotidienne*, 44-54.
- Ambomo, N-A. (2014). *Intérêt Pour La Chimie Et Performances Des Élèves Du Secondaire Général : Cas Des Élèves De 3ème De l'arrondissement De Yaounde VI*. Université de Yaounde I, Facultés des sciences de l'éducation, département de didactique des disciplines
- Association Française des Enseignants de Chimie Thérapeutique (AFECT). (2020). Pas de véritable pharmacien sans une formation solide en chimie. *L'actualité chimique* (454), 4-5.
- Atkinson, J., & Rombaut, B. (2011). The 2011 PHARMINE report on pharmacy and pharmacy education in the European Union. *Pharmacy Practice*, 9(4), 169-187.
- Barlet, R & Mastrot, G. (2000). L'algorithmisation-refuge, obstacle à la conceptualisation. L'exemple de la thermochimie en 1er cycle universitaire / To take refuge in algorithms an obstacle to conceptualization. The example of thermochemistry in freshman chemistry course. *Didaskalia* (17), 123-159. https://www.persee.fr/doc/didas_1250-0739_2000_num_17_1_1101
- Barlet, R & Plouin, D. (1997). La dualité microscopique-macroscopique un obstacle sous-jacent aux difficultés en chimie dans l'enseignement universitaire. *Aster* (25), 142-174. https://www.persee.fr/doc/aster_0297-9373_1997_num_25_1_1108
- Bautier, E. (2015). Quand la complexité des supports d'apprentissage fait obstacle à la compréhension de tous les élèves. *Spirale. Revue de recherches en éducation*, (55), 11-20 <https://doi.org/10.3406/spira.2015.1016>
- Bouzitouna, M. (s.d). *Programme de 1^{ère} année médecine dentaire*. <https://fmed.univ-tlemcen.dz/storage/fmedtlemcen/pages/nUHpPUkuU1w6ih5ZJoKuaJEoCFy6mP29a4V7rxqQ.pdf>

Références Bibliographiques

- Bréchet, C. (2003). La chimie au service du patient. *L'actualité chimique*, 156.
- Camel, V., Millard, M-N., Cladière, M., Fitousi, G., Piard, J., Dumas, C., BRUN, E., BILLAULT, I & SICARD-ROSELLI, C. (2020). CHIMACTIV, un site pour se former à l'analyse chimique. *L'ACTUALITÉ CHIMIQUE* (448), 31-36
- Canac, S. (2020, 06 novembre). *Registre symbolique de la chimie (1/2) : les spécificités de ce langage*. Culture science chimie. Cité le 20/07/2024, disponible sur : <https://culturesciences.chimie.ens.fr/thematiques/enseignement-de-la-chimie/didactique/registre-symbolique-de-la-chimie-12-les>
- Christiane, P. (1993). Une gestion de l'apprentissage de la chimie expérimentale en premier cycle universitaire. *Didaskalia* (2), 101-109. https://www.persee.fr/doc/didas_1250-0739_1993_num_2_1_931
- Dumon, A. (1989). Les buts de l'enseignement expérimental de la chimie en 1er cycle universitaire : Le point de vue des enseignants et des étudiants. *L'actualité chimique*, 28-31.
- Équipe éditoriale StudySmarter. (2024) La chimie analytique. Cité le 28/08/2024. Disponible sur : <https://www.studysmarter.fr/resumes/physique-chimie/chimie/chimie-analytique/#:~:text=Les%20m%C3%A9thodes%20d'analyse%20en,s%C3%A9paration%20et%20de%20pr%C3%A9concentration%2C%20etc>
- Gauduel, Y.A. (2003). De la molécule au lit du malade... *L'actualité chimique*, 5-6.
- Hofstein, A., Hugerat, M. (2021). Chapter 1. The Role of the Laboratory in Chemistry Teaching and Learning. In *Advances in Chemistry Education Series* (p.1-15). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781839164712-00001>
- Hassani, E. (2020). *Innovation et numérisation de l'enseignement de la chimie au niveau universitaire et secondaire supérieur*. Faculté des sciences, Université catholique de Louvain <http://hdl.handle.net/2078.1/thesis:26585>
- Jonnaert, P., Laurin, S & Provencher, P. (2001) les didactiques des disciplines : un débat contemporain (2005). *Presses de l'Université du Québec*.
- Kermen, I & Canac, S. (mars 2016). Les difficultés des élèves face au langage du chimiste. 9e rencontres scientifiques de l'ARDiST- 30, 31 mars et 1 avril 2016, Lens, France.
- Khainnar, Y. (2021). Initiation à la didactique, Université Frères Mentouri Constantine 1, Faculté des lettres et des langues, Département des lettres et de la langue française.

Références Bibliographiques

- Labtoo. (2024). Méthodes et services de chimie analytique. Cité le 20/08/2024. Disponible sur : <https://www.labtoo.com/fr/page/methodes-de-chimie-analytique-pour-la-biotechnologie>
- Legendre, M.-F. (1994). Problématique de l'apprentissage et de l'enseignement des sciences au secondaire : un état de la question. *Revue des sciences de l'éducation*, 20(4), 657–677. <https://doi.org/10.7202/031761ar>
- Le Maréchal, J-F., Joyce, C., Jean-Marie, O., Vincent, D. (2004) Vulgariser la chimie : obstacles et solutions. *L'actualité chimique* (240-281), 39-43.
- Meunier, J-P., Schorsch, G & Zimmermann, R. (2003). La chimie au service de l'imagerie médicale. *L'actualité chimique*, 49-56.
- Mullard, A. (2021). FDA drug approvals. *Nature Reviews*, 20, 85-90.
- Paun, E. (2006). Transposition didactique : un processus de construction du savoir scolaire. *Carrefours de l'éducation* (22), 3-13.
- Perrenoud, P. (1998). La transposition didactique à partir de pratiques : des savoirs aux compétences. *Revue des sciences de l'éducation*, 24(3), 487–514. <https://doi.org/10.7202/031969ar>
- Piard, J., Moyon, M. (2024). Former à la démarche scientifique grâce à la pédagogie active et la formation par la recherche : cas d'une Unité d'Enseignement de chimie expérimentale. *Didactique*, 5(2), 151-205. <https://doi.org/10.37571/2024.0206>
- Pirquet, N & Bataille, X. (2018). Les activités expérimentales dans une séquence d'enseignement. *L'actualité chimique* (433), 29-33.
- Pottier, P. (2003). La chimie est partout ! *L'actualité chimique*, 7.
- Profinnovant (2024). Qu'est-ce que le triangle didactique ? Cité le 07/08/2024. Disponible sur : <https://www.profinnovant.com/quest-ce-que-le-triangle-didactique/>
- Programme des études du cursus en médecine (2018) (https://entfmed.univ-tlemcen.dz/ressources/documents_actualites/scolimed_198.pdf)
- Programme détaillée deuxième année de docteur en pharmacie (2013) : disponible sur : <https://fmed.univ-tlemcen.dz/storage/fmedtlemcen/pages/vvkI2zAVa2cDZo9q8c5SQ3ARZV8Z7DkC MxfEL2jL.pdf>
- Programme détaillée troisième année de docteur en pharmacie (2013) : disponible sur : <https://fmed.univ-tlemcen.dz/storage/fmedtlemcen/pages/wA8n0LGtR8cqoqrsB6RbbR7cILb7OzMZs3 zZUJLv.pdf>

Références Bibliographiques

- Schneuwly, B. (2020). Didactique ? *Didactique*, 1(1), 40-60.
- Société pour l'apprentissage à vie (SAVIE), Educacentre. (2008) Introduction, définition et concepts théoriques de la didactique. Plateforme développée par SAVIE Inc. avec la collaboration d'Educacentre. Cité le 12/04/2024. Disponible sur : <http://www.savie.qc.ca/CampusVirtuel/Upload/PDF/Out/ObjetApprentissage5191.pdf>
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet : drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168.
- Tasra, S. (2017) Pédagogie, didactique générale et didactique disciplinaire. halshs-01531812 : <https://shs.hal.science/halshs-01531812>
- Thévet, F. (2009) La chimie physique, une science charnière : Son intérêt dans l'étude des sciences pharmaceutiques et biologiques. *L'actualité chimique* (332), 45-49.
- Tomic, S. (2012). Les origines de la chimie organique au-delà du mythe fondateur. *Elsevier Masson SAS. Comptes rendus chimie* (15), 553-568.
- Tomic, S. (2011) Le cadre matériel des cours de chimie dans l'enseignement supérieur à Paris au XIXème siècle. *Histoire de l'éducation* (130), 57-83.
- Willame, B & Snauwaert, P. (2015). Les difficultés rencontrées dans l'apprentissage du concept de concentration en chimie. Construction d'un outil didactique permettant de mettre en évidence les erreurs d'élèves lors de l'utilisation du concept de concentration chimique. *Revue de recherches en éducation* (55), 177-205. <https://doi.org/10.3406/spira.2015.1743>
- Zouioueche-Aribi, L. (2004). L'enseignement de la chimie en Algérie. *L'actualité chimique* (273), 43-45.

Annexes

Annexe 01 : grille d'observation du matériel du laboratoire

		Séanc e 01	Séanc e 02	Séanc e 03	Séanc e 04	Séanc e 05	Séanc e 06	Séanc e 07	Séance 08
Le matériel du laboratoire	Tout matériel indispensable pour ce TP est disponible								
	Tout matériel est suffisant								
	Matériel en bon état de fonctionnement								
	Matériel indispensable prêt à l'emploi								

Annexe 02 : grille d'observation des activités des étudiants lors des TP

		Séanc e 01	Séance 02	Séance 03	Séanc e 04	Séance 05	Séan ce 06	Séan ce 07	Séanc e 08
Les étudiants	La participation des étudiants	3/13	5/11	3/11	5/10	8/11	5/12	6/12	3/14
	Les étudiants rencontrent des difficultés								
	Tous les étudiants respectent les consignes données par l'enseignant								
	Les étudiants rincent le matériel et nettoient le paillasse à la fin de séance								
	Les étudiants utilisent efficacement le matériel et instruments du laboratoire								
	Ils demandent de l'aide en cas de								

Annexes

blocage									
Ils font attention au matériel qu'ils utilisent									
Ils respectent le droit de parole									

Annexe 03 : grille d'observation des activités des enseignants

Séances		Séance n° 01	Séance n° 02	Séance n° 03	Séance n° 04	Séance n° 05	Séance n° 06	Séance n° 07	Séance n° 08
L'enseignant	L'enseignant et la gestion du temps								
	Il respecte les objectifs visés								
	Les tâches proposées correspondent aux apprentissages visés								
	L'enseignant mentionne des consignes								

Annexes

pour le bon déroulement et évite les erreurs									
Les consignes sont claires									
La prise de paroles est gérée									
Les erreurs sont prises en compte									
Bonne utilisation de la voix(débit/volume/intonation/modulation)									
Langage oral correct et approprié									
Outils pédagogiques utilisés :									
Le support fourni aux étudiants est									

	de bonne qualité								
--	------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Annexe 04 : questionnaire adressé aux étudiants

Année d'études ?

- 2ème année pharmacie
- 3ème année pharmacie

01-Le matériel indispensable pour le bon déroulement des séances de travaux pratiques de la chimie analytique est disponible et en bon état de fonctionnement ?

- Toujours Souvent Parfois Rarement Jamais

02-Le support est-il bénéfique pour la réalisation des TP et vous renseigne sur tout ce que vous devez faire durant le TP ?

- Toujours Souvent Parfois Rarement Jamais

03-Les objectifs des travaux pratiques de la chimie analytique sont-ils :

- Clairs et explicites
- Communiqués aux étudiants
- En mesure de vous préparer à l'activité professionnelle

04-Dans le laboratoire de chimie analytique :

- L'espace est adapté au nombre d'étudiants.
- L'aménagement est adapté à l'activité.
- Le nombre de postes et paillasses est suffisant.
- Le matériel est toujours disponible.

05-Le contenu du fascicule des travaux pratiques de la chimie analytique est :

- Clair et compréhensible.
- Adapté et utile.
- Vous guide bien sur les démarches suivies.
- Englobe tout ce dont vous avez besoin dans votre TP.

06- L'évaluation des apprentissages requis et des résultats de manipulation (compte rendu) est-elle juste et pertinente ?

Toujours Souvent Parfois
Rarement Jamais

07- De façon générale, diriez-vous que le matériel et les supports employés par vos enseignants dans l'enseignement théorique et pratique de la chimie analytique (tableau, PowerPoint, photocopiés,...etc.) sont bien adaptés et facilitent vos apprentissages ?

Toujours Souvent Parfois
Rarement Jamais

08-Selon vous, le temps consacré pour une séance de TP est :

Suffisant pour terminer les activités programmées.

A raccourcir davantage.

A rallonger davantage.

09-Selon vous, le nombre des séances de travaux pratiques de la chimie analytique est :

Suffisant Insuffisant

10-Pensez-vous que les travaux pratiques sont en relation avec les cours théoriques et les complètent ?

Toujours Souvent Parfois
Rarement Jamais

11- L'organisation et la planification globale de TP sont-elles :

Respectées par les enseignants ?

Claires et logiques ?

Compréhensibles ?

Cohérentes ?

Coordonnées avec l'enseignement théorique ?

12-Est-ce que vous voyez que les travaux pratiques de la chimie analytique sont utiles dans votre cursus en tant que pharmacien ?

Oui Pas vraiment Pas du tout

13-Votre présence aux cours de la chimie analytique est motivée par :

La nature de la discipline.

Le coefficient de la discipline.

Les qualités pédagogiques de l'enseignant.

L'horaire du cours.

L'apport scientifique de la discipline.

Une meilleure assimilation du cours.

Son intérêt pour la vie professionnelle.

La difficulté d'avoir le cours ailleurs.

14-Est-ce que vous pensez que les travaux pratiques de la chimie analytique contribuent à l'amélioration des compétences suivantes :

Aider à maîtriser et bien comprendre les techniques enseignées.

Encourager à la communication et au travail en équipe.

Permettre de développer vos capacités d'observation et d'interprétation.

Développer le raisonnement scientifique.

Développer la capacité de résoudre des problèmes.

Permettre de mieux comprendre les cours théoriques.

15-Comment évaluez-vous l'expérience académique globale que vous avez eue dans l'enseignement de chimie analytique ?

Très insatisfait Non satisfait Neutre Satisfait Très satisfait

16-Comment évaluez-vous la qualité générale de l'enseignement de la chimie analytique ?

Excellente Très bonne Bonne
 Acceptable À améliorer

17- Assisteriez-vous aux cours magistraux de chimie analytique ?

Toujours Souvent Parfois Rarement Jamais

18-Considérez-vous que l'attitude des enseignants en cours magistraux (intonations dans la voix, utilisation du langage corporel, déplacements dans l'amphithéâtre, maintien de l'ordre et de la discipline...etc.) est en mesure de vous conduire à être plus attentif en cours ?

Oui, tout à fait Plutôt oui Plutôt non Non ,pas du tout.

19-Est que vous préparez vos TP à domicile avant chaque séance ?

Toujours Souvent Parfois Rarement Jamais

20-Dans la préparation des TP à domicile vous :

Utilisez juste le fascicule de TP.

Révisez vos cours en relation avec le TP.

Faites des recherches en cas de blocage.

Préparez les questions théoriques du compte rendu.

Ne préparez pas le TP à domicile.

21-En moyenne, combien de temps consacrez-vous chaque fois pour la préparation des TP à domicile ?

30 min 01 heure <30 min > 01heure

Vous ne préparez pas les TP à domicile

22-Avez-vous des suggestions pour rendre les séances des travaux pratiques de la chimie analytique plus intéressantes et plus efficaces ?

.....
.....

23-Quelles sont les difficultés rencontrées dans les travaux pratiques de la chimie analytique :

Le langage symbolique.

La nomenclature des réactifs qui est important pour la détermination des concentrations.

L'utilisation des formules.

La conversion des paramètres.

Les formules d'incertitude.

L'utilisation du matériel du laboratoire

Pas de difficulté

24-Votre professeur répond-il à vos doutes sur sa matière lors des séances des travaux pratiques de chimie analytique ?

Toujours Souvent Parfois Rarement Jamais

25-Si vous trouvez un problème de la manipulation, vous demandez de l'aide et le mentionnez au professeur ?

Toujours Souvent Parfois Rarement Jamais

26-Les enseignants de la chimie analytique dans les travaux pratiques :

Ont une bonne maîtrise scientifique et technique de la matière en question.

Ont une bonne maîtrise pédagogique.

Accompagnent les étudiants dans leurs activités.

Proposent des activités d'apprentissage attrayantes.

27-Dans chaque séance de l'enseignement pratique de la chimie analytique, l'enseignant vous donne des remarques et des consignes pour éviter les erreurs et améliorer le travail :

Toujours Souvent Parfois Rarement Jamais

Annexe 05 : questionnaire adressé aux enseignants

01-Je contribue à l'élaboration du support et du compte-rendu de TP :

Toujours – Souvent- Parfois- Rarement- Jamais

02-Pour les notes du compte rendu, je trouve qu'elles sont : Satisfaisantes – Insatisfaisantes – Acceptables

03- Concernant le compte rendu :

-Je trouve qu'il présente une bonne évaluation des apprentissages et pratiques acquises lors du TP pour chaque étudiant

-Je préfère le rendre individuel pour une bonne évaluation

-Je préfère le remettre à l'étudiant avant la séance de TP

-Je préfère le remettre à l'étudiant à la fin de chaque TP pour une meilleure concentration sur les activités des TP

-Je trouve qu'il n'a pas d'intérêt, je me focalise beaucoup plus sur la pratique

04-Selon mon expérience dans l'enseignement pratique de la chimie analytique, les facteurs qui aident au bon déroulement des TP sont :

-La bonne préparation de TP

-La disponibilité du matériel

-La curiosité des étudiants

-Les interactions des étudiants entre eux et avec l'enseignant

-Temps suffisant accordé aux étudiants pour travailler à l'aise avec meilleur résultat de manipulation

-Les questions posées par les étudiants

05- l'université met en disposition tout matériel, équipement et réactifs nécessaires pour le bon déroulement des TP qui sont en bon état de fonctionnement :

Toujours – Souvent - Parfois – Rarement – Jamais

06-Je trouve que le temps consacré pour les séances de TP est :

-Suffisant pour les TP de 2ème année pharmacie

-Insuffisant pour les TP de 2ème année pharmacie

-Suffisant pour les TP de 3ème année pharmacie

-Insuffisant pour les TP de 3ème année pharmacie

07-Concernant le laboratoire de la chimie analytique, je trouve que :

-L'espace est suffisant et conforme aux nombres des étudiants

-Les postes sont suffisants

-Le matériel nécessaire est disponible tout le temps

-Le matériel nécessaire est en bon état de fonctionnement tout le temps

-Le matériel est suffisant pour les membres du groupe

08-Concernant les objectifs des TP :

-Je les mets en évidence

-Je les mentionne au début de chaque séance de TP

-Les objectifs annoncés sont en relation avec les activités programmées

-Les objectifs sont atteints à la fin du TP

09-Selon mon expérience dans l'enseignement pratique de la chimie analytique, les difficultés les plus fréquemment rencontrées par les étudiants lors des TP sont :

-Utilisation du matériel et équipements du laboratoire

-Temps insuffisant pour terminer les activités et donc travailler avec stress pour terminer à l'heure

-Conversion des paramètres (exemples : de la normalité au molarité, de la concentration massique au concentration molaire,...)

-Nomenclature des réactifs

-Utilisation des formules (exemple : les formules d'incertitude)

-Mal compréhension des réactions chimiques

-Mal compréhension des principes des méthodes analytiques

10-Selon la réactivité des étudiants lors des TP de la chimie analytique, je trouve que :

-Tous les étudiants préparent les TP à domicile

-La majorité des étudiants préparent les TP à domicile

-Aucun étudiant ne prépare les TP à domicile

-La majorité des étudiants ne préparent pas les TP à domicile

11- Selon mon expérience, l'intérêt des étudiants par la chimie analytique dans les dernières années :

-Est en augmentation -Est en diminution -
Les étudiants n'ont pas d'intérêt pour la
chimie analytique

**12- Je vois que les étudiants sont
intéressés par les TP de la chimie
analytique et les font en s'amusant :**

Toujours – Souvent – Parfois – Rarement –
Jamais

**13- Je trouve que les étudiants lors les
séances des TP de la chimie analytique
sont :**

-Sérieux -Pas intéressés

-Attentifs et silencieux pendant les
explications

-Capables de maîtriser les démarches de
TP

-Concentrés sur le remplissage du compte
rendu plus que l'acquisition de nouvelles
pratiques

**14- Concernant les questions posées aux
étudiants lors les séances
d'enseignement pratiques de la chimie
analytique :**

-Je pose des questions pour vérifier la
compréhension des explications

-J'utilise différents types de questions
(ouverts, fermés, simples,..)

-Je laisse à l'élève le temps de répondre
aux questions

-J'insiste pour obtenir, de la part de
l'étudiant, une réponse satisfaisante à mes
questions

-J'évite les critiques négatives en cas de
réponses fausses

-Les questions sont suscitées et
encouragés.

**15- Concernant les consignes données
aux étudiants lors de chaque TP visant à
éviter les erreurs et améliorer le travail
pour obtenir de bons résultats de
manipulation :**

-Ils sont souvent bien respectés

-Souvent, ils ne sont pas respectés

-Plusieurs étudiants tombent dans des
erreurs et pièges préalablement mentionnés

-Je répète les consignes plusieurs fois et
j'insiste pour qu'elles soient suivies.

**16-Selon mon expérience dans
l'enseignement pratique de chimie
analytique, les principaux besoins de
mes étudiants en général sont :**

**17-J'ai une durée d'expérience dans
l'enseignement pratique de la chimie
analytique de :**

-De 02ans à 05 ans - < 02 ans -De 05 ans à 10 ans - > 10 ans

18-Concernant l'enseignement de la chimie analytique :

-Je suis fier, intéressé et motivé par mon enseignement

-Je suis intéressé et motivé par ma discipline

-Je suis fier de mon enseignement et j'aime enseigner

-J'aime quand mon enthousiasme et mon engagement ont un impact positif sur l'engagement de mes étudiants

19-Je fait des cours magistraux (enseignement théorique) en parallèle de l'enseignement pratique de la chimie analytique :

Toujours – Souvent – Parfois – Rarement – Jamais

20- Pour clarifier les difficultés rencontrées dans certaines notions de la chimie analytique, j'utilise :

-La reformulation des questions différemment

-Des exemples pour clarifier l'idée et aider l'apprenant

-La répétition des éléments mal compris et les explique clairement

-La simplification des termes

-La schématisation sur le tableau

-la langue maternelle

21-Concernant le nombre des enseignants des TP de la chimie analytique, je trouve qu'il est :

-Suffisant -Insuffisant

22- Je suis au courant pour les connaissances acquises durant le cours et en relation avec les TP :

-Toujours – Souvent – Parfois – Rarement
-Jamais

23- Je contrôle les étudiants durant le TP et je suis disponible tout le temps :

-Toujours – Souvent – Parfois – Rarement
- Jamais

24-Pendant l'explication :

-J'utilise le non verbal et le langage corporel (gestes, mimes,...)

-J'utilise un langage clair et facile à comprendre

-J'expose le planning du TP au début de séance

-J'explique clairement les consignes

-J'utilise des variations du rythme

-J'utilise des variations d'intonation

**25-Combien de fois avais-je eu la liberté
d'essayer des méthodes innovantes pour
mieux apprendre ?**

-Toujours – Souvent -Parfois – Rarement –
Jamais

**26- Je gère bien le temps imparti pour
chaque partie de TP:**

-Toujours – Souvent – Parfois – Rarement
– Jamais

**27-J'ai une bonne maîtrise d'utilisation
des appareils et équipements nécessaires
dans le TP de la chimie analytique :**

-Oui - Non -Plus ou moins

Résumé :

Ce mémoire porte sur l'analyse didactique de l'enseignement pratique de la chimie analytique dans les études pharmaceutiques. Il s'agit d'un domaine essentiel à la formation des futurs pharmaciens et à propos duquel on a constaté qu'il y a un malaise, notamment dans son apprentissage. Pour détecter ce malaise et identifier les principaux défis didactiques liés à l'enseignement pratique de la chimie analytique, nous avons mené une enquête auprès des enseignants et des étudiants de deux promotions différentes en leur adressant deux questionnaires et nous fait également des séances d'observation et analysé le programme de l'enseignement pratique de la discipline en question. Les résultats recueillis montrent qu'il y a un malaise résultant de différents défis étant en relation avec le temps, le matériel, la motivation, l'évaluation et les méthodes d'enseignement.

Mots clés : Chimie analytique, didactique, enseignement pratique, méthodes d'enseignement

Abstract:

This dissertation focuses on the didactic analysis of the practical teaching of analytical chemistry in pharmaceutical studies. This is an essential area for the training of future pharmacists and one in which there is a discomfort, particularly in its learning. To detect this discomfort and identify the main didactic challenges related to the practical teaching of analytical chemistry, we conducted a survey among teachers and students from two different cohorts by sending them two questionnaires and also conducting observation sessions and analyzing the practical teaching program of the discipline in question. The results show that there is a discomfort resulting from various challenges related to time, materials, motivation, evaluation, and teaching methods.

ملخص:

يتناول هذا البحث دراسة للتعليم التطبيقي للكيمياء التحليلية في شعبة الصيدلة. يعد هذا الجانب أساسيا لتكوين صيادلة المستقبل. وقد تم ملاحظة وجود تعثر يتعلق بهذا المقياس خاصة فيما يخص التعلم. من أجل معرفة هذا الخل وتحديد التحديات والصعوبات الأساسية المرتبطة بالجانب التطبيقي للكيمياء التحليلية. أجرينا استبيانين أحدهما موجه للأساتذة المكلفين بحصص الأعمال التطبيقية لهذا المقياس وآخر لطلبة قسم الصيدلة المعنيين بدراسته وهم المستوى الثاني والثالث صيدلة. كما حضرنا لحصص تطبيقية لكلا المستويين من أجل ملاحظة وتحليل هذه الحصص، إضافة إلى تحليل برنامج المقرر الدراسي الخاص بالأعمال التطبيقية. أظهرت النتائج المتحصل عليها وجود تعثر ناتج عن صعوبات مختلفة تتعلق بالوقت، العتاد والأجهزة اللازمة في المخبر، الدافعية والاهتمام بهذا المقياس، طريقة تقييم الحصص التطبيقية وكذا طرق التدريس.