

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

\*\*\*\*\*

CENTRE DE RECHERCHE ET DE  
FORMATION DOCTORALE EN  
SCIENCES DE LA VIE-SANTE ET  
ENVIRONNEMENT

\*\*\*\*\*

UNITE DE RECHERCHE SCIENCE  
DE LA VIE

\*\*\*\*\*

FACULTE DES SCIENCES



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

\*\*\*\*\*

CENTRE FOR RESEARCH AND  
TRAINING SCHOOL OF LIFE  
SCIENCES-HEALTH AND  
ENVIRONMENT

\*\*\*\*\*

DOCTORATE TRAINING UNIT OF  
LIFE SCIENCE

\*\*\*\*\*

FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE  
DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DES SCIENCES ALIMENTAIRES ET METABOLISME  
LABORATORY FOR FOOD SCIENCE AND METABOLISM

## Caractérisation physico-chimique de *Trichoscypha acuminata* (raisin du Gabon)

Mémoire présenté comme requis partiel en vue de l'obtention du diplôme de Master en

Biochimie

Option : Sciences des Aliments et Nutrition

Par :

KAMNANG FOTSING Pascal Dieudonné

Matricule : 18S2673

*Licencié-es Sciences*

Sous la Co-direction de :

DJUIKWO NKONGA Viviane

Maître de Conférences,

*Université de Yaoundé 1*

ACHU Mercy BIH

Maître de Conférences,

*Université de Yaoundé 1*



Année académique : 2023-2024

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

\*\*\*\*\*

CENTRE DE RECHERCHE ET DE  
FORMATION DOCTORALE EN  
SCIENCES DE LA VIE-SANTE ET  
ENVIRONNEMENT

\*\*\*\*\*

UNITE DE RECHERCHE SCIENCE  
DE LA VIE

\*\*\*\*\*

FACULTE DES SCIENCES



THE UNIVERSITY OF YAOUNDE I

\*\*\*\*\*

CENTRE FOR RESEARCH AND  
TRAINING SCHOOL OF LIFE  
SCIENCES-HEALTH AND  
ENVIRONMENT

\*\*\*\*\*

DOCTORATE TRAINING UNIT OF  
LIFE SCIENCE

\*\*\*\*\*

FACULTY OF SCIENCE

DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE  
DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY

LABORATOIRE DES SCIENCES ALIMENTAIRES ET METABOLISME  
LABORATORY FOR FOOD SCIENCE AND METABOLISM

# Caractérisation physico-chimique de *Trichoscypha acuminata* (raisin du Gabon)

Mémoire présenté comme requis partiel en vue de l'obtention du diplôme de Master en  
Biochimie

Option : Sciences des Aliments et Nutrition

Par :

KAMNANG FOTSING Pascal Dieudonné

Matricule : 18S2673

*Licencié-es Sciences*

Sous la Co-direction de :

DJUIKWO NKONGA Viviane

Maître de Conférences,

*Université de Yaoundé I*

ACHU Mercy BIH

Maître de Conférences,

*Université de Yaoundé I*

Année académique : 2023-2024

## DEDICACE

*Ce mémoire rend hommage à maman KAMNO Delphine pour qui aucun langage ne saurait exprimer ma considération pour ton soutien et tes encouragements. Je te dédie ce travail en reconnaissance de ton amour.*

## REMERCIEMENTS

Louange à l'**Eternel Dieu Tout Puissant**, qui a rendu possible ce travail.

La réalisation de ce mémoire a été une tâche bien au-delà des seules capacités d'un étudiant, mais le fruit de toute une équipe de recherche dévouée. Je me permets d'exprimer toute ma reconnaissance à l'endroit de :

**Pr ACHU BIH Mercy** et **Pr DJUIKWO Ruth Viviane**, mes directrices de mémoire pour avoir accepté de répondre favorablement à l'encadrement de ce travail. Votre savoir a toujours été pour moi une source de motivation. Pour votre dévouement, votre patience, votre disponibilité et surtout vos judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion, recevez l'expression de ma profonde gratitude ;

Au chef de département de Biochimie, le **Pr MOUNDIPA FEWOU Paul** et à tous les enseignants du département de Biochimie pour l'encadrement et les enseignements reçus tout au long de mon cursus ;

Au **Pr FOKOU Elie**, Coordonnateur du Laboratoire des Sciences Alimentaires et de Métabolisme (**LabSAM**) et à tous les membres dudit laboratoire pour les orientations et les encouragements dans le cadre de la réalisation de ce travail ;

Au **Laboratoire National d'Analyses Diagnostiques et Intrants Agricoles (LNAD)** du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (**MINADER**) à Yaoundé pour l'analyse des minéraux, des fibres et des cendres ;

À monsieur **Richard**, d'avoir accepté de me conduire dans une forêt du village Biveus pour la localisation des arbres de *Trichoscypha acuminata*.

Au **Dr KUAGNY Blaise**, pour les conseils et les critiques constructifs pour la bonne rédaction de ce mémoire ;

À mes aînés de laboratoire en particulier, **LEUMENI D, MBASSI G, YIAGNIGNI A, KOUANDJOUA D, EYILI N, TALLA N, NANTCHOUANG A, NOAH G, FANGUENG D, PEVETMI A, NKOTTO D, YIMGA K**, pour les multiples critiques qui ont su nourrir mes réflexions et ont représenté une profonde satisfaction intellectuelle dans tout le processus de recherche ;

À mes camarades de promotion **NJINGA P, FODONG A, LAOMAYE S, LEVA B, FOURA W, DOUANDJI F, MAHAMAT S, ADIBONE V, TOUOLE R, YANKEU N, WOMFE G**, pour le soutien moral ;

À mes mamans **KENGNE Delphine** et **MAKAM Henriette** pour leurs multiples prières à mon égard et leurs encouragements ;

À toutes les grandes familles **KUATE, TAMGNO, NOULE et TAMOUFE**, pour le suivi, l'amour, le soutien inconditionnel que vous m'avez apporté depuis mon entrée à l'université ;

J'aimerais exprimer ma gratitude à tous les chercheurs et spécialistes, autant qu'ils sont, qui n'ont pas été mentionnés ici et qui ont pris le temps de discuter de mon sujet. Chacun de ces échanges m'ont aidé à faire avancer mon travail.

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS .....	ii
TABLE DES MATIERES .....	iv
LISTE DES ABREVIATIONS.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES PHOTOGRAPHIES.....	x
RESUME.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCTION.....	1
I.1. Généralité sur les Produits Forestiers Non Ligneux .....	4
I.1.1. Définition des Produits Forestiers Non Ligneux et des fruits sauvages .....	4
I.2. Diversité des fruits sauvages.....	4
I.3. Domestication et commercialisation des produits forestiers non ligneux .....	7
I.3.1. Les produits forestiers non ligneux comme aliments de subsistances pendant les périodes de crises .....	7
I.3.2. Importance nutritionnelle des PFNL .....	8
I.3.3. Importance socio-économique des PFNL.....	9
I.4. Vulgarisation des PFNL pour combler les déficits de consommations des fruits .....	9
I.5. Généralité sur <i>Trichoscypha acuminata</i> Engl.....	11
I.5.1. Historique .....	11
I.5.2. Classification .....	11
I.5.3. Répartition géographique.....	12
I.5.4. Description de la plante .....	12
I.5.5. Agronomie .....	14
I.5.6. Utilisations.....	14
I.5.7. Travaux antérieurs sur <i>Trichoscypha acuminata</i> Engl.....	14
II.1. MATERIEL.....	16
II.2. METHODES .....	16
II.2.1. Echantillonnage.....	16
II.2.2. Traitement des échantillons.....	16
II.2.3. Caractérisation physique du fruit .....	18

II.2.4. Caractérisation fonctionnelle .....	19
II.2.4.1. Détermination de l'acidité titrable, pH et taux d'extrait sec soluble.....	19
II.2.4.2. Détermination de la capacité d'absorption en eau (CAE).....	20
II.2.4.3. Détermination de la capacité d'absorption en huile (CAH).....	21
II.2.5. Détermination des teneurs en macronutriments .....	21
II.2.6. Détermination des teneurs en éléments minéraux et composés bioactifs .....	29
II.2.6.1 Détermination de la teneur en vitamine C .....	30
II.2.7. Dosage des alcaloïdes. ....	31
II.2.8. Dosage des composés phénoliques totaux .....	32
II.2.9. Dosage des flavonoïdes totaux.....	33
II.2.10. Dosage de la bêta-carotène .....	34
II.2.11. Capacité antioxydante totale .....	34
II.2.12. Détermination des teneurs en antinutritionnels.....	35
II.2.12.1. Détermination de la teneur en tanins.....	35
II.2.12.2. Détermination de la teneur en oxalates .....	36
II.2.12.3. Détermination de la teneur en saponines.....	37
II.2.12.4. Détermination de la teneur en phytates .....	37
II.3. Analyse statistique.....	38
III.1. Résultats .....	39
III.1.1. Caractérisation physique du fruit.....	39
III.1.2. Caractérisation fonctionnelle.....	39
III.1.3. Caractérisation proximale.....	40
III.1.4. Analyse des minéraux.....	40
III.1.5. Composition en éléments bioactifs.....	41
III.1.6. Composition en antinutriments.....	42
III.2. Discussion .....	43
CONCLUSION .....	52
RECOMMANDATIONS.....	52
PERSPECTIVES.....	52
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	53
ANNEXES .....	a



## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>Sigles</b>	<b>Significations</b>
<b>A.O.A.C</b>	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
<b>AFNOR</b>	Association Française de Normalisation
<b>CAE</b>	Capacité d’Absorption d’Eau
<b>CAH</b>	Capacité d’Absorption d’Huile
<b>DCPIP</b>	Dichloro-Phénol-Indo-Phénol
<b>DF</b>	Diamètre du fruit
<b>DNS</b>	Acide 3,5-DinitroSalicylique
<b>DO</b>	Densité Optique
<b>EFSA</b>	<i>European Food Safety Authority</i>
<b>EP</b>	Epaisseur de la pulpe
<b>FAO</b>	<i>Food and Agricultural Organization</i>
<b>INERA</b>	Institut de l’Environnement et de la Recherche Agricole
<b>LabSAM</b>	Laboratoire des Sciences Alimentaires et Métabolisme
<b>MFr</b>	Masse du fruit
<b>MF</b>	Matière fraîche
<b>MP</b>	Masse de la pulpe
<b>MS</b>	Matière Sèche
<b>PFNL</b>	Produit Forestier Non Ligneux
<b>RDA</b>	<i>Recommended Dietary Allowance</i>
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for Social Science</i>
<b>TESS</b>	Taux d’Extrait Sec Soluble

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Classification botanique de <i>Trichoscypha acuminata</i> Engl. ....	11
Tableau 2: Étalonnage avec la solution d'azote et le dosage des protéines .....	24
Tableau 3 : Mode opératoire du dosage des acides aminés libres.....	28
Tableau 4: Etalonnage des flavonoïdes.....	33
Tableau 5: Caractéristiques biométriques de <i>T. acuminata</i> .....	39
Tableau 6 : Caractéristiques fonctionnelles de <i>Trichoscypha acuminata</i> .....	39
Tableau 7 : Teneur en macronutriments de <i>Trichoscypha acuminata</i> .....	40
Tableau 8 : Teneurs en composés bioactifs de <i>T. acuminata</i> .....	41

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les types de fruits.....	5
Figure 2 : Schéma général du traitement effectué sur les fruits obtenus.....	17
Figure 3: Teneurs en éléments minéraux de <i>T. acuminata</i> . ....	41
Figure 4: Teneurs en composés antinutritionnels de <i>T. acuminata</i> .....	42

## LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photographie 1: Tronc de <i>Trichoscypha acuminata</i> Engl. ....	12
Photographie 2 : Feuilles de <i>Trichoscypha acuminata</i> Engl. ....	13
Photographie 3 : Inflorescence de <i>Trichoscypha acuminata</i> .....	13
Photographie 4 : Fruit de <i>Trichoscypha acuminata</i> Engl. (Kamnang dans cette étude).....	16
Photographie 5: Présentation générale de <i>T. acuminata</i> (Kamnang, dans cette étude) .....	18

## ANNEXE

Annexe 1: Tableau d'étalonnage des alcaloïdes .....	a
Annexe 2: Courbe d'étalonnage du sulfate d'ammonium.....	a
Annexe 3 : Etalonnage des composés phénoliques.....	b
Annexe 4: Etalonnage des Flavonoïdes .....	b
Annexe 5: Etalonnage des alcaloïdes .....	b
Annexe 6 : Etalonnage des composés phénoliques.....	c
Annexe 7 : Mode opératoire de dosage de la capacité antioxydante totale dans l'échantillon .....	c
Annexe 9: Poudre de <i>Trichoscypha acuminata</i> .....	d
Annexe 8: Fruits immatures de <i>Trichoscypha acuminata</i> .....	d
Annexe 10 : Quelques appareils de laboratoire.....	d

## RESUME

Le raisin du Gabon (*Trichoscypha acuminata* Engl.) figure parmi les espèces fruitières forestières rencontrées au Cameroun, il pousse de façon sauvage dans les forêts de basses et moyennes altitudes particulièrement au Sud, au Centre et dans les plateaux Sud de l'Adamaoua. Grâce à sa couleur rouge foncée caractéristique de la pulpe et de sa teneur en caroténoïdes, le fruit est très populaire et consommé principalement sous sa forme récoltée. Les travaux réalisés à ce jour sur l'espèce sont rares, la caractérisation physicochimique du fruit n'est pas connue. Le fruit reste sous exploité dans son ensemble avec d'importantes pertes post-récolte malgré les prédictions nutritionnelles intéressantes. Cette étude avait pour objectif d'évaluer le profil physico-chimique des fruits de *Trichoscypha acuminata* en analysant les paramètres biométriques des fruits, complétée par certaines propriétés fonctionnelles, nutritionnelles, les composés bioactifs ainsi que les antinutriments contenus dans la pulpe à partir des méthodes standards. Les résultats obtenus ont montré que le fruit de *T. acuminata* avait une masse de  $38,33 \pm 11,13$  g, et une masse de pulpe de  $22,11 \pm 4,94$  g. Le diamètre du fruit était de  $3,45 \pm 0,36$  cm et l'épaisseur de la pulpe  $0,65 \pm 0,13$  cm. L'analyse fonctionnelle a montré que le fruit est acide, pH  $3,92 \pm 0,0$  avec un taux d'acidité de  $0,047 \pm 0,015$  mg/100mL MS et l'extrait sec soluble de  $18,7 \pm 0,3$  °Brix, les capacités d'absorptions en eau et en huile étaient respectivement de  $175,39 \pm 1,18\%$  et  $94,04 \pm 10,1\%$ . Sur le plan nutritionnel, le fruit est riche en eau avec une teneur de  $92,02 \pm 1,00$  g/100g MF, en glucides  $70,93 \pm 1,86$ , lipides  $14,16 \pm 0,18$ , protéines  $6,61 \pm 1,80$ , fibres brutes  $7,09 \pm 0,05$  en g/100g MS. Il contient des éléments minéraux, principalement le K ( $468,75 \pm 0,63$ ), Ca ( $110,47 \pm 0,05$ ), Na ( $78,38 \pm 0,08$ ), Mg ( $52,91 \pm 0,14$ ) et le Fe ( $4,41 \pm 0,11$ ) en mg/100g MS et contient aussi la vitamine C  $4,79 \pm 0,05$  mg/100g MS. Certains composés bioactifs ont également été identifiés comme la bêta-carotène  $14,01 \pm 0,30$ , les flavonoïdes  $259,40 \pm 3,07$ , les alcaloïdes  $129,81 \pm 0,45$  ainsi que les lycopènes  $1,31 \pm 0,03$  en mg/100g MS. Les concentrations de tanins  $36,47 \pm 0,04$ , d'oxalates  $20,08 \pm 1,67$ , de saponines  $0,45 \pm 0,02$  et de phytates  $0,015 \pm 0,003$  en mg/100g MS dans ce fruit étaient bien inférieurs aux niveaux toxiques. Ainsi au regard de ces résultats, ce fruit constitue une bonne source de nutriments avec de faibles concentrations en antinutriments.

**Mots clés :** *Trichoscypha acuminata* Engl., fruit, pulpe, nutriments, composés bioactifs, antinutriments.

## ABSTRACT

Gabonese grape (*Trichoscypha acuminata* Engl.) is one of the forest fruit species found in Cameroon. It grows wild in low and medium altitude forests particularly in the regions of the South, Centre and Southern plateaus of Adamaoua. Due to the characteristic red colour of its pulp and its carotenoid content, the fruit is well known and consumed. Despite its interesting nutritional benefits, the fruit is still underexploited with significant post-harvest losses. The aim of this study was to evaluate the physicochemical properties of *Trichoscypha acuminata* fruit by analysing the physical parameters of the fruit, some functional properties, nutritional value, bioactive compounds and antinutrients of the pulp, using standard methods. The results showed that *T. acuminata* fruit weighed  $38.33 \pm 11.13$  g, and the pulp weighed  $22.11 \pm 4.94$  g. The diameter of the fruit was  $3.45 \pm 0.36$  cm and the pulp thickness was  $0.65 \pm 0.13$  cm. The fruit is acidic, with pH of  $3.92 \pm 0.0$ , with an acidity level of  $0.047 \pm 0.015$  and soluble solids content of  $18.7 \pm 0.3$  °Brix. Water absorption capacity and oil absorption capacity were  $175.39 \pm 1.18$  % and  $94.04 \pm 10.1$  % respectively. The nutritional value revealed that the fruit has water content of  $92.02 \pm 1.00$  g/100g fresh weight, carbohydrates  $70.93 \pm 1.86$ , lipids  $14.16 \pm 0.18$ , proteins  $6.61 \pm 1.80$  and crudes fibers of  $7.09 \pm 0.05$  g/100g dry weight. The fruit pulp also contains minerals such as potassium  $468.75 \pm 0.63$ , calcium  $110.47 \pm 0.05$ , sodium  $78.38 \pm 0.08$ , magnesium  $52.91 \pm 0.14$  and iron  $4.41 \pm 0.11$  in mg/100g dry weight. The vitamin C  $4.79 \pm 0.05$ , beta-carotene  $14.01 \pm 0.30$ , flavonoids  $259.40 \pm 3.07$ , alkaloids  $129.81 \pm 0.45$  and lycopenes  $1.31 \pm 0.03$  mg/100g dry weight. The levels of tannins  $36.47 \pm 0.04$ , oxalates  $20.08 \pm 1.67$ , saponins  $0.45 \pm 0.02$ , and phytates  $0.015 \pm 0.003$  mg/100g dry weight in this fruit were far below concentrations considered toxic in food safety. This fruit can therefore be exploited for its nutrient.

**Key words :** *Trichoscypha acuminata* Engl., fruit, pulp, nutrients, bioactive compounds, antinutrients.



# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

Les Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) occupent une place de choix auprès des populations surtout celles du monde rural (**Mujinga et al., 2023**). En effet ils sont utilisés par ces populations pour satisfaire les besoins nutritionnels ou plutôt comme source de revenus additionnel et d'emploi. Environ 1,2 milliards de personnes des pays en voie de développement se servent des arbres de leurs champs (fermes) et des forêts pour en tirer de la nourriture et des revenus (**FAO, 2016**). L'intérêt accordé à ces produits forestiers non ligneux est surtout axé sur le rôle prépondérant qu'ils jouent dans la nutrition humaine en tant que sources importantes de micronutriments : vitamines et sels minéraux (**Sambou et al., 2016**).

L'alimentation en campagne est assurée par les produits agricoles, de l'élevage, de la pêche et de la cueillette issue d'une large variété de produits forestiers non ligneux (cerises, baobabs et feuilles, mangues sauvages, papayes sauvages, raisins, produits dérivés des fruits de néré) (**FAO, 2019**). Consommés cru ou après cuisson, les PFNL dit alimentaires substituent les cultures céréalières durant les périodes de crises (sécheresse, invasion des cultures) ou sont également utilisés comme compléments nutritionnels. La valeur nutritive d'une large gamme de fruits sauvages montre que certaines carences en vitamines et en micronutriments ont pu être évitées ou peuvent être corrigées par leur consommation abondante et régulière (**FAO, 2021**). Selon la FAO et l'INERA (Institut de l'Environnement et de la Recherche Agricole), les fruits sauvages constituent une importante source de vitamines. A l'exemples des fruits d'*Adansonia digitata* (L) (baobab) et *Rosa rubiginosa* L. (fruit de l'églantier) qui contiennent respectivement 360 mg/100 et g 820 mg/100 g plus de vitamine C que l'orange 57 à 80 mg/100g, (**Grubisic et al., 2022**) (**FAO, 1996**). Les fruits de *Landolphia heudelotii* P. Beauv sont riches en vitamines E, K3, K1 et  $\beta$ -carotène (provitamine A) et ceux du *Saba senegalensis* (A. DC) Pichon constituent une véritable source de provitamine A ( $\beta$ -carotène = 1559  $\mu$ g/100g) (**Diatta, 2020**). Sur le plan économique, social, culturel, et environnemental, les PFNL revêtent une importance considérable dans l'ensemble de la sous-région Afrique centrale et surtout au Cameroun et génèrent environ 45% des revenus des populations (**FAO, 2012**) (**Tieguhong et al., 2012**).

Aujourd'hui, au regard des réalités socio-économiques des divers pays en développement dont le Cameroun (insécurité alimentaire chronique, désertification ; dégradation des ressources

naturelles, malnutrition aiguë etc.) (Esguerra *et al.*, 2017); les fruits conventionnels s'avèrent insuffisant pour combler les besoins en micronutriments et dont la norme d'une consommation journalière des fruits et légumes se situe à environ 400 à 600 g/jr (soit 5 fruits en moyenne), une consommation en dessous de 400g/jr entraîne un risque pathologique très élevé (FAO, 2021). Ainsi la vulgarisation des PFNL contribuera à combler les déficits de consommation des fruits qui se situe à environ 192 g/jr pour le Cameroun ce qui est très inférieurs à la norme (Madou *et al.*, 2019). Malgré l'importance nutritionnelle et socio-économique avérée des PFNL, leur vulgarisation actuelle ne permet pas encore d'atteindre le niveau de développement qu'ils sont susceptibles de générer (Makalao *et al.*, 2015).

Au Cameroun, *Trichoscypha acuminata* fait partie des espèces fruitières forestières originaires d'Afrique équatoriale et subéquatoriale (Ndoye *et al.*, 2006). Il s'agit d'un fruit de la famille des Anacardiacees et classé en botanique parmi les fruits charnus, retrouvé au Cameroun dans les forêts du Sud, du Centre et des plateaux sud de l'Adamaoua (Tsobeng *et al.*, 2019). Des travaux ont révélé que *Trichoscypha acuminata* constituera une bonne source de vitamine et pourra être utilisée pour la fabrication des boissons (Vivien et Faure, 1995), mais aucun travail à notre connaissance n'a porté sur la caractérisation nutritionnelle et antinutritionnelle, c'est pourquoi nous nous tournons vers cet aspect afin de ressortir la composition nutritionnelle du fruit.

### **Hypothèse**

Les fruits de *Trichoscypha acuminata* possèdent des propriétés physicochimiques intéressantes.

### **Objectif général**

Évaluer le profil physico-chimique des fruits de *Trichoscypha acuminata*.

### **Objectifs spécifiques**

- Déterminer les caractéristiques physiques (masse du fruit et de la pulpe, diamètre du fruit etc.) et fonctionnelles (pH, Acidité titrable, Taux d'extrait sec soluble, absorption en eau et en huile) des fruits de *Trichoscypha acuminata* ;
- Déterminer les teneurs en macronutriments (glucides, lipides, protéines, fibres) et micronutriments (K, Na, Mg, Ca, Fe et vitamine C) des fruits de *Trichoscypha acuminata*.

➤ Déterminer les teneurs en composés bioactifs (composés phénoliques totaux, bêta-carotènes, alcaloïdes) et en antinutriments (tanins, phytates, oxalates et saponines) des fruits de *Trichoscypha acuminata*.



**CHAPITRE I :**  
**REVUE DE LA LITTERATURE**

## **I.1. Généralité sur les Produits Forestiers Non Ligneux**

Les produits forestiers non ligneux font partie des ressources naturelles dont les populations ont recours pour diversifier leur alimentation et améliorer leurs revenus. Ces produits garantissent la diversité, la qualité et l'accessibilité des aliments à l'instar des fruits sauvages à une grande majorité de la population en faisant partie intégrante des différents menus (**Loubelo, 2012**).

### **I.1.1. Définition des Produits Forestiers Non Ligneux et des fruits sauvages**

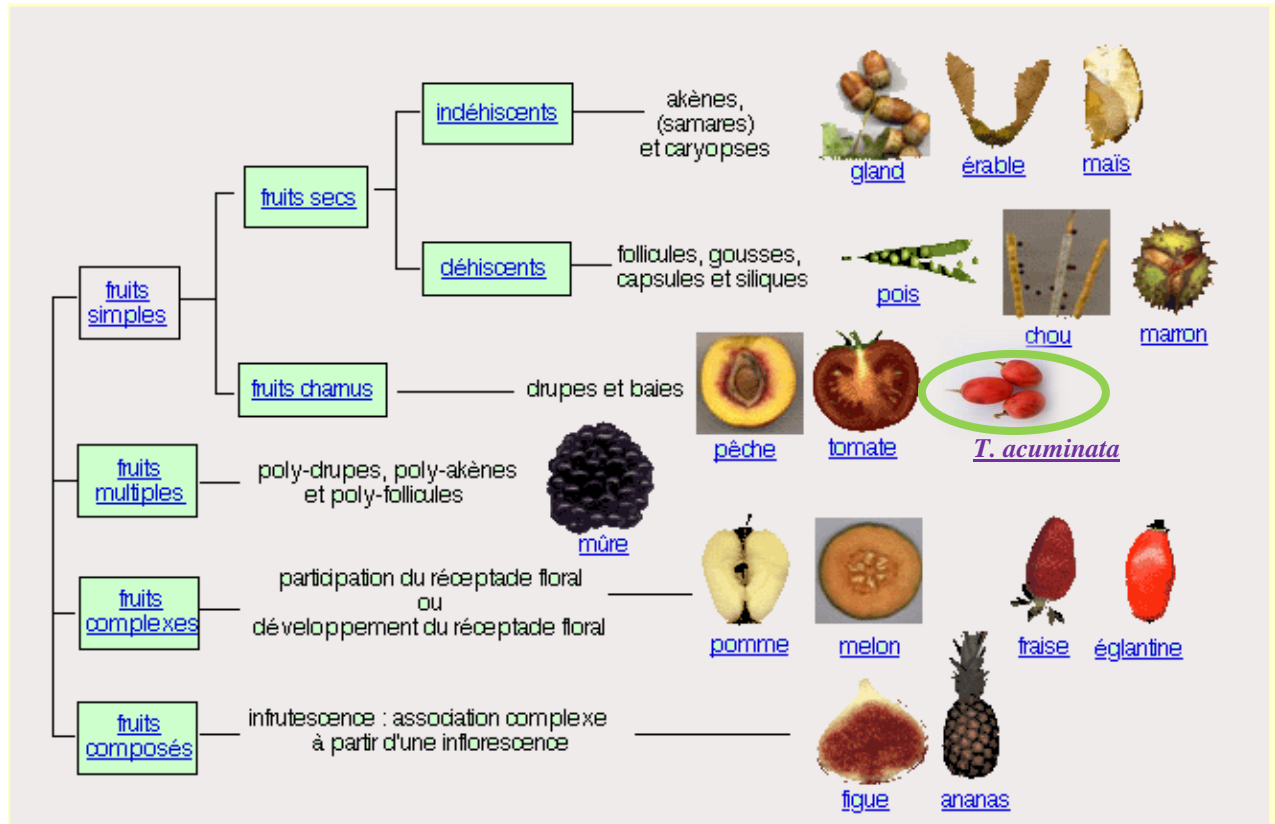
Les Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) dits alimentaires sont connus et utilisés depuis plusieurs années par certaines populations d'Afrique Centrale qui vivent encore de la pêche et la chasse, et tirent de la forêt un certain nombre de produits annexes tels que les fruits sauvages comestibles qui peuvent être définis comme des fruits issus des plantes non cultivées, c'est-à-dire qui poussent à l'état naturel sans intervention humaine. Ils sont généralement récoltés dans la nature et consommés frais, séchés ou transformés, mais peuvent également être cultivés de manière extensive par les populations en campagnes (**Lecombe et al., 2023**). Il n'existe pas une définition propre aux PFNL alimentaires. Leur définition qui est celle décrite par la **FAO (2003)** regroupe aussi bien les PFNL alimentaires que non alimentaires. Selon cette définition, les PFNL alimentaires sont « des produits d'origine biologique, autres que le bois, dérivés des forêts, d'autres terres boisées et d'arbres hors forêt destinés à l'alimentation humaine, animale, à la transformation agroalimentaire et à la commercialisation » (**Loubelo, 2012**). C'est le cas des fruits qui font l'objet d'une diversité importante. Les fruits sauvages sont une source importante de nutriments, notamment de vitamines, de minéraux, et de fibres. Ils présentent également de nombreux bienfaits sur la santé tels que la protection contre certaines maladies cardiovasculaires.

## **I.2. Diversité des fruits sauvages**

La diversité des fruits sauvages est immense, on estime qu'il existe entre 100 000 et 200 000 espèces de fruits sauvages dans le monde, dont environ 25 000 sont comestibles et chaque fruit pouvant se distinguer de par leur couleur, leur forme, leur taille. La classification des fruits sauvages ne se distingue pas des fruits conventionnels. Les fruits peuvent être groupés selon quelques caractéristiques botaniques (**Bobrov et al., 2019**).

➤ **Une classification courante est basée sur la structure du fruit.**

Selon cette classification, les fruits sauvages peuvent être divisés en quatre catégories distinctes au même titre que les fruits conventionnels résumé par figure 1 :



**Figure 1 : Les types de fruits (Prat *et al.*, 2012).**

• **Les fruits simples**

Ces fruits résultent de la maturation d'un seul ovaire simple, composé d'un ou plusieurs carpelles soudés. Ces fruits sont généralement ronds ou ovales, parmi eux on distingue les fruits charnus et les fruits secs. Les fruits charnus sont des fruits à paroi épaisse, reconnus pour leur quantité de pulpe importante qui représente la partie comestible du fruit. Ils sont également reconnus pour leur richesse en vitamines, minéraux, fibres et antioxydants. Lorsqu'ils renferment une ou plusieurs graines on appelle les baies. C'est le cas de la tomate, du raisin et de l'orange. La mangue, l'avocat sont des baies à un seul pépin et c'est dans cette catégorie que l'on classe *Trichoscypha acuminata* Engl. (en langage botanique on parlera de pépin d'avocat et non pas de noyau d'avocat). Quand les fruits charnus renferment un noyau ligneux (enveloppe dure qui protège la graine), on les appelle drupes à l'instar de la prune, la cerise. Les fruits secs sont des

fruits à parois minces ou sèches qui contiennent une petite quantité de pulpe et une teneur en eau réduite ce qui permet une longue conservation, et leur composition principale est une graine entourée d'une peau dure. Ils sont généralement riches en calories et en protéines. On les différencie selon qu'ils s'ouvrent à maturité ou non. Ainsi, la noisette par exemple est un fruit sec qui ne s'ouvre pas à maturité : on dit qu'elle est indéhiscente. Par contre les gousses sont des fruits secs déhiscentes car ils s'ouvrent à maturité (**Bobrov *et al.*, 2019 ; Prat *et al.*, 2012**).

- **Les fruits multiples**

Ces fruits encore appelés fruits agrégés, sont issus d'un ovaire composé de plusieurs carpelles distinctes (regroupement de plusieurs fruits simples), généralement plus petits que les fruits simples et ayant souvent une peau (épicarpe) non comestible à l'instar des baies de cassis, les baies de ronces (**Prat *et al.*, 2012**).

- **Les fruits complexes**

Les botanistes les appellent faux-fruits. Ils proviennent de la combinaison d'un ovaire soudé à d'autres parties de la fleur, comme le réceptacle ou les pétales. Ils sont généralement plus gros que les fruits simples et multiples et leur peau peut être comestible ou non. Les exemples ici comprennent les pommes, les prunes, les figes, les abricots (**Prat *et al.*, 2012**).

- **Les fruits composés**

Ces fruits proviennent de l'association de plusieurs fleurs distinctes toutes regroupées en inflorescence. Chaque fleur donne un fruit qui se soude aux fruits voisins. Ce phénomène s'appelle infrutescence. Dans cette famille de fruit on trouve l'ananas. Chez l'ananas, les yeux de l'ananas (écailles) correspondent à ces petits fruits individuels. La partie fibreuse au centre correspond à la tige de la hampe fruitière, elle est surmontée d'une couronne de feuille qui reprend sa croissance après la fructification (**Prat *et al.*, 2012**).

Bien que la majorité des fruits (conventionnel comme non conventionnel) soient comestibles, il est important de noter qu'il en existe qui ne sont pas comestibles. En effet, certains fruits sont toxiques pour l'Homme ou encore ont des mauvais goûts. Les fruits sont très souvent consommés pour leurs propriétés gustatives à savoir la saveur agréable, consommé crus et qui conviennent à la préparation des plats sucrés et de desserts.

➤ **Selon leur teneur en sucre et leur acidité, on distingue principalement :**

- **Les fruits acides**, qui ont une acidité titrable forte et une teneur en sucre élevée (orange, citron, pamplemousse, fraise, mandarine...);
- **Les fruits sucrés**, qui ont une acidité titrable faible et une teneur en sucre élevée (cerises, pommes, poire...);
- **Les fruits fortement sucrés**, qui ont pour caractéristique principale d'avoir plus de 20% de sucre (raisin, banane...).

Il est à noter que, quelle qu'en soit la classification utilisée, les fruits sauvages constituent une importante source de nutriments et de bienfaits pour la santé. Ils sont riches en vitamines, minéraux, antioxydants, et fibres et peuvent contribuer à améliorer la santé cardiaque, digestive, immunitaire et même cognitive (**Bobrov et al., 2019**).

### **I.3. Domestication et commercialisation des produits forestiers non ligneux**

Les produits forestiers non ligneux (PFNL) et singulièrement les fruits sauvages jouent un rôle important en milieu rural. Les produits forestiers non ligneux (PFNL) « sont des biens d'origine biologique autre que le bois, dérivés des forêts, des autres terres boisées, et des arbres hors des forêts » (FAO, 2005). Au Cameroun, les PFNL occupent une place de choix dans l'alimentation des populations au double plan quantitatif (disponibilité des ressources alimentaire) et qualitatif (nutriments variés). Ils procurent des moyens de subsistance aux communautés rurales pendant les périodes de déficits alimentaires et concourent à équilibrer leur alimentation basée essentiellement sur les céréales.

#### **I.3.1. Les produits forestiers non ligneux comme aliments de subsistances pendant les périodes de crises**

Les PFNL d'origine végétales font partie des principaux PFNL non seulement au Cameroun mais aussi en Afrique Central. L'utilisation des produits forestiers à des fins de subsistance a attiré beaucoup l'attention des chercheurs. Ces chercheurs ont indiqué que les PFNL jouent un rôle important comme réserve ou filet de sécurité, offrant généralement une source de subsistance pour combler les lacunes alimentaires et les revenus en cas de pénurie, de chômage, des désastres agricoles, de destruction des cultures, d'interruption des chaînes d'approvisionnement et autres calamités (**Muyambo et al., 2017**). Ils contribuent par là en fournissant aux populations sinistrées

des aliments variés (tubercules, fruits, noix). Les fruits sauvages peuvent être utilisés par les populations en situation de crise, ils constituent une importante source de nutriments, notamment de vitamines, de minéraux et de fibres. Ils sont également une source d'énergie et peuvent aider à prévenir la malnutrition. Pendant les périodes de crises, les fruits sauvages peuvent être une source précieuse de nourriture pouvant être consommé frais, séchés, transformés ou utilisés pour la préparation des plats (Tshimanga *et al.*, 2022).

Des études scientifiques ont montré que les fruits sauvages peuvent aider à améliorer la santé et la nutrition des populations pendant la crise, comme cette étude réalisée au Cameroun qui avait pour but d'évaluer la contribution des PFNL y compris les fruits sauvages, à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations affectées par la crise dans les régions du Nord-Ouest, du Sud-Ouest et du Centre, il ressort de cette étude que les produits de la forêt représentaient en moyenne 20% de la consommation totale des fruits et légumes (N'Djoumessi *et al.*, 2021). Une autre étude réalisée en République démocratique du Congo révèle que les PFNL en l'occurrence les fruits sauvages occupaient en moyenne 15% de la consommation totale de fruits. Notons également que ces fruits étaient très riches en vitamines A, C et E, en potassium et de fer, comme exemple nous pouvons avoir *Garcinia mangostana* communément appelé mangoustan, *Passiflora edulis* et *Anacardium occidentale* appelé respectivement fruit de la passion et noix de cajou. Les personnes qui consommaient ces fruits présentaient un taux de malnutrition plus faible que ceux qui ne les consommaient pas (Tshimanga *et al.*, 2022). Les PFNL, fruits sauvages majoritairement ont donc un potentiel important pour améliorer la santé et la nutrition des populations affectées pendant les périodes de crise.

### **I.3.2. Importance nutritionnelle des PFNL**

La valorisation des produits forestiers non ligneux locaux, permet de faire connaître leur potentiel en matière de sécurité alimentaire et nutritionnelle, les PFNL contribuent à la sécurité alimentaire à travers leur consommation directe au sein des ménages en apportant des protéines, des lipides, des vitamines et des minéraux en supplément des denrées alimentaires de base ainsi qu'à travers leur commercialisation générant des revenus utilisés, entre autres, pour l'achat de produits alimentaires et de médicaments (FAO, 2024). Environ 1,2 milliards de personnes des pays en voies de développement utilisent les arbres de leurs fermes (champs) pour en tirer de la nourriture et des revenus. Les PFNL contribuent à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des

populations rurales de plusieurs manières, ils fournissent une source importante de nutriments essentiels tels que les minéraux, les vitamines, les protéines et bien d'autres pouvant aider à prévenir la malnutrition, comme les carences en vitamines A, C, D en fer et zinc c'est le cas des feuilles de Moringa (*Moringa olifera*) qui est une plante forestière a fort potentiel nutritionnel avec deux fois plus de protéines que le yaourt, trois fois plus de potassium que la banane, quatre fois plus de calcium que le lait, sept fois plus de vitamine C que l'orange et quatre fois plus de vitamine A que les carottes(Ingaram *et al.*, 2010). D'un autre coté les PFNL peuvent contribuer à la diversification des régimes alimentaires dans le sens où il existe une large gamme des produits issu des forets (feuille ; fruits, tige, tubercule etc. ce qui est important pour une bonne santé nutritionnelle (Ayonghe *et al.*, 2014).

### **I.3.3. Importance socio-économique des PFNL**

Les écosystèmes terrestres (forets, savanes et sahel) d'Afrique Centrale renferment une biodiversité exceptionnelle qui constitue un potentiel inestimable pour le développement socio-économique de la sous-région ; cet écosystème riche en produits forestiers non ligneux fourni aux populations rurales une source de revenu, de création d'emplois et de développement économique car l'Afrique Central est une sous-région ou les taux de pauvreté sont les plus élevés au monde ; une grande partie de la population n'est toujours pas à mesure de satisfaire ses besoins essentiels de survie (Atyi *et al.*, 2013). Selon l'Indice Mondial de la Faim (IMF), les pays d'Afrique Central sont classés entre grave, alarmant et extrêmement alarmant, exception faite du Gabon qui a une situation modérée. Les PFNL sont très important pour les économies des populations rurales mais au Cameroun, la valeur des PFNL commercialisés annuellement varie entre 120 millions et 470 millions USD. De plus au Cameroun et en République Centrafricaine, Les espèces comme *Gnetum* spp., *Irvingia* spp., *Dacryodes edulis* procurent environ 92 à 132 USD/mois aux marchandes, un montant supérieur au salaire minimum de ces pays, ces mêmes espèces ont procuré un chiffre d'affaire estimé à 45 millions USD en 2009 au niveau national (Ingaram *et al.*, 2010).

### **I.4. Vulgarisation des PFNL pour combler les déficits de consommations des fruits**

L'Organisation des Nations Unies (ONU) a proclamé l'année 2021 « Année internationale des fruits et légumes ». Il était question dans un premier temps de promouvoir les qualités nutritives et les bienfaits pour la consommation accrue des fruits au sein d'une alimentation et d'un mode de

vie diversifiés et en second plan d'attirer l'attention sur la nécessité de réduire les pertes et le gaspillage des fruits (FAO, 2021). Ainsi dans ce rapport, l'Organisation Mondiale de la Santé recommande une consommation d'au moins 400 g de fruits et légumes chaque jour, soit environ 5 portions de 80 g, une consommation en dessous de celle-ci augmenterait le risque d'exposition à certaines maladies cardiovasculaires. En 2017, l'OMS avait enregistré environ 3,9 millions de décès dans le monde lié à une consommation insuffisante des fruits (OMS, 2019). Au Cameroun en terme de sécurité alimentaire, on consomme en moyenne 70kg/an/habitant soit en environ 192g/jour, ce qui est très inférieure à la norme. Ce déficit de consommation au Cameroun et ailleurs dans le monde est lié à diverses causes : la disponibilité, de nombreux fruits rencontrent des problèmes de saisonnalité et de périssabilité se rendant ainsi indisponible ou insuffisant face à la demande durant certaines périodes de l'année (Madou *et al.*, 2019). Le coût, les fruits conventionnels (orange, pastèque, pamplemousse, mangues etc.) peuvent être des composantes relativement coûteuses de l'alimentation, n'étant plus accessible à certaines couches de la population qui consacrent leurs budgets à l'achat des aliments de première nécessité écartant ainsi les fruits. Un autre facteur peut être l'éducation et la culture car notre alimentation est essentiellement centrée sur la culture dans laquelle nous grandissons. En fin on peut assister des connaissances insuffisantes sur la consommation des fruits dont l'appréciation se limite le plus souvent au niveau du goût en mettant de côté les effets bénéfiques sur la santé et la nutrition (FAO/OMS, 2020).

Face à tous ces problèmes, les populations défavorisées ont tendance à se tourner vers d'autres alternatives afin de renforcer la disponibilité des fruits notamment le secteur des produits forestiers non ligneux. Une attention particulière est accordée aux PFNL tel que les fruits sauvages qui sont consommés et vendus sur les marchés locaux par les populations rurales ; contribuant à assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelles de ces populations, compensant les éventuelles pénuries et déficit de consommation (Mundy, 2014). Les aliments (fruits) issus des espèces sauvages contribuent à la qualité et à la diversité de l'alimentation ainsi qu'à l'homogénéité saisonnière, Ils fournissent des nutriments importants et complètent l'alimentation de base tout au long de l'année (Powell *et al.*, 2015). Il est donc important de recenser un certain nombre d'informations afin de valoriser et vulgariser ces produits comme ça été le cas des travaux de Mepong en (2021) sur *Physalis peruviana* L. et *Impatiens burtonii* H. deux fruits sauvages consommés dans la région de l'Ouest Cameroun, et ceux de Jiotsa en (2023) sur *Passiflora edulis*,

*Dacryodes macrophylla*, *Solanum betaceum*, *Nephelium lappaceum* ou il était question de ressortir le profil nutritionnel de ces différents fruits sauvages pour une meilleure exploitation.

## I.5. Généralité sur *Trichoscypha acuminata* Engl.

### I.5.1. Historique

Le raisin du Gabon (*T. acuminata* Engl.) est un fruit exotique originaire d'Afrique équatoriale et subéquatoriale appartenant à une famille essentiellement tropicale celle des Anacardiaceae. On dénombre environ 75 genres et 850 espèces identifiées, cette famille est très connue pour ses arbres fruitiers : les manguiers (originaire de l'Inde), anacardier (originaire d'Amérique du sud), pistachier (méditerranéen) (Faure et Louppe, 2006). Le genre *Trichoscypha* se retrouve un peu de partout dans la sous-région Afrique, il existe de nombreuses espèces de *Trichoscypha* dans la forêt équatoriale africaine qui peuvent varier en fonction des origines. L'espèce *Trichoscypha acuminata* originaire du Gabon décrit par Wilks et Issembé, des noms vernaculaires respectif « *amvut* » qui désigne une plante de petite ou moyenne taille avec des fleurs et des fruits ancrés sur le tronc et « *engong* » ceux de grande taille non caulifores et fleurissant dans le houppier. Au Cameroun plusieurs tribus identifient cette espèce à partir des noms locaux spécifiques, le plus connu étant « *amvout* » (en langue Ewondo et Bulu), *ndoï* (Bassa), *levboda* (Pygmées Bagielli) et *ngoyo* (Pygmées Baka). Il existe deux espèces d'*amvout* fréquemment rencontrés dans les forêts qui appartiennent à deux espèces différentes se distingue par la tailles des fruits (Meunier et al., 2012).

### I.5.2. Classification

Selon *Angiosperm Phylogeny Group* (APG), au sein des angiospermes, *Trichoscypha acuminata* Engl., appartient aux taxons regroupés dans le Tableau 1 (Wayne et Lauritz, 2009)

**Tableau 1: Classification botanique de *Trichoscypha acuminata* Engl.**

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Phylum</b>	<i>Tracheophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Sous-classe</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Sapindales</i>

<b>Famille</b>	<i>Anacardiaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Trichoscypha</i>
<b>Espèce</b>	<i>Trichoscypha acuminata</i> Engl.

### 1.5.3. Répartition géographique

*T. acuminata* est une espèce d'Afrique équatoriale et subéquatoriale, partant du Nigeria passant par le Cameroun jusqu'en république démocratique du Congo. Au Cameroun, il est principalement retrouvé dans les forêts de basses et moyennes altitude particulièrement au Sud, au Centre et dans les plateaux Sud de l'Adamaoua, on note aussi l'apparition de quelques arbres de l'espèce dans la région de l'Ouest, il est absent dans les forêts montagneuses et les savanes péri-forestières (Tsobeng *et al.*, 2019).

### 1.5.4. Description de la plante

➤ **Arbre ou arbuste**

Atteint environ 20 m de hauteur et 40 cm de diamètre ; cimier composé de longues feuilles rayonnante au sommet du tronc, plante monocaule ou comportant peu de branche surtout chez les jeunes pieds ; fût irrégulier, bosselé ; base cylindrique ou légèrement en forme de cône ; écorce brun-rougeâtre, fissurée longitudinalement et s'exfoliant en écailles rectangulaires allongées chez les vieux sujets, tranche jaune et rougeâtre d'environ 5 mm d'épaisseur exsudant un latex blanc abondant (Eyog *et al.*, 2006).



Photographie 1: Tronc de *Trichoscypha acuminata* Engl. (Meunier *et al.*, 2015)

➤ **Feuilles**

Alterne, composées imparipennées, grande atteignant 1,5 m de longueur ; pétiole renflé à la base ; 10-35 folioles alternes ; limbes oblongs elliptiques pouvant mesurer environ 30 × 8 cm, sommet acuminé, glabre. Plante dioïque et caulifores. (Tsobeng *et al.*, 2019).



**Photographie 2 : Feuilles de *Trichoscypha acuminata* Engl. (Meunier *et al.*, 2015)**

➤ **Inflorescences**

En panicules pyramidales pendantes sur les bosses du tronc, atteignant 35 x 30 cm chez les inflorescences mâles et 20 x 8 cm chez les inflorescences femelles. Fleurs tétramères ; 4 sépales et 4 pétales tomenteux, brun-rougeâtre extérieurement ; 4 étamines et ovaire rudimentaire dans les fleurs mâles ; ovaire globuleux à 4 loges et 4 staminodes dans les fleurs femelles (Eyoget *et al.*, 2006).



**Photographie 3 : Inflorescence de *Trichoscypha acuminata*. (Meunier *et al.*, 2015)**

### ➤ Fruits

Grappes d'une vingtaine à une centaine de drupes oblongues mesurant jusqu'à 7 x 4 cm, rouges, veloutés, densément pubescents à poils simples, blancs ; pulpe charnue, juteuse, rouge ; noyau oblong à endocarpe coriace. Le poids moyen d'un fruit est de 40 g. Graine unique par noyau (Tsobeng *et al.*, 2019).

### I.5.5. Agronomie

L'espèce évolue sur sols argileux profonds ou argilo-sableux et le climat doit être de type équatorial ou subéquatorial. Les arbres sont dioïques, la germination des graines est rapide et abondante, la croissance est lente. Les jeunes plants sont souvent cultivés dans les pépinières d'organismes œuvrant pour la gestion durable de l'environnement ou de recherche forestière (Eyog *et al.*, 2006). La récolte des fruits se fait par la cueillette, celle-ci est artisanale et non réglementée. Aucune étude d'inventaire de la ressource n'est signalée.

### I.5.6. Utilisations

La partie de la plante dont l'utilisation est connue est le fruit. La pulpe du fruit est comestible, elle est consommée crue à maturité. Elle constitue une importante source de vitamines (Vivien et Faure, 1995). D'autres utilisations n'ont pas été identifiées jusqu'ici. Sur le plan socio-économique, les fruits de *Trichoscypha acuminata* sont vendus dans les marchés Camerounais et sont très appréciés par les enfants. Un fruit coûte environ 25 à 50 FCFA en fonction du goût. En République Démocratique du Congo tout comme au Cameroun, *Trichoscypha acuminata* est classé parmi les fruits rares et les prix sont assez élevés sur certains marchés. De plus certaines populations autochtones encourageaient leur proche à beaucoup consommé le fruit lorsqu'ils souffraient d'anémie (Eyog *et al.*, 2006)

### I.5.7. Travaux antérieurs sur *Trichoscypha acuminata* Engl.

Plusieurs travaux ont été réalisés sur le raisin du Gabon, à l'instar des études ethnobotaniques effectué par Faure et Louppe. (2006) qui consistait à recenser des arbres fruitiers sauvages africains méconnus plus précisément les *Trichoscypha*. Il ressort de cette étude qu'environ 84 espèces différentes de *Trichoscypha* ont été identifiées, chaque espèce pouvant présenter des variations intra spécifiques considérables. On note également que tous les fruits de *Trichoscypha*

sont comestibles et riches en vitamines C et certaines espèces produisent des fruits de bonnes qualités organoleptiques, parmi les plus chers du marché en raison de leur rareté. Les fruits ont également fait l'objet d'une étude qui consistait à évaluer les avantages socioéconomiques des PFNL pour les communautés du Sud Cameroun. Les résultats ont montré qu'environ 68% des fruits étaient voués à la consommation, et 5% utilisé à des fins médicinales (**Caspa et al., 2020**).

De même les travaux de **Tsobeng et al., (2019)** sur la variation d'arbre à arbre des fruits de trois populations différentes de *Trichoscypha acuminata* au Cameroun ont démontré qu'il existe une forte corrélation entre les caractéristiques des fruits et le pourcentage de germination, ils ont ainsi conclu qu'il existe une variation entre les arbres de *Trichoscypha* en terme de masse du fruit, épaisseur de la pulpe, diamètre du fruit et la masse de la pulpe et que ces paramètres seraient liés aux propriétés nutritionnelles des fruits.

Au Cameroun, malgré la forte diversité d'espèces fruitières sauvages, la faible consommation des fruits conventionnels par les populations, les données sur le potentiel nutritionnel de certains fruits sauvages récoltés localement sont encore à l'état embryonnaire ou inexistant. D'où la nécessité de réaliser cette étude en vue d'apporter des informations indispensables dans le sens de la valorisation et à une meilleure exploitation de nos produits forestiers locaux en général et des fruits sauvages en particuliers.



**CHAPITRE II :**  
**MATERIEL ET METHODES**

## II.1. MATERIEL

Le matériel végétal utilisé dans cette étude était composé des fruits de *Trichoscypha acuminata* présenté sur la photo 4 :



**Photographie 4 : Fruit de *Trichoscypha acuminata* Engl. (30517 SRFCam) (Kamnang dans cette étude)**

## II.2. METHODES

### II.2.1. Echantillonnage

Dans le cadre de cette étude les fruits de *Trichoscypha acuminata* Engl. ont été récoltés (cueillis directement des arbres) en mi-juillet 2023 sur trois (3) pieds d'arbres différents dans le village « **Biveus** » situé dans l'arrondissement du Dja et Lobo région du Sud. Par la suite, quelques fruits, branches et feuilles de la plante ont été acheminés à l'Herbier National du Cameroun pour identification ou le code **30517 SRFCam** a été attribué, ensuite les fruits ont été transportés au Laboratoire des Sciences Alimentaires et de Métabolisme (LabSAM) de l'Université de Yaoundé 1 pour la suite des travaux.

### II.2.2. Traitement des échantillons

Après la collecte et l'identification, les fruits de *Trichoscypha acuminata* ont été acheminés au LabSAM de l'Université de Yaoundé 1 pour les analyses. Un échantillonnage aléatoire simple a été fait pour la caractérisation physique du fruit et l'autre partie a subi une série d'opérations de prétraitements et de traitements (figure 2) dans le but d'obtenir la pulpe de fruit, ensuite mis dans

un déshydrateur (MEMMERT) à 45°C jusqu'à évaporation complète de l'eau. La pulpe séchée a été broyée à l'aide d'un mixeur (SYNIX). La poudre fine obtenue a été ensachée et conservée au réfrigérateur à 4° C.

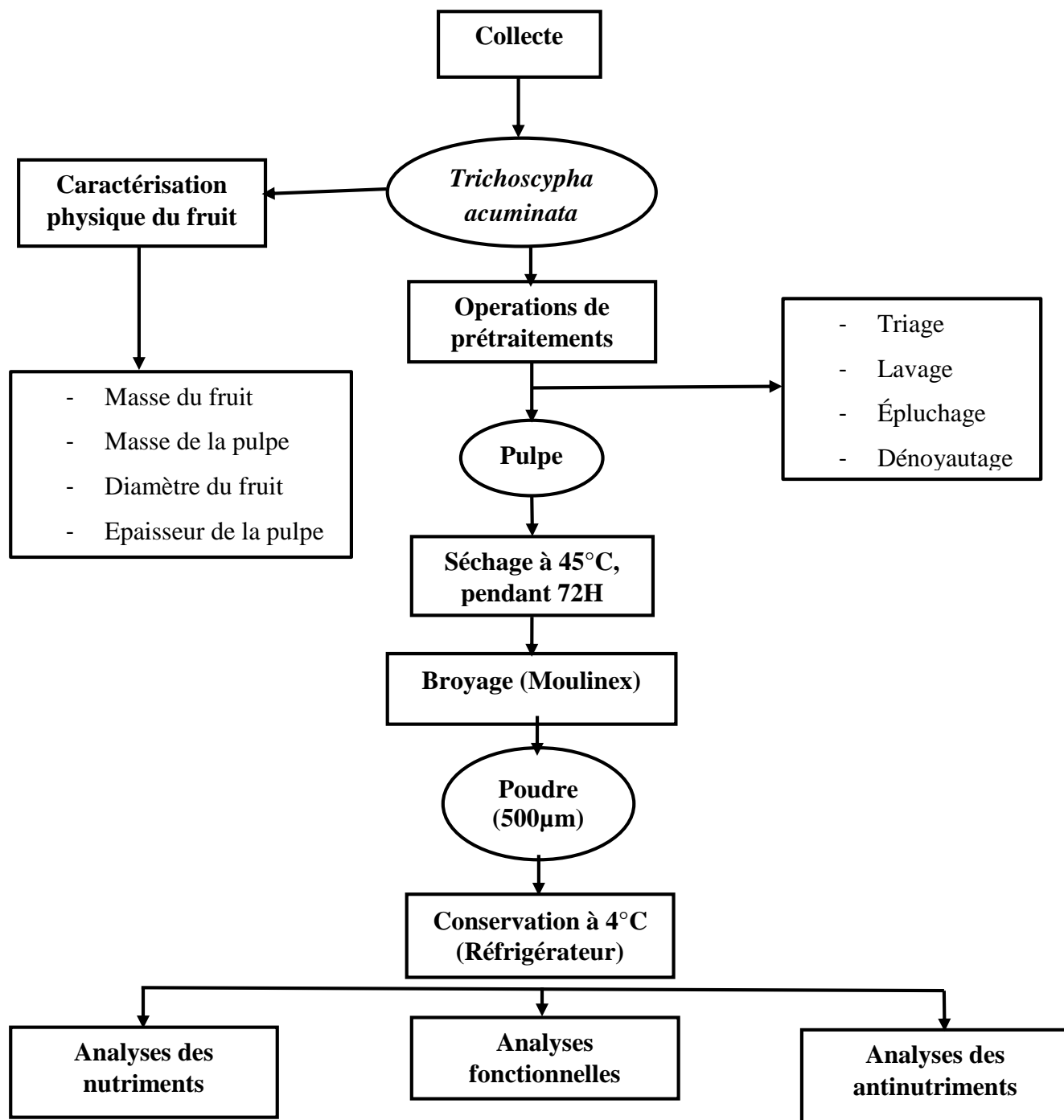


Figure 2 : Schéma général du traitement effectué sur les fruits obtenus

Après les opérations de prétraitements et de traitement effectuées sur les fruits de *T. acuminata*, la poudre de fruit obtenue a servi pour des analyses biochimiques à travers la détermination des teneurs en glucides, lipides, protéines, composés bioactifs et minéraux ainsi que les antinutriments afin d'établir le profil nutritionnel du fruit. Une analyse fonctionnelle a également été effectuée à travers la détermination du pH ; de l'acidité titrable ; les capacités d'absorptions d'eau et d'huile afin de prévoir les potentielles utilisations.

### II.2.3. Caractérisation physique du fruit

#### II.2.3.1. Échantillonnage

Au laboratoire, un échantillonnage aléatoire des fruits parmi les fruits collectés (environ 200) a été fait afin permettre un sondage des petits, moyens et gros fruits. Les caractéristiques suivantes des fruits ont ensuite été évaluées : diamètre du fruit (DF), épaisseur de la pulpe (EP), masse du fruit (MFr), masse de la pulpe (MP) et masse du noyau. La figure ci-dessous représente un aperçu général du fruit et met en exergue les différentes parties dont les paramètres ont été évalués.



**Photographie 5: Présentation générale de *T. acuminata* (Kamnang, dans cette étude)**

#### a) Masse du fruit et masse de la pulpe

La masse du fruit (MFr) couplée à la pelure et au noyau et la masse de la pulpe (MP) ont été obtenues à l'aide d'une balance électronique de précision 0,1 g (A.O.A.C, 1990).

## b) Épaisseur de la pulpe et diamètre du fruit

L'épaisseur de la pulpe (EP) a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse à trois points choisis au hasard (T1, T2, T3) sur le fruit et la moyenne a été obtenue. Le diamètre du fruit (DF) a été mesuré deux fois à l'aide d'un pied à coulisse, les deux points de mesure correspondant aux positions longitudinale et transversale du fruit, et une moyenne a été obtenue. (Tsobeng *et al.*, 2019).

### II.2.4. Caractérisation fonctionnelle

#### II.2.4.1. Détermination de l'acidité titrable, pH et taux d'extrait sec soluble

##### ❖ Principe

Le pH repose sur la différence de potentielle mesurée entre l'électrode de référence et l'électrode extérieure tout en indiquant acidité ou l'alcalinité d'un produit (Dadzie et Orchard 1997).

##### ❖ Mode opératoire

Pour la détermination du pH, 30g de poudre de fruit ont été pesés dans un bécher de 250mL, 10mL d'eau distillée ont été introduites, agitées et laissées reposer pendant 30 min, puis 90 mL d'eau distillée ont été ajoutées et homogénéisées. Puis dans la solution obtenue, l'électrode du pH-mètre de marque JENWAY LEGALLAIS a été plongé. La valeur du pH a été enregistrée quelques instants après stabilisation de la mesure.

##### ➤ Acidité titrable totale

L'acidité totale titrable indique la quantité d'acides présente dans ce produit qui a été neutralisée dans le milieu par une base (NaOH) (Dadzie et Orchard 1997).

##### ❖ Mode opératoire

L'acidité totale titrable a été déterminée selon la méthode utilisant un indicateur coloré (AFNOR, 1982). La titration s'est faite avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH, 0,1N) en présence de la phénolphtaléine comme indicateur coloré. 50mL de la solution obtenue précédemment ont été introduites dans un bécher de 250mL. Ensuite 04 à 05 gouttes de phénolphtaléine ont été ajoutées. Une burette de 100mL fixée à une potence formant le dispositif

expérimental de titration, contenant une solution de soude (NaOH 0,1N) a été utilisée pour la titration. La solution de NaOH de la burette a été laissée goutte à goutte dans le bécher contenant 50mL de la solution + 4 à 5 gouttes de phénolphtaléine ainsi qu'un mini barreau aimanté, placé sur un agitateur magnétique. La neutralisation de l'acide avec la solution de NaOH a été opérée jusqu'au virage du mélange en rose persistant pendant 02-03 secondes. Le volume écoulé en nombre de gouttes de NaOH a été enregistré. L'acidité totale titrable a été exprimée en milliéquivalent par litre pour 100g de pulpe et calculée selon la formule ci-dessous :

$$ATT = \frac{C \times V}{M_1}$$

Avec : **ATT** = acidité titrable total ; **C**= concentration de NaOH, **V** = volume de NaOH écoulé, **M<sub>1</sub>**= masse de la prise d'essai.

#### ➤ **Taux d'extrait soluble**

Le taux d'extrait sec soluble repose sur la quantité de composés solubles dans l'eau tels que : les sucres, les acides, les vitamines, les pectines et les acides aminés (**Dadzie et Orchard 1997**).

#### ❖ **Mode opératoire**

Le taux d'extrait sec soluble (TESS) a été déterminé à l'aide d'un refractomètre préalablement étalonné avec de l'eau distillée. Ensuite, une goutte de la solution obtenue précédemment a été déposée sur le prisme du refractomètre. La lecture de l'indice de réfraction de l'échantillon a servi par la suite à la détermination du TESS. Le taux d'extrait sec soluble (TESS) a été déterminé selon la formule ci-dessous :

$$TESS(^{\circ}Brix) = 3IR - 0,8$$

**IR** : indice de réfraction

#### **II.2.4.2. Détermination de la capacité d'absorption en eau (CAE)**

La méthode utilisée est celle décrite par **Phillips et al. (1988)**

#### ❖ Mode opératoire

1g de poudre a été pesé ( $M_0$ ) et mélangé à 10 mL d'eau distillée, l'ensemble est agité pendant 15 minutes puis centrifugé à 2500 trs/min pendant 30 minutes dans une centrifugeuse de marque SIGMA type Bioblock Compsas. Le culot est pesé ( $M_2$ ) et séché à l'étuve à  $105 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 24 heures. La masse du culot sec ( $M_1$ ) est déterminée.

L'eau absorbée est calculée en capacité d'absorption d'eau réelle (CAEr) à partir de la formule :

$$\text{CAEr (\%)} = [(M_2 - M_0) / M_1] \times 100$$

Avec :  $M_0$ = Masse du tube contenant la poudre avant centrifugation ;  $M_2$  =Nouvelle masse du tube contenant la poudre après centrifugation ;  $M_1$ = Masse du culot sec.

#### II.2.4.3. Détermination de la capacité d'absorption en huile (CAH)

Elle a été trouvée à partir de la méthode décrite par (Yapi *et al.*, 2021).

#### ❖ Mode opératoire

Une quantité de farine 0,5g ( $M_0$ ) a été mélangée à 3 mL d'huile. L'ensemble a été vigoureusement agité et centrifugé à 2500 trs/mn pendant 30 mn à l'aide d'une centrifugeuse. Le culot a été récupéré et noté ( $M_1$ ). La CAH est exprimée comme la masse d'huile retenue par 100g de farine par la formule suivante :

$$\text{CAH (\%)} = [(M_1 - M_0) / M_0] \times 100$$

#### II.2.5. Détermination des teneurs en macronutriments

##### II.2.5.1. Détermination de la teneur en eau et en matière sèche

#### ❖ Principe

Cette méthode est basée sur la perte en eau des échantillons après séchage à l'étuve à  $105^\circ\text{C}$  pendant 24 heures jusqu'à élimination complète de l'eau libre, de la matière volatile et obtention d'une masse constante. La matière sèche est l'ensemble des substances qui ne se volatilisent pas dans les conditions de dessiccation définies par la méthode utilisée par l'A.O.A.C. (1990).

### ❖ Mode opératoire

Dans une nacelle de poids  $M_0$ , 2 g de pulpe de l'échantillon ont été introduites et le poids  $M_1$  de l'ensemble déterminé. L'ensemble constitué de la masse de la nacelle et de l'échantillon a été mis à sécher dans une étuve à 105°C. Le résidu sec a été refroidi dans l'atmosphère d'un dessiccateur contenant le pentoxyde de phosphore ( $P_2O_5$ ) comme desséchant pour éviter la réabsorption de l'humidité de l'air avant la pesée ( $M_2$ ). Les pesées ont régulièrement été faites jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Le pourcentage en masse d'eau est obtenue à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = \frac{(M_1 - M_2)}{(M_1 - M_0)} \times 100$$

Avec :  $M_0$  : masse en gramme de la nacelle vide ;  $M_1$  : masse en gramme de la nacelle contenant la prise d'essai avant séchage ;  $M_2$  : masse en gramme de la nacelle contenant la prise d'essai après séchage ;

### II.2.5.2. Détermination de la teneur en lipides totaux

La teneur en lipides représente la totalité des corps gras extraits. Les lipides ont été extraits au soxhlet selon la méthode russe décrite par (Bourelly, 1982).

#### ❖ Principe :

L'extraction est basée sur la solubilité différentielle des lipides dans les solvants organiques (hexane ou éther de pétrole). Elle se fait à chaud au soxhlet pendant une durée de 12 heures environ. Après cette opération, le solvant qui imbibe le résidu d'extraction est éliminé par séchage à l'étuve. La différence de poids permet de déterminer la teneur en lipide.

#### ❖ Mode opératoire

Des cartouches faites avec du papier cellulose de type Whatman N° 1 ont été confectionnées, puis séchées pendant 10 min dans une étuve à 105 °C. Ensuite, elles ont été laissées refroidir 5 min dans un dessiccateur en verre contenant du sel de silice anhydre, et pesées à l'aide d'une balance de précision. Une masse  $M_0$  (2g) de poudre de fruit a été pesée et introduite dans la cartouche préalablement tarée, puis la cartouche a été soigneusement refermée. L'ensemble a ensuite été séché pendant 2h dans l'étuve à 105 °C. Après séchage, la cartouche a été laissée

refroidir pendant 5 min dans un dessiccateur, puis elle a été pesée ( $M_1$ ). Après cela, elle a été introduite dans l'extracteur de Soxhlet placé entre le réfrigérant à eau et le ballon contenant des billes de verre et environ 250 mL de solvant d'extraction (hexane). L'ensemble a été placé dans un chauffe ballon thermostaté et le dispositif a été mis en marche. L'ébullition du solvant a permis son évaporation du ballon vers l'extracteur et le lavage continu de l'échantillon s'est fait pendant 12h. A la fin de l'extraction, après arrêt du chauffage et refroidissement du dispositif, la cartouche contenant l'échantillon a été séchée dans l'étuve à 105 °C pendant 1h, puis pesée ( $M_2$ ). La teneur en lipide a été déterminée par différence de poids de la cartouche avant et après extraction complète des lipides par la formule suivante :

$$\% \text{ lipides} = \frac{(M_1 - M_2)}{(M_0)} \times 100$$

Avec :  $M_0$  : masse de l'échantillon ;  $M_1$  : masse de l'ensemble échantillon + cartouche avant extraction ;  $M_2$  : masse de l'ensemble échantillon + cartouche après extraction

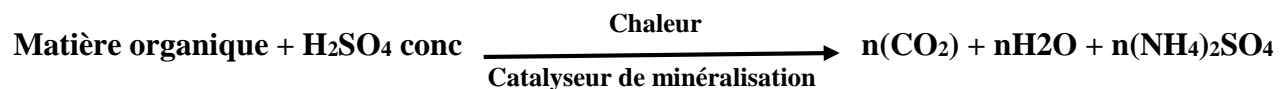
### II.2.5.3. Détermination de la teneur en azote et en protéines brutes

La teneur en protéines totales a été évaluée après détermination de la teneur en azote total et multiplication de cette teneur par le facteur 6,25. L'azote total a été déterminé après minéralisation des échantillons selon la méthode de **Kjeldahl (AFNOR, 1984)**, suivi du dosage par la méthode colorimétrique décrite par **Devani et al. (1989)**.

#### ✚ Minéralisation

##### ❖ Principe

La minéralisation selon Kjeldahl consiste à détruire toute la substance organique azotée contenue dans la denrée alimentaire et sa conversion en azote minérale par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur de minéralisation ( $K_2SO_4 + CuSO_4$ ) selon l'équation :



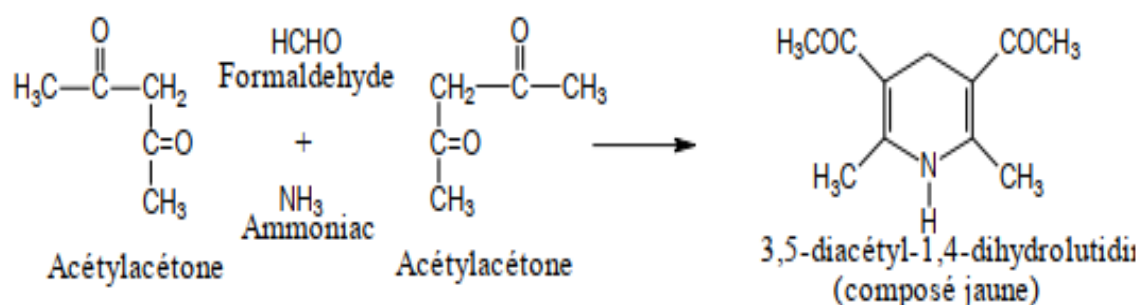
##### ❖ Mode opératoire

Une masse de 0,5 g de poudre d'échantillon a été introduite dans un matras de minéralisation, 5 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré et une pincée de catalyseur de minéralisation y ont été successivement ajoutés. L'ensemble a été porté à chaud sur une rampe de minéralisation avec un système collecteur de fumées. L'appareil a été mis en marche et le matras a été chauffé pendant 8 heures environ jusqu'à obtention d'une solution limpide. Après refroidissement, le minéralisât a été récupéré dans une fiole jaugée et son volume complété à 50 mL avec de l'eau distillée.

### ✚ Dosage de l'azote

#### ❖ Principe

Le dosage colorimétrique de l'azote selon **Devani et al. (1989)** repose sur la réaction en milieu aqueux, de l'ammoniac avec l'acétylacétone et le formaldéhyde pour former le 3,5-diacétyl-1,4-dihydrolutidine de couleur jaune qui présente un maximum d'absorption à 412 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration en azote. L'équation de la réaction est la suivante:



**Réaction de l'ammoniac avec l'acétylacétone et le formaldéhyde en milieu aqueux (réaction de Hantzsch)**

#### ❖ Mode opératoire

**Tableau 2: Étalonage avec la solution d'azote et le dosage des protéines**

N° des tubes	1	2	3	4	5	6	7	Essai
Echantillon (mL)	/	/	/	/	/	/	/	0,2
Solution standard 0,04mg de N/mL (mL)	0	0,25	0,5	0,75	1	1,25	1,5	/
Acétate de sodium (0,08g/mL) (mL)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Solution réactive (mL)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
H <sub>2</sub> O distillée (mL)	7,2	6,95	6,7	6,45	6,2	5,95	5,7	7

Plonger les tubes dans l'eau bouillante (97,5°C) pendant 15 min, puis refroidir dans un courant d'eau froide pour baisser la température à 30°C								
Lecture de la DO à 412 nm contre le tube 1								
DO à 412 nm	0							
Quantité d'azote (µg)								

#### ❖ Expression des résultats

La quantité d'azote a été déterminée à partir de la courbe d'étalonnage (Annexe 2) du sulfate d'ammonium. L'équation de droite d'étalonnage  $Y = 0,006X$  a permis de calculer la quantité d'azote à partir de la formule :

$$X = \left[ \frac{Y \times Vt \times 100}{Vp \times m \times a} \right]$$

Avec : **Y** : densité optique, **Vt** (mL) : Volume total du minéralisât, **Vp** (mL) : Volume du minéralisât dosé, **m** (g) : Masse d'échantillon minéralisé, **a** : Coefficient d'étalonnage (0,006), **X** : Quantité d'azote (µg).

La formule suivante a été utilisée pour déterminer la teneur en protéines totales dans nos échantillons exprimés en g/100g MS. Le coefficient conventionnel de conversion de l'azote en protéines utilisé est de 6,25 (A.O.A.C, 1975) :

$$\text{Teneur en protéines} = 6,25 \times X \text{ (g /100 g MS)}$$

Avec : **X** : quantité d'azote.

#### II.2.5.4. Détermination de la teneur en cendres totales

La teneur en cendres totales de l'échantillons a été déterminée par la méthode A.O.A.C. (1990).

#### ❖ Principe

Elle est basée sur l'incinération complète d'un échantillon de masse connue jusqu'à obtention des cendres blanches dans un four à moufle réglé à 550 °C. La masse des cendres obtenue nous avait permis de déterminer leur teneur dans un échantillon.

#### ❖ Mode opératoire

Un creuset en porcelaine, préalablement lavé et rincé à l'eau distillée et à l'acide nitrique 1%, séché à l'étuve à une température de 65°C pendant 1h, conditionné au four à cendre à 550°C pendant 2h. Au sortir du four, il a été refroidi dans un dessiccateur pendant 1 heure et pesé ( $M_0$ ). Une masse de 0,5 g de poudre ( $M_1$ ) a été introduite dans ce creuset. L'ensemble (creuset + prise d'essai) a été placé dans un four à 550°C pendant 24h. Après le creuset contenant les cendres a été retiré du four à l'aide d'une pince, puis l'ensemble refroidi dans un dessiccateur et la masse ( $M_2$ ) du creuset pesé. La teneur en cendres a été déterminée par la formule ci-contre :

$$\text{Teneur en cendres (\%)} = \frac{(M_2 - M_0)}{M_1 - M_0} \times 100$$

Avec ;  $M_0$  : masse en gramme du creuset en porcelaine vide ;  $M_1$  : masse en gramme du creuset + de la prise d'essai ;  $M_2$  : masse en gramme du creuset + cendres

#### II.2.5.5. Détermination de la teneur en fibres brute

La teneur en fibres brutes des échantillons a été déterminée par la méthode de Weende (Wolff, 1968).

##### ❖ Principe

Cette méthode est basée sur la digestion de l'échantillon par l'acide sulfurique et ensuite par la soude. Le résidu obtenu a été séché puis calciné et pesé.

##### ❖ Mode opératoire

Une masse de 0,3g de poudre de fruit délipidé ( $M$ ) a été introduite dans un bécher de 200 mL et 100 mL d'acide sulfurique 0,26N ont été ajoutés. L'ensemble a été porté au bain-marie à 100°C pendant 30 minutes. Le résidu est collecté dans un bécher et chauffé à nouveau au NaOH 0,23N pendant 30 minutes. Le résidu obtenu a été lavé trois fois dans 30 mL d'eau distillée puis deux fois dans 20mL à l'acétone et récupéré dans un creuset préalablement taré et séché à l'étuve à 105°C. Après 8h, le creuset a été placé au dessiccateur pour refroidissement puis le résidu a été pesé ( $M_1$ ), enfin calciné dans un four à moufle à 550°C pendant 3h puis refroidi et pesé ( $M_2$ ).

La teneur en fibre a été déterminée à partir de la formule suivante :

$$\text{Teneur en fibres (\%)} = \frac{(M_1 - M_2)}{M} \times 100$$

Avec : **M** : masse en gramme de la prise d'essai ; **M<sub>1</sub>** : masse en gramme du résidu séché ; **M<sub>2</sub>** : masse en gramme des cendres obtenues après incinération.

#### II.2.5.6. Détermination de la teneur en glucides totaux

La teneur en glucides totaux a été déterminée par la méthode de différentielle décrite par (A.O.A.C, 1984).

##### ❖ Principe

Les pourcentages des différentes teneurs (protéines totales, lipides totaux, cendres totales, fibres brutes) ont été additionnés et soustraits de 100%. La teneur en glucides totaux de l'échantillon a été calculée par la formule suivante :

$$\% \text{ TGT} = 100 - (\% \text{ cendre} + \% \text{ lipides} + \% \text{ protéines} + \% \text{ fibres}).$$

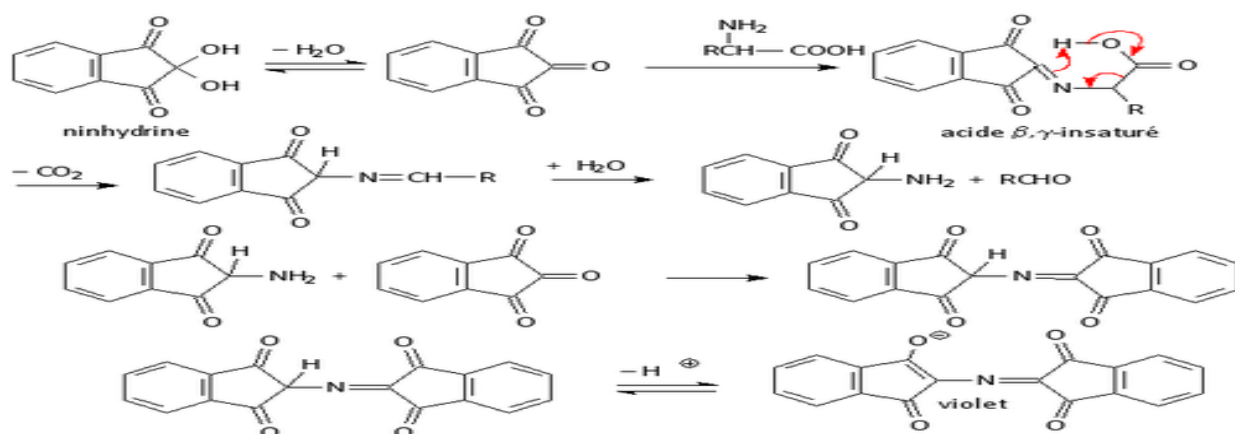
Avec : **TGT** : teneur en glucides totaux

#### II.2.5.7. Détermination de la teneur en acides aminés totaux

Elle a été déterminée selon la méthode décrite par **Kendall (1963)**.

##### ❖ Principe

Il est basé sur la réaction de deux molécules de ninhydrine (2,2-dihydroxyindane 1,3-dione) avec un acide alpha aminé libre pour produire une couleur violet foncé ou bleue connue sous le nom de violet de Ruhemann. Dans cette réaction, la ninhydrine agit comme un agent oxydant et provoque la désamination et la décarboxylation des acides aminés à température élevée. Cette réaction est ensuite suivie d'une condensation entre la molécule de ninhydrine réduite, l'ammoniac libéré et la deuxième molécule de ninhydrine. A la fin de la réaction, il se forme un complexe de dicétohydrine qui a une couleur pourpre foncé. Selon le mécanisme réactionnel suivant.



### Equation de réaction de la ninhydrine et un acide alpha aminé libre.

#### ❖ Mode opératoire

#### ✚ Extraction

Dans un tube à essai, 0,5 g de poudre de fruit a été introduit et 10mL de butan-1-ol à 80% y ont été ajoutés. Le mélange a été laissé à température ambiante pendant 12 Heures.

#### ✚ Dosage

Dans le mélange obtenu précédemment, on a prélevé 200µL auquel on y a ajouté 1mL de ninhydrine fraîchement préparée et 2mL de butan-1-ol 80%. Le blanc était constitué de 200µL d'eau distillée. L'ensemble a été chauffé à 100°C pendant 10min. Après refroidissement, les absorbances ont été lues à 550 nm. Le résumé de la procédure est représenté dans le tableau 3 :

**Tableau 3 : Mode opératoire du dosage des acides aminés libres**

N° tubes	Blanc	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Echantillon (µL)	/	200	200	200
Eau distillée (µL)	200	/	/	/
Butan-1-ol 80%	2	2	2	2
Ninhydrine 2%	1	1	1	1
Chauffage à 100°C pendant 10 minutes				
Lire les absorbances à 550 nm contre le blanc				

### ✚ Expression des résultats

Les teneurs en acides aminés libres ( $T_{AA}$ ) ont été calculés en utilisant la **formule** suivante ;

$$T_{AA} \text{ (mg/mL)} = (DO \times 0,2) / 0,023$$

### II.2.6. Détermination des teneurs en éléments minéraux et composés bioactifs

Les minéraux Fe, Ca, Na, Mg, et K ont été analysés selon la méthode décrite par **Horwitz (2000)**.

#### ❖ Principe

Cette analyse implique la séparation des minéraux de la matrice de l'échantillon par digestion humide de la matière organique. Les minéraux séparés sont dilués dans de l'acide et les teneurs ont été déterminées par spectrophotométrie d'absorption atomique.

#### ❖ Traitement des échantillons

Dans un matras de minéralisation, 0,2 g d'échantillons ont été introduit successivement. Puis, 5 mL de  $H_2SO_4$  concentré, 0,5 g de catalyseur de minéralisation ( $K_2SO_4 + CuSO_4$ ) ont été ajoutés. L'ensemble a été porté à chaud dans un bac de minéralisation jusqu'à l'obtention d'une solution limpide après 9 heures. Après refroidissement, le minéralisât a été récupéré dans une fiole jaugée de 50 mL et complété avec de l'eau distillée. Après filtration à l'aide d'un papier Whatman le filtrat a été utilisé pour la suite des différents dosages.

#### ❖ Analyse du calcium, magnésium, sodium et potassium

Pour la détermination de la teneur en Ca, Mg, Na et K dans l'échantillon, une dilution (5 fois) du filtrat obtenu précédemment a été réalisée dans une solution de chlorure de lanthanum 0,25 %, (dans une solution de  $CsCl_2$  1 % pour le cas du K). Les teneurs en Mg et Ca ont été déterminées à 285,2 nm, 422,7 nm respectivement, à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique, le Na à 589 nm et le K à 766,5 nm, à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme (Perkin-Elmer 5100 PC) muni d'une lampe à cathode creuse (P809), contre un blanc constitué d'eau désionisée. La teneur en Ca, Mg, Na et en K a été déterminée par l'expression suivante :

$$\text{Ca, Mg, Na et K} \left( \frac{\text{mg}}{100\text{g}} \right) = \frac{(C0) \times \text{volume total (ml)} \times \text{facteur de dilution} \times 100}{M \times 1000}$$

Avec :  $C_0$  = Concentration de l'élément en mg/l dans l'échantillon obtenue à partir de la droite d'étalonnage, **1000** = conversion du mL en l.

#### ❖ Analyse du fer

La teneur en fer de l'échantillons a été déterminée à 248,3 nm à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique (Perkin-Elmer 5100 PC) muni d'une lampe à cathode creuse (P809), contre blanc constitué d'eau désionisée. La droite d'étalonnage est réalisée à partir des valeurs de l'absorbance des solutions de ces différents minéraux. La teneur en Fe a été calculée par l'expression suivante :

$$\text{Fe (mg/100g)} = \frac{(C_0) \times \text{volume total (mL)} \times \text{dilution} \times 100}{M \times 1000}$$

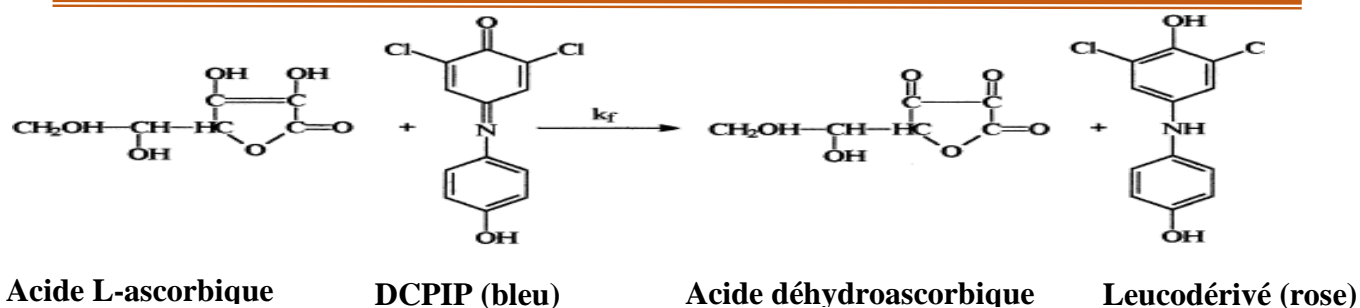
Avec :  $C_0$  = Concentration de l'élément en mg/L dans l'échantillon obtenue à partir de la droite d'étalonnage et **1000** = facteur de conversion.

#### II.2.6.1 Détermination de la teneur en vitamine C

Le dosage de la vitamine C a été fait par la méthode titrimétrique de **Idah et al., 2010**.

#### ❖ Principe

La méthode est basée sur la décoloration (réduction) du 2,6 dichlorophénol indophénol à pH < 3. La solution de 2,6 dichlorophénol indophénol (2,6 DCIP) bleue au départ devient rose en milieu acide. Pendant la titration avec une solution d'acide ascorbique, elle est réduite en une leuco base incolore et en même temps l'acide ascorbique est oxydé en acide déhydroascorbique. Cette méthode qui exploite les propriétés réductrices de la vitamine C ne permet donc que le dosage de l'acide ascorbique et non l'acide déhydroascorbique. En effet en milieu acide ou neutre, c'est à dire sous l'influence des oxydants, il y a ouverture de la double liaison C=C et formation d'une  $\alpha$  – dicétone suivant l'équation :



Equation de la réaction de l'acide ascorbique avec le 2,6-dichlorophénol indophénol (DCIP).

❖ Mode opératoire

Environ 0,5 g de poudre d'échantillon a été pesé et introduit dans un bécher contenant 10 mL d'acide acétique 90 %, puis mélangé et filtré. Le filtrat obtenu a été introduit dans l'éprouvette de 50 mL et 20 mL d'acide acétique 90% ont été ajoutés. Dans le filtrat obtenu, 5 mL sont prélevés, puis 1 mL d'acide acétique glacial a été ajouté et l'ensemble titré avec une solution de DCPIP jusqu'au virement de la coloration au rose. La teneur en vitamine C a été calculée suivant la relation suivante :

$$\text{Vit C (mg)} = \left( \frac{V_f - V_b}{V_s - V_b} \right)$$

Avec : **Vit. C** = Teneur en Vitamine C, **Vf**= Volume du filtrat, **Vb**=Volume du blanc, **Vs**= Volume du standard.

**II.2.7. Dosage des alcaloïdes.**

Il a été effectué par la méthode modifiée de **Singh et al., (2004)**.

❖ Principe

Les alcaloïdes contenus dans l'échantillon réagissent avec le chlorure de fer, le chlorure d'hydrogène et le 1,10- Phénanthroline pour former une solution de couleur rouge qui absorbe à 510 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité d'alcaloïdes présents dans le milieu.

❖ Mode opératoire

100 mg de poudre de fruit ont été soumis à l'extraction dans 10 mL d'éthanol 95 %. Par la suite, le mélange a été centrifugé à 5000 tr/min pendant 10 minutes et filtré. Dans le surnageant obtenu, 1 mL a été prélevé auquel a été ajouté de 1 mL [FeCl<sub>3</sub> (0,025 M) + HCl (0,5 M)] et 1 mL

de 1,10 Phénanthroline (0,05 M) qui a été préparé dans de l'éthanol. Le mélange obtenu a été incubé au bain marie pendant 30 minutes avec maintien de la température à  $70 \pm 2$  °C. L'absorbance de la coloration rouge du complexe formé a été lue à 510 nm (longueur d'onde visible) contre le blanc (contient tous les réactifs sauf l'échantillon). La quinine a été utilisée comme étalon à différentes concentrations (tableau 1, annexe 1, page a) afin d'établir la gamme d'étalonnage de droite  $Y=0,0031X$ . Ou Y représente la densité optique et X la concentration en alcaloïdes (Annexe5).

#### ❖ Expression des résultats

Les résultats ont été exprimés en milligramme d'équivalent de quinine par 100g MS.

#### II.2.8. Dosage des composés phénoliques totaux

La caractérisation des groupements phénoliques a été faite grâce au réactif de Folin Ciocalteu tel que décrit par (Dhar *et al.*, 2012).

#### ❖ Principe

Cette méthode est basée sur la réduction d'un chromogène phosphomolybdique tungsténique par un antioxydant. Il y'a développement d'une coloration bleue, dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de composés phénoliques présents dans les extraits végétaux et l'absorbance est mesurée à 750 nm. Ce réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungsténique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ), réagissant en milieu alcalin (carbonate de sodium).

#### ❖ Mode opératoire

Dans chaque tube, nous avons introduit 2000 $\mu$ L d'eau distillé, 100 $\mu$ L d'extrait à 100  $\mu$ g/mL et 200 $\mu$ L de la solution de Folin-ciocalteu (2N). La courbe d'étalonnage de l'acide gallique a été faite à une concentration fixée à 100 $\mu$ g/mL à différents volumes (0, 20, 40, 60, 80, 100  $\mu$ L) et en complétant les volumes à 100 $\mu$ L avec du méthanol pur puis 200 $\mu$ L de Folin-ciocalteu ont également été ajoutés.

Le mélange est mis au repos pendant 3 min, puis 1000  $\mu$ l de carbonate de Sodium 20% a été ajouté. Le mélange a été incubé 1 heure à l'obscurité et à température ambiante. La densité optique a été lue à 750 nm, et la teneur en composés phénoliques totaux est obtenue en utilisant la

droite d'étalonnage  $Y=0,0157X$  avec Y représentant la densité optique et X la concentration en composé phénoliques. Les teneurs en polyphénols totaux ont été exprimées en milligrammes équivalents d'acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g d'extrait). Le mode opératoire est résumé en annexe 6.

### II.2.9. Dosage des flavonoïdes totaux

La détermination des flavonoïdes totaux a été faite à partir de la méthode décrite par **Dhar et al. (2012)**.

#### ❖ Principe

Les flavonoïdes en présence du chlorure d'aluminium donnent des complexes de couleur jaune qui absorbent à 430 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présents dans le milieu réactionnel.

#### ❖ Mode opératoire

Dans les tubes blanc et tests, ont été respectivement introduits, 500µL de méthanol et 500µL de la solution d'extrait ensuite 500µL de trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) 2% (m/v) ont été introduits dans chacun des tubes. L'ensemble des tubes a été mélangé à l'aide du vortex puis incubé à température ambiante pendant 1h et les densités optiques de la coloration jaune lues à 430 nm contre le blanc. Le dosage a été réalisé en triple et la Quercétine a été utilisée comme étalon. Les teneurs en flavonoïdes sont obtenues en utilisant la droite d'étalonnage  $Y=0,002X$  avec Y représentant la densité optique et X la concentration en flavonoïdes (**Annexe 4**) et ils sont exprimées en milligrammes équivalents de Quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait).

**Tableau 4: Etalonnage des flavonoïdes**

N° de Tubes	Blanc	1	2	3	4	5
Quercétine (10ug/mL) (µL)	/	100	200	300	400	500
Méthanol (µL)	500	400	300	200	100	/
$AlCl_3$ 2% (m/v) (µL)	500	500	500	500	500	500
Mélanger. Laisser à température ambiante pendant 1h et lire la DO de la couleur à bleu à 430nm contre le blanc.						
Quercétine (µg)	0	1	2	3	4	5

### II.2.10. Dosage de la bêta-carotène

La teneur en bêta-carotène de la poudre de fruit a été déterminée selon le protocole modifié de Nagata et Yamashita (1992).

#### ❖ Mode opératoire

25mg d'échantillon ont été mélangée avec 10 mL d'un mélange d'acétone et d'hexane (4 :6 V/V). Le mélange a été agité pendant une minute. Ensuite le mélange est filtré à l'aide du papier Whatman N°4. L'absorbance a été mesurée aux longueurs d'ondes suivantes : 453nm, 505nm, 643nm et 645nm. La teneur en pigments est calculée selon les équations indiquées : les résultats obtenus sont exprimés en mg/ de matière sèche (mg/g MS).

$$\beta\text{-carotène (mg/100g MS)} = (0,216 \times A_{645}) - (1,22 \times A_{645}) - (0,304 \times A_{505}) + (0,452 \times A_{453})$$

### II.2.11. Capacité antioxydante totale

#### ❖ Principe

Le test est basé sur la réduction du molybdène (Mo) présent sous forme d'ions molybdate MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup> en présence de l'extrait ou d'un agent antioxydant. Cette réduction se matérialise par la formation d'un complexe verdâtre de pH acide (Prieto *et al.*, 1999). A la différence des autres tests, celui-ci permet non seulement de quantifier l'apport de l'activité antioxydante des polyphénols, mais aussi d'autres composés antioxydants tels que les vitamines présentes dans la solution.

#### ❖ Mode opératoire

Dans un tube à essai, 200 µL, de l'échantillon a été mélangée à 2000µL d'un réactif composé de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,6M) et Na<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (28mM) et du molybdate d'ammonium (4mM) (réactif principal). Les tubes blanc et standard ont été constitués de 200µL d'éthanol et d'acide gallique (0,02mg/mL) respectivement mélangé avec 2000µL de réactif principal. Les tubes ont ensuite été bien fermé puis incubé à 95°C pendant 90 minutes. Après refroidissement, l'absorbance a été mesurée à 695nm. L'annexe 7 résume le mode opératoire du dosage de la capacité antioxydante totale.

La capacité antioxydante totale a été calculée en utilisant la formule suivante :

$$\text{Capacité antioxydante totale} = Cs \cdot (DOe / DOs)$$

Cs=concentration du standard, DOe= Densité optique de l'essai, DOs= Densité optique du standard. L'échantillon et les témoins ont été incubés dans les mêmes conditions.

## II.2.12. Détermination des teneurs en antinutritionnels

### II.2.12.1. Détermination de la teneur en tanins

Les tanins condensés ont été évalués par le protocole décrit par **Ndhala et al. (2007)**.

#### ❖ Principe

Il repose sur la complexation des tanins par le réactif ferrique en milieu alcoolique acide, donnant une coloration rouge qui absorbe à 550 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration en tanins dans l'échantillon. L'acide gallique a été utilisé comme standard.

#### ❖ Préparation des extraits

Dans un erlenmeyer de 50 mL ont été introduits 1g d'échantillon et 25 mL de d'éthanol 96%. Après 30 min d'agitation puis filtration, le mélange a été centrifugé à 3000 tr/min pendant 10 min. Le surnageant a été recueilli et utilisé pour le dosage des tanins.

#### ❖ Mode opératoire

Environ 0,25 mL d'extrait ; 3 mL du réactif butanol-HCl dans les proportions 95 :5 et 0,05 mL de réactif ferrique (sulfate d'ammonium ferrique 2% dans du HCl, 2 N) ont été mélangés dans un tube à essai. Le mélange a été agité et incubé dans un Bain-marie à 100°C pendant 1h. L'absorbance a été lue à 550 nm contre un blanc pour chaque échantillon, réalisé en faisant un mélange similaire. La formule ci-dessous donne la teneur en tanins exprimée en mg équivalent avec leucocyanidine / 100 g de masse sèche.

$$\text{Teneur en Tanins} = \frac{A_{550} \times ML}{100 - \%Rd}$$

La relation ci-dessus a été utilisée pour déterminer la teneur par rapport à 100g de matière sèche, de l'échantillon délipidé. Les résultats étaient la moyenne de trois essais.

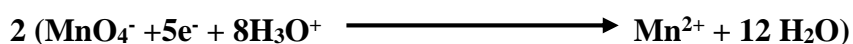
Avec : **A550** = absorbance de l'échantillon à 550 nm ; **ML**= Masse moléculaire du leucocyanidine (78.26) ; **Rd**= rendement d'extraction.

### II.2.12.2. Détermination de la teneur en oxalates

La teneur en oxalates a été déterminée par la méthode de titration modifiée d'**Aina et al.** (2012).

#### ❖ Principe

En présence de l'acide sulfurique et à chaud, l'acide oxalique est oxydé par le permanganate de potassium. L'oxydation de l'acide oxalique est marquée par le virage de la solution de l'incolore au rose persistant pendant quelques secondes marquant la fin de la réaction. Suivant la réaction ci-contre :



#### ❖ Mode opératoire

Environ 0,5 g de poudre de fruit sauvage a été pesé puis introduit dans un erlenmeyer contenant de l'acide sulfurique 3M. Le mélange a été agité pendant 1h puis filtré. Ensuite, 25 mL du filtrat obtenu a été prélevé et chauffé jusqu'à 90°C pendant une heure et maintenue au-dessus de 70°C en tout temps. L'échantillon chaud a donc été titré en continu avec 0,05M de permanganate de potassium jusqu'à obtention d'une coloration rose pâle persistante. La teneur en oxalate a alors été calculée en prenant 1mL de 0,05M de permanganate de potassium comme équivalent à 2,2 mg d'oxalate suivant la formule :

$$\text{Teneur en oxalates} = (\text{Volume titré} \times 2,2\text{mg} \times 100)$$

### II.2.12.3. Détermination de la teneur en saponines

La détermination de la teneur en saponines du fruit *Trichoscypha acuminata* a été effectuée par la méthode d'**Obadoni et al. (2001)**.

#### ❖ Principe

Il repose sur la solubilité différentielle des saponines dans un milieu basique comparé à d'autres antinutritionnels.

#### ❖ Mode opératoire

Une masse de 2 g de poudre ( $M_0$ ) ont été prélevées et introduites dans un erlenmeyer contenant 50 mL d'éthanol à 20% (dissout dans le NaOH). Le mélange a été soumis à l'agitation magnétique pendant 30 min, puis chauffé dans un bain marie à 55°C pendant 4h et filtré. L'opération a été répétée une fois. Les filtrats ont été combinés puis le volume réduit à 40 mL par chauffage dans un bain marie à 90°C. Le concentrât quant à lui a été transféré dans une ampoule à décanter et 20 mL d'éther de diéthyl y ont été ajoutés, puis le mélange a été agité vigoureusement. La phase éther supérieure a été séparée de la phase aqueuse inférieure. Cette dernière a été réintroduite dans l'ampoule à décanter avec 60 mL de n butanol et mélangé. La phase inférieure a été évacuée et la phase supérieure rincée deux fois avec 10 mL de NaCl aqueux à 5%. La solution restante a été collectée, et concentrée dans un bain marie avant séchage à l'étuve à température constante de 40°C. Le résidu obtenu ( $M_1$ ) a été pesé et la concentration en saponine a été déterminée en utilisant la formule :

$$\% \text{ Saponines} = \frac{M_0 \times 100}{M_1}$$

Avec :  $M_1$  = Masse du résidu(g)

$M_0$  = Masse de l'échantillon initial(g)

### II.2.12.4. Détermination de la teneur en phytates

La détermination de la teneur en acide phytique du fruit *Trichoscypha acuminata* s'est faite par la méthode de **Olayeye et al. (2013)**.

❖ **Principe**

Il repose sur la propriété des phytates à former un complexe stable et insoluble avec l'ion ferrique en solution à pH acide ou la source de phosphore est l'acide phytique.

❖ **Préparation des extraits**

Une masse de 2 g de poudre a été pesée et introduite dans un bécher, et 100 mL de HCl à 2 % ont été ajoutés. L'ensemble a été vigoureusement agité à l'aide d'un agitateur magnétique et laissé reposer pendant 3 h, ensuite le mélange obtenu a été filtré.

❖ **Mode opératoire**

Un volume de 25 mL du filtrat a été prélevé et introduit dans une fiole de 250 mL, puis 5 mL de solution de thiocyanate d'ammonium à 0,3 % (comme indicateur coloré) et 53,5 mL d'eau distillée ont été ajoutés au mélange pour obtenir l'acidité désirée (pH acide). La solution obtenue a été titrée avec une solution étalon de chlorure de fer III (0,001 95 g de fer par mL) jusqu'à obtention d'une couleur jaune brunâtre persistante pendant 5 minutes. La teneur en phytates a été calculée comme suit :

$$\text{Teneur en phytates} = \text{valeur du titre} \times 0,00195 \times 1.19 \times 100$$

### II.3. Analyse statistique

Les données ont été analysées grâce au logiciel IBM/SPSS 26.0 pour Windows en utilisant le one sample t-test pour ressortir les moyennes et les écart-types ; Les résultats des différentes analyses ont été présentés sous forme de moyenne ± écart type et le logiciel Microsoft Office Excel 2016 a été utilisé pour les représentations graphiques.



**CHAPITRE III :**  
**RESULTATS ET DISCUSSION**

### III.1. Résultats

#### III.1.1. Caractérisation physique du fruit

Des fruits échantillonnés, il en ressort que le rendement des poudres était de 9,91%, la masse des fruits exprimée en gramme (g) variait de 22,6g à 59,1g pour une moyenne de  $38,33 \pm 11,13$  g, celle la pulpe de fruit qui était de  $22,11 \pm 4,94$  g et la partie constituée du noyau et la pelure  $16,23 \pm 6,68$ . les variantes diamètre du fruit et épaisseur de la pulpe exprimée en centimètre (cm) étaient respectivement de  $3,45 \pm 0,36$  cm et  $0,65 \pm 0,13$  cm.

**Tableau 5: Caractéristiques biométriques de *T. acuminata***

Paramètres	valeurs
Masse du fruit (g)	$38,33 \pm 11,13$
Masse de la pulpe (g)	$22,11 \pm 4,94$
Rendement en poudre ( %)	$9,91 \pm 0,01$
Masse du noyau (g)	$16,23 \pm 6,68$
Diamètre du fruit (cm)	$3,45 \pm 0,36$
Epaisseur de la pulpe (cm)	$0,65 \pm 0,13$

#### III.1.2. Caractérisation fonctionnelle

Le tableau 6 présente les données obtenues lors de l'analyse fonctionnelle de *Trichoscypha acuminata*, les variantes étudiées étaient principalement : Le pH des fruits qui était relativement faible situé autour de  $3,92 \pm 0,0$ . L'acidité titrable totale obtenue en mg/100mL MS était de  $0,047 \pm 0,015$ . Le taux d'extrait sec soluble quant à lui était relativement élevé soit  $18,7 \pm 0,3$ °Brix, enfin Les capacités d'absorption en huile et en eau obtenues et exprimées en terme de pourcentage (%) étaient respectivement de  $94,04 \pm 10,14\%$  et  $175,39 \pm 1,18\%$  pour la poudre de fruit.

**Tableau 6 : Caractéristiques fonctionnelles de *Trichoscypha acuminata*.**

Variantes	valeurs
pH	$3,92 \pm 0,0$
ATT (mg/100mL MS)	$0,047 \pm 0,015$
TESS (°Brix)	$18,7 \pm 0,3$

CAE (%)	175,39±1,18
CAH (%)	94,04±10,1

### III.1.3. Caractérisation proximale

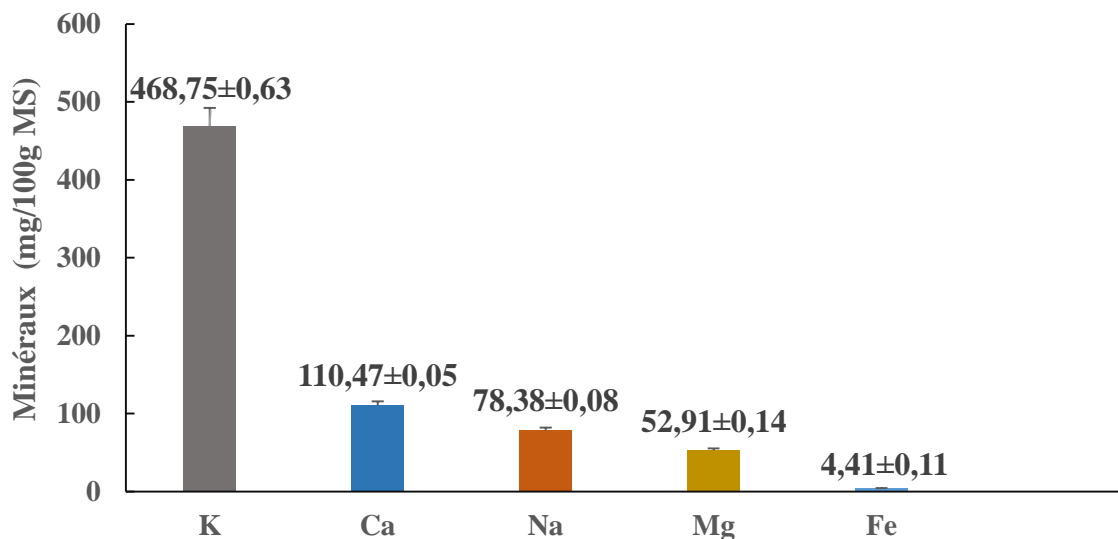
La composition en macronutriments de *Trichoscypha acuminata* Engl. est résumée dans le tableau 9, il en ressort que le fruit est très riche en eau avec une teneur de  $92,02 \pm 0,15$  g/100g MF. La teneur en glucide de la poudre analysée était de  $70,93 \pm 1,86$ . Notons également la présence des lipides  $14,16 \pm 0,18$ , protéines  $6,61 \pm 1,80$ , fibres brutes  $7,09 \pm 0,05$  ainsi qu'une valeur énergétique de  $45 \pm 0,02$  Kcal/100g MS et enfin des acides aminés totaux  $5,83 \pm 0,09$  exprimée en (g/100g MS).

**Tableau 7 : Teneur en macronutriments de *Trichoscypha acuminata***

Eléments	Valeurs
Teneur en eau du fruit (g/100g MF)	$92,02 \pm 0,15$
Matière sèche (g/100g MF)	$7,98 \pm 0,46$
Teneur en glucides (g/100g MS)	$70,93 \pm 1,86$
Teneur en lipides (g/100g MS)	$14,16 \pm 0,18$
Teneur en protéines (g/100g MS)	$6,61 \pm 1,80$
Teneur en fibres (g/100g MS)	$7,09 \pm 0,05$
Teneur en Cendres (g/100g MS)	$1,20 \pm 0,03$
Acides aminés totaux (g/100g MS)	$5,83 \pm 0,09$
Valeur énergétique (Kcal/100g MS)	$45 \pm 0,02$

### III.1.4. Analyse des minéraux

La figure 5 illustre la composition en minéraux analysés tel que le fer, calcium, magnésium, sodium et le potassium en mg/100g MS. Il en ressort que *T. acuminata* possédait le potassium  $468,75 \pm 0,63$  et le calcium  $110,47 \pm 0,05$  comme minéraux majoritaires, cependant, des teneurs importantes en sodium  $78,38 \pm 0,08$ , magnésium  $52,91 \pm 0,14$  et en fer  $4,41 \pm 0,11$  ont également été notées.



**Figure 3 : Teneurs en éléments minéraux de *T. acuminata*.**

### III.1.5. Composition en éléments bioactifs

Le tableau 10 met en exergue la composition de *Trichoscypha acuminata* en composés bioactifs et dont un large éventail en composés phénoliques totaux  $342,36 \pm 0,32$  est présenté, de manière spécifique, des teneurs en flavonoïdes  $259,4 \pm 3,07$ , alcaloïdes  $129,81 \pm 0,45$ , bêta-carotène  $14,01 \pm 0,30$ , vitamine C  $4,79 \pm 0,05$  et enfin en lycopènes  $1,31 \pm 0,03$  sont à noter en mg/100gMS.

**Tableau 8 : Teneurs en composés bioactifs de *T. acuminata***

Eléments	Teneurs (mg/100g MS)
Composés phénoliques totaux	$342,36 \pm 0,32$
Flavonoïdes	$259,4 \pm 3,07$
Alcaloïdes	$129,81 \pm 0,45$
$\beta$ – carotènes	$14,01 \pm 0,30$
Vitamine C	$4,79 \pm 0,05$
lycopènes	$1,31 \pm 0,03$

### III.1.6. Composition en antinutriments

Les résultats des teneurs en antinutritionnels (oxalates, phytates, tanins et saponines) en mg/100g MS sont représentés par la figure 6, avec la teneur en tanins la plus considérable  $36,47 \pm 0,04$ , suivi des oxalates  $20,08 \pm 1,67$  et des saponines  $0,45 \pm 0,02$ , la teneur la plus faible est celle des phytates  $0,015 \pm 0,003$  exprimés en mg/100g MS.

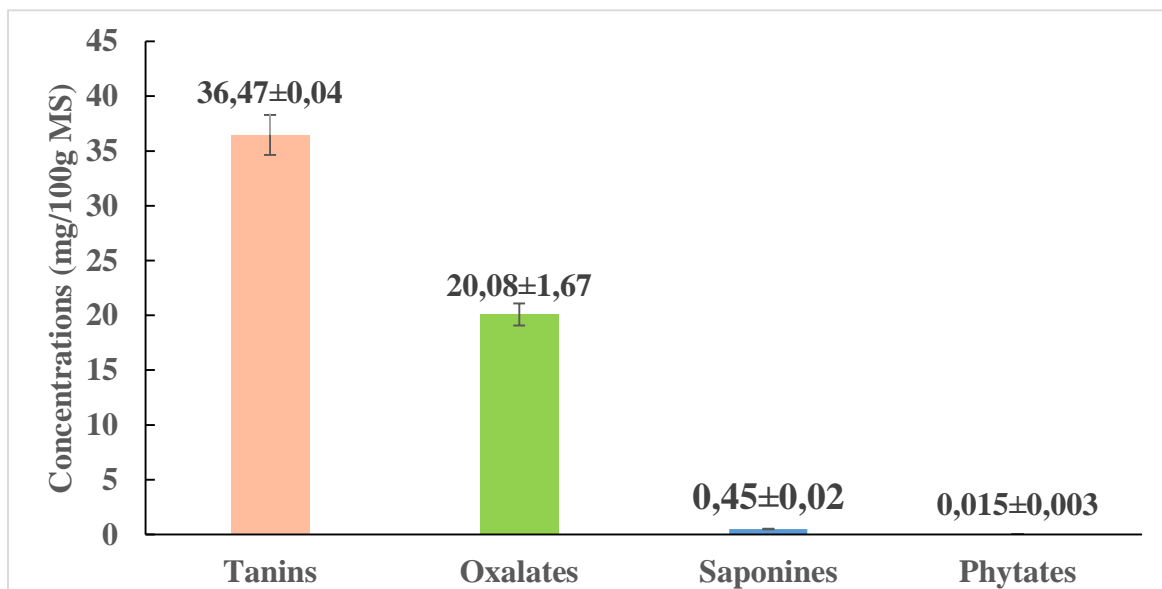


Figure 4 : Teneurs en composés antinutritionnels de *T. acuminata*

## III.2. Discussion

### ✚ Paramètres physiques

Les résultats de la caractéristique physique du fruit respectivement exprimés en (g) sont en ce qui concerne la masse des fruits de 38,33g, celle de la pulpe débarrassée du noyau et de la pelure est de 22,11g. La valeur de la masse des fruits est supérieure à celle [14,98g ; 32,92g] obtenue sur le même fruit par **Tsobeng et al. (2019)**. Il en ressort que, plus la masse du fruit est grande plus le rendement de la pulpe partie comestible est importante. D'autres paramètres tels que le diamètre du fruit et l'épaisseur de la pulpe exprimée en (cm) ont présenté respectivement 3,45 cm et 0,65 cm. Le diamètre obtenu est supérieur à 2,63 cm et inférieur à 5,45 cm du même fruit et l'épaisseur de la pulpe est inférieur à celles [1,96 cm ; 2,48 cm] du même fruit obtenu par **Tsobeng et al. (2019)**. Cette variabilité des paramètres physiques peut se justifier par la situation géographique des arbres et les facteurs environnementaux qui les accompagnent. A l'issu du triement effectué sur les fruits, nous avons obtenu un rendement en poudre de 9,91% ce qui témoigne d'une forte quantité d'eau dans le fruit. À partir de ces paramètres, la prédiction de l'obtention d'une quantité de pulpe en fonction de la quantité de fruit est possible.

### ✚ Paramètres techno-fonctionnels

#### ✓ pH et Acidité titrable totale

La valeur du pH et de l'ATT permettent de prédire l'acidité ou l'alcalinité d'un produit et renseignent sur la quantité d'acides présente dans un produit. Elle influence généralement le goût et est fonction du stade de maturation. L'échantillon analysé a donné une moyenne de pH de 3,92. *T. acuminata* a un pH acide, similaire à celui des agrumes 3,1 à 4,1 (**Diop et al., 2010**). Ce résultat pourrait se justifier par le degré de maturité des fruits frais lors de la récolte et aux conditions de traitements (le temps et la température), néanmoins les fruits utilisés dans le cadre de cette étude étaient mur (**Adi et al., 2019**). Les acides organiques jouent un rôle important dans les fruits, ils contribuent à la saveur des fruits, à leur conservation et à leur résistance aux maladies. Les acides les plus rencontrés dans les fruits sont l'acide citrique, l'acide malique, l'acide tartrique et ascorbique qui sont responsable du degré d'acidité (**Millogo, 2012**). Dans le cas présent l'ATT de *T. acuminata* enregistré était de 0,047 mg/100mL MS. Il est probable que ce fruit contienne une

quantité importante d'acide citrique qui est une molécule à deux atomes d'oxygènes ayant un goût acidulé caractéristique qui est très souvent apprécié dans de nombreux fruits.

✓ **Taux d'extrait sec soluble**

Le taux d'extrait sec soluble (TESS) exprimé en degré Brix évalue la concentration en matière sèche soluble qui est généralement composé des sucres solubles (**Travers, 2004**). 1°Brix équivaut généralement à 1g de saccharose pour 100g de solution. La poudre de fruit analysée a révélé une concentration en degré Brix de  $18,7 \pm 0,3$  °Brix. Cette teneur permet de classer le raisin du Gabon dans la catégorie des fruits très sucrés qui ont un degré Brix compris entre 18 et 22° selon la norme du **Codex Alimentarius (2003)**.

✓ **Capacité d'absorption en eau**

La capacité d'absorption en eau (CAE) est un indice de la quantité maximum de l'eau qu'un produit alimentaire absorberait et maintiendrait. La poudre de fruit a présenté une CAE de  $175,39 \pm 1,18$  %. En effet une forte CAE serait dû à l'absence des lipides dans la poudre qui réduisent la capacité de liaison de l'eau à des substances particulières limitant ainsi la CAE (**Yapi et al., 2021**). Par ailleurs la disponibilité des groupements fonctionnels (carboxyle et amine) dans les poudres gouvernerait la capacité d'absorption d'eau. Selon **Yapi et al. (2021)**, il s'agit d'une propriété importante pour les farines utilisées en pâtisseries. Ainsi la poudre de *T. acuminata* pourrait être utilisée comme supplément ou enrichissant des farines panifiables.

✓ **Capacité d'absorption en huile**

La capacité d'absorption en huile (CAH) quant à elle est une propriété importante dans la conservation des aliments car elle empêche le développement du rancissement oxydatif. La CAH de la poudre de fruit analysée était de  $94,04 \pm 10,1$  % (**Yapi et al., 2021**). La CAH donne des indications sur la capacité de rétention des saveurs et est utile sur longue période de conservation des aliments en particuliers les produits à base de viande et est une propriété intéressante dans la production des crèmes glacées.

✚ **Macronutriments**

La teneur en eau dans l'industrie alimentaire est d'une importance capitale dans la mesure où elle permet d'estimer la durée de vie d'un produit alimentaire et de prévoir les différentes formes

de stockages pour des utilisations ultérieures (**Rohmah et al., 2021**). La teneur en eau exprimée en g/100g de MF des pulpes fraîches de *Trichoscypha acuminata* est  $92,02 \pm 1,00$  g/100g MF) et matière sèche exprimées en g/100g de MF obtenue est  $7,98 \pm 1,00$ . Cette teneur est supérieure à  $85,96 \pm 0,67$  g/100g MF de *Trichoscypha abut*, fruit de la même de la même famille démontrée par **Fungo et al. (2015)**. La forte teneur en eau de la pulpe fraîche de *Trichoscypha acuminata* indique qu'il est un fruit extrêmement périssable et donc la conservation doit se faire sur une courte période, cette forte teneur favorise également la croissance microbienne et les activités enzymatiques qui accélèrent la détérioration (**Anshu et Joshi, 2018**). Ainsi afin de garantir une disponibilité permanente du fruit, il serait préférable d'adopter des stratégies de transformation du fruit pour une meilleure conservation, par conséquent limiter les pertes post-récoltes.

Les glucides représentent le macronutriment le plus présent dans notre alimentation. Ils apportent les calories nécessaires pour le maintien des fonctions physiologiques, physiques et même intellectuelles (**Abdolhossein et al., 2023**). Le résultat du dosage des sucres totaux montre que le raisin du Gabon constitue un aliment fortement glucidique avec une teneur en glucide de  $70,93 \pm 1,86$  g/100g MS. Cette valeur est supérieure à  $88,45 \pm 0,9$  g/100g MF obtenue par **Fungo et al. (2015)** sur *Trichoscypha abut*. Cette différence peut être expliquer par la différence d'espèce ou encore la zone de collecte du fruit. En outre, les glucides confèrent au fruit un goût sucré et des arômes agréables. Cette teneur élevée en glucide pourrait orienter la transformation de *T. acuminata* en produits alimentaires tels que : confitures, sirops, jus et nectars (**Millogo, 2012**). Selon l'ANSES (2016) pour une alimentation équilibrée, les besoins en glucides doivent représenter 45 à 55 % d'apport énergétique total. Ainsi la consommation de 100 g de *T. acuminata* pourrait fournir 28% des apports recommandés pour un individu donc les besoins sont de 1000 Kcal.

Les lipides représentent la deuxième source énergétique de l'organisme en plus d'avoir des rôles de constitution des membranes et de précurseurs. Ils interviennent également dans le transport et l'absorption des nutriments dans l'organisme, ainsi qu'à la régulation du métabolisme du cholestérol (**Murray et al., 2013**). La teneur en lipide de la poudre de fruit est  $14,16 \pm 0,18$  g/100g MS, cette teneur demeure de loin inférieure à 20,1 g/100g de *Persea Americana* (avocat). (**Ejiofor et al., 2018**) et supérieure à  $11,04 \pm 0,10$  g/100g MF de *Trichoscypha abut* **Fungo et al. (2015)**. Néanmoins les fruits à eux seuls ne constituent pas un repas équilibré mais sont très souvent couplés

aux aliments riches en graisse, de ce fait *T. acuminata* pourrait contribuer à combler environ 14% des recommandations journalières en lipides qui sont de 35% de l'apport énergétique total (ANSES, 2016).

Les protéines jouent un rôle majeur dans notre organisme de par leurs nombreuses fonctions. Les résultats obtenus à partir des pulpes séchées de raisin du Gabon sont de  $6,61 \pm 1,80$  g/100g MS. Ce résultat est supérieur à  $0,52 \pm 0,6$  % obtenu par **Fungo et al. (2015)** sur *Trichoscypha abut* et très inférieur à celui de *Myranthus arboreus* 19,74% obtenu par **Kamdem et al. (2023)**. En effet les protéines sont indispensables dans le processus de réparation et de reconstruction cellulaire. Elles interviennent dans le système de défense immunitaire (anticorps et protéines de l'inflammation), compensent les dépenses azotées causées par le renouvellement des tissus et impliquées dans la synthèse de certaines molécules utiles au bon fonctionnement de l'organisme telles que les enzymes et les hormones (**Abdolhossein et al., 2023**).

Les fibres d'un point de vue nutritionnel ont plusieurs effets bénéfiques sur la santé comme l'augmentation du bol fécal à travers la facilitation de la digestion, diminution de la cholestérolémie et du taux de LDL circulant (**Kamdem et al., 2023**). La teneur en fibres brutes de la poudre de *T. acuminata* est de  $7,09 \pm 0,05$  g/100g MS, ce qui en fait un aliment de choix pour la digestion et la prévention des maladies comme le cancer du côlon et les maladies cardiovasculaires en contribuant à la réduction du cholestérol. Les recommandations de l'ANSES, (2016) soulignent qu'un apport satisfaisant (AS) de 30g/jr de fibres est requis pour une alimentation saine et équilibrée. Une consommation d'environ 100 g de *T. acuminata* pourra fournir environ 24% de cet apport.

L'analyse de l'échantillon a montré une teneur moyenne en cendres de  $1,20 \pm 0,03$  g/100g MS). Ce résultat est inférieur à  $0,52 \pm 0,6\%$  obtenu sur *Trichoscypha abut* cette différence peut être expliquée par le degré de maturité des fruits, la variété ou encore les traitements post-récoltes effectués **Fungo et al. (2015)**. La présence des cendres dans notre échantillon renseigne sur sa richesse en composés minéraux en précisant qu'une teneur faible en cendres entraîne un pouvoir calorifique élevé (**Inegbedion et Ikpoza, 2021**).

La teneur en acides aminés totaux de l'échantillon analysé était de  $5,83 \pm 0,09$  g/100g MS. Cette valeur est supérieure à celle d'*Actinidia arguta* 2590,56 mg/100 g. Les acides aminés, en tant que composé important dans l'organisme, sont principalement impliqués dans la synthèse des protéines, le métabolisme et la réponse immunitaire (**He et al., 2024**). Au vu de cette teneur

comparativement à celle des protéines, il est probable que *T. acuminata* soit constitué principalement d'acides aminés libres.

### ✚ Eléments minéraux

La composition minérale révèle que le potassium est le minéral le plus abondant dans ce fruit. La teneur en potassium est de  $468,75 \pm 0,63$  mg/100g MS. Ce résultat est proche de celui de *Myrianthus arboreus* (arbre à pain) 437,4 mg/100g démontré par **Kamdem et al. (2023)** et supérieur à celui de la banane (*Musa rosacea*) 358 mg. Le potassium est un minéral important car il contribue à la régulation de l'équilibre hydrique des cellules, à l'utilisation des glucides et à la construction des protéines. Il agit contre les troubles du rythme cardiaque et participe à la régulation de la pression osmotique de la cellule. Il est impliqué dans le transport membranaire et l'activation des enzymes et joue un rôle dans la contraction musculaire (augmentation de l'excitabilité neuromusculaire). Une consommation de 4700 mg/jr de potassium réduirait la tension artérielle de 4,4/2,5 mm Hg (**Mounjouenpou et al., 2018**). *T. acuminata* ne représente que 12% de cet apport journalier, donc nécessite d'être couplé à d'autres fruit comme la banane.

Le calcium est le minéral le plus abondant des os, avec pour fonction principale la minéralisation osseuse (**Graza-Alonso et al., 2020**). La teneur en calcium de la poudre de fruit analysée est de  $110,47 \pm 0,05$  mg/100g MS, cette valeur est proche celle de *Trichoscypha abut* (101.3%). Le calcium assure la solidité du squelette et la dureté des dents et est impliqué dans la régulation de la fonction nerveuse et musculaire, la coagulation sanguine et l'activation de nombreuses enzymes. Il provient des produits laitiers mais également d'autres sources d'origine végétale, telles que les fruits (**Ossoko et al., 2019**). D'après l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, les apports nutritionnels conseillés en calcium sont de 500 mg chez l'enfant de 4 à 6 ans, de 900 mg chez l'enfant de 7 à 9 ans et de 1200 mg jusqu'à 19 ans. Chez l'adulte, les ANC sont de 900 mg. Par contre chez la femme de plus de 55 ans et chez les personnes âgées les besoins sont de 1200 mg/jour et ce fruit pourrait fournir environ 13% de cet Apport Journalier Recommandé (AJR) (**ANSES, 2016**).

Le sodium est bien présent dans les pulpes de fruits de raisin avec une teneur de  $78,58 \pm 0,08$  mg/100g MS. Cette valeur est supérieure à celle (10mg) de *Passiflora edulis* F qui est l'un des fruit les plus riche en sodium. Il intervient dans l'équilibre acido-basique et hydrique de l'organisme et favorise la fonction nerveuse et la contraction musculaire. Le sodium est le principal cation présent

dans les fluides corporels, une consommation abusive de sodium peut conduire au développement de l'hypertension artérielle (**Graza-Alonso et al., 2020**). Selon l'OMS, (2021) l'Apport Nutritionnel Conseillé varie de 2000 mg/jr à 5000 mg/jr et la consommation de ce fruit fournira 3% des apports. Notons qu'en association avec le Calcium, le sodium joue un rôle clé dans le maintien du potentiel électrique dans les cellules membranaires et dans la conduction de l'influx nerveux (**Kamdem et al., 2023**). La consommation de *T. acuminata* doit être encouragée chez les enfants en âge de croissance et chez les personnes souffrant d'ostéoporose (minéralisation osseuse insuffisante).

La teneur en magnésium des fruits de *T. acuminata* exprimée en mg/100g MS est  $52,91 \pm 0,14$ . Le magnésium est le quatrième minéral le plus abondant dans l'organisme. Il s'y trouve principalement sous forme d'ion et agit dans la synthèse des liaisons riches en énergie de l'adénosine triphosphate (ATP) et des acides nucléiques. Il intervient comme cofacteur de plus de 300 réactions enzymatiques liées au métabolisme de l'ATP et est nécessaire pour la reproduction et la synthèse des protéines, se trouve principalement dans les os, mais également dans la plupart des tissus corporels (**Gröber et al., 2015**). Une consommation de 370 mg/jr de Magnésium est recommandée et *Trichoscypha* pourrait contribuer à hauteur de 14% de cet apport.

Le fer est un oligoélément considéré comme composant majeur des protéines de transport de l'oxygène : l'hémoglobine et la myoglobine dans l'organisme (**Philippe, 2022**). La teneur en fer de l'échantillon analysé est de  $4,41 \pm 0,11$  mg/100g MS. Cette teneur représente environ 0,3% des apports fixés par l'EFSA, (2015, 2016) qui sont de 6 à 12 mg/jr en fonction de l'âge. Le fer est un nutriment très important dans l'alimentation dans le sens où il entre dans la composition d'enzymes qui interviennent dans des réactions métaboliques. Il joue également un rôle dans le processus de division cellulaire et une fonction cognitive normales, recommandé pour les femmes enceintes, femmes allaitantes et les enfants en âge de croissance (**Méminata Diakité et al., 2022**). Ainsi la consommation des fruits de *T. acuminata* pourrait contribuer à combler 52% des besoins en fer chez l'enfant et 31% chez l'adulte, il peut donc être conseillé d'associer à d'autres aliments afin de combler les besoins.

### Composés bioactifs

Les composés phénoliques constituent les principaux composés antioxydants. Ils sont utilisés dans de nombreux domaines incluant la nutrition et la médecine (**Ouerfelli et al., 2016**). A

ce sujet, la détermination des composés phénoliques des fruits de *Trichoscypha acuminata* et l'étude de la capacité antioxydante ont été abordées afin d'évaluer la capacité de cette plante à synthétiser ces composés et apprécier leur pouvoir antioxydant. La teneur en composés phénoliques totaux des fruits analysés est  $346,36 \pm 0,32$  mg/100g MS, cette valeur est inférieure à  $947.0 \pm 15.5\%$  obtenue par **Fungo et al. (2015)** sur *Trichoscypha abut*. Ces résultats sont la preuve que ces espèces fruitières sont de véritables sources de composés bioactifs. La capacité antioxydante obtenue est  $0,0035 \pm 0,0003$  g/100g MS. *T. acuminata* offre un large éventail d'antioxydants naturels qui ont des avantages pour la santé humaine, par la réduction de la concentration des radicaux libres dans le corps, la chélation des ions métalliques, et la prévention contre la peroxydation lipidique (**Kim et al., 2010**). En dehors de leur rôle antioxydant, ils ont également des propriétés thérapeutiques, tel que la propriété anti-allergique, antiathérogène, anti-thrombotique et cardio-protecteur (**Pienitz et al., 2009**).

Les flavonoïdes sont des composés bioactifs avec multiples fonctions, l'échantillon analysé présentait une teneur de  $259,4 \pm 3,07$  mg/100g MS, cette valeur est inférieure à celle trouvée par **Fungo et al. (2015)** dans *Trichoscypha abut*  $306.0 \pm 15.0\%$  ceci pouvant se justifier par les conditions de culture et environnementaux qui ont une influence majeure sur la composition du fruit. Loin d'être inactif, les flavonoïdes sont des composés naturels présents dans de nombreux fruits et légumes, reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé, ils agissent grâce à leurs puissantes propriétés antioxydante, anti-inflammatoire, analgésique et anti-tumorale. Ils favorisent la relaxation vasculaire, se lient aux radicaux libres et limitent l'oxydation des lipides (**Bachheti et al., 2023**).

La teneur en alcaloïde de la pulpe de *T. acuminata* est  $129,81 \pm 0,45$  mg/100g MS. Il s'agit des bases relativement puissantes combinés aux acides qui peuvent être autant bénéfique que toxique. Des études ont montré que les alcaloïdes jouent des rôles cholinergiques et antispasmodiques. Ils sont utilisés en médecine comme des analgésiques, des sédatifs ou des agents anticancéreux (**Hasrat et al., 1997**).

La vitamine C est un nutriment extrêmement important pour l'organisme où elle assure différentes fonctions. Elle permet le maintien du bon fonctionnement du système immunitaire pour assurer les défenses de l'organisme, protège les cellules contre le stress oxydatif et contribue à favoriser l'absorption du fer (**Oladele et al., 2020**). La teneur en acide ascorbique trouvé est

4,79±0,05 mg/100g MS. Toutes fois cette teneur est très faible comparée à celle de l'orange 53 mg/100g considérée comme l'un des fruits les plus riches en vitamine C. La vitamine C est le coenzyme de plusieurs enzymes intervenant dans l'hydroxylation de la proline, du collagène d'où son rôle anti scorbut (**Anses, 2021**). Ainsi la consommation des fruits de *Trichoscypha acuminata* pourrait contribuer à couvrir la totalité des besoins journaliers recommandés 80 – 120 mg/jr s'il est associé à d'autres aliments (**FAO, 2013**).

La coloration de certains fruits à chair est souvent fonction de l'accumulation de certains composés bioactifs comme la bêta-carotène et les lycopènes (**Soytong et al., 2021**). L'analyse de la bêta-carotène dans la poudre de fruit présentait une teneur de 14,01±0,30 mg/100g MS et 1,31±0,03 mg/100g MS pour les lycopènes. Ces composés pourraient être responsable de la forte coloration rouge de la pulpe du fruit. En effet les caroténoïdes sont un groupe de pigments naturels liposolubles qui sont le précurseur de la vitamine A et jouent un rôle essentiel en tant qu'antioxydant pour protéger les cellules et les tissus des peroxydes. Ils sont des antioxydants connus pour réduire le risque de cancer et de maladie cardiovasculaires (**He et al., 2017**). La vitamine A synthétisée contribuera à renforcer le système immunitaire et assurer la bonne croissance chez les enfants comme chez les adultes et réduire le risque de cécité. Le lycopène est l'un des composés caroténoïdes responsable de la coloration rouge vif du fruit caractéristique de nombreux autres bienfaits pour la santé (**D'Ambrosio et al., 2018**). Ainsi une forte coloration du fruit conduit à l'amélioration de façon indirecte de la valeur nutritionnelle. La consommation des fruits de *Trichoscypha acuminata* est fortement encouragé chez les enfants car pourrait contribuer à combler les besoins en vitamine A qui sont de 450 à 750 µg.

#### Facteurs antinutritionnels

Malgré l'importante richesse de notre fruit en glucide, minéraux et composés bioactifs, il regorge également des antinutriments qui peuvent affecter la disponibilité des nutriments nécessaire à l'organisme (**Umaru et al., 2007**). Parmi ces antinutritionnels on compte les tanins, oxalates, saponines et phytates, qui peuvent interférer avec le processus métabolique, de sorte que la croissance et la biodisponibilité des nutriments sont influencées négativement.

Les tanins sont des composés phénoliques subdivisés en deux groupes, les tanins hydrolysables et les tanins condensés qui représentent le groupe présent dans les fruits. Ces tanins ont des effets négatifs sur la qualité nutritionnelle des aliments à cause de leur capacité à se lier aux


protéines (**Baiyeri et Chimaluka, 2022**). La teneur moyenne en tanins de la poudre de fruit est  $36,47 \pm 0,04$  mg/100g MS. Cette teneur est inférieure à celle de *Gardenia erubescens* ( $7,5 \pm 0,71$  mg/g) et supérieure à  $0,003 \pm 0,001\%$  de *Trichoscypha abut*. Cette forte différence peut se justifier par le degré de maturité des fruits et les opérations post-récoltes. Il est annoté que la limite sécuritaire de consommation est de 560 mg/jour (**Ikpeme, 2012**), et donc les fruits peuvent être ingérés sans danger. Les tannins sont des composés pouvant former des complexes insolubles avec les ions divalents tels que le fer, le zinc, le cuivre. Ils ont la capacité d'inhiber l'absorption du fer non héminique, de réduire la digestibilité de l'amidon. Les tanins sont également des antioxydants qui contribuent à la réduction du calibre des vaisseaux sanguins limitant la survenue des maladies cardiovasculaires et combattent les inflammations (**Baiyeri et Chimaluka, 2022**).

L'acide oxalique est un composé naturellement présent dans l'organisme, en particulier dans le sang. L'alimentation représente la seconde source. Il sert à fixer le calcium. La teneur en oxalate de l'échantillon analysé est  $20,08 \pm 1,67$  mg/100 MS. À cause de sa capacité à se lier à certains minéraux tels que le calcium, le fer, le sodium, le potassium et le magnésium, la consommation d'aliments à forte dose d'acide oxalique peut provoquer des carences alimentaires (**Oboh et al., 2006**). L'acide oxalique se produit naturellement dans de nombreux fruits, légumes et autres aliments. Des niveaux élevés d'acide oxalique dans l'organisme peuvent provoquer une carence en calcium. Il se lie au calcium pour former des cristaux qui empêchent l'absorption et l'utilisation du calcium par l'organisme provoquant des maladies comme le rachitisme et l'ostéomalacie. Les limites de sécurité en oxalate chez les humains se situent entre 200 et 500 mg/jr tels que rapporté par **Wobeto et al. (2007)**. Ainsi la consommation du fruit *Trichoscypha* ne constitue aucun danger à cause de sa faible teneur.

La teneur en saponine de l'échantillon analysé est  $0,45 \pm 0,02$  mg/100g MS. Lorsque les saponines sont présentes en grande quantité, elles peuvent conférer leur goût amer distinctif aux aliments et les faire mousser en solution aqueuse. Bien que les saponines rompent les globules rouges et provoquent des nausées et des vomissements, elles aident les personnes souffrant d'hypocholestérolémie (**Yalew Yiblet, 2024**).

*Trichoscypha acuminata* possède une teneur en phytates très faible  $0,015 \pm 0,003$  mg/100g MS, cette teneur est inférieure à celle de *Rhus natalensis* (1,52 mg/100g) et *Euclea racemosa* (0,33 mg/100g) rapportées par **Yalew (2024)**. Les phytates diminuent la digestibilité des protéines et

forment des complexes avec le calcium, le magnésium, le fer, et le zinc pour entraver leur absorption. En conséquence, ces minéraux peuvent facilement devenir indisponible pour le corps (**Silva et al., 2021**). Cependant, la dose considérée comme nocive se situe au-delà d'une consommation de 1400 mg/jour pour les habitants des zones rurales ayant un régime mixte et entre 2000 et 2600 mg pour les humains ayant un régime végétarien (**Reddy, 2002**).



**CONCLUSION  
RECOMMANDATIONS ET  
PERSPECTIVES**

## CONCLUSION

Au terme de cette étude dont l'objectif général était d'évaluer le profil physico-chimique des fruits de *Trichoscypha acuminata*, il en ressort que :

- La masse de la pulpe obtenue ( $22,11 \pm 4,94$ ) g représentait 60% de la masse totale du fruit ( $38,33 \pm 11,13$ ) g, Ainsi la portion comestible du fruit est importante. Notons aussi que le fruit possède des propriétés fonctionnelles importantes (capacité d'absorption en eau, huile et acidité titrable).
- *T. acuminata* constitue une importante source de glucide (70,93 g/100g MS) ; composés bioactifs (342,36 mg/100g MS), vitamine C, bêta-carotène et de minéraux en particulier le potassium (468,75) et calcium (110,47) mg/100g MS,
- Les facteurs antinutritionnels naturellement présents dans *T. acuminata* ; tanins (36,47), Phytates (20,08), oxalates (0,45) et saponines (0,015) mg/100g MS sont à des concentrations très faibles.

## RECOMMANDATIONS

➤ Nous recommandons la consommation du raisin du Gabon (*Trichoscypha acuminata*) qui peut apporter une contribution substantielle aux besoins nutritionnelles recommandés tant chez les enfants en âge de croissance que chez les adultes et les femmes enceintes en complément de d'autres aliments, car il constitue une importante source de glucide, composés bioactifs, vitamine C et de minéraux (K, Ca, Mg et Fe).

➤ Nous recommandons la domestication et la vulgarisation de ce fruit sauvage pour une meilleure utilisation pendant les périodes de crises alimentaire.

## PERSPECTIVES

Pour la suite de nos activités, nous nous proposons de :

- ✓ Etendre les analyses physiques et technofonctionnelles sur les fruits de d'autres régions ;
- ✓ Faire une analyse qualitative des sucres ainsi que l'index glycémique et établir le profil vitaminique du fruit.
- ✓ Procéder à la fabrication d'un jus de fruit et étudier sa stabilité.





**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **A.O.A.C. (1984)**. Official Methods of Analysis 14th edition. Edited by Hercultz Washinton, DC. Association of Official Analytical Chemists.
- **A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists) (1990)**. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15 ed. Arlington, p1105-1106.
- **Abdolhossein A. J., Hatami A., Abdolkarim E., Sayet A. M. and Hassanzadeh H. K. (2023)**. Study trait and mineral elements in date palm fruits under preharvest foliar application of organic fertilizers and Micronutrients. *International journal of horticultural Science and technology*, 10 (2) : 125-140.
- **Diatta Abdoulaye S. P. (2020)**. Valorisation des propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des fruits forestiers comestibles dans le département de Bignona (Région de Ziguinchor, Sénégal). Mémoire de Master, Université Assane Seck de Ziguinchor. <http://rivieresdusud.uasz.sn/xmlui/handle/123456789/807>.
- **AFNOR (Association Française de Normalisation) (1982)**. Recueil des normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes. Jus de fruits. 1ère éd., Paris la défense (France).
- **Aina V., Sambo B., Zakari A., Haruna H., Umar K. and AKinboboye R. (2012)**. Determination of nutritional and antinutritional content of *Vitisvini fera* grapes grown in Bomo (Areac) Zaira Nigeria. *Food Technology*, 4 (6): 225-228.
- **ANSES (Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation) (2016)**. Contribution des macronutriments à l'apport énergétique. Rapport d'expertise collective saisine n°2012-SA-0186, p84.
- **Anshu R. and Joshi J. (2018)**. Effect of processing method on nutritional quality of black soybean. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 37 (2): 162-164.
- **AOAC (1975)**. Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 10th ed. AOAC, Washington, DC.
- **Atyi R., Lescuyer G., Ngouhouo J. et Moulendè T. (2013)**. Etude de l'importance économique du secteur foret-faune au Cameroun. *Center for International Forestry Research*, 315.
- **Ayonghe M.A., Nze-Nguema M-C., Boucaud M-C, Moutomé E. et Ndong A.B. (2014)**. Contribution des produits forestiers non ligneux à la sécurité alimentaire et nutritionnelle en Afrique centrale. *Bois et forêts des tropiques*, 325 (2) : 59-68.

- **Bachheti A., Deepti R., Kumar B., Singh A., Zebeaman M., Hunde Y. and Azamal H. (2023).** Bioactive constituents and health promoting compounds of underutilized fruits of the northern Himalayas of India: a review. *Food Production, Processing and Nutrition*. <https://doi.org/10.1186/s43014-023-0014-5>.
- **Baiyeri S. O., Chimaluka C.A. et Baiyeri S. (2022).** Evaluation des minéraux, proximités, viscosité et antinutriments des fruits des accessions de *Corchorus olitorius*. *Journal de la Société Autrichienne d'Economie Agricole*, 18 (7) : 1163-1171.
- **Bobrov Ch., Romanov M. S. and Alexey V.F. (2019).** Morphogenesis of fruits and types of fruit of angiosperms, *Botany Letters*, DOI: 10.1080/23818107.2019.1663448.
- **Bourelly J. (1982).** Observation sur le dosage de l'huile des graines de cotonnier. *Coton et Fibres Tropicales*, 27 (2): 183-196.
- **CODEX STAN 51. (2003).** Norme générale codex pour les milieux de couverture des fruits en conserve.
- **D'Ambrosio C., Stigliani A. L. et Giorio G. (2018).** CRISPR/Cas9 editing of carotenoid genes in tomato. *Transgenic Research*, 27: 367-378. <https://doi.org/10.1007/s11248-018-0079-9>.
- **Devani M.B., Shishoo J.C., Shal S.A and Suhagia B.N. (1989).** Spectrophotometrical method for determination of nitrogen in Kjeldahl digest. *JAOAC*, 72: 953-956.
- **Dhar P., Ratna C., Sayani M., Sauradip S., Sreedipa B., Sanjukta D., Hemanta K., Santinath G. (2012).** Antimicrobial activity of *Sesbania grandiflora* flower polyphenol extracts on some pathogenic bacteria and growth stimulatory effect on the probiotic organism *Lactobacillus acidophilus*. *Microbiological Research*. 167 (8): 500-506.
- **Diop N., Dornier M., Dhuique-Mayer C., Prades A., Munier S. P., Pélessier Y., Laroque M. et Sock O. (2010).** Caractérisation d'un fruit sauvage du Sénégal : le Ditax (*Detarium senegalense* J.F. Gmel). [ndiop@ita.sn](mailto:ndiop@ita.sn) / [ssatou\\_diop@yahoo.fr](mailto:ssatou_diop@yahoo.fr)
- **EFSA. (2015).** "Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on dietary Reference Values for calcium. *The European Food Safety Authority journal*, 13(5) : 4101.
- **Eiofor N.C., Ezeagu I.E., Ayoola M., Umera E.A. (2018).** Determination of the chemical composition of avocado (*Persea Americana*) seed. *Advances in Food Technology and Nutritional sciences*, 107 (2): 51-55

- **Esguerra E.B., Carmen D.R. et Rolle R.S. (2017).** «Purchasing patterns and consumer level waste of fruits and vegetables in urban and peri-urban centers in the Philippines», *Food and Nutrition Sciences*, (8): 961-77.
- **EyogO., Ndoye O., Kengue J. et Awono A. (2006).** Les Fruitiers Forestiers Comestibles du Cameroun. Cotonou, Benin, *International Plant Genetic Resources Institute*. 203P
- **FAO, 1996.** The state of food and agriculture. Food and agriculture organization of the united nations roma.
- **FAO. (2003).** Etude prospective du secteur forestier en Afrique : Rapport sous régional Afrique Central. Rome
- **FAO. (2012).** Plan national de développement des produits forestiers non ligneux. Rome Italie.
- **FAO. (2016).** Vivre et se nourrir de la forêt en Afrique Centrale. Rome, Italy.
- **FAO. (2019).** Promouvoir la sécurité alimentaire à travers les projets de PFNL. ROME, Italy.
- **FAO. 2021.** Fruits et légumes – éléments essentiels de ton alimentation. Année internationale des fruits et des légumes, 2021 Note d'information. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb2395fr>
- **FAO. 2024.** Importance nutritionnelle des produits forestiers non ligneux. Rome Italie
- **FAO/OMS. (2020).** « Évaluation des pertes et des gaspillages de nourriture liée à la méthode d'analyse des pertes de denrées alimentaires », Conférence régionale de la FAO pour l'Asie et le Pacifique, Thimphu. [www.fao.org/3/nc079fr/nc079fr.pdf](http://www.fao.org/3/nc079fr/nc079fr.pdf)
- **Faure Jean-Jacques et Louppe Dominique. (2006).** Les fruits forestiers africains méconnus. *Le flamboyant*, (61): 11-14.
- **Fungo, R., Muyonga, J., Kaaya, A., Okia, C., Tieguhong, J. C., & Baidu-Forson, J. J. (2015).** Nutrients and bioactive compounds content of *Baillonella toxisperma*, *Trichoscypha abut* and *Pentaclethra macrophylla* from Cameroon. *Food Science & Nutrition*, 3(4), 292-301. <https://doi.org/10.1002/fsn3.217>
- **Garza-Alonso, Carlos A., Guillermo N-M., Gutierrez-Diez A., Garcia-Lopez I., Rigoberto E., Vazquez-Alvarado., Lopez-Jimenez A. and Olivares-Saenz E. (2020).** Physicochemical characteristics, minerals, phenolic compounds, and antioxidant capacity in fig tree fruits with macronutrient deficiencies. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*. 48(3): 1585-1599.
- **Grober U., Schmidt J. and Kisters K. (2015).** Magnesium in prevention and therapy. *Nutrients*. 7 (9): 8199-226.

- **Grubišić C. S., Kristić M., Lisjak M., Mišković C. S., Petrović S., Vila S. and Rebečić C. A. (2022).** Effect of Wheatgrass Juice on Nutritional Quality of Apple, Carrot, Beet, Orange and Lemon Juice. *Foods*, 11, 445. <https://doi.org/10.3390/foods11030445>.
- **Hasrat J.A., De Bruyne T., De Backer J.P., Vauquelin G. and Vlietinck A.J. (1997).** Isoquinoline derivatives isolated from the fruit of *Annona muricata* as 5-HTergic 5-HT1A receptor agonists in rats : unexploited antidepressive (lead) products. *Journal of Pharmaceutical and Pharmacology* ;49 :1145-1149.
- **He Z., Wang S., Yang Y., Hu J., Wang C., Li H., Ma B. and Yuan Q. (2017).** Beta-cotene production promoted by ethylene in *Blakestea trisporea* and the mechanism involved in metabolic responses *Process Biochemistry*, 57: 57-63.
- **He Y., Hongyan Q., Wen J., Zang L., Weiyu C., Fan S., Lu W., Li J. and Changyu L. (2024).** Characterization of amino acids composition, nutritional value, and taste of fruits from different *Actinidia arguta* resources. *Journal of food quality*, 2024 (1):
- **Horwitz W. (2000).** Official Method of Analysis of AOAC. International. 17th Edition. AOAC International, Maryland, USA
- **Idah P., Musa J. and Abdullahi M. (2010).** Effects of storage period on some nutritional properties of orange and tomato. *Assumptio University Journal of Technology*, 13 (3): 181-185.
- **Ikpeme C., Eneji C. and Igile G. (2012).** Nutritional and organoleptic properties of wheat (*Triticumaestivum*) and Beniseed (*Sesame indicum*) composite flour baked foods. *Journal of Food Research* 1 (3): 84-91
- **Inegbedion F. et Ikpoza E. (2021).** Estimation of the moisture content, volatile matter, ash content, fixed carbon and calorific values of palm fruit shell briquettes. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*. 8, (6).
- **Ingram D.G., Sunderland, D.A., Wood,P.J., Brush, J.S., and Simula, M. (2010).** The economic importance of non-timber forest products in rural livelihoods: A review of evidence from developing countries. *Forest policy and Economics*, 11(2): 157-172.
- **Jiotsa N. C. P. (2023).** Apports des données de cinq fruits sauvages dans la table de composition alimentaire du Cameroun. Mémoire de Master soutenu non publié. Université de Yaoundé 1.

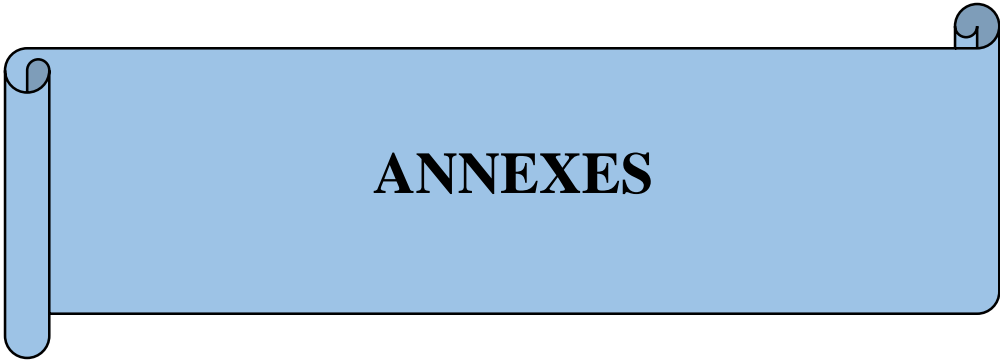
- **Kamdem U. L., Mvongo B. C., Bindzi J. M., Matike W. N. and Zambou F. N. (2023).** Contribution to the valorization of *Myrianthus arboreus* fruits pulp from Cameroun: physico-chemical characterization and nutritional value. Measurement: food 10 100083.
- **Kendall. (1963).** Use of ninhydrin reaction for quantitative estimation of amino acids groups in insoluble specimen. *Nature*, **197**: 1305-1306.
- **Kim M.B., Park J.S. and Lim S.B. (2010):** Antioxidant activity and cell toxicity of pressurized liquid extracts from 20 selected plant species in Jeju, Korea. *Food chemistry*, **122** : 546-552.
- **Kouamé NM., Soro K., Mangara A., Diarrassouba N., Coulibaly AV. et Boraud NKM. (2015).** Etude physicochimique de sept (7) plantes spontanées alimentaires du centre-ouest de la côte d'ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, **90** : 8450-8463.
- **Lecombe, G., Lemay J-P., et Coté S. (2023).** Fruits sauvages et produits forestiers non ligneux : une revue de littérature. *Forestry chronicle*, 99, (1) : 1-11.
- **Loubelo Enoch. (2012).** Impact des produits forestiers non ligneux (PFNL) sur l'économie des ménages et la sécurité alimentaire : cas de la République du Congo. *Economies et Finances*. Université Rennes 2, Français. NNT : 2012REN20008.tel-00713758.
- **Makalao M.M., Savadogo A., Zongo C. et Traore A. S. (2015).** Composition nutritionnelle de 10 fruits sauvages consommés dans trois départements du Tchad. *International Journal of Biological and Chemical Science*, 9 (5): 2385-2400.
- **Mark Wayne Chase and James Lauritz Reveal,** « A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III », *Botanical Journal on the Linnean Society, Wiley-Blackwell, Linnean of London an OUP*, 161 (2):122-127.
- **Méminata D., Cheickna D., Mamadou A K., Issiaka T., Singou K. et Nouhoum Diara. (2022).** Composition et caractéristique physico-chimique du fruit de *Carapa procera* DC récolté au Mali. *International Journal of Applied Research*; 8(4): 252-258.
- **Mepong G. R. (2021).** Propriétés nutritionnelles de deux fruits sauvages (*Physalis peruviana* L. et *Impatiens burtonii* H.) consommés dans la région de l'Ouest Cameroun. Mémoire de Master non-publié. Université de Yaoundé 1.
- **Meunier Q., Moumbogou C., Doucet J-C. (2015).** Arbres utiles du Gabon. *Presses Universitaires de Gembloux*, P75.

- **Miftahur R., Bernatal S., Nur A., Kritopal K., Yuda H., Eka Putra and Anton R. (2021).** Determination of moisture, ash, protein, polyphenolic flavonoids and amino acid contents and antioxidant capacity of dried mekai (*Pycnarrhena tumefacta miers*) leaf as potential herbal flavor enhancers. *Advances In Biological Sciences Research*, 17.
- **ssbiologique (variété amélie).** Mémoire de master. Institut Des Sciences de la Nature et de la Vie : Université Polytechnique de Bobo Dioulasso.
- **Mounjouenpou P., Eyenga S.N., Kamsu E.J., Kari P.B., Ehabe E.E. and Ndjouenkeu R. (2018).** Effect of fortification with baobab (*Adansonia digitata* L.) pulp flour on sensorial acceptability and nutrient composition of rice cookies, doi: 10.1016/j.sciaf. 2018.e00002.
- **Mujinga K., Nkashama M., Kabongo B., et Etshindo A. (2023).** Déterminants de la consommation des produits forestiers non ligneux dans la Ville de Kananga : Cas du *Gnetum Africanum* (MFumbwa). *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management and Economics*, 4 (2): 237-258.
- **Mundy O. (2014).** Assessment of agrobiodiversity in western Kenya. Thèse de Master, Université Justus-Liebig, Giessen (Allemagne).
- **Murray R., Bender D., Botham K., Kennelly P., Rodwell V., Weil A. (2013).** Biochimie de Harper 5<sup>e</sup> Edition. Traduction de la 29<sup>e</sup> édition américaine par Lionel Domenjoud. 138-534p.
- **Muyambo M-A., Ndaya., Kimoni K. et Sarah Furaha Acira. (2017).** Produits forestiers et stratégie de subsistance des ménages ruraux dans la région de kisangan. **65** : 2-5.
- **N'Djoumessi F. N., Tsafack A. K., Tchoua S. FN'For., P. N. et Nguessam P. F. (2021).** Contribution des produits forestiers non ligneux à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations affectées par les crises au Cameroun. *Journal of Food Security*, 13, (1): 1-10.
- **Nagata and Yamashita (1992).** Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and Carotenoids in tomato fruit. *Food Chemistry*, **103**, 413-419.
- **Ndhlala, Kasiyamhuru, Mupure, Chitindingu, Benhura and Muchuweti (2007).** Phenolic composition of *Flacourtia indica*, *Opuntia megacantha* and *Sclerocarya birrea*. *Food Chemistry*, **103** : 82-87.
- **Ndoye O., Tchatat, M. (2006).** Etude des produits forestiers non ligneux d'Afrique centrale : réalités et perspectives. *Bois et forêts des tropiques*, **288**, 27-39.

- **Nyambi C., Gwendoline R., Mbang A., Mabe M., Nwegueh A. and Foahom B. (2020).** Socio-economic Benefits of Non-timber Forest Products to the AFCOE2M Communities of Southern Cameroon. *Sustainable Agriculture Research*, 9 (30) : p30.
- **Obadoni et Ochuko (2001).** Phytochemical studies and comparative efficacy of the extracts of some homeostatic plant in Edo and Delta states of Nigeria. *Journal pure Appel*, 8: 203-18.
- **Oboh G., Nwanne E. and Elusiyan C. (2006).** Antioxidant and antimicrobial properties of *Telfairia occidentalis* (fluted pumpkin) leaf extracts. *Journal of Pharmacological and Toxicology*. 1: 167-175.
- **Oladele O., Kandeh A., Gaye M., Iyekowa O., Mendy M., Chukwudozie C.N. and Adjivon A. (2020).** Ascobic acid analysis in selected indigenous Gambian food by use of Titrimetric analysis in aqueous media. *Food and Public health*, 10(3): 68-71.
- **Olayeye, Owolabi, Adesina and oIsiaka (2013).** Chemical composition of red and white cocoyam (*Colocasia esculenta*) leaves. *International Journal*, 11: 121-125.
- **Ossoko J.P.L., Okandza Y., Enzonga J.Y., Dzondo M.G. and Mvoula M.D.T. (2019).** Caractérisation Biochimique du ronier (*Borassus Aethiopum*) de la Sous-préfecture de Mbamou en République du Congo. *IOSR journal of biotechnology and biochemistry*, 5, 65-71.
- **Ouerfelli M., Almajaro M. P. et Bettaieb L. B K. (2016).** Composes phénoliques et capacité antioxydante des extraits méthanoliques du Tripodion (*Anthyllis tetraphylla* L.). 589-594
- **Philippe Cayot. (2022).** Le fer dans les aliments, la lutte contre le déficit de fer., pp. 1-21. Hal-03714339.
- **Phillips R.D., Chinnan M.S., Branch A.L., Miller J., Mc Watters K.H. (1988).** Effects of pretreatment on functional and nutritional properties of cowpea meal. *J. Food Sci.* 53 (3): 805-809.
- **Pienitz S., Colpo E., Oliveira V.R., Stefanel V. and Andrezza R. (2009):** In vitro assessment of the anti-oxidant potential of fruits and vegetables *Ciência E Agrotechnologia*, 33, 552-559.
- **Powell, B., Thilsted, S.H., Ickowitz, A., Termote, C., Sunderland, T. et Herforth, A. (2015).** «Improving diets with wild and cultivated biodiversity from across the landscape», *Food Security*, 7: 535-54. doi.org/10.1007/s12571-015-0466-5;

- **Prat N., Montoya M.S., Arce M.I. Vidal-Abarca M.R., Suarez M.L. and Gomez R. (2012).** Establishing physico-chemical reference condition in Mediterranean streams according to the European Water framework directive. *Water Research*, 46 (7): 2257-2269.
- **Prieto P, Pineda M, Aguilar M. (1999)** spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin of vitamin C. *Anal Biochem.* 269 (2): 337-41.
- **Reddy N. (2002).** Occurrence, distribution, contenu et apport alimentaire des phytates. SK (Eds.). Boca Raton, Floride, *CRC Press*, 25-51p
- **Sambou A., Kæstel P., Theilade I. and Ræbild A. (2016)** The contribution of trees and palms to a balanced diet in three rural villages of the Fatick Province, Senegal, *Forests, Trees and Livelihoods*, 25 (3): 212-225.
- **Silva V. M., Putti F. F., White P. J., Reis A. R. D., and Rodrigues A. D. R. (2021).** Phytic acid accumulation in plants: biosynthesis pathway regulation and role in human diet. *Plant Physiology and Biochemistry*, 164 (2): 132-146
- **Singh D. K., Srivastava B. and Sahu A. (2004).** Spectrophotometric Determination of Rauwolfo Alkaloides : *Festimation of Reserpine in pharmaceuticals*, 20 : 571-573.
- **Soytong M., Guevarra P.R., Mateo J.M.C.and Galvez H.F. (2021).** Evaluation of tomatoes fruits flesh colour, beta-carotene and lycopene content. *International Journal of Agricultural Technology* 17(2):727-736.
- **Tieguhong J.C. and Nkamgnia E.M. 2012):** financial statuts of small and médium scale entreprises based on non-wood forest products in Central Africa, *Socio-economic analysis of PFNL in Central Africa. implication for forest related policies and sector governance.*FAO headquarters, Rome (Italy), 14 (2): 196-212.
- **Travers I. (2004).** Influence des conditions pédoclimatiques du terroir sur le comportement du pommier et la composition des pommes à cidre dans le Pays d'Auge. Thèse de Doctorat. Université de Caen. Basse-Normandie. P124.
- **Tshimanga T., Mbuyi P.S.N., Mbuyi F.M., Mbuyi C.N. and Mbuyi J.M. (2022).** Contribution of wild fruits to food security and nutrition in crisis-affected areas of the Democratic Republic of the Congo.*Food security*, 14 (4): 10227-10237.

- **Tsobeng A., Akem M., Avana M-L, Muchugi A.D., Tchoundjeu Z., Na'a F.**, Tree-to-tree variation in fruits of three populations of *Trichoscypha acuminata* (Engl.) in Cameroon, *Scientific African*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00235>.
- **Umaru H. A., Adamu R., Dahiru D. and Nadro M. S. (2007)**. Levels of antinutritional factors in some wild edible fruits of Northern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 6 (16): 1935-1938
- **Vivien J. et Faure J.J. (1995)**. Fruitiers sauvages d'Afrique-Espèces du Cameroun. *Edition NGUILA-KEROU*, France, 416p.
- **WHO. (2021)**. Promoting fruit and vegetable consumption around the World. available online: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/> (accessed on 26 April 2021).
- **Wobeto C., Correa A., Abreu C., Dos Santos C. and Pereira H. (2007)**. Antinutrients in the cassava (*Manihot esculenta* crantz) leaf powder at three ages of the plant. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 27 (1) : 108-112.
- **Wolff J. P. (1968)**. Manuel d'analyse des corps gras ; Azoulay éd., Paris, 519p.
- **Yalew Yiblet. (2024)**. Nutritional Composition and Antinutritional Factors of Five Wild Edible Fruits Grown in the Mekdela District, South of Wollo, Ethiopia. *The Scientific World Journal*. 16 (4), 9 pages. <https://doi.org/10.1155/2024/9980936>.
- **Yapi J. C., Deffan A. B., Koko A. C., Diabagate J. R., Kouame K. B. and Kouame L. P. (2021)**. Influence de la granulométrie sur les caractéristiques physicochimiques et technofonctionnelles des farines de souchet (*Cyperus esculentus* L.). *Agronomie Africaine*. 33 (2) : 239-250.



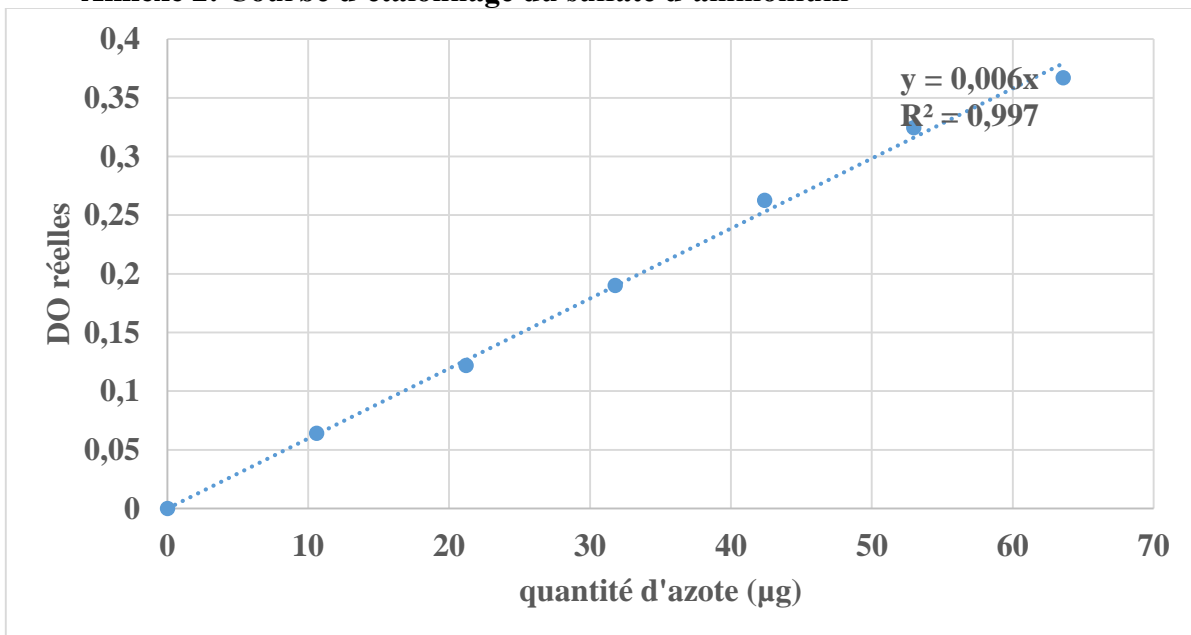
**ANNEXES**

**ANNEXES**

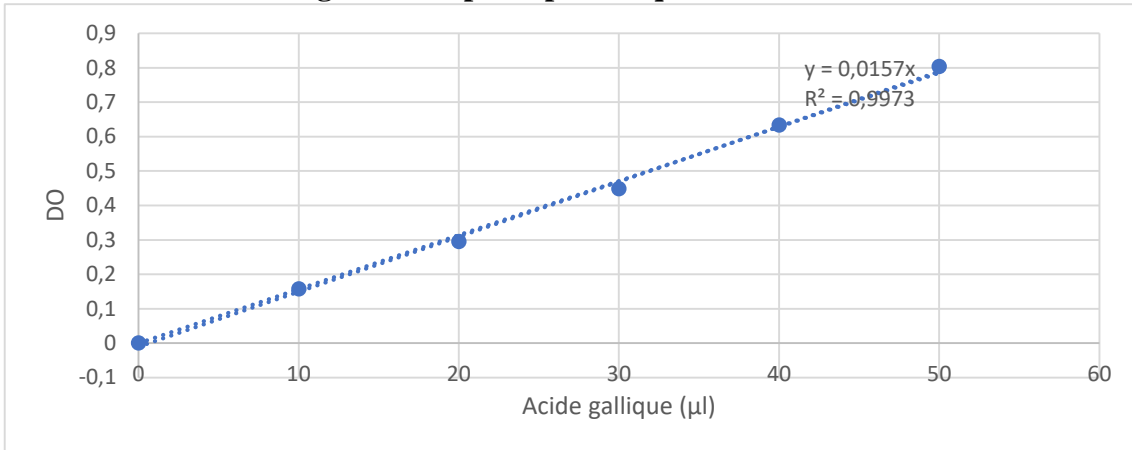
**Annexe 1: Tableau d'étalonnage des alcaloïdes**

Tubes	Blanc	Tube 1	Tube 2	Tube 3	Tube 4	Tube 5	Tube x
Echantillon (mL)	/	/	/	/	/	/	1
Quinine (10µg/mL) (µl)	/	100	200	300	400	500	/
Ethanol (mL)	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	/
[FeCl3 (0,025 M) + HCl (0,5 M)] (mL)	1	1	1	1	1	1	1
1,10 Phénanthroline (0,05 M) (mL)	1	1	1	1	1	1	1
Mélanger et incuber au bain marie à 30min et lire la DO à 510 nm contre le blanc.							

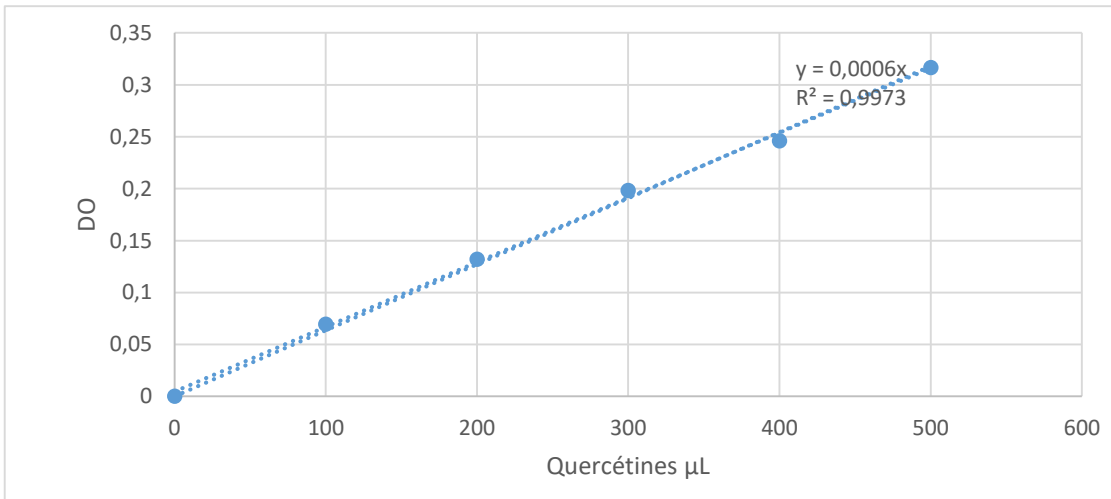
**Annexe 2: Courbe d'étalonnage du sulfate d'ammonium**



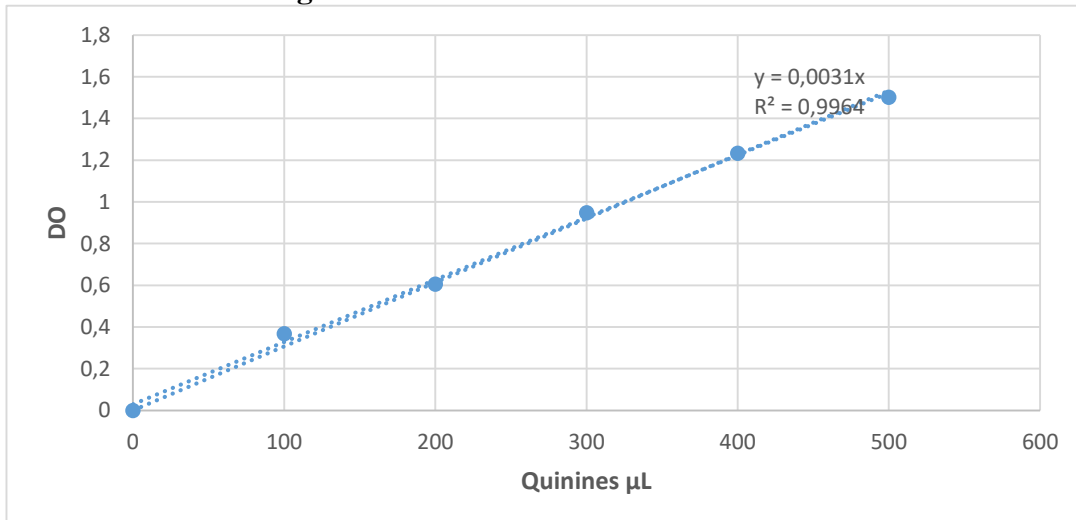
### Annexe 3 : Etalonnage des composés phénoliques



### Annexe 4: Etalonnage des Flavonoïdes



### Annexe 5: Etalonnage des alcaloïdes



**Annexe 6 : Etalonnage des composés phénoliques**

N° de Tubes	Blanc	1	2	3	4	5
Acide gallique (100ug/mL) (µL)	/	20	40	60	80	100
Méthanol (µL)	100	80	60	40	20	/
Eau distillée (µL)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Folin-Ciocalteu 2N (µL)	200	200	200	200	200	200
Mélanger. Laisser 3 minutes à température ambiante. Ajouter						
NaHCO <sub>3</sub> 20% (m/v) (µL)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Mélanger. Laisser à température ambiante à l'obscurité pendant 1h et lire la DO de la couleur à bleu à 750 nm contre le blanc.						
Acide gallique (µg)	0	2	4	6	8	10

**Annexe 7 : Mode opératoire de dosage de la capacité antioxydante totale dans l'échantillon**

tubes	blanc	standard	Essai
Ethanol 80%(µL)	200	/	/
Acide gallique(0,2mg/mL) (µL)	/	200	/
Échantillon (µL)	/	/	200
Réactif principal (mL)	2	2	2
<b>Incuber à 95°C pendant 90minutes, puis laisser refroidir et lire les densités optiques à 695nm</b>			



Annexe 9: Fruits immatures de *Trichoscypha acuminata*



Annexe 8: Poudre de *Trichoscypha acuminata*

Annexe 10 : Quelques appareils de laboratoire



Refractomètre (RASAYAN 0-32% Brix  
Manual Handhel)



Balance électronique (ZH-VBC) (LabSAM)



Centrifugeuse (modèle TD4)



Dispositif de Soxhlet