

REVIEW ARTICLE

EVALUATION DU DEGRE D'ASSIMILATION DU COURS DE CHIMIE ANALYTIQUE APRES LES TRAVAUX PRATIQUES

EVALUATION OF THE DEGREE OF ASSIMILATION OF THE ANALYTICAL CHEMISTRY COURSE AFTER THE PRACTICAL WORK



| Irengé Mitima Honoré * | Byumanine Ntabaza Roger | Bwami Musombwa Gervais | et | Wimba Kayange Louisette |

¹. Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu | Bukavu | République Démocratique du Congo | honsonjunior@gmail.com |

| Received September 28, 2022 | Accepted November 06, 2022 | Published December 15, 2022 | ID Article | Irengé-Ref7-15-ajiras281122 |

RESUME

Objectif : La présente étude a pour objectif d'évaluer le degré d'assimilation du cours de chimie analytique par des travaux pratiques au laboratoire. **Méthodes** : Il s'agit d'une étude qualitative établie sur la distribution des notes obtenues (excellente ; forte ; moyenne et faible) et quantitative car, basée sur le taux d'assimilation de la matière. The approach consisted in: judging the initial level of assimilation of the course through tutorials and oral questioning. Pour cela, la documentation nécessaire a été réunie, des groupes de travail ont été constitués à chaque séance du jour, en moyenne 13 étudiants par groupe avec une cotation individuelle et non par groupe, les protocoles des manipulations ont été mis à la disposition des apprenants avant d'accéder au laboratoire, lesquels étaient répétés, une fois dans la salle des manipulations. La méthode participative et pédagogique qui consistait à faire travailler chaque étudiant et ne devenir que leurs accompagnateurs et facilitateurs de l'activité d'enseignement-apprentissage. Les analyses statistiques sont réalisées par le logiciel IBM SPSS Statistics 20. **Résultats** : Les résultats obtenus ont montré que 80,753% du taux a été atteint dans l'ensemble dont 88,034% en G2 techniques pharmaceutiques (G2TPH), 73,770% en G2 techniques des laboratoires (G2TL). Cette étude étant à la fois qualitative et quantitative, nous a permis de scinder les effectifs en quatre classes selon les notes obtenues. **Conclusion** : L'étude a montré que les étudiants ont très bien assimilé le cours de chimie analytique après les travaux pratiques au laboratoire. Les étudiants de G2 techniques pharmaceutiques ont très bien assimilé par rapport à ceux de G2 techniques de laboratoires.

Mots clés : Chimie analytique, degré d'assimilation, G2 techniques pharmaceutiques et laboratoires, notes obtenues.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to evaluate the degree of assimilation of the course of analytical chemistry by practical work in the laboratory. **Methods**: It is a qualitative study established on the division into classes on the basis of the marks obtained: excellent; strong; average and weak and quantitative because, based on the rate of assimilation of the matter. The approach consisted in: gauging the initial level of assimilation of the course through tutorials and oral questioning. For that, the necessary documentation was gathered, work groups were constituted at each session of the day, on average 13 students per group with an individual quotation and not by group, the protocols of the manipulations were placed at the disposal of the learners before reaching the laboratory, which were repeated, once in the room of the manipulations. The participatory and pedagogical method consisted in making each student work and become only their guides and facilitators of the teaching-learning activity. The statistical analyses were carried out using the IBM SPSS Statistics 20 software. **Results**: The results obtained showed that 80.753% of the rate was achieved overall including 88.034% in G2 pharmaceutical techniques (G2TPH), 73.770% in G2 laboratory techniques (G2TL). This study being both qualitative and quantitative, allowed us to divide the workforce into four classes according to the grades obtained. **Conclusion**: The study showed that the students assimilated the analytical chemistry course very well after the practical work in the laboratory. The students of G2 pharmaceutical techniques assimilated very well compared to those of G2 laboratory techniques.

Key words: Analytical chemistry, degree of assimilation, G2 pharmaceutical techniques and laboratories, obtained grades.

1. INTRODUCTION

L'enseignement de la chimie a subi des profonds changements ces dernières années. Tandis qu'on surchargeait la mémoire des étudiants par des nombreuses définitions et énumération de nombreuses méthodes d'analyse chimique, ce qui apparaissait somme toute peu de choses à la compréhension des phénomènes du monde qui nous entoure [1]. Aujourd'hui la tendance est de chercher des principes qui permettent d'expliquer, de rendre logique beaucoup de notions tout simplement mémorisées ; ce qui conduisait souvent à un découragement, une méfiance, un dégoût des apprenants vis-à-vis de la leçon et même une inimitié à l'égard de l'enseignant de chimie analytique, ne se sentant pas concernés par cette activité pédagogique et pourtant très cruciale. Puisque ce n'est pas la mémoire qui constitue le savoir, un cours de science exacte qui y fait trop d'appel ne concoure guère au développement des facultés intellectuelles de l'étudiant [1].

En RDC en général et au SUD-KIVU en particulier, depuis plus de deux décennies, les programmes des enseignements de chimie ne sont pas bien exécutés suites aux grèves en répétition d'une part mais aussi au chômage déguisé où l'on observe que dans le recrutement, il y a des enseignants non qualifiés en la matière, qui dispensent les cours de chimie. Comme conséquences, les leçons pratiques de chimie analytique sont très rarement réalisées ou même inexistantes et pourtant très importantes dans l'assimilation des matières apprises en chimie analytique. Il en résulte alors des

enseignements très théoriques de ce cours, beaucoup de questions liées aux aspects qualitatifs et quantitatifs restent un sujet de curiosité, lequel peut amener les étudiants à croire que la chimie est loin d'être une réalité et /ou un phénomène non utile dans leur vie quotidienne. En plus, de ces sérieux problèmes s'ajoutent d'autres comme celui lié à l'aspect pédagogique au niveau du cycle du secondaire qui s'explique par plusieurs causes: presque la quasi-totalité d'écoles ne possèdent pas de laboratoires de chimie, et celles qui en disposent, n'ont pas d'équipements adéquats et même des enseignants qualifiés dans le domaine aussi longtemps qu'ils ne parviennent pas à réaliser d'eux-mêmes quelques pratiques expérimentales au laboratoire selon les méthodes classiques ou expérimentales d'analyse ; il est à noter que certains de phénomènes tant naturellement chimiques réalisés en dehors de laboratoire sont souvent attribués à la physique et pourtant ils sont purement chimiques. Dans le but d'être bien assimilées, les rudiments de chimie analytique ont besoin d'être expliqués à la résolution des exercices et la réalisation des manipulations au laboratoire. Des travaux scientifiques réalisés dans ce domaine ont traités sur la publication des modes opératoires de l'analyse qualitative et l'analyse quantitative [2,3]. Il apparaît de plus en plus que l'évaluation du degré d'assimilation de la chimie analytique après les manipulations au laboratoire s'avère important pour les étudiants encours de formation ; spécialement dans les domaines des techniques de laboratoires et des techniques pharmaceutiques .C'est ainsi qu'il nous a paru important de proposer ce travail scientifique évaluatif sur le degré d'assimilation du cours de chimie analytique par des travaux pratiques au laboratoire au moyen d'une approche participative qui consiste à faire travailler les étudiants et ne devenir que leur superviseur, facilitateur et accompagnateur dans le processus d'enseignement-apprentissage après avoir jaugé leur niveau de départ. Ceci nous a poussés à nous poser la question ci- après : Les étudiants de G2 TL et G2 TPH ont-ils acquis un degré d'assimilation suffisant du cours de chimie analytique après les manipulations au laboratoire?

Objectifs du travail

- Amener les étudiants de G2 TPH et G2 TL/ISTM-Bukavu à s'approprier les cours de chimie analytique par des manipulations appropriées à leur cours théorique de chimie analytique en le rendant plus pratique.
- Proposer des voies d'amélioration de la qualité d'enseignement de chimie analytique dans les promotions de deuxièmes années des Institutions Supérieures et universitaires à travers leurs sections dans lesquelles ce cours est nécessité.

Objectifs :

- Ce sujet nous paraît utile car il contribue à enrichir la base des données sur les manières d'éviter d'attribuer aux étudiants des cotes arbitraires en milieu universitaire.
- Marier la théorie à la pratique en chimie analytique et savoir s'auto évaluer en tant qu'enseignant à travers ses apprenants.
- Concevoir un mobile de renforcement des rudiments de chimie analytique dans les sections concernées et celles apparentées à partir du bagage acquis dans le cours de chimie générale (bases chimiques).

- Hypothèse nulle

Les étudiants de G2TPH et G2TL de *l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu* (ISTM-Bukavu) n'assimilent pas bien la chimie analytique après les séances des travaux pratiques.

2. METHODOLOGIE

2.1. Outils et réactifs de manipulations

Dans cette partie, chaque groupe de 13 étudiants en moyenne disposait sur sa paillasse, les matériels et les réactifs suivants selon le besoin du type de manipulation à réaliser:

2.1.2 Les matériels : Dans le but d'initier l'étudiant à s'adapter à n'importe quelle condition de travail, nous avons placé les matériels suivants en vrac et que ce dernier doit se choisir ce dont il a besoin pour chaque manipulation.

Stylos-marqueurs, Papiers autocollants, craies, tableau noir, Attaches, Eprouvettes de 500, 100 et 1000ml, Burettes de 25 et 50ml; statifs, ballons jaugés de 100, 250, 500 et 1000 ml; Tubes à essai; Erlenmeyers de 100ml; béchers de 50, 100ml ; Pipettes graduées et pipettes jaugées, Micropipettes, pissettes d'eau distillée, Entonnoirs ,mortier, pilon, spatules, balances analytiques de Précisions, plaques chauffantes, Papiers filtres, Tubes à essai, bec bunsen.

2.1.2 Les réactifs : Dans les mêmes conditions, les réactifs sont répartis en vrac, il s'agit de :

- ❖ **Réactifs titrants et les indicateurs colorées :** Eau distillée(H_2O) ; HCl : Acide chlorhydrique à 35% ; NaOH(s) : hydroxyde de Sodium; H_2SO_4 : Acide sulfurique à 97% ; $KMnO_4(s)$: permanganate de potassium ; $AgNO_3(s)$: nitrate d'argent ; H_2O_2 : eau oxygénée 30% ; EDTA(s) : Éthylènediaminetétraacétique, NET : Noir Eriochrome T, KI(s) : iodure de potassium, $I_2(s)$: cristaux d'iode, KOH(s) : hydroxyde de potassium, K_2CrO_4 : chromate de potassium ; NaCl : chlorure de sodium ; $Na_2S_2O_3$: thiosulfate de sodium; NH_3 : solution d'ammoniac ; Phénolphtaléine, Bleu de méthylène, le méthylorange, bleu de bromothymol, Solutions aqueuses de Cu^{2+} : ion cuivrique; Fe^{3+} : ion ferrique, Fe^{2+} : ion ferreux, Pb^{2+} : ion de plomb(II), Zn^{2+} : ion zincique, Ag^+ : ion argent, Cl^- : ion chlorure , I^- : ion iodure, CO_3^{2-} : ion carbonate, SO_4^{2-} : ion sulfate.

- ❖ **Echantillons analysés selon les quatre équilibres :** Eau de Régideso, Eau dure puisée dans les flaques à l'ISTM, le lait Ikivuguto du Rwanda, comprimés enrobés d'ibuprofène 400mg et d'aspirine 500mg ; sel de cuisine; Eaux de sources de l'ITFM ; solution de Lugol 1% ; Eau oxygénée commerciale 3%.

Tableau 1: Quelques manipulations réalisées et leurs objectifs.

N°	Types de manipulations	Objectifs
1	Bonnes Pratiques de laboratoires	- Gérer et éviter les risques au laboratoire et dans son environnement - Identifier à travers les signes ou pictogrammes, les types de laboratoires afin de prendre de précautions de sécurité adéquates.
2	Préparation de Solutions	- Savoir préparer une solution à une concentration précise, par dissolution d'un composé solide, et par dilution d'une solution mère, - Réaliser des dilutions successives - Connaître le principe d'une dilution
3	Titrages Acido-basiques et ses applications	- Déterminer la concentration inconnue d'une solution composée d'un acide ou d'une base, ou d'un mélange - Déterminer la conformité des produits dosés par titrage acido-basiques tel que les comprimés d'aspirine, ibuprofène. - Déterminer la fraîcheur du lait Ikivuguto du Rwanda vendu à Bukavu. - Déterminer le titre alcalimétrique des eaux,
4	Titre Argentimétrique : Méthode de Mohr	- Mettre en œuvre un titrage direct colorimétrique. - Justifier le protocole d'un titrage en s'appuyant sur des données fournies. - Identifier deux titrages successifs. - Distinguer l'équivalence et le virage d'un indicateur coloré de fin de titrage. - Déterminer la conformité de la solution de sérum physiologique
5	Dosage redox	- Réaliser des titrages mettant en jeu les propriétés oxydantes du diiode I ₂ (aq) titrés par la solution de thiosulfate de sodium dans la solution de lugol et/ou de povidone et de l'ion permanganate MnO ₄ ⁻ réduit par l'eau oxygénée et vérifier le titre en « volumes » de cette solution. - Vérifier la conformité de ces médicaments et celle de l'eau
6	Dosage par complexation	- Découvrir un nouveau type de dosage - Vérifier les critères de potabilité de l'eau par rapport à sa dureté
7	Test d'identification des ions : Cations et anions	- Permettre la reconnaissance les différents ions présents dans une solution dont on connaît le nom - Comment utiliser des tests de reconnaissance pour identifier les ions présents dans des solutions dont on ne connaît pas le nom

2.2. Méthodes

La méthodologie de ce travail a combiné plusieurs techniques à savoir :

- Jauger le degré initial d'assimilation de la matière par des TD, TP et exercices.
- La technique documentaire : qui nous a servi d'élaborer toute la théorie nécessaire à la réalisation du présent travail.
- La constitution des groupes de travail : elle se faisait sur base des listes de présences journalières pour permettre à chaque étudiant de manipuler et d'éviter la paresse. Soit, en moyenne 13 étudiants par groupe et par jour.
- La communication du protocole d'analyse avant chaque manipulation.
- La méthode participative et pédagogique : chaque étudiant arrivait à effectuer des calculs sur la quantité de réactifs à prélever pour préparer les solutions à utiliser dans les manipulations. Ces manipulations ont été réalisées à cent pour cent par des étudiants accompagnés et guidés par les assistants. Les bonnes pratiques de laboratoire ont consisté à identifier le laboratoire et le lieu de travail de chaque groupe.
- Le traitement statistique des données a été réalisé par le logiciel IBM SPSS Statistics 20 et en déduire le degré d'assimilation afin de comparer les moyennes de notes obtenues par les étudiants de ces deux promotions de manière indépendante et le traducteur en ligne deeple [4]: qui nous a aidé à mettre le résumé en anglais.

En voici certaines manipulations réalisées.

2.2.1 Les règles de bonnes pratiques de laboratoires [5]

Dans le cadre de pouvoir gérer ou éviter les risques au laboratoire, les manipulateurs des produits chimiques doivent veiller scrupuleusement au respect des règles suivantes :

- A l'entrée de chaque laboratoire, une affiche doit contenir les indications suivantes :
 - Le nom du laboratoire et ses coordonnées,
 - Les consignes de sécurité
 - Les avertissements
 - Les dangers
- Se laver soigneusement les mains en entrant/sortant du laboratoire, avant de prendre un repas, ou avant d'aller aux toilettes.
- Repérer les emplacements des matériels de sécurité : douche fixe de premiers secours, douche portative de secourisme, extincteur, rince-œil, couverture anti feu, robinet d'incendie armé, etc.

- Retirer tous ses bijoux, ne pas porter de maquillage, attacher les cheveux.
- Porter une blouse en coton et non en polyester (le coton brûle en cas de contact avec une flamme, alors que le polyester fond et adhère à la peau).
- Se protéger pendant les manipulations (porter lunettes de protection, masque, gants, tablier, etc.) (protection contre les produits chimiques, la chaleur, les coupures, les chocs, les radiations, etc.). Voir Équipement de protection individuelle (EPI).
- Séparer les zones d'écritures et de lectures des zones de manipulations,
- Ne rien laisser traîner au sol ou sur les paillasse.
- Ne pas stocker des contenants dangereux (flacons en verre...) près d'un bord de paillasse, ou sur un bord d'étagère.
- Éviter les accumulations de grandes quantités (solvants, emballages, déchets, etc.) au laboratoire.
- Arrimer solidement les bouteilles de gaz et les éloigner de toute source de chaleur ou de projections de produits corrosifs. Les stocker à l'extérieur (demander une alimentation extérieure).
- Ranger le matériel dès qu'il n'est plus nécessaire afin de ne pas être gêné lors des prochaines manipulations, apprendre également à gérer l'espace de travail et le temps dont on dispose.
- Tous les flacons et emballages doivent sans exception avoir une étiquette sur laquelle on retrouve le nom, la formule, le(s) pictogramme(s) et le(s) code(s) de sécurité définis par le Système général harmonisé (SGH), et la date de péremption.
- Après les manipulations, laver et ranger toute la verrerie utilisée et la placer dans le séchoir

2.2.2. Méthodes de préparation des solutions et quelques dosages : Lors des travaux pratiques, les solutions étaient préparées par les étudiants suivants deux méthodes ci-dessous :

2.2.2.1 : La méthode par pesée ou par dissolution [5, 9, 12, 20]

Celle-ci consiste à :

- Placer une capsule de pesée sur une balance analytique précision à 0,01 près, ensuite tarer la balance ;
- Peser la masse m du solide à prélever à l'aide d'une spatule bien rincée et séchée ;
- Introduire prudemment cette quantité pesée, à l'aide d'un entonnoir, dans une fiole jaugée de volume bien connu et contenant préalablement une petite quantité de solvant à utiliser pour la dissolution ;
- Rincer correctement la spatule de pesée avec le solvant à utiliser pour récupérer la moindre quantité du solide et verser-le dans la fiole ;
- Boucher la fiole et homogénéiser la solution jusqu'à la dissolution complète
- Après dissolution complète, porter ou ramener le volume de la solution au trait de jauge et homogénéiser de nouveau, la solution ;
- Enfin, étiqueter en mentionnant le nom de la solution, sa concentration, le nom du groupe d'étudiant ou de la promotion ayant préparé la solution ainsi que la date de sa préparation.

Exemples : La préparation de la solution NaCl 0,9% ; NaOH 1N ; AgNO₃ 0,1N ; HCl 1N ; KMnO₄.

2.2.2.2 : Méthode de dilution [9,10, 12] : Cette méthode consiste à ramener les solutions concentrées à des solutions de faibles concentrations selon l'équation décrite par la loi de dilution :

$$CoVo = CfVf \quad (1)$$

Avec

Co : Concentration de la solution mère ou de l'étalon primaire,

Vo : volume de la solution mère ;

Cf : concentration de la solution fille ou de l'étalon secondaire,

Vf : volume de la solution fille.

De même, lors de dilution, la concentration Co est bien connue, le volume V_f et la concentration C_f de la solution fille dont on envisage sont bel et bien connus. Cependant, il est important de définir le facteur ou nombre de dilution noté par fd qui est le rapport traduit par l'expression mathématique ci-dessous :

$$fd = \frac{Vf}{Vo} = \frac{Co}{Cf} \quad (2)$$

Ainsi donc, pour préparer 250ml d'une solution HCl 1N, il faut prélever 22,1ml d'une solution HCl 35%. Soit par la relation mathématique suivante :

$$N = \frac{\% . d . 10 . X}{Mm} \quad (3)$$

Avec :

N : Normalité de la solution ;

d : densité de la solution mère ;

x : nombre d'équivalent chimique ;

Mm : Masse Molaire de cette substance.

2.2.2.3. Dosage de l'acide chlorhydrique par la solution NaOH 0,1M [3,5]

- Rincer la burette graduée avec la solution titrante (NaOH 0,1M). Puis remplir la burette ;
- Dégazer la partie inférieure de la burette en faisant couler la solution titrante dans le bécher étiqueté (récupérer le produit usagé) ;

- Ajuster le niveau du liquide au niveau zéro de la burette en faisant couler l'excédent de la solution de NaOH dans le bécher étiqueté (récupération du produit utilisé) ;
- Introduire 10ml de la solution HCl 0,1N dans un erlenmeyer de 100ml et y ajouter 2 à 3 gouttes de bleu de bromothymol (indicateur coloré) ;
- Placer l'erlenmeyer sous la burette et laisser couler goutte à goutte de la solution de NaOH tout en agitant manuellement jusqu'au virage de l'indicateur.
- Fermer immédiatement le robinet de la burette et lire le volume de NaOH écoulé et effectuer les calculs.
- Refaire le titrage 2 à 3 fois si les deux mesures sont éloignées.

2.2.2.4. Titrages redox et applications

a. Préparation de la solution de KMnO_4 en milieu acide [5,9] :



i.e : 1Eq-gr renferme 1/5 mole de KMnO_4 , Une solution normale de KMnO_4 contient 158g/5 soit 31,6g par équivalent. Il s'agit donc de :

- Peser 31,6g de KMnO_4 sur une balance de précision et les dissoudre dans un litre d'eau pure ;
- Couvrir le récipient contenant la solution et la porter à l'ébullition douce pendant 30 minutes ;
- Laisser reposer à l'obscurité pendant 24heures et lendemain, filtrer sur un verre fritté et faire l'étalonnage ;
- Conserver à l'obscurité dans un flacon bouché à l'émeri.

Précautions

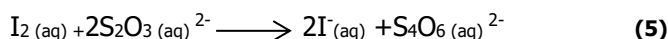
- Toujours préparer la solution de KMnO_4 en utilisant l'eau pure c.à.d. ne contenant aucune substance réductrice ;
- Ne jamais filtrer la solution au moyen de papier filtre mais plutôt au verre fritté et conserver toujours la solution dans un flacon coloré en noir ou brun et bien bouché, sous peine d'être détruite par la lumière.

b. Dosage de l'eau oxygénée par le permanganate de potassium [5,18] : La solution dont on disposait, notée S_1 (H_2O_2 3%) a été obtenue en diluant 10 fois la solution S_0 (H_2O_2 30% stock labo ISTM-Bukavu).

- Peser 10g de la solution S_1 dans un ballon jaugé de 100ml,
- Compléter le volume à 100ml avec de l'eau distillée, on a la solution S_2 ;
- De S_2 , prélever 10ml de l'échantillon à doser. Et verser-le dans un bécher de 100ml ;
- Ajouter 20ml d'acide sulfurique dilué et ensuite titrer par la solution KMnO_4 0,02mol $\cdot$ l $^{-1}$ jusqu'au virage persistant ;
- Faire 2 dosages : un rapide et un précis à la goutte près. Noter toutes les valeurs obtenues (V_e).
- Enfin calculer la teneur en pourcentage, avec 1ml de $\text{KMnO}_4=1,701\text{mg}$ de H_2O_2 .

c. Dosage de la solution de lugol 1% [5,18]

1. Principe : Pour réaliser ce dosage, on fait réagir une solution de thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). La prise d'essai est de 10ml de la solution de lugol. Il en résulte l'équation chimique :



Cette solution est préparée à partir de :

1 g d'Iode et de 2 g d'Iodure de potassium avec de l'eau distillée pour 100 ml de solution , Avec 1ml de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ qui correspond à 12,69mg d'iode disponible ou en excès.

2. Procédure de dosage

- Prélever 10ml de la solution de lugol, les verser dans un ballon d'erlenmeyer de 100ml ;
- Ajouter 2 gouttes d'acide acétique et 10 gouttes d'amidon et ensuite, agiter le mélange ;
- Titrer le mélange avec la solution de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 mol/l jusqu'à la décoloration de ce dernier ;
- Noter le volume verser et procéder aux calculs.

2.2.2.5. Applications du dosage acide-base.

a. Titration de la teneur en acide lactique dans le lait ikivuguto

1. Principe : Un lait frais ne contient pas d'acide lactique (de formule $\text{CH}_3\text{-CHOH-COOH}$). En vieillissant, le lactose présent dans le lait se transforme lentement en acide lactique sous l'action des bactéries. La mesure de l'acidité d'un lait permet d'évaluer sa fraîcheur. Si l'acidité du lait est trop importante, les protéines du lait précipitent: le lait "caille". Un lait est caractérisé par son degré Dornic : un degré Dornic, 1 °D, correspond à 0,10 g d'acide lactique par litre de lait (même si l'acide lactique n'est pas le seul acide présent). Pour être considéré comme frais, un lait doit avoir un degré Dornic inférieur ou égal à 18 °D [2, 3,5].

2. Procédure :

- Remplir la burette par la solution d'hydroxyde de potassium (0,025 N), ajuster le niveau du liquide au niveau zéro de la burette.
- A l'aide d'une pipette de 10 ml, prélever 10mL de lait et le verser dans un erlenmeyer de 100mL.
- Ajouter 10 ml d'eau distillée à l'aide d'une éprouvette graduée.
- Ajouter quelques gouttes de phénophtaléine,
- Titrer jusqu'à l'apparition d'une couleur rose persistante ;
- Reprendre 2 ou 3 fois le dosage pour plus d'exactitude.
- Enfin, on passe au calcul par la relation ci-dessous citée par [3,5] :

$$D = \frac{C_{\text{soude}} \cdot V_{\text{eq}} \cdot M_{\text{mac}}}{0,1 \cdot V_o} \quad (6)$$

Où

C_{soude} : Concentration de la soude utilisée KOH ou NaOH ;

M_{mac} : Masse molaire de l'acide lactique = 90g/mol

b. Dosage de l'ibuprofène dans un médicament par le NaOH [5,17]

Pour vérifier, la quantité d'ibuprofène du « nom chimique acide 2-(4- isobutylphényl)propanoïque ou 4-isobutyl-2-méthylphényléthanoïque » contenu dans un comprimé dont l'étiquette d'un médicament classé dans la catégorie pharmaco-thérapeutique « anti-inflammatoire non stéroïdien » fournit les informations suivantes : Composition : Ibuprofène (principe actif) 400 mg ; Excipients : amidon de maïs, silice colloïdale anhydre, amidon prégélatinisé, acide stéarique ; e forme pharmaceutique : comprimé.

On procède à un titrage acido-basique selon le protocole suivant : **Étape 1.** Préparation de la solution aqueuse d'ibuprofène : On broie le comprimé contenant l'ibuprofène dans 20 ml d'éthanol. On filtre le mélange obtenu. Le filtrat, contenant l'ibuprofène, est ensuite dilué dans de l'eau afin d'obtenir $V_s = 100$ ml de solution S. On admettra que cette solution S d'ibuprofène a le même comportement qu'une solution aqueuse. **Étape 2.** Titrage acido-basique La totalité du volume V_S de solution S est dosé à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $C_b = 1,50 \times 10^{-1} \text{ mol.l}^{-1}$. L'indicateur coloré de fin de réaction est la phénophtaléine. A l'équivalence, noter le volume de la solution d'hydroxyde de sodium consommé.

Passer, ensuite aux calculs suivants :

Pour atteindre l'équivalence, il a fallu verser autant d'ions hydroxyde qu'il y avait d'acide initialement : $n(\text{RCOOH})$ initiale = $n(\text{HO}^-)$ versée, des nombres de moles respectivement de l'ibuprofène (acide) et de la base d'hydroxyde de sodium.

$$d'où \frac{m(\text{RCOOH})}{M(\text{RCOOH})} = C_b V_{\text{eq}} \quad (7)$$

On en déduit : $m(\text{RCOOH}) = C_b \cdot V_{\text{eq}} \cdot M(\text{RCOOH})$

Avec :

$m(\text{RCOOH})$: masse du principe actif contenu dans le comprimé ;

$M(\text{RCOOH})$: Masse Molaire de l'Ibuprofène ;

C_b : Concentration de l'hydroxyde de Sodium

V_{eq} : volume de la base consommé au point d'équivalence ;

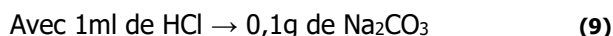
Vérifier enfin, la conformité par la relation mathématique suivante :

$$\text{Ecart relatif} = \frac{m_{\text{exp}} - m_{\text{th}}}{m} \times 100 \quad (8)$$

m_{exp} : Masse expérimentale obtenue après le dosage et m_{th} : Masse théorique inscrite à l'étiquette.

c. Dosage de l'alcalinité : Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique complet (TAC) [5,11].

1. Principe : L'alcalinité se mesure à l'aide d'une solution titrée d'acide fort en présence, soit de phénophtaléine (TA), soit d'hélianthine (TAC).



2. Procédure pour le TA :

- Remplir la burette de 50 ml d'acide chlorhydrique ($\text{HCl } 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$) ;
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer ;
- Ajouter 5 gouttes de phénophtaléine et agiter :
 - Si aucune coloration n'apparaît : $\text{TA} = 0$;
 - Si une coloration rose apparaît : verser doucement l'acide à l'aide de la burette jusqu'à disparition de la coloration, en agitant ;
 - Noter le volume V d'acide nécessaire pour faire disparaître la coloration (Le volume à verser est compris entre 25 et 50 ml).

d. Pour le TAC, avec le même prélèvement :

- Ajouter 2 gouttes de méthylorange. Une coloration jaune apparaît ;
- Doser 50 ml d'eau minérale avec une solution d'acide chlorhydrique à la concentration de $2 \cdot 10^{-2}$ mol /l, en présence l'indicateur.

2.2.2.6. Dureté totale (Complexométrie):

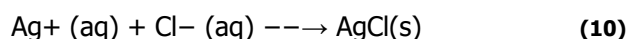
a. Principe du dosage [5,14] : Le dosage des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} se fait par complexométrie avec l'EDTA en milieu basique. Vers $\text{pH} = 10$, on dose simultanément les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} en présence de NET. Vers $\text{pH} = 12$, l'hydroxyde de magnésium précipite ; seul l'ion Ca^{2+} est dosé. A ce pH , le NET n'est plus utilisable ; on choisit alors un autre indicateur de fin de réaction : Patton et Reeder. La dureté magnésienne s'obtient par différence entre la dureté totale et la dureté calcique. La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) d'une eau correspond à la somme de concentrations molaires en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} . Elle se mesure en degré français où $1^\circ\text{f} = 10\text{mg}$ de CaCO_3 .

b. Mode opératoire [5,15].

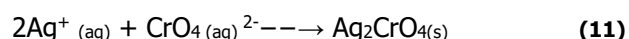
- Introduire $V_0 = 10$ ml d'eau du robinet dans un bécher ;
- Ajouter environ 5 ml de tampon ammoniacal $\text{pH} = 10$. Ajouter quelques gouttes de NET. Puis doser cette prise d'essai à l'aide de la solution d'EDTA placée dans la burette jusqu'au virage de la solution du rouge au bleu,
- Réaliser un dosage rapide puis un dosage précis.

2.2.2.7. Dosage par Précipitation : Préparation et dosage de la solution de sérum physiologique 0,9% par Méthode de Mohr.

a. Principe [5,7] : Le dosage de Mohr est une méthode de dosage des ions chlorure reposant sur des réactions de précipitation. La réaction de titrage est la réaction de précipitation :



Comme $\text{pKs}(\text{AgCl}) = 9,8$, cette réaction est quantitative, et comme toutes les réactions de précipitation, elle est rapide. La fin de titrage s'identifie à la fin de précipitation, mais repérer une « fin » est toujours difficile à repérer. Pour ce faire, on s'appuie sur une deuxième réaction de précipitation, celle du chromate d'argent :



b. Procédure du dosage [5,18] :

- Prélever 5 ml de la solution de sérum physiologique (NaCl 0,9%) préalablement préparée ;
- Verser-les dans un petit bécher et ajouter quelques gouttes de chromate de potassium (K_2CrO_4 0,02 mol/l) ;
- Pour rendre le volume suffisant, ajouter 20ml d'eau ;
- Tout en agitant, titrer le mélange avec la solution de nitrate d'argent (AgNO_3 0,1N) jusqu'à la coloration rouge-brique, idéalement à la goutte près ;
- Noter le volume d' AgNO_3 0,1N consommé et ensuite procéder au calcul de la teneur, sachant que 1ml d' AgNO_3 0,1N correspond à 5,85mg de NaCl .

4. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de nos recherches sont les notes obtenues par les étudiants de promotions de deuxièmes années de graduats en Techniques de Laboratoires (G_2TL) et en Techniques Pharmaceutiques (G_2TPH). Celles-ci sont reprises dans le tableau ci-dessous selon leurs effectifs.

Tableau 2 : compilation des notes obtenues par les étudiants de ces deux promotions.

G2 TPH et G2TL

Notes	1	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10
Effectifs	1	6	2	8	5	16	8	41	34	35	20	27	9	18	4	5	0
G2 TPH																	
Notes	1	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10
Effectifs	1	0	1	1	3	1	7	12	28	15	17	10	4	10	4	3	0
G2TL																	
Notes	1	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10
Effectifs	0	6	1	7	2	15	1	29	6	20	3	17	5	8	0	2	0

Le tableau montre le dépouillements et encodage des côtes des étudiants. Nous constatons que pour les deux promotions: Aucun étudiant n'a obtenu la note 10, Cinq étudiants ont eu la note 9 ; quatre étudiants ont eu la note 8,5 ; dix-huit étudiants ont eu la 8 ; Neuf étudiants ont eu la note 7,5 ; vingt-sept étudiants ont eu la note 7 ; Vingt étudiants ont eu la note 6,5 ; trente-cinq ont eu la note 6 ; trente-quatre étudiants ont eu 5,5 ; quarante et un étudiants ont eu la note 5 ; huit étudiants ont eu la note 4,5 ; Seize étudiants ont eu la note 4, cinq étudiants ont eu la

note 3,5 ; huit étudiants ont eu la note 3, deux étudiants ont eu 2,5 ; six étudiants ont eu la note 2 et un seul étudiant a eu la note 1.

En G2 Techniques Pharmaceutiques : 103 étudiants sur 117 ont obtenu les notes allant de 5 à 9 et seulement quatorze étudiants ont eu les notes variant entre 1 et 4,5;

En G2 Techniques de laboratoires : 90 étudiants sur 122 ont obtenu les notes allant de 5 à 9 tandis que 32 étudiants ont eu les notes allant de 2 à 4,5.

Selon le graphique et diagramme ci-dessous, les pics et les zones renseignent sur le degré d'assimilation des étudiants répartis en classe. Il s'agit de:

- Classe 1, des étudiants Excellents, ayant obtenu les notes comprises entre [7 ,9];
- Classe 2, des étudiants forts, ayant obtenu les notes comprises entre [5 ,7];
- Classe 3, des étudiants moyens, ayant obtenu les notes comprises entre [3,5];
- Classe 4, des étudiants faibles, ayant obtenu les notes comprises entre [1,3].

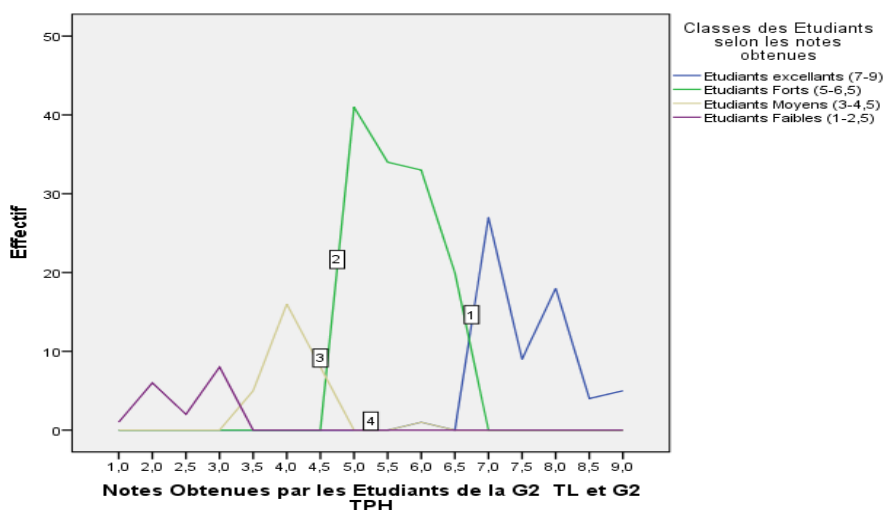


Figure 1: Graphique des étudiants repartis en classe selon leurs notes obtenues.

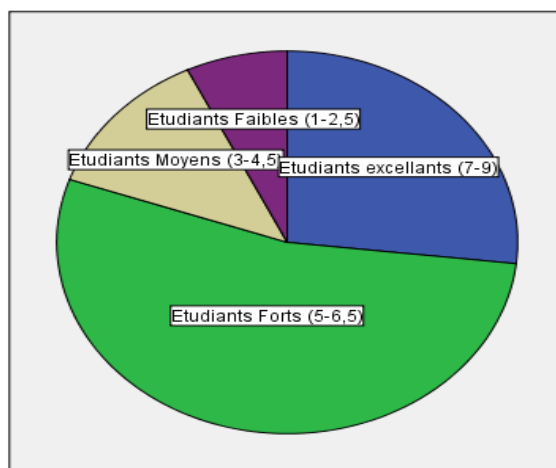


Figure 2: Diagramme de représentation du degré d'assimilation des étudiants en classe selon les notes obtenues pour les deux promotions.

Les étudiants de G2TL et de G2TPH regroupés en 4 classes, ont généralement bien assimilés le cours de chimie analytique. Des figures 1 et 2, il en ressort ce qui suit : La classe 1 des étudiants excellents représente 26,35% de réussite, soit (63/239) ; la classe 2 des étudiants forts représente (54,39%) de réussite, soit (130/239) ; la classe 3 des étudiants moyens représente (15,48%) d'échec, soit (37/239) ; et la classe 4 des étudiants faibles représente (3,76%) d'échec, soit (9/239).

Ça signifié qu'à partir des quatre classes préétablies selon les notes obtenues : les classes des étudiants excellents et des étudiants forts représentent (80,753%) soit 193 étudiants sur 239 ; tandis que les classes des étudiants moyens et des étudiants faibles représentent (19,246%) soit 46 étudiants sur 239.

4.1. Comparaison des degrés d'assimilation entre la G2TL et la G2 TPH

Les promotions de G2 TL et de G2TPH, ayant séparément suivi le cours de chimie analytique qui a été dispensé par deux enseignants différents et aux moments différents bien qu'elles ont eu les mêmes encadreurs lors des différentes séances de travaux pratiques sans qu'elles ne soient mêlées ensemble ; En vue de mener une comparaison entre les notes obtenues suivant leurs effectifs, les diagrammes (*figures 3 et 4*) ci-dessous nous révèlent :

- **Pour les classes 1 des étudiants excellents** : nous avons enregistré en G2TPH, (31/117) étudiants contre (32/122) de G2TL, soit respectivement selon leurs effectifs (26,49%) et (26,22 %).

Nous avons ainsi constaté qu'il y a homogénéité dans cette classe et que ses étudiants ont eu les degrés d'assimilation voisins avec un léger écart de (0,27%).

- **Pour les classes 2 des étudiants forts** : Elles comptent, (72/117) étudiants en G2TPH contre (52/122) étudiants en G2TL, soit respectivement (61,538%) et (47,54%).

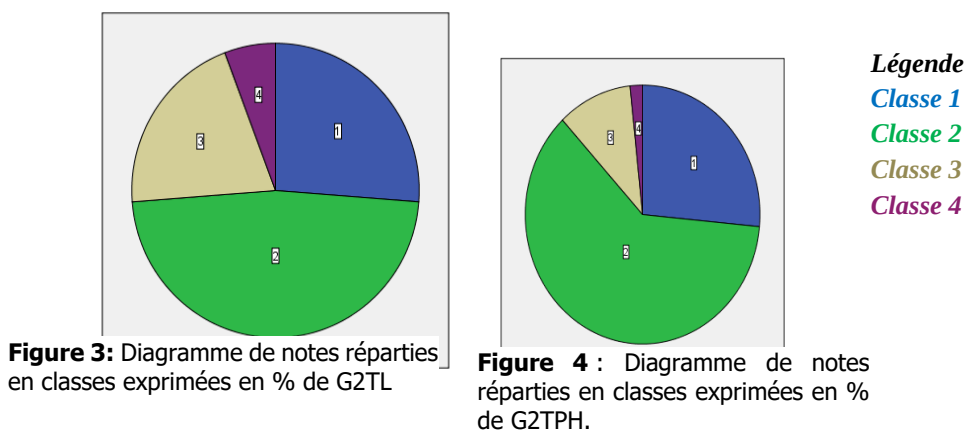
Ces pourcentages montrent qu'il y a plus d'étudiants forts en G2TPH qu'en G2TL et que ce cours a été bien assimilé en G2TPH par rapport en G2TL. Ensuite il y a un grand écart de réussite en G2TPH qu'en G2 TL conduisant à une homogénéité en G2TPH et à une dispersion de résultats en G2TL.

- **Pour les classes 3 des étudiants moyens** : Elles sont constituées de 12/117 étudiants en G2TPH contre 25/122 étudiants en G2TL, soit respectivement (10,25%) et (20,49%).

Ces pourcentages nous révèlent que le nombre d'étudiants moyens est double en G2TL qu'en G2TPH ; car il y a dispersion des notes obtenues, conduisant ainsi au degré d'assimilation faible dans la promotion de G2TL et que l'enseignement de ce cours dans cette dernière mérite une amélioration dans les années suivantes.

Les étudiants moyens sont plus nombreux en G2TL qu'en G2TPH.

- Pour les Classes 4 des étudiants faibles : Elles comptent aussi 2/117 étudiants en G2TPH contre (7/122) étudiants en G2TL, soit respectivement (1,70%) et (5,73%). Au regard de ces pourcentages, il y a plus d'étudiants faibles en G2TL qu'en G2TPH.



4.2. Comparaison des degrés d'assimilation entre la G2TL et la G2 TPH dans l'ensemble.

Par le biais du tableau ci-dessous, nous comparons les tendances moyennes centrales de notes obtenues dans chacune de ces promotions par rapport aux tendances moyennes centrales des notes fusionnées de l'ensemble de ces dernières qui est notre population.

Tableau 3 : Données des tendances statistiques de notre population « les deux promotions.

Tendances statistiques	Notes Obtenues par les Etudiants de la G2 TL	Notes Obtenues par les Etudiants de la G2 TL et G2 TPH : Pop.	Notes Obtenues par les Etudiants de la G2 TPH
Moyenne	5,434	5,736	6,051
N	122	239	117
Ecart-type	1,6173	1,5310	1,3731
Variance	2,615	2,344	1,885

Le tableau 3 révèle que :

- En terme des moyennes : la moyenne de la population de $\mu_{pop}=5,736$ composée de 2 sous populations (Z_1 et Z_2) de moyennes respectives 5,434 et 6,051. Il en résulte les observations suivantes que :
 - La moyenne ($\mu_1=5,434$) de notes obtenues par les étudiants de G2TL se rapproche de la moyenne ($\mu_{pop}=5,736$) de notes obtenues par les étudiants de toutes les deux promotions et cela suite à un degré d'assimilation moyen et à la dispersion des notes obtenues entre les classes d'étudiants, constatés en G2TL.

- La moyenne ($\mu_2=6,051$) des notes obtenues par les étudiants de G2TPH est supérieure à la moyenne de l'ensemble de ces deux promotions et qui n'écarte pas significativement de la moyenne μ_{pop} . Cela est dû au degré d'assimilation fort et le rapprochement des notes obtenues entre les classes d'étudiants de G2TPH.
- En termes des écarts-type et des variances: l'écart-type et la variance de l'ensemble valent 1,5310 et 2,344. Pour la G2TL, il s'agit respectivement de 1,6173 et 2,615 et Pour la G2TPH, nous avons 1,3731 et 1,885. A l'égard de ces résultats, les constats ci-dessous montrent qu'il y a dispersion des notes en terme de degré d'assimilation par ces étudiants dont la variance de notes de G2TL notée $V_1=2,615$ est supérieure à la variance $V_{pop}=2,344$ de la population. Par ailleurs, la variance $V_2=1,885$ de G2TPH est inférieure à la variance des notes obtenues par les étudiants dans l'ensemble car la majorité de notes obtenues par les étudiants de G2TPH se rapprochent de la moyenne $\mu_2=6,051$, une moyenne supérieure à celle de l'ensemble $\mu_{pop}=5,736$ et celle de la G2TL $\mu_1=5,434$. Il est connu que « pour deux ensembles de données ayant la même moyenne, celui dont l'écart-type est le plus grand est celui dans lequel les données sont les plus dispersées par rapport au centre ». Il en est de même pour [1,5], en terme de l'écart-type d'une série statistique, plus il est grand, plus les caractères sont dispersés autour de la moyenne, ce qui est le cas en G2TL contrairement en G2TPH où l'écart-type est petit, il y a donc homogénéité des résultats et les notes sont centrées autour de la moyenne.
- A l'égard des figures ci-dessous représentant les courbes normales de Gauss, la valeur de l'écart-type ($\sigma_1=1,6173$) des notes de G2 TL prouve que les résultats de cette promotion sont hétérogènes car les données sont dispersées par rapport aux tendances des données centrales tandis que les résultats de la G2TPH sont homogènes, avec un écart-type ($\sigma_2=1,3731$) vue que les notes obtenues se rapprochent de la moyenne.

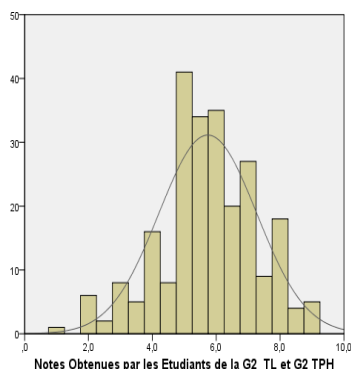


Figure 3: Notes obtenues par les étudiants de ces 2 Promotions.

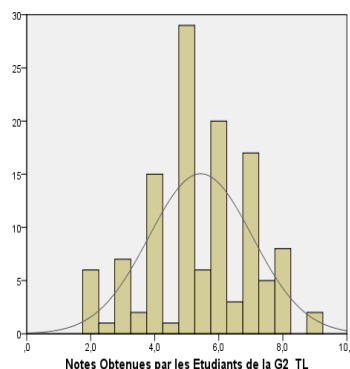


Figure 4: notes obtenues par les étudiants de G2 TL.

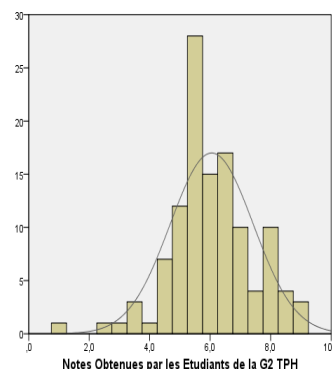


Figure 5: notes obtenues par les étudiants de G2TPH.

Tableau 4 : comparaison de moyennes : Test d'échantillons indépendants

		Test de Levene sur l'égalité des variances		Test-t pour égalité des moyennes						
		F	Sig.	t	ddl	Sig. (bilatérale)	Différence moyenne	Différence écart-type	Intervalle de confiance 95% de la différence	
									Inférieure	Supérieure
Notes Obtenues par les Etudiants de la G2 TL et G2 TPH	Hypothèse de variances égales	4,766	0,03	-3,172	237	0,002	-0,6169	0,1944	-0,9999	-0,2338
	Hypothèse de variances inégales			-3,183	233,595	0,002	-0,6169	0,1938	-0,9986	-0,2351

Au regard du tableau ci-dessus, pour nos deux promotions (G2TL et G2TPH) : l'hypothèse nulle H_0 est rejetée, pour $t=3,183$ (valeur prise à des variances inégales), avec un seuil de confiance $\alpha=0,05$. Le signe moins - est utilisé car $[\text{moyenne } \mu_1 - \text{moyenne } \mu_2]$ est négative. Où, μ_1 est la moyenne de notes obtenues par les étudiants des G₂TL et μ_2 la moyenne de notes obtenues par les étudiants des G₂TPH (voir tableau 3).

Nous pouvons donc dire que la moyenne de notes obtenues par les étudiants de G₁TL est significativement différente de celle de notes obtenues par les étudiants de G₂TPH, au seuil de confiance de 0,05 avec $p=0,03$ (probabilité de signification). Ceci signifie qu'il y a 5 chances sur cent de se tromper en rejetant l'hypothèse nulle selon laquelle les étudiants de G2TPH et G2TL de l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu (ISTM-Bukavu) n'assimilent pas bien la chimie analytique après les séances des travaux pratiques. En plus, nous remarquons que, dans l'ensemble de ces deux promotions, celle-ci étant inférieure à 5%, l'hypothèse nulle est exclue et par conséquent, les étudiants ont, au contraire très bien assimilé le cours de chimie analytique après les séances de travaux pratiques ; avec un degré d'assimilation plus élevé en G2TPH qu'en G2TL (voir tableaux 2, 3).

En outre, en raison de la nature de l'hypothèse alternative H_1 , où la moyenne de notes obtenues par les étudiants de G2TL est différente de la moyenne de notes obtenues par les étudiants de G2TPH (soit $\mu_1 < \mu_2$), nous appliquons un test bilatéral au seuil de signification $P=0,002$. Cette probabilité étant inférieure à 0,05 ; prouve également que les étudiants de ces deux promotions ont très bien assimilé le cours de chimie analytique après les séances de travaux pratiques.

Au vu de résultats obtenus, la moyenne ($\mu_2=6,051$) de notes obtenues par les étudiants de G2TPH est supérieure à celle ($\mu_1=5,434$) des notes obtenues par les étudiants de G2TL. Malgré cela, les étudiants, ont dans l'ensemble assimilé correctement le cours de chimie analytique après les séances de travaux pratiques étant donné que ces moyennes ne s'écartent de la moyenne générale ($\mu_{pop}=5,736$) des notes obtenues par les étudiants de ces deux promotions.

Dans l'ensemble, le degré d'assimilation du cours de Chimie analytique par les étudiants de G2 TPH est élevé par rapport à celui des étudiants de G2TL, car les notes obtenues en G2TPH sont centrées autour de la moyenne contrairement à celles de G2TL bien que dans l'ensemble le degré d'assimilation évolue positivement vers la droite, tel que renseigne la courbe de Gauss (*figures 3, 4 et 5*).

Le taux de réussite évalué à 193/239 étudiants, soit (80,753%) contre (47/239) étudiants, soit (19,246%) dans les deux promotions, nous permet d'affirmer que le degré d'assimilation de la chimie analytique après avoir participé aux travaux pratiques est très grand en dépit de la partie théorique donnée par deux enseignants différents. La conclusion suivante a été tirée: en général, Les travaux pratiques ont amélioré le degré d'assimilation du cours de chimie analytique et par conséquent le rendement était positif. Le taux d'échec ayant été évalué à (19,246%) et renseigne que très peu d'étudiants n'ont pas pu améliorer leurs connaissances en chimie analytique. Toute fois les causes seraient trouvées ailleurs.

C'est ainsi que notre hypothèse nulle est à rejeter car les résultats obtenus ne corroborent pas avec elle.

Par ailleurs, en guise de suggestion, pour rendre plus pratique, ce taux s'améliorerait dans l'avenir au cas où l'on améliorerait les conditions d'apprentissage en dotant un bagage suffisant aux étudiants à l'entrée de l'université ou même avant l'entrée.

En plus, pour l'enseignement de chimie analytique dans les institutions supérieures et universitaires ainsi que dans les écoles secondaires de la RDC en général et celles du Sud-Kivu en particulier, les autorités tant politiques qu'académiques doivent procéder, à des changements radicaux qui puissent converger vers l'organisation des travaux pratiques liés aux manipulations qui constituent un biais important, pouvant favoriser la bonne compréhension des cours de chimie et un moyen efficace qui motive les étudiants à porter leur attention particulière. Car, ces derniers découvrent que bien d'activités quotidiennes en découlent. Cette assimilation des notions de chimie analytique dans la vie professionnelle d'un technicien de laboratoire et d'un technicien en pharmacie paraît plus nécessaire pour rendre plus intéressant et opérationnels les objectifs de ce cours. Ainsi, dans les promotions de deuxième années de graduat en sciences appliquées, en général et en techniques de laboratoire et pharmaceutique, en particulier ; les travaux pratiques dans les enseignements de chimie, doivent viser à former des étudiants capables de faire, dans leur vie professionnelle et/ou quotidienne, des analyses chimiques qualitatives et quantitatives basées sur les préparations de solutions, les titrages et/ou les dosages de solutions selon que les méthodes d'analyse sont classiques ou modernes ; et donner les résultats conformément aux normes déjà établies quant à ce.

5. CONCLUSION

L'étude a montré que les étudiants ont très bien assimilé le cours de chimie analytique après les travaux pratiques au laboratoire. Les étudiants de G2 techniques pharmaceutiques ont très bien assimilé par rapport à ceux de G2 techniques de laboratoires.

Liste des abréviations:

CaCO₃ : carbonate de calcium ;

C_b : concentration de la base ;

EPI : Equipement de protection individuelle;

ISTM-BUKAVU : Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu ;

ITFM : Institut Technique Fundi Maendeleo ;

G2TL : Deuxième graduat en techniques des laboratoires ;

G2TPH : Deuxième graduat en techniques pharmaceutiques;

TD : Travail dirigé ;

TP : travail pratique ;

μ_1 : Moyenne de notes obtenues par les étudiants de G₂TL;

μ_2 : Moyenne des notes obtenues par les étudiants de G₂TPH;

μ_{pop} : Moyenne de notes obtenues par les étudiants de ces deux promotions;

S₀ : solution mère;

S₁ : solution fille au premier degré ;

S₂ : solution fille au second degré;

V_{pop} : variance de notes de ces deux promotions;

V_1 : variance de notes de G2TL;
 V_2 : variance de notes de G2TPH;
 σ_2 : écart-type de notes obtenues en G2TPH;
 σ_1 : écart-type de notes obtenues en G2TL.

6. REFERENCES

- [1] Chekroun A. *Statistiques descriptives et exercices : Rappels de cours et exercices corrigés sur la statistique descriptive*, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, Alger, 2018.
- [2] Foschini A. *sur la détermination de l'acidité titrable du lait* ; mémoires originaux, 29^{ème} année, Tome XXIV, 1949 : page 226-229.
- [3] Azzi H. *Travaux pratiques de chimie 1*, Université Ibn Khaldoun de Tiaret, Département des Sciences et de la Technologie, 2016.
- [4] B.P.S. *Exercices et problème de chimie*, document inédit, Bujumbura-Burundi, 1983.
- [5] John Kenkel. *Analytical Chemistry for Technicians Third Edition*, L1519 Frame Copyright ©, CRC Press, LLC, 2003.
- [6] Labididi Aymen, (SD). *Dosage des Chlorures (Méthode de Mohr)*, doc inédit
- [7] Langevin-WALLON, PTSI. *TP TC3 : Dosage de Mohr du sérum physiologique*, 2018.
- [8] Marie-Noëlle R. et al. *Guide de sécurité spécifique aux laboratoires d'enseignement et de recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières*. 2015 ; p : 7-9
- [9] Mc Quarrie et al. *Chimie générale*, édition revue ; Traduction de l'édition américaine par Paul Depovere, Révision scientifique de Céline G. Joung. éd. de Boeck-Bruxelles, 1997.
- [10] Muyisa K.S. *cours de chimie analytique*, Inédit ISTM-Bukavu, 2022.
- [11] Poussin P. (sd), *M58 Chimie Analyse des eaux de consommation, TP : TAC Alcalinité totale*
- [12] Skoog, West, Holler. *Chimie analytique*, Traduction scientifique de la 7^{ème} édition américaine par Claudine Buess-Herman, Josette Dauchot-Weymeers et Freddy Dumont éd.de Boeck-Bruxelles, 1997, p : 122, 189,248.
- [13] Unité des Laboratoires de Biologie Médicale. *Guide de bonne pratique de laboratoire*, Ministère de la santé, Tunis, 2010.
- [14] Zendaoui.S.M. *Brochure des travaux pratiques*, 1ère année, Sciences de la matière ; inédit, université Larbi Ben M'hidi, 2020.
- [15] <https://nicole.cortial.net/complements/chimie/durete-tp.pdf>
- [16] <https://www150.statcan.gc.ca/n1/edu/power-pouvoir/ch12/5214876-fra.htm>
- [17] https://www.methodephysique.fr/exercices_dosages_titrages
- [18] <http://www.edqm.eu>
- [19] www.DeepL.com
- [20] Microsoft Word - Préparation de solution protocole (wifeo.com)



Cite this article : Irengé Mitima Honoré, Byumanine Ntabaza Roger, Bwami Musombwa Gervais et Wimba Kayange Louisette. EVALUATION DU DEGRE D'ASSIMILATION DU COURS DE CHIMIE ANALYTIQUE APRES LES TRAVAUX PRATIQUES. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. 2022; 15(6): 213-224.

This is an Open Access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially, and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>