

Essai de fabrication du sel indigène à partir des végétaux: Cas de la banane plantain

[Test of manufacturing indigenous salt from plants: Case of plantain]

Jean-Pierre Kimbuya Lutonadio¹, Evariste Boetsa W'Etenda¹, and Mechack Nzembo Likongo²

¹Docteur en Didactique de la chimie & Evaluation, Département de chimie, Faculté des Sciences, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

²Licencié en Sciences chimiques, Département de chimie, Faculté des Sciences, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This research was carried out using 6 samples of banana peels from 6 municipalities of Kinshasa city in Democratic Republic of Congo, with a view to manufacturing indigenous salt.

These samples of determined masses, dried in the sun for a week, calcined in the open air gave more or less homogeneous ashes which, dissolved in hot distilled H_2O in beakers of variable volumes (500, 600 mL), then filtered made it possible to obtain filtrates. These, subjected to heating at 300° C and evaporation, made it possible to obtain finished products with masses varying between 5 to 9 g, for durations ranging from 1h30 to 3h.

The hygroscopic indigenous salt was kept suspended over a hearth until completely dry and was well stored for possible use.

KEYWORDS: test, manufacturing, indigenous salt, plantain.

RESUME: Cette recherche a été réalisée à partir de six échantillons de peaux de bananes provenant des six communes de la ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo, en vue de fabriquer le sel indigène.

Ces échantillons de masses déterminées, séchés au soleil pendant une semaine, calcinés à l'air libre ont donné des cendres plus ou moins homogènes qui, dissoutes dans H_2O distillée chaude dans des béchers de volume variables (500, 600mL), puis filtrés ont permis d'obtenir des filtrats. Ceux-ci, soumis au chauffage à 300° C et à l'évaporation ont permis d'obtenir des produits finis de masses variant entre 5 à 9 g, pour des durées allant de 1h30 à 3h.

Le sel indigène hygroscopique, était maintenu suspendu au-dessus d'un foyer jusqu'à ce qu'il soit complètement sec et a été bien gardé pour l'utilisation éventuelle.

MOTS-CLÉFS: essai, fabrication, sel indigène, banane plantain.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLÉMATIQUE

Depuis toujours, dans nos villages, nos ancêtres connaissaient l'usage des deux sels: l'un en forme de pierre solide plus au mois gris, de saveur douce servait à nourrir les animaux domestiques; c'est le sel gemme NaCl. L'autre sous forme de poudre blanche fine, de saveur très piquante, était destiné à la consommation pour assaisonner la nourriture [1].

Dans les communautés aussi bien rurales qu'urbaines, il y a une forte demande en sel de cuisine pour l'industrie culinaire. Malheureusement, la quantité disponible sur le marché ne peut en aucun cas satisfaire la forte demande des ménages [2].

Etant donné les ressources végétales disponibles dans les milieux ruraux, il est possible de proposer une méthode de fabrication du sel indigène à partir de ces végétaux en l'occurrence, le bananier [3].

Nous avons choisi le sel indigène, très soluble, pour sa fabrication locale afin de répondre à la demande sus-évoquée, et tenter d'en déterminer la structure chimique et par voie de conséquence, sa formule brute.

Tout ce qui dérive de cette plante tel que les peaux des bananes plantains servent à sa préparation.

Quant à la préparation de la lessive d'où dérive ce sel, elle sera obtenue à partir des peaux des bananes plantains adulées dans la ville province de Kinshasa et dans les provinces.

Ce sel est tout blanc lorsqu'il est bien préparé, tandis qu'il est plus au moins brun, si la préparation n'est pas bonne à cause peut être de la mauvaise calcination ou de la mauvaise cristallisation. Étant très hygroscopique, ce produit a sa teneur en humidité variable de 1 à 2%. [4], [5]

Au regard de la problématique soulevé ci-haut, la question principale suivante est posée: « le sel indigène peut-il être fabriqué à partir des peaux de bananes plantains ? »

Ce questionnement soulève la question secondaire ci-après: le rendement de fabrication de ce sel pourrait-il répondre aux besoins en sel des populations rurales ?

1.2 HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

L'hypothèse répondant à la question principale postule que les peaux de bananes plantains pourraient permettre la fabrication du sel indigène.

S'agissant de la question secondaire, le rendement amélioré de l'opération pourrait répondre aux besoins en sel pour les populations rurales.

1.3 OBJECTIFS

1.3.1 OBJECTIF GÉNÉRAL

L'objectif général de cette recherche est d'essayer de fabriquer le sel indigène partant des peaux de bananes plantains.

1.3.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Les objectifs spécifiques de cette étude sont les suivantes:

- Essayer de fabriquer le sel indigène à partir des peaux de bananes plantains;
- Améliorer le rendement de la fabrication du sel indigène afin de répondre aux besoins économiques des populations rurales.

1.4 CHOIX ET INTÉRÊT DU SUJET

La pénurie en sel indigène en milieu rural a motivé le choix de ce sujet de recherche. L'étude revêt un triple intérêt:

Sur le plan technologique: Contribuer à l'amélioration du rendement de fabrication du sel indigène afin de répondre aux besoins des populations rurales.

Sur le plan scientifique: Produire des connaissances sur le sel indigène indispensables pour la communauté scientifique.

Sur le plan économique: Contribuer à mettre sur le marché le sel indigène produit pour la consommation des ménages et d'autres usages habituels.

1.5 DOMAINE DE RECHERCHE

Ce travail de recherche s'inscrit dans le champ de la chimie inorganique industrielle.

1.6 DÉLIMITATION DE L'ÉTUDE

Sur le plan spatial, la recherche s'est déroulée dans la ville province de Kinshasa d'où ont été sélectionnés les échantillons pour la fabrication et les analyses.

Sur le plan temporel, elle a couvert la période allant de juin 2023 à février 2024.

2 METHODOLOGIE

2.1 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Il s'agit d'une étude expérimentale quantitative qui consiste à fabriquer à partir du matériel végétal le sel indigène.

2.2 MÉTHODES

Le schéma pour l'obtention des cendres d'abord et de la lessive ensuite, est à quelques exceptions près, le même que celui de la préparation traditionnelle du sel indigène dans nos villages ou encore à Kinshasa.

L'analyse chimique quantitative a été réalisée pour déterminer la concentration et des chlorures et des sulfates dans les échantillons en les comparant aux normes scientifiques de référence.

Des réactifs appropriés ont été utilisés avec des protocoles expérimentaux spécifiques. Une fois cette préparation de sel indigène terminée, tous les échantillons ont été rassemblés et apprêtés pour les analyses au laboratoire.

2.3 ECHANTILLONNAGE

Les échantillons des peaux de bananes ont été sélectionnés dans différents marchés de Kinshasa occasionnelle.

Ces échantillons ont été préparés en achetant les bananes plantains dans six marchés de la ville de Kinshasa.

L'échantillonnage a consisté à trouver les principales matières premières qui ne sont autres que les peaux des bananes plantains sélectionnées.

Les six échantillons préparés provenaient des bananes plantains achetées dans différents marchés (ou sites) de la ville de Kinshasa notamment les marchés de Pascal, Baramoto, Matadi-Kibala, UPN, Selembao et Pompage.

10 peaux de bananes plantains ont été pris avec une longueur variant de 18 à 21cm et une largeur de 5 à 6cm avec une masse variant de 578 à 724g pour chaque site avant séchage.

2.3.1 PRÉSENTATION DES ÉCHANTILLONS

Tableau 1. Présentation des échantillons

N° échantillon	Lieu d'obtention	Code
1	Echantillon du marché Pascal	ECH1
2	Echantillon du marché de Baramoto	ECH2
3	Echantillon du marché Matadi Kibala	ECH3
4	Echantillon du marché UPN	ECH4
5	Echantillon du marché Selembao	ECH5
6	Echantillon du marché Pompage	ECH6

Source: notre étude

2.3.2 MÉTHODES

2.3.2.1 METHODE DE FABRICATION DE SEL INDIGENE

A. Matériels

- Un Filtre
- Un flacon bouché
- 2 Bêchers de 500mL et 600 mL
- Une plaque chauffante
- Une balance analytique marque SARTORIUS
- Creuset en métal

B. Réactif

- Eau distillée

C. Protocole expérimental

- Prendre 10 peaux de bananes plantains qui mesurent 18 à 21cm de longueur et 5 à 6 cm de largeur avec une masse variant de 562 à 724 g avant séchage;

- Sécher pendant 4 à 7 Jours au moins en fonction du climat, peser après séchage;
- Calciner à l'air libre jusqu'à l'obtention des cendres plus au moins homogènes, peser après calcination;
- Dissoudre la quantité obtenue dans 300 à 500 mL d'eau distillée chaude dans un bécher de 500 à 600 mL;
- Filtrer avec un papier filtre ou avec une paille pour obtenir les filtrats, ensuite chauffer les filtrats à une température de 300°C dans un bécher de 500 ou 600ml pendant 1h30' à 3h;
- Après l'évaporation, quand la solution est presque sursaturée par concentration, retirer du feu ces concentrats, et les placer dans un creuset en métal en chauffant doucement à une température variante entre 30 à 70°C pendant 15 à 30 minutes. Le sel indigène ainsi obtenu est tout blanc;
- Le sel indigène étant hygroscopique, le maintenir suspendu au-dessus d'un foyer jusqu'à ce qu'il soit complètement sec et le garder pour l'utilisation éventuelle.

2.3.2.2 MÉTHODES D'ANALYSE

Les méthodes d'analyse quantitative sont utilisées pour mettre en évidence les ions chlorure dans notre sel indigène obtenu. Il est question des méthodes classiques d'analyse dont la volumétrie et la diffractométrie faisant intervenir le diffractomètre aux rayons X.

A. Volumétrie

PRINCIPE:

La volumétrie est une méthode basée sur la réaction de deux solutions dont l'une renferme le réactif à concentration connue et l'autre, la substance à doser. Elle consiste à déterminer le volume qu'il faut utiliser de la première solution pour réagir exactement avec un volume déterminé de la seconde solution [7].

Dans ce travail, les méthodes de Fajans et de Mohr ont été utilisées pour la mise en évidence des ions chlorures. En voici les principes: [8], [9].

MÉTHODE DE FAJANS:

Elle consiste à doser les chlorures par la lumière diffuse en présence de la fluoescéine comme indicateur.

MÉTHODE DE MOHR:

Elle consiste à doser les chlorures par $AgNO_3$ 0,1M en présence de chromate de potassium (K_2CrO_4) comme indicateur.

B. Gravimétrie

PRINCIPE:

La gravimétrie est une méthode d'analyse par pesée qui consiste à séparer l'élément à doser sous forme d'un composé aussi peu soluble que possible et de constitution chimique connue [7].

De la masse obtenue, on déduit facilement le titre du composé. Dans la présente étude, il a été fait recours à cette méthode pour le dosage des sulfates sous forme de $BaSO_4$ Bruns que ceux préparés à domicile.

Ce phénomène de la différence de coloration, peut être expliqué par le fait que la cristallisation était brutale alors que dans la méthode traditionnelle, le chauffage est généralement doux.

2.4 CONTROLE DE QUALITE SEL INDIGENE EXTRAIT

2.4.1 DÉTERMINATION DES CHLORURES,

A. Matériels

- Etuve marque HERAEUS à 110°C
- Balance analytique marque SARTORIUS
- 2 Ballons jaugés de 200 ml
- 2 Bêchers de 250 ml
- Erlenmeyers de 250 ml

- Pissette
- Pipette graduée de 25 ml
- Burette graduée de 50 ml
- Agitateur
- Statif
- Verre de montre

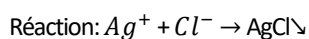
B. Réactifs

- Sel minéral indigène
- Solution de $AgNO_3$
- H_2O Distillée

Indicateurs: solutions de fluorescéine et de chromate de potassium.

La détermination de chlorures a été réalisée à l'aide des méthodes volumétriques de Fajans et de Mohr.

- Le nitrate d'argent ($AgNO_3$) précipite le chlorure d'argent blanc caillebotté insoluble dans l'acide nitrique (HNO_3) concentré mais facilement soluble dans l'ammoniaque (NH_4OH).



C. Protocole expérimental

- Sur un verre de montre, peser environ exactement 0,5g de sel que l'on dissout dans 100 mL d'eau contenue dans un bêcher de 250 mL, muni d'un agitateur;
- Transférer cette solution dans un ballon de 200 mL et remplir avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, puis agiter pendant quelques minutes;
- Pipeter 25 ml de cette solution et verser dans un erlenmeyer de 200 mL;
- Ajouter deux gouttes d'indicateur (fluorescéine dans le cas de la méthode de Fajans et chromate de potassium pour celle de Mohr);
- Titrer avec $AgNO_3$ 0,1M Contenu dans une burette graduée. Au voisinage du point d'équivalence, le précipité commence à coaguler
- Continuer le titrage en agitant jusqu'à ce que le précipité devienne rose saumon

2.4.2 DÉTERMINATION DES SULFATES

A. Matériels

- Balance analytique
- 2 Ballons jaugés de 100 ml et de 200ml,
- Papier filtre
- Entonnoir
- Statif
- Spatule
- 4 Creusets en platine,
- Verre de montre
- Burette graduée de 50 mL
- Pipette graduée de 50 mL
- Pissette,
- Bêchers de 250 mL et de 500 mL
- Chronomètre

B. Réactifs

- Sel minéral indigène
- Solution de $BaCl_2$ à 10 %
- Eau distillée
- Solution concentrée de HNO_3

La détermination des sulfates a été faite à l'aide de la gravimétrie.

- Le chlorure de Baryum ($BaCl_2$) donne par réaction avec les solutions contenant l'anion SO_4^{2-} , un précipité blanc de sulfate de baryum ($BaSO_4$) insoluble dans les acides, qui se prête bien au dosage gravimétrique.



C. Protocole expérimental

- Sur un verre de montre, peser environ exactement 1g de sel indigène que l'on dissout dans 100 mL d'eau distillée contenue dans le bécher de 400ml muni d'un agitateur et d'un verre de montre;
- Transférer cette solution dans un ballon de 200ml et remplir avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, puis agiter pendant quelques minutes;
- Pipeter 50ml de cette solution et verser dans un bécher de 250mL puis ajouter 3ml de HCl concentré;
- Chauffer la solution ainsi obtenue jusqu'à l'ébullition et ajouter ensuite, goutte à goutte, 10 mL de $BaCl_2$ à 10%, contenue dans une burette, tout en agitant constamment le contenu du bécher il se forme un précipité blanc;
- Laisser reposer la solution pendant quelques minutes puis agiter un peu de temps en temps, et enfin, laisser déposer;
- Contrôler si le précipité est complet, en ajoutant quelques gouttes de la solution de $BaCl_2$ à la solution claire surnageant;
- S'il y a encore formation de précipité, ajouter encore 3 ml de réactif, laisser de nouveau reposer et déposer et contrôler à nouveau si le précipité est complet.;
- Répéter ce procédé jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité.;
- Laisser déposer alors la solution pendant 1 heure, la laisser couverte avec son verre de montre et la maintenir chaude sur un bain de sable ou sur une petite flamme de bec bunsen, sans toutefois la laisser bouillir, ceci pour que le précipité soit complet;
- Ensuite la laisser déposer à froid pendant 5 minutes environ. En ôtant le verre de montre, rincer la partie inférieure au-dessus du bécher, avec un jet d'eau distillée de la pissette. Si on a travaillé soigneusement, le précipité se dépose facilement et on obtient une solution claire surnageant;
- Ajouter encore deux gouttes de la solution de $BaCl_2$ à 10 % pour contrôler si le précipité est complet;
- Et s'il ne se forme pas de précipité, filtrer la solution à travers le papier filtre sans cendres pour le $BaSO_4$;
- Recueillir le filtrat dans un bécher propre, rincer le récipient avec de l'eau distillée chaude et porter à nouveau sous l'entonnoir pour éviter de devoir refiltrer toute la solution au cas où il passerait un peu de précipité par le filtre;
- Ramasser les derniers restes de précipité sur la paroi du bécher et sur l'agitateur avec une baguette en verre munie d'un bout de caoutchouc qu'on rince ensuite au-dessus du filtre avec de l'eau distillée chaude de la pissette.;
- Laver le précipité avec des petites quantités d'eau distillée chaude et laisser égoutter les eaux de lavage, avant d'ajouter une nouvelle quantité;
- Laver ainsi jusqu'à ce que 5 mL des eaux de lavage ne donnent plus d'opalescence avec deux gouttes de solution de $BaCl_2$;
- Plier le papier filtre avec le précipité et laisser sécher dans l'étuve à 100 °C pendant une demi-heure;
- Le mettre dans un creuset en platine préalablement taré et chauffer doucement pour charbonner le papier (sans le laisser s'enflammer) puis transférer au four à 100°C jusqu'à ce que la paroi du creuset soit blanche;
- Peser trois fois de suite pendant au moins 20 minutes et à chaque pesée, retirer le creuset du four et le laisser refroidir dans un dessiccateur pendant 3 minutes. Il faut peser jusqu'à poids constant;
- Calculer le poids du précipité par différence.

2.4.3 ETUDE PAR DIFFRACTOMÉTRIE

PRINCIPE:

La diffractométrie exploite les informations fournies par la diffusion cohérente du rayonnement incident dans les matériaux cristallisés dont les renseignements obtenus sont d'ordre géométrique:

- Structure de la matière, c'est-à-dire, paramètres du réseau cristallin et distribution des atomes dans la maille (diffraction des rayons X, électrons et neutrons).
- Propriétés morphologiques invisibles à l'œil et au microscope optique (microscope électroniques).

C'est l'aspect ondulatoire des rayonnements qui prévaut dans cette méthode.

Cette méthode est basée sur la relation de BRAGG: $2d (h k l) \sin \theta = n \lambda$. Cette équation comporte 3 paramètres: $d (h k l)$, $\theta = n \lambda$, dont le premier est déterminé par la nature du cristal. Pour réaliser les conditions de diffraction sur une famille de plans $(h k l)$, Un seul de deux paramètres restant θ et λ peut être arbitrairement fixé, l'autre étant nécessairement variable; le choix du paramètre variable déterminera deux groupes de méthodes de diffraction:

- θ fixe, λ variable, méthode de LAUE
- λ fixe, θ variable: méthode des poudres et méthode du cristal tournant [10]

A. Matériels

- Diffractomètre des rayons X type PW 1050
- Mortier
- Pilon
- Goniomètre
- Verre de montre
- Verre creux rectangulaire de 4,5cm de long et de 2cm de large

B. Réactifs

- Sel indigène
- KCl pur
- K_2SO_4 pur

C. Protocole expérimental

- Broyer le sel indigène dans un mortier à l'aide d'un pilon jusqu'à l'obtention d'une poudre très fine;
- Transférer une quantité convenable sur un verre creux de forme rectangulaire de 4,5cm de long et de 2 cm de large;
- A l'aide d'un autre verre plus grand que le premier, l'appliquer sur celui-là pour former une couche bien plane, de l'échantillon que l'on étudiera les caractéristiques;
- Mettre ce verre avec l'échantillon au goniomètre sur la fluorescence des rayons X.

CALCUL DU RENDEMENT D'UNE SYNTHÈSE

Le rendement permet d'évaluer le bon déroulement d'une synthèse. Son calcul permet également de vérifier si la réaction est totale ou équilibrée. Enfin, il peut être utile pour comparer deux voies de synthèse d'une espèce chimique [8].

$$R = \frac{m_{obt}}{m_{max}} \times 100$$

Où m_{obt} : masse du produit effectivement obtenu

m_{max} : masse maximale (de la matière de départ)

3 PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

3.1.1 RENDEMENTS DE FABRICATION DU SEL INDIGÈNE

Tableau 2. Masses des échantillons à chaque étape

Echantillons	Masse avant séchage en g	Masse après séchage en g	Masse après calcination en g	Masse après fabrication en g
1	614	157	38,3	6
2	687	192,1	49,1	8,1
3	724	242,3	60,4	9
4	701	214	53,7	8,7
5	562	136,4	34,6	5
6	653	169,3	42	7
Total	3941	1111,1	278,1	43,8

Eu égard à nos rendements après la fabrication pour les six échantillons de 3941g avant séchage, 1111,1g après séchage, 278,1g après calcination, nous obtenons une masse de 43,8g après fabrication.

Tableau 3. Rendements de fabrication du sel indigène

Echantillons	Masse avant séchage en g	Masse après fabrication en g	Rendement
1	614	6	0,98 %
2	687	8,1	1,18%
3	724	9	1,24%
4	701	8,7	1,24 %
5	562	5	0,77 %
6	653	7	1,07 %
Total	3941	43,8	1,11 %

Au regard de ce tableau, il se dégage que le rendement global est faible car sur une masse de matière première de départ (peaux de bananes) de 3941 g, la quantité de sel indigène obtenu après fabrication est de 43,8 g. Ce qui donne un rendement de 1,11%.

Cependant les rendements supérieurs sont ceux des échantillons 3 et 4 des marchés Matadi Kibala et UPN.

3.1.2 DÉTERMINATION DES CHLORURES

Tableau 4. Résultats du dosage des ions Cl^- par $AgNO_3$ 0,1M par Fajans

Echantillons	Prise d'essai	Volume de la solution en mL	Méthode de Fajans Volume de $AgNO_3$ 0,1M en mL	Moyenne du volume de $AgNO_3$ 0,1M en mL
1	1	25	2,7	2,7
	2	25	2,8	
	3	25	2,6	
	4	25	2,7	
	5	25	2,7	
2	1	25	2,2	2,2
	2	25	2,1	
	3	25	2,2	
	4	25	2,2	
	5	25	2,3	
3	1	25	2,5	2,5
	2	25	2,7	
	3	25	2,5	
	4	25	2,6	
	5	25	2,4	
4	1	25	2,4	2,5
	2	25	2,4	
	3	25	2,6	
	4	25	2,4	
	5	25	2,5	
5	1	25	2,6	2,6
	2	25	2,5	
	3	25	2,7	
	4	25	2,6	
	5	25	2,6	
6	1	25	2,7	2,8
	2	25	2,7	
	3	25	2,9	
	4	25	2,8	
	5	25	2,7	

Tableau 5. Résultats du dosage des ions Cl^- par $AgNO_3$ 0,1M par Mohr

Echantillons	Prise d'essai	Volume de la solution en mL	Méthode de Mohr Volume de $AgNO_3$ 0,1M en mL	Moyenne du volume de $AgNO_3$ 0,1M en mL
1	1	25	2,10	2,3
	2	25	2,11	
	3	25	2,10	
	4	25	2,9	
	5	25	2,10	
2	1	25	3,2	3,2
	2	25	3,2	
	3	25	3,4	
	4	25	3,0	
	5	25	3,2	
3	1	25	2,9	2,7
	2	25	2,10	
	3	25	2,9	
	4	25	2,9	
	5	25	2,8	
4	1	25	3,0	3,0
	2	25	3,2	
	3	25	3,0	
	4	25	3,0	
	5	25	3,0	
5	1	25	2,9	2,6
	2	25	2,8	
	3	25	2,10	
	4	25	2,9	
	5	25	2,10	
6	1	25	3,1	3,1
	2	25	3,0	
	3	25	3,2	
	4	25	3,2	
	5	25	3,0	

3.1.3 ETUDE PAR DIFFRACTOMÉTRIE

Tableau 6. Résultats de la diffractométrie des pics

Echantillons Pics	I	II	III	IV	KCl Pur	K ₂ SO ₄ Pur	V	VII
1	28,5	28,6	28,5	28,8	28,6	17,8	17,8	17,8
2	31,8	31,7	28,5	28,8	28,6	21,5	21,4	21,4
3	40,8	40,8	40,7	40,9	40,7	28,6	28,6	28,6
4	50,3	50,3	50,4	50,7	50,4	29,9	30	29,9
5	58,8	58,8	58,8	59,1	58,7	30,9	30,9	30,9
6	66,4	66,6	66,5	66,7	66,4	31,2	31	31,8

3.2 DISCUSSION DES RÉSULTATS

3.2.1 DÉTERMINATION DES CHLORURES

CALCUL DU POURCENTAGE

Les Résultats obtenus dans le tableau sont présentés sous une formule.

La réaction chimique globale est: $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$

- 1mL de Ag^+ = 1ml de Cl^- parce que les deux sont des ions monoatomiques
- Donc, 1mL de Ag^+ = $M \times V = 0,1 \times 2.7 = 0,27$ mL
- 25mL de la solution contiennent 0,27mL de Cl^-
- 1mL de la solution contient: $0,27mL \times \frac{1mL}{25mL}$
- 200mL de la solution contiennent $\frac{0,27mL \times 1mL \times 200mL}{25mL} = 2,16$ mL de Cl^-
- Or, 1000ml de Cl^- correspondent à $\frac{35,457g \times 2,16mL}{1000mL} = 0,76g$ de Cl^-
- Les pourcentages de la quantité de Cl dans l'échantillon comme 0,5g ont été dissous dans 200mL est égal à $\frac{0,76 \times 100}{0,5ml} = 15,2\%$

N.B: Les pourcentages pour tous les autres échantillons obtenus de la même manière sont consignés dans le tableau.

Tableau 7. Résultats en pourcentage de la détermination de chlorure par la méthode de Fajans

Echantillons	Prise d'essai	Méthode de Fajans en pourcentage	Moyenne en pourcentage
1	1	15,2	15,4
	2	15,8	
	3	15,7	
	4	15,2	
	5	15,2	
2	1	12,4	12,4
	2	11,9	
	3	12,4	
	4	12,4	
	5	13,0	
3	1	16,4	16,4
	2	15,8	
	3	15,9	
	4	16,4	
	5	16,4	
4	1	13,6	13,9
	2	13,6	
	3	14,7	
	4	13,6	
	5	14,1	
5	1	14,7	14,7
	2	14,1	
	3	15,2	
	4	14,7	
	5	14,7	
6	1	14,7	15,4
	2	14,7	
	3	16,4	
	4	15,8	
	5	15,2	

Tableau 8. Tableau récapitulatif des résultats exprimés en pourcentages massiques de tous les éléments

Eléments	Echantillons					
	I	II	III	IV	V	VI
K^+	28,5	28,6	28,5	28,8	17,8	17,8
Cl^-	48	54,0	54	54	55	58
SO_4^{2-}	13,7	15,2	15,8	15,4	15,4	16,3
TOTAL	90,2	97,8	98,3	98,2	88,2	92,1

Eu égard à ces résultats des analyses effectuées, au tableau récapitulatif, il est constaté que ce sel est essentiellement composé de potassium, de chlore et de sulfate. Ce produit contient également en quantité relativement très faible, de sodium, calcium et magnésium qui s'y trouvent sous forme de traces.

En faisant la somme de pourcentages de ces éléments analysés, les valeurs obtenues s'approchant 100%. Le % manquant pourrait être attribué à l'humidité.

Ces écarts peuvent s'expliquer soit par la mauvaise calcination, soit par la pesée, soit au niveau de la cristallisation.

Il a également été constaté que les échantillons 2, 3, 4 et 6 donnent des résultats appréciables tandis que les échantillons 1 et 5, présentent des valeurs un peu faibles par rapport aux autres valeurs.

4 CONCLUSION

Le sel indigène extrait des végétaux, précisément la banane Plantain, qui est un produit minéral, est bien connue dans nos régions. La question de la détermination de ses constituantes qui se posait naguère, est néanmoins résolue.

Nos analyses confirment que ce sel est essentiellement constitué de potassium, du chlore et de sulfate. Cependant, les autres éléments ne s'y trouvent qu'en très faibles teneurs ou sous forme des traces.

Il ressort des résultats obtenus, que la structure chimique de ce sel indigène pourrait être de la forme d'un sel double de chlorure et de sulfate de potassium ($KCl K_2SO_4 H_2O$).

Des études antérieures similaires, menées sur le sel indigène [1], [2] ont démontré que la quantité de sodium est très faible et négligeable contrairement à celle du chlore et du potassium.

Ceci permet de conclure que ce sel est mieux indiqué pour les malades souffrant d'hypertension artérielle. (HTA)

Des contraintes temporelles et matérielles n'ont pas permis d'obtenir des quantités conséquentes de sel indigène. Ceci suggère des études sur la possibilité de fabrication à grande échelle de sel indigène qui a une importance physiologique non négligeable. La projection de l'intensification de la culture des bananes plantains est recommandée pour réussir le pari.

Enfin, nous il n'y a aucune prétention d'avoir réalisé un travail parfait compte tenu des contraintes évoquées ci-haut et du contexte de la recherche

Des observations et recommandations des lecteurs du présent article seront volontiers pris en compte pour une étude à large échelle.

REFERENCES

- [1] BOETSA, E., Détermination de la formule du sel minéral dit « Mukela Musunsuma » extrait des végétaux cas de palmier à huile, CRPA (centre de recherche de pédagogie appliquée), volume. XIII n-1-4, IPN, Kinshasa, 1997.
- [2] MUKENDI, M., *Contribution à l'étude des constituants du sel minéral dit « Mukela Musunsuma»*, centre de recherche de pédagogie Appliquée, Attestation de publication n-52, IPN, Kinshasa, 1990.
- [3] ABEELE, M et VAN DE PUT, R., *Principales cultures du Congo*, Édition Révisé, Bruxelles, 1985.
- [4] BOFETE, I., Préparation traditionnelle du sel indigène, source orale et information personnelle, TFE, IPN, Kinshasa, 1982.
- [5] MAFUTA, N., Préparation de sel indigène, TFE, IPN, Kinshasa, 1982.
- [6] DE AGUIRE; VAN WIEL, A-M., *Introduction à la chimie générale, Tome 2 Chimie minérale*, Bruxelles, De Boeck Université, 1988.
- [7] DESSART, A; JODOGNE, J; PAUL, J., *Chimie analytique*, Bruxelles, De Boeck édition, 10^{ème} édition, 1973.
- [8] BEAUNIVEAU, E; DORMIEUX, J-L; HONNORAT, C; RAMEL, E., *Chimie, Techniques expérimentales CPGE scientifiques et Concours, Travaux pratiques*, Paris, Vuibert, 2019.
- [9] BLETRY, M; PRESSET, M., *Chimie des solutions; De l'élémentaire aux calculs numériques*, Bruxelles, De Boeck Supérieur, 2019.
- [10] ATKINS. DE PAULA & KEELER, *Chimie physique*, Bruxelles, De BOECK supérieur, 2021.