

**UNIVERSITE DE KISANGANI  
FACULTE DES SCIENCES**

**Département des Sciences  
Biotechnologiques**



**B.P 2012  
KISANGANI**

**CONTRIBUTION A L'ANALYSE CHIMIQUE ET  
NUTRITIONNELLE DE TROIS PLANTES CULTIVEES  
« *Colocasia esculenta*, *Solanum aethiopicum* et *Xanthosoma  
sagittifolium* » CONSOMMEES DANS LA VILLE DE  
KISANGANI ET SES ENVIRONS**

*Par*

*Charly TCHATCHAMBE LISANGI*

Mémoire présenté en vue de l'obtention  
de grade de licencié en sciences.

**Option : Biologie**

**Orientation: Sciences Biotechnologiques**

**Directeur : Prof. TCHATCHAMBE WA**

**BANDOL'AN**

**Encadreur : CT. SOLOMO ELUMBU**

**ANNEE ACADEMIQUE 2015-2016**

## **DEDICACE**

A nos très chers parents Jacques TCHATCHAMBE WA BANDOL'AN et Annie YANGAMBI KATONGO pour le soutien total, l'affection et l'amour fort envers nous ;

A notre très cher petit Benjamin TCHATCHAMBE LIFOTI ;

A tous nos frères et sœurs ; cousins et cousines.

*Charly TCHATCHAMBE LISANGI*

## AVANT-PROPOS

Au terme de ce travail qui marque la fin d'études universitaires qui est l'aboutissement d'efforts de plusieurs personnes, il serait ingrat de notre part si nous ignorons les sacrifices consentis par chacune d'entre elles.

Nous témoignerons nos sincères remerciements au professeur Dr. Jacques TCHATCHAMBE Wa BANDOL'AN qui a bien voulu accepter la direction de ce travail en dépit de ses multiples occupations. Ses remarques pertinentes et ses observations édifiantes nous ont aidés à bien mener à bonne fin ce travail.

Que le Chef des travaux SOLOMO ELUMBU trouve dans cette ligne l'expression de notre profonde gratitude. Le sérieux et la patience avec lesquels ils nous ont encadrés méritent d'être soulignés.

Nous remercions le préfet Luc NGONGO NTAMBWE de l'institut du Base pour son encadrement durant notre formation scolaire.

Nos remerciements aux enseignants de la Faculté des Sciences pour nous avoir encadrés tout au long de nos études universitaires

Nous sommes aussi très reconnaissants envers le Technicien André TSHITENGE pour avoir accepté de nous orienter au laboratoire,

Que nos remerciements s'adressent également à tous nos collègues de promotion : Jules TONGANGA, Vincent MONGENGO, Elie AMIDU et Radiack NYAMAIFOFE.

Que nos remerciements s'adressent également à tous amis et amies : Aristote AMUNDALA, Elie MUNGANGA, Nathan Singa, Narcisse KAZADI, Thierry NANDE, Nathalie CHEKANABO, Mimi YANGAMA, Lisette RISASI, Hélène NGELINGE, Mimi LIBENGE, Nadine OLELA Nadège BORA et Adèle MIANGO.

A tous ceux-là dont les noms ne sont pas cités, trouvent ici nos remerciements les plus sincères.

***Charly TCHATCHAMBE LISANGI***

## RESUME

Notre étude a porté sur la contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages consommées dans la ville de Kisangani et ses environs. Pour ce faire, les analyses quantitatives des substances nutritives et des minéraux et qualitatives des substances toxiques et des groupes phytochimiques contenus dans les différentes parties comestibles de ces PAS ont été effectuées avant cuisson. Il ressort de cette étude que les plantes étudiées contiennent des protéines brutes, des lipides, de calcium, de magnésium, de fer, de phosphore et des vitamines (A, B1, B2, B6 et C) en quantité appréciable. Elles peuvent donc constituer des compléments alimentaires de valeur permettant de diversifier la source alimentaire de la population.

Les résultats obtenus montrent que les tubercules de *Colocasia esculenta* contiennent avant cuisson beaucoup de : équivalent acide citrique (0,239meq/100g), vitamine A (3,13mg/100g), vitamines B1 (2,08mg/100g), vitamines B2 (1,15mg/100g), et sucres totaux (12,22%). Il y a cependant la présence des tanins sous forme de traces, de saponines et d'oxalates en quantité moyenne mais les alcaloïdes, flavonoïdes, stérols et terpènes sont absents.

Les fruits de *Solanum aethiopicum* contiennent avant cuisson beaucoup de : humidité (88,47%), vitamine C (7,22mg/100g), fer (0,4%), lipides (8,2%), et cendres brutes (10,68%). Nous signalons cependant la présence d'alcaloïdes et tanins en quantité moyenne, de saponine, de flavonoïde et d'oxalates sous forme de traces tandis que les stérols et terpènes sont absents.

Enfin les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* ont présenté avant cuisson beaucoup de : équivalent acide citrique (0,323meq/100g), protéines (8,4%), Phosphore (0,092g/100g), Magnésium (0,2g/100g), Vitamine B6 (0,76mg/100g), Calcium (0,9g/100g), et fibres (1%). Il y a l'absence de flavonoïdes, d'alcaloïdes et de stérols et terpènes mais il y a la présence de tanins et d'oxalates en quantité moyenne et de saponine sous forme des traces.

L'ensemble de ces résultats justifie l'utilisation de ces plantes dans l'alimentation de la population de la ville de Kisangani et ses environs.

**Mots clés** : plantes alimentaires, Valeurs nutritives, Toxicité

## SUMMARY

Our study has concerned a contribution of chemical edible analyses of three wild food plants consumed in Kisangani town and its hinterland.

To do this, a quantitative analysis was performed for edible and mineral substances with qualitative analysis for toxic and phytochemical substances contained in these plants before cooking.

This study shows that these plants contain crude protein, fat, calcium, magnesium, iron, phosphorus and vitamins (A, B1, B2, B6 and C) in appreciable amounts. These wild food plants can be used as alimentary complement of valor to be diversified as source of people food.

The results of this work show that the tubercles of *Colocasia esculenta* contain before cooking a lot of: 0,239 mg/100g; 313 mg/100 vit A: 2, 08 mg/100g vit B1: 1, 15 and 12, 22% sugar. Nevertheless, there is presence of the trace of tannin, saponine and oxalate. Alcaloide, flavonoides, sterol and terpene are absent.

The fruits of *Solanum aethiopicum* contain before cooking a lot of: humidity 88, 47%; vitC 7,22mg/100g; 0, 4% iron; 8, 2% fat and crude ash 10, 68%.

However, there is a presence of alcaloide and tannin at average. Saponine, flavonoids and oxalate are in trace.

At last, the tubercles of *Xanthosoma sagittifolium* contain before cooking: 0,323 mg/100g citric acid; 8, 4% protein; 0,092g/100g phosphorus; 0,2g/100g magnesium; 0,76mg/100g vitB6; 0,9g/100g calcium and 1% fibre. Flavonoid, alkaloid, sterol and terpen are absent. But there is presence of tanin and oxalate at average and saponine in trace.

All result of our study justifies the use of the organs of these plants in the diet in Kisangani town and its hinterland.

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE	
AVANT PROPOS	
RESUME	
SUMMARY	
TABLE DES MATIERES .....	1
INTRODUCTION.....	4
1. PROBLEMATIQUE .....	4
2. Hypothèses.....	4
3. But et intérêt du travail .....	5
3.1. But du travail.....	5
3.2. Intérêt du travail .....	5
4. Travaux antérieurs .....	5
5. Subdivision du travail.....	6
CHAPITRE PREMIER : GENERALITES .....	7
1.1. LES PLANTES CULTIVEES.....	7
1.2.BREF APPERCU DE QUELQUES SUBSTANCES NUTRITIVES ET INDESIRABLES DANS LES PLANTES .....	7
1.2.1. Les protéines .....	7
1.2.2. Les lipides .....	8
1.2.3. Les vitamines .....	8
1.2.4. L'acide citrique .....	8
1.2.5. Les minéraux.....	8
1.2.7. Les substances toxiques et indésirables .....	10
1.2.8 Les principaux groupes phytochimiques .....	10
CHAPITRE DEUXIEME: MATERIEL ET METHODES .....	12

2.1. MATERIEL .....	12
2.1.1 Matériel végétal .....	12
2.1.2 Milieu d'étude .....	12
2.1.3 Cartographie de la ville de Kisangani .....	13
2.1.4 Description des plantes analysées .....	13
2.2 METHODES D'ANALYSE.....	16
2.2.1. Analyses quantitatives.....	16
2.2.2. Analyses qualitatives des groupes phytochimiques .....	31
2.2.3. Analyses statistiques. ....	34
2.2.4. Calcul de l'énergie .....	34
CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS .....	35
3.1. Analyses chimiques quantitatives.....	35
3.1.1. Humidité .....	35
3.1.2. Cendre brute .....	35
3.1.3. Acide citrique .....	36
3.1.4. Vitamine A.....	37
3.1.5 Vitamine B1 .....	38
3.1.6. Vitamine B2 .....	38
3.1.7. Vitamine B6.....	39
3.1.8 Vitamine C .....	40
3.1.9. Calcium .....	41
3.1.10. Fer .....	41
3.1.11. Sucres totaux .....	42
3.1.12. Magnésium.....	42
3.1.14. Phosphore.....	43

3.1.15 Protéine brute .....	44
3.1.16. Lipides.....	44
3.1.16. Fibres.....	45
3.1.17. Energie .....	46
3.2.ANALYSES QUALITATIVES DES GROUPEES PHYTOCHIMIQUES.....	46
3.3.ANALYSES QUALITATIVES DES SUBSTANCES TOXIQUES OU INDESIRABLES.....	48
CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION .....	49
4.1. Colocasia esculenta (tubercule) .....	49
4.2. Solanum aethiopicum (fruits) .....	49
4.3 Xanthosoma sagittifolium (tubercules) .....	50
CONCLUSION ET SUGGESTIONS .....	52
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	55
WEBOGRAPHIE.....	59



## INTRODUCTION

### 1. PROBLEMATIQUE

La situation nutritionnelle de la République Démocratique du Congo (RDC) est caractérisée par des niveaux élevés de malnutrition protéino-énergétique. Pour remédier à ces insuffisances, les populations rurales font recours aux produits de cueillette dont les plantes cultivées qui sont des ressources précieuses souvent négligées et sous-utilisées (Solomo *et al.*, 2014). Ces plantes cultivées contribuent à une plus grande diversité alimentaire et fournissent des composants essentiels pour la santé de l'homme (Grivetti et Ogle, 2000).

En RDC, la croissance démographique est galopante et la pauvreté est donc aiguë (80 % de la population vit en dessous du seuil de pauvreté fixé à 2 dollars américains par jour) et la population rurale migre vers les villes dont les besoins en matières premières ne cessent d'augmenter (FAO, 2009 et INS, 2009).

Dans la région de Kisangani, environ 174 espèces sont citées dans la littérature comme plantes cultivées. Cette étude montre qu'à l'heure actuelle 111 espèces, un peu plus de la moitié (64,0%) sont connues par les différentes populations de la région et entrent dans leur alimentation. Seulement, 61,6 % de ces plantes sont connues par tous et 84,6% sont commercialisés (Ntahobavuka *et al.*, 2012).

Actuellement, la connaissance chimique de ces plantes cultivées, s'avère une priorité pour la population de la province de la Tshopo dans la lutte, non seulement contre la crise alimentaire et la malnutrition, mais aussi pour une meilleure gestion de ces ressources.

Partant des éléments ci-haut invoqués, nous nous sommes posé quelques questions suivantes:

- ✓ Est-ce que les plantes alimentaires sauvages peuvent-elles contenir des éléments nutritifs tels que les protéines, les lipides, les vitamines et les minéraux ?
- ✓ Existe-t-il de substances toxiques ou indésirables et de groupes phytochimiques dans ces plantes ?

### 2. Hypothèses

Etant donné que la plupart de ces plantes sont consommées par la population comme nourriture, nous voulons vérifier les hypothèses ci-après :

- Les tubercules de *Colocasia esculenta* (Maole) et *Xanthosoma sagittifolium* (Manyango) ainsi que les fruits de *Solanum aethiopicum* (Nyanya) contiendraient des

nutriments tels que les vitamines, les protéines, les lipides, les fibres et certains éléments minéraux nécessaires pour l'organisme.

- Des substances indésirables ou toxiques et des groupes phytochimiques seraient parfois associés à ces nutriments pouvant apporter des préjudices à la santé humaine.

### **3. But et intérêt du travail**

#### **3.1. But du travail**

Le but de notre travail est :

- de déterminer quantitativement les substances nutritives contenues dans les tubercules de *colocasia esculenta* (Maole) et de *Xanthosoma sagittifolium* (Manyango) ainsi que les fruits de *Solanum aethiopicum*(Nyanya) avant cuisson.
- de déterminer qualitativement les substances indésirables ou toxiques et les groupes phytochimiques contenues dans ces tubercules et fruits cités ci-haut.

#### **3.2. Intérêt du travail**

Ce travail contribue à la connaissance de différentes parties comestibles des quelques plantes cultivées de la Province de la Tshopo. Cette contribution valorise ces plantes cultivées en améliorant la sécurité alimentaire chez les consommateurs.

### **4. Travaux antérieurs**

Ce thème de recherche intitulé contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de plantes cultivées a été amorcé, il y a plus d'une décennie sur tout le territoire congolais, le District de la Tshopo et de la région de Kisangani en particulier. C'est pourquoi le présent travail se situe au carrefour de plusieurs travaux que nous pouvons citer quelques-uns :

- Mundayi (2012) : contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages : *Hua gaboni*, *Pentadioplandra brazzeana* et *Talinum triangulare* consommées à Kisangani et ses environs
- Rashidi (2008) : contribution à l'étude nutritionnelle et toxicologique de cinq plantes alimentaires sauvages : *Alchornea yambuyaensis*, *Adhatosa bolomboensis*, *Cyathula prostrata*, *Sida acuta* et *Cleome ciliata*
- Balekage (2005) : détermination de certaines substances nutritives, toxicologiques et phytochimiques de quelques légumes feuilles consommés à Kisangani : *Pteridium acquilinum*, *Solanum americanum*, *Sarcophrynium macrostachyum*
- Onautshu (1996) : analyse chimique comparative de légumes feuilles de *Boerhavia diffusa* et de *Talinum triangulare* après cuisson

- Onyamboko et Tchatchambe (1988) analyse chimique de quelques légumes feuilles cultivés et spontanés de la région de District de la Tshopo (*Talinum triangulare*, *Cyphostema adenocaula*, *Cola brunelii* et *Peperomia pellucida*) après cuisson

### **5. Subdivision du travail**

Hormis l'introduction et la conclusion, ce travail comprend quatre chapitres :

- Le premier chapitre est consacré aux généralités
- Le deuxième chapitre traite de matériel et méthodes
- Le troisième chapitre s'occupe des résultats et
- le quatrième chapitre donnera la discussion.

Enfin quelques recommandations mettront fin à cette étude.

## **CHAPITRE PREMIER : GENERALITES**

### **1.1. LES PLANTES CULTIVEES**

Nous appelons « plantes cultivées » l'ensemble d'espèces spontanées, non cultivées qui servent d'aliment (Bola *et al*, 1991) ces plantes font partie des ressources naturelles qui sont les éléments du milieu physique (Mercoire, 1994).

L'imposition de la civilisation européenne en Afrique par les colonisateurs a fait que les peuples autochtones aient tendance à réduire au minimum l'importance de leur aliments traditionnels notamment les plantes alimentaires sauvages sans pourtant connaître la composition chimique de ces plantes.

### **1.2. BREF APPERCU DE QUELQUES SUBSTANCES NUTRITIVES ET INDESIRABLES DANS LES PLANTES**

Certains légumes feuilles que nous consommons renferment quelques métaux et non métaux, notamment, le magnésium, le fer, le cuivre, le phosphore et l'azote qui sont rencontrés souvent en proportions variables. Ces métaux rendent possibles certaines réactions métaboliques telles que la glycolyse, la respiration, l'ossification et la phosphorylation.

Les légumes peuvent contenir également certaines substances réductrices comme l'acide ascorbique (ou vitamine C) et l'acide citrique, des protéines, des lipides ainsi que certaines substances toxiques telles que l'acide cyanhydrique (Joseph *et al*, 1963).

#### **1.2.1. Les protéines**

Les protéines sont des polyamides à longue chaîne des alpha-aminoacides (acides aminés ou aminoacides), des acides alcanoïques portant un groupement amine sur l'atome de carbone adjacent à l'atome de carbone carboxylique. La liaison amide d'une protéine est formée quand le groupement amine d'un aminoacide est formé avec le groupement carboxylique de l'autre. La liaison amide entre 2 aminoacides est appelée liaison peptidique (Johnson, 2002)

Le mot protéine peut être pris comme l'acronyme de leurs rôles : protection (Immunoglobulines), régulation, mouvement, transport, énergie, influx, enzymes et structure (protéines). Les protéines alimentaires sont constituées de diverses proportions d'acide aminé. Il existe trois sortes d'acide aminé :

- Les acides aminés essentiels, parce qu'ils sont indispensables à la synthèse de protéique. Ils sont au nombre de huit (Isoleucine, Lysine, Méthionine, Phénylalanine,

Tryptophane, Valine) ne peuvent pas synthétisées par l'organisme et doivent être journallement apportés de l'intérieur par l'alimentation ;

- Les acides aminés semi-essentiels, pouvant être synthétisées à partir de précurseurs carbonés et azotés (Arginine et Histidine) chez l'adulte, mais pas chez l'enfant en croissance ;
- Les acides aminés non essentiels (Tandu, 2001)

### **1.2.2. Les lipides**

Les lipides simples, selon leur définition biochimique, sont des composés ternaires formés de C, H, O et sont insolubles dans l'eau. Ils sont en revanche solubles dans des solvants comme l'éther, le benzène, le chloroforme. Dans l'organisme, ces lipides, pour pouvoir circuler dans le sang, sont liés à des transporteurs et forment des lipoprotéines (Chevalier, 2003).

Ils forment les composés plus variés et contractent des alliances avec d'autres éléments : Phosphore (phospholipides), Soufre, Azote (lécithine, Spingomyélines), sucre (cérebrosides). Le groupe des lipides est très hétérogènes et rassemble diverses substances hydrophobes. Leur transport plasmatique se fait sous forme de lipoprotéines. Les principaux lipides alimentaires sont les triglycérides comportant un glycérol et trois acides gras (Apfelbaum et *al.* 2004).

### **1.2.3. Les vitamines**

Une vitamine est une substance organique indispensable en très petites quantités à la vie, et que l'homme, ne pouvant pas synthétiser, doit trouver dans ses aliments. Il existe treize vitamines. Quatre d'entre elles, les vitamines (A.D.E et K), sont solubles dans les graisses (liposolubles), les autres sont solubles dans l'eau (hydrosolubles). L'absence totale et prolongée de chacune de ces vitamines provoque une maladie de carence caractéristique qui conduit, en l'absence de correction, à la mort (Dukan, 2011).

### **1.2.4. L'acide citrique**

L'acide citrique est nécessaire pour la réduction des substances oxydées par exemple du fer ferrique en fer ferreux qui est la forme soluble et absorbable (Harold et *al.*; 1969).

### **1.2.5. Les minéraux**

Les minéraux sont des nutriments inorganiques simples, ils sont actuellement requis en très petites quantités, allant de moins de 1mg à environ 2500mg par jour. Les besoins en minéraux, comme les besoins en vitamines, varient d'une espèce animale à l'autre. Les

humains et d'autres vertébrés requièrent des quantités relativement importantes de calcium et de phosphore pour la formation et l'entretien des os (Campbell *et al.*, 2004).

### **1) Le calcium**

Les principales fonctions de calcium sont : formation des os, l'excitabilité neuromusculaire, la coagulation sanguine, les fonctions musculaires et nerveuses (Chevallier, 2003 ; Campbell *et al.*, 2004). Sa carence entraîne le retard de croissance, la perte de masse osseuse, la tétanie musculaire (Campbell *et al.*, 2004).

### **2) Le phosphore.**

Le phosphore est, avec le calcium, l'élément minéral le mieux représenté dans l'organisme dans l'organisme. 80% du phosphore est associé au calcium pour former la trame de l'os et des dents. Le reste est dans le sang et les tissus mous. Le phosphore joue un rôle métabolique important dans la production de d'énergie libérée par les sucres et les acides aminés, et, avec le calcium, assure la rigidité du squelette (Dukan, 2011).

Il intervient dans l'équilibre acido-basique et la synthèse des nucléotides. Sa carence entraîne la faiblesse, la déminéralisation des os et la perte de calcium (Campbell *et al.*, 2004).

### **3) Le magnésium**

Le magnésium participe à de nombreuses réactions métaboliques :

- Transfert de phosphate (réactions énergétiques) ;
- Synthèse des protéines ;
- Transmission de l'influx nerveux et contractions musculaires.

Il a aussi un rôle activateur sur certains enzymes (phosphatases, phosphokinases). Il participe au maintien de l'intégrité cellulaire (Apfelbaum *et al.*, 2004 ; Pamplona, 2009).

Sa carence entraîne des troubles neuromusculaires (Campbell & Reece, 2004) et se manifeste aussi d'après Pamplona (2011) par des symptômes très divers : fatigue générale et sensation de fatigue, crampes musculaires, contractures, tremblements des paupières ou d'autres muscles (phénomène connu sous le nom de fibrillations musculaires).

### **4. Le fer**

C'est un constituant de l'hémoglobine et de transporteurs dans le métabolisme énergétique. C'est aussi un cofacteur enzymatique. Sa carence entraîne l'anémie ferriprive, la faiblesse, l'affaiblissement du système immunitaire et des troubles de la thermo régulation (Campbell *et al.*, 2004).

### **1.2.7. Les substances toxiques et indésirables**

En dehors des nutriments, les aliments peuvent contenir des substances naturellement toxiques, indésirables ou anti nutritionnelles. Parmi ces substances on peut citer, en titre indicatif :

#### **1. Les nitrates**

Les nitrates sont irritants et hygroscopiques. Ils produisent la congestion et l'hémorragie au niveau de muqueuses intestinales et de l'appareil urinaire. Ils sont excrétés par les urines (Etobo, 2012).

#### **2. Les oxalates**

L'acide oxalique et les oxalates, en solution concentrée, entraînent après absorption de l'acidose non gazeuse. Ils se combinent au Calcium du sang pour former l'oxalate de calcium insoluble, non ionisé et physiologiquement inactif. L'hypocalcémie ainsi produite est génératrice des troubles urinaires (Kayisu, 2005).

#### **3. Les nitrites**

Les nitrites sont les sels d'acide nitreux. La présence de nitrites dans le sang empêche l'hémoglobine de fixer convenablement l'oxygène. C'est la maladie bleue de nourrissons, plus souvent appelé cyanose, le fer est ferrique (méthémoglobine). C'est la raison pour laquelle la teneur en nitrite potable est réglementée et, indirectement celle des nitrates en raison de leur capacité à se transformer en nitrite. Ils transforment l'hémoglobine en méthémoglobine provoquant la vasodilatation. Les nitrates, à forte dose, sont considérés comme des poisons et, selon les auteurs, comme ayant des actions tératogènes et /ou cancérigènes.

#### **4. Les cyanures**

Les cyanures inhibent la respiration cellulaire à cause de sa combinaison avec les enzymes respiratoires importantes au niveau de cytochromes. Le mécanisme d'action est le même par inhibition en tant que gaz ou ingérée sous formes d'acide cyanhydrique ou en tant que sel de potassium ou sodium ou encore une combinaison de deux. Les doses létales pour l'acide cyanhydrique sont de 1 à 14mg/kg pour le cyanure de potassium chez l'homme (Tchatchambe, 2009)

### **1.2.8 Les principaux groupes phytochimiques**

#### **1. Alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont des substances organiques azotées d'origine végétale, à caractère alcalin et présentant une structure complexe. Ils sont généralement extraits des plantes (Mpiana, 2014).

## **2. Flavonoïdes**

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. On attribue à ces flavonoïdes des propriétés variées : veinotonique, anti tumorale, anti-radicalaire, anti-inflammatoire, analgésique, antiallergique, antispasmodique, antibactérienne, hépato protectrice, oestrogénique et/ou anti-oestrogénique, antivirale etc. Ils sont également connus pour moduler l'activité de plusieurs enzymes ou de récepteurs cellulaires (Ouassila, 2010)

## **3. Saponine**

Doués de propriétés tensioactives, les saponines font mousser leurs solutions et servent de détergent. Elles provoquent aussi la lyse (dissolution de cellules ou des tissus sous l'influence d'agents chimiques, physiques ou biologiques) des globules rouges (Etobo, 2012).

## **4. Stérols et terpènes**

Stérols et terpènes forment une classe large et diverse de composés organiques que l'on rencontre dans la nature et constituent le plus large groupe des produits naturels.



## CHAPITRE DEUXIEME: MATERIEL ET METHODES

### 2.1. MATERIEL

#### 2.1.1 Matériel végétal

Les tubercules de *colocasia esculenta* (Maole) et *Xanthosoma sagittifolium* (Manyango) ainsi que les fruits de *Solanum aethiopicum*(Nyanya) ont servi comme matériel végétal à nos différentes analyses. Ces échantillons ont été récoltés dans la ville de Kisangani et ses environs.

Des échantillons frais de ces plantes ont été utilisés pour le dosage de l'humidité, la détermination des acides ascorbique et citrique, et de certaines vitamines (A, B1, B2 et B6). Pour ce qui concerne les protéines brutes, les cendres brutes, les fibres brutes, les sucres totaux, les lipides, les minéraux, les substances toxiques et les groupes phytochimiques, ils ont été analysés à partir des tubercules et des fruits de ces espèces après les avoir séché à la température de laboratoire, puis réduits en poudre fine. Ces analyses ont été effectuées en cinq répétitions et avant cuisson.

#### 2.1.2 Milieu d'étude

La ville de Kisangani est située dans la partie Nord-est de la cuvette congolaise à 0° 31' N et 25° 11' E à une attitude moyenne de 396 m. Elle est le chef-lieu de la Province de la Tshopo. Elle s'étend sur une superficie de 1.910 Km<sup>2</sup>. Son relief est caractérisé par des plateaux unis par des faibles pentes et terrasses. La situation de la ville de Kisangani près de l'équateur lui confère un climat équatorial chaud et humide. La température moyenne annuelle se situe autour de 25°C et la pluviosité moyenne atteint 1800 mm. L'Humidité relative varie de 80 à 90% et l'insolation est environ 45%.

Le climat chaud humide dans la Province de la Tshopo est classé comme Af dans la typologie de Koppen.

La précipitation annuelle est de 1800mm et est bien répartie sur toute l'année. Une petite période sèche s'étend entre Janvier-Février et Juin –Juillet, et une période plus pluvieuse se situe de septembre à Novembre et Mars à Avril. La température moyenne de 23,5°C montre une très petite variation intra-annuelle.

### 2.1.3 Cartographie de la ville de Kisangani



Fig.1. Imagery ©2014/astrium,spotimage, digitalglobe, landsat,map data©2014google.

### 2.1.4 Description des plantes analysées

**A. *Colocasia esculenta* (L.) SCHOTT – [syn. *C. antiquorum* SCHOTT]**

Nom vernaculaire : Maole



Fig. 2. *Colocasia esculenta*

Le taro est un tubercule tropical consommé comme légume, aussi appelé colocase, songe, eddo ou chou de Chine. Cette plante vivace est très décorative : de taille imposante, elle a des feuilles vert glauque de 50 à 60 cm de long qui sont portées par un long pétiole charnu d'un mètre. Elles sont très échancrées à la base, glabre et légèrement luisante. Un spadice apparaît au cœur d'une spathe verte mesurant 15 à 30 cm de long.

**Les tubercules se consomment uniquement cuits:** très riche en amidon, le taro se mange comme des pommes de terre en accompagnement. Lorsque les feuilles sont encore roulées, donc jeunes, elles peuvent se consommer comme d'autres légumes tels que les épinards.

Tubercules et feuilles contiennent aussi de l'oxalate de calcium, irritant pour les intestins : mieux vaut jeter la première eau de cuisson pour s'en débarrasser.

- Famille : Aracées
- Type : tubercule vivace
- Origine : Inde, Birmanie, Malaisie
- Couleur : spathe verte
- Semis : non
- Bouture : non
- Plantation : printemps
- Récolte : novembre-décembre
- Hauteur : 1,5 m

#### **Sol et exposition idéals pour planter le taro au jardin**

S'agissant d'une plante tropicale, elle a besoin d'un sol humifère, humide, profond idéalement à proximité d'une source d'eau et exposé à l'ombre.

#### **B. *Solanum aethiopicum* L.**



Fig. 3. *Solanum aethiopicum*

L'Aubergine africaine (*Solanum aethiopicum*), également appelée "Aubergine écarlate", "Aubergine éthiopienne" ou encore "Gijo" est une plante de la famille des Solanacées, proche de l'aubergine mais rare en culture. Son fruit comestible peut être consommé à un stade avancé de maturation. Toutefois, la maturation apporte une saveur amère peu agréable, faisant que le fruit est surtout consommé vert.

Les fruits de l'aubergine africaine, très consommée en Afrique occidentale et notamment en Côte d'Ivoire, mesurent 5 centimètres de diamètre et pèsent 70 à 80 grammes. Ils peuvent être

utilisés dans des plats de viandes par exemple. Les feuilles cuites de *Solanum aethiopicum* sont aussi consommées comme légume-feuilles. En Asie, elle est utilisée comme plante ornementale.

De culture facile, l'Aubergine africaine peut produire des fruits environ 100 jours après la plantation. Semis de printemps à une température de 20-25°C dans un substrat fin et riche. Repiquer les jeunes plants en pleine terre lorsque les risques de gelées sont écartés. La germination intervient généralement entre 2 et 4 semaines.

**Caractéristiques :**

- Période de semis : Printemps
- Germination : 2-4 semaines
- Période de récolte : Eté
- Famille : Solanacées
- Hauteur : 120-150 cm
- Fruits : Comestibles
- Exposition : Ensoleillée
- Type de sol : Riche

**C. *Xanthosoma sagittifolium***



Fig.4. *Xanthosoma sagittifolium*

*Xanthosoma sagittifolium* SCHOTT – [syn. *X. mafaffa* SCHOTT] appartient à la famille d' *araceae*.

- Herbe vivace, à rhizome et tubercules alimentaires (taro) d'après Lejoly *et al* (2010).

## 2.2 METHODES D'ANALYSE

### 2.2.1. Analyses quantitatives

#### 2.2.1.1. Détermination de l'humidité

La détermination de la teneur en eau a été effectuée après un séchage à l'étuve des échantillons traités, à la température de 105 °C pendant 24h, jusqu'à un poids constant. La différence du poids frais et du poids sec déterminé avec une balance analytique a permis de déterminer l'humidité. (Fouassin & Noirfalise, 1981).

Le mode opératoire mis en œuvre est le suivant :

On pèse l'échantillon à l'état frais (P1) posé sur un cylindre en aluminium pesant (P0). Après séchage à l'étuve à 105 °C pendant 24h, le cylindre contenant l'échantillon est porté pour être refroidi dans le dessiccateur avant d'être pesé (P3) puis on déduit le poids de l'échantillon sec (P2). La différence de ces deux poids (P1 – P2) nous permet de déduire la teneur en eau.

#### ➤ Mode de calcul

La teneur en eau en %, ou % d'humidité, est déterminée par la relation suivante :

L'humidité est donnée par la formule suivante :

$$\% \text{Humidité} = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

Où: P1 = poids de l'échantillon frais, en g ;

P2 = le poids (g) de l'échantillon sec équivalent à P3 – P0 ;

P3 = le poids (g) du cylindre contenant l'échantillon sec et

P0 = le poids (g) du cylindre vide

MS = matière sèche = 100 - %H

#### 2.2.1.2. Détermination des cendres brutes (Groegaert, 1958)

##### a. Principe

Les cendres brutes sont obtenues suite à la calcination à très haute température, au moyen du four à moufle à 550°C du matériel végétal préalablement séché à l'étuve à 105°C. L'échantillon de poids connu est mis au four à moufle jusqu'à sa réduction complète en cendres.

### **b. Mode opératoire**

Prendre 2gr de poudre préalablement séchée à l'étuve à 105<sup>0</sup>C, mettre dans un creuset, peser à la balance et tarer puis l'introduire dans le four à moufle. Chauffer pendant environ 4h à 550<sup>0</sup>C, laisser refroidir dans l'étuve à 105<sup>0</sup>C puis peser.

### **c. Calcul**

La teneur en cendre brute est évaluée selon l'expression ci-après:

$\%CB = P2/P1 \times 100$  ou  $P1 =$  poids de l'échantillon avant calcination

$P2 =$  Poids de l'échantillon après calcination,

$\%CB =$  pourcentage de cendres brutes dans 100g de la matière sèche.

### **2.2.1.3. Détermination de l'équivalent d'acide citrique (Mvunzu et al., 1981)**

#### **a. Principe**

L'équivalent d'acide citrique ou acidité titrable a été déterminé par la neutralisation de l'extrait aqueux de l'échantillon au moyen de NaOH 0,1N en présence de Phénolphaléine 1%.

#### **b. Réactif**

Les réactifs utilisés ont été :

-Solution de NaOH 0,1N

-Phénophtaléine 1%

#### **c. Mode opératoire**

Les opérations suivantes ont été effectuées :

- Broyer 5g de matière fraîche dans un mortier ;
- Ajouter 50ml d'eau distillée et laisser reposer pendant 10 min ;
- Filtrer et prélever 10ml du filtrat auxquels est ajouté une goutte de phénophtaléine 1% ;
- Titrer avec le NaOH 0,1N jusqu'au virage au rose.

L'équivalent d'acide citrique est déterminé par l'équation suivante :

$$A : \frac{V_{NaOH} \times N \times V_1 \times 0,064}{P \times V_2} \times 100$$

Où A = % équivalent acide citrique dans la matière fraîche

$V_{NaOH}$  = Nombre de ml de NaOH utilisé pour titrer ;

N = Normalité de NaOH (0,1N) ;

$V_1$  = Volume total du filtrat en ml ;

$V_2$  = Volume de l'extrait titré en ml ;

0,064 = Poids d'un milliéquivalent d'acide citrique

P = Poids de l'échantillon broyé (g)

#### **2.2.1.4. Dosage de lipides (Pearson, 1981)**

##### **a. Principe**

La méthode universelle pour déterminer les teneurs en matière grasse dans les aliments est la méthode de Weibull. Dans cette méthode, l'échantillon pesé est chauffé par un bain de vapeur avec HCl dilué, puis bouilli sur une flamme. La solution de l'échantillon est filtrée à travers un filtre et ensuite séchée au four et placée directement dans un appareil de Soxhlet et extrait à l'éther de pétrole. Après cette extraction à froid discontinu, le solvant est évaporé, le résidu gras est pesé

##### ➤ **Remarque**

Dans le filtre humide, les pores sont remplis d'eau. Pour cette raison, les graisses restent sur le filtre. De même, lors de rinçage avec de l'eau chaude, la graisse ne peut pas se glisser à travers le filtre non plus.

##### **b. Réactif**

➤ HCl 25%

➤ L'eau chaude

➤ Ether de pétrole

##### ➤ **Appareillage et matériels**

➤ Ballon à fond plat (250ml) avec verre mixte plus bûcher de 250ml

➤ Epruvette graduée de 50ml et de verre de montre

➤ Pierres ponces, papier filtre et papier indicateur de pH

➤ Extracteur de Soxhlet

➤ Balance analytique.

##### ➤ **Remarque**

Pour les aliments avec graisses libres, il est recommandé d'extraire les lipides sans étape d'isolement.

##### ➤ **Extraction de lipide proprement dite**

Mettre la douille dans l'extracteur et fermer avec de l'ouate. Siphonner pendant 4h avec 300 ml d'éther de pétrole dans un récipient sec et taré qui contient quelques pierres de ponce. Laisser évaporer le solvant dans le rotavapeur à 45°C. Sécher dans l'étuve à 105°C jusqu'au poids constant, refroidir et peser.

### c. Calcul

La teneur en matière grasse brute est déterminée par la formule ci-après:

$$\% \text{ de Lipides} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

$m_2 - m_1$ : = poids des lipides en gramme

$m_1$ : = poids du flacon vide en gramme

$m_2$ : = poids du flacon contenant la matière grasse en gramme

$m$ : = poids de l'échantillon soumis à l'extraction.

#### 2.2.1.5. Dosage des protéines brutes

Dosage de l'azote total selon Kjeldahl (Groegaert, 1958)

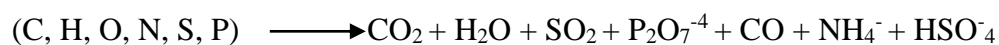
##### a. Principe

La méthode de Kjeldahl se réalise en 3 étapes essentielles qui sont: la minéralisation ou digestion, l'alcanisation puis la distillation et le titrage, permet de doser l'azote contenu dans les groupements amines, amides. On obtiendra l'azote total.

##### ➤ Minéralisation ou digestion

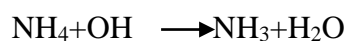
On attaque la matière organique par l'acide sulfurique concentrée à chaud en présence du catalyseur mixte.

Au cours de cette attaque, il se passe la réaction suivante:



Alcalinisation et distillation

Un excès de base neutralise l'acide sulfurique et libère l'ammoniac suivant la réaction:

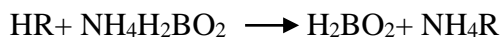


L'ammoniac libère est distille par entrainement à la vapeur puis recueilli quantitativement dans un récipient contenant une solution d'acide borique et l'indicateur mixte. Il se forme alors le borate d'ammoniaque selon la réaction:  $NH_4OH + H_3BO_3 \longrightarrow NH_4H_2BO_3 + H_2O$

Titration



On détermine la quantité d'ammoniac par titrage avec l'acide sulfurique 0,01N. L'indicateur mixte de TASHIRO est utilisé pour repérer le point équivalent. L'équation de la réaction est:



### b. Réaction

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01N,

- NaOH (40%),
- Catalyseur mixte: mélange de 80 kg de K<sub>2</sub>SO<sub>2</sub> 20 g de C<sub>4</sub>SO<sub>4</sub> et 2g de sélénium sont dans les proportions 40:1
- Indicateur mixte de Tashiro: mélange en volume égal de vert de bromocresol (0,33%) et de rouge de méthyle (0,66%) dans l'alcool éthylique à 25%.

### c. Mode opératoire

- **Minéralisation**
- On met 200mg de poudre séché dans un ballon de Kjeldahl de 250 ml en évitant de la déposée sur le col. On ajoute 5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré et on laisse macérer pendant 30 minutes.
- Ajouter ensuite 200mg de catalyseur mixte, chauffer d'abord doucement pendant quelques minutes puis porter à l'ébullition jusqu'à la coloration de la solution en brun verdâtre, on retire le ballon et on laisse refroidir le mélange en vue de diluer à 50ml avec l'eau distillée.
- **Alcalinisation et distillation**
- Dans un Erlenmeyer de 250 ml, on place 10ml de la solution de H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub> et 0,5ml de l'indicateur mixte. On veille ace que le bout inferieur de réfrigérateur plonge dans la solution de l'acide borique. On introduit successivement dans l'appareil à distiller 10ml de minéralisation et 10ml de NAOH 40% en rinçant chaque fois l'entonnoir à l'aide de l'eau distillée,
- Distiller par entrainement à la vapeur pendant 5minutes. La présence de l'ammoniac s'implique par le changement de coloration de la solution d'acide borique au vert des la première goutte du distillat;
- Couper l'arrivée de la vapeur et retirer le béccher contenant le distillat ainsi que le tube contenant le résidu.
- **Le titrage**

Le distillat est titre avec une solution de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01N. La fin de titrage est marquée par l'apparition d'une teinte rose.

#### **d. Calcul**

La teneur de l'azote est donnée par la formule suivante:  $\%N = \frac{\text{meqN} \cdot \text{Ne} \cdot V1 \cdot V2}{P \cdot V2} \times 100$

Ou: méqN: milliéquivalent d'azote(0,014)

N1: normalité du titrant (0,001N),

V2: Volume du minéralisât pour la distillation (10ml)

P: Poids de l'échantillon sec (0,2g).

#### ➤ **Détermination des protéines brutes**

La teneur en protéines brutes de l'échantillon est donnée par l'expression ci-après:

$\%PB = \%N \cdot 6,25$  ou  $\%N =$  teneur en azote total de l'échantillon

6,25=facteur de conversion de la teneur d'azotes en protéines.

#### **2.2.1.6. Détermination des sucres totaux (Dubois et al ,1956)**

##### **a. Réactifs.**

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, concentré
- Ethanol 70%
- Sulfate de Zinc
- Phénol aqueux 5%

##### **b. Mode opératoire**

- Prélever 0,5g de poudre de l'échantillon ;
- Ajouter 10ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,5N ;
- Mélanger les deux et laisser à la température d'ébullition (100°C) au bain marie pendant 15 minutes ;
- Laisser refroidir à la température ambiante et ajouter ensuite 10ml d'éthanol à 70% et 0,5ml de sulfate de Zinc (2g/100ml et 0,5 ml de K<sub>4</sub> [Fe(N)<sub>6</sub>] (10,6g/100ml).
- La suspension est filtrée dans une fiole de 50 ml est amené au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- Puis laisser la préparation au repos pendant 10 minutes.

<b>Réactif</b>	<b>Blanc</b>	<b>Echantillon</b>
Minéralisant	-	0,5ml
Eau distillée	2ml	1,5ml
Phénol aqueux	1ml	1ml
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> concentré	5ml	5ml
Ethanol 70%	0,5ml	0,5ml

NB : attendre 10 minutes et lire à 490mm.

**c. Calcul**

$$Q = \frac{DO}{0,0072}$$

DO= Densité optique

**2.2.1.7. Détermination des fibres brutes**

**a. Principe**

Le principe de la détermination de la teneur en fibres repose sur la solubilisation des polyholosides non cellulosiques des protéines, des lipides, et des acides nucléiques par un mélange d'acide nitrique.

Le résidu est constitué essentiellement de cellulose et de lignocellulosique ainsi que de faibles quantités minérales d'acide formique (Fouassin et Noirfalise, 1981)

**b. Réactifs**

-Acide acétique 80 % : CH<sub>3</sub>COOH

-Acide nitrique concentré

-Ethanol : CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH

**c. Mode opératoire**

- ❖ A l'aide de cartouches qu'ont servis à l'analyse de lipide, on récupère la poudre à l'intérieur de cartouches, on pèse la dite poudre, on met dans un erlenmeyer puis on ajoute 200ml d H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> à 1,25%,
- ❖ Bouillir pendant 30 minutes et laisser refroidir puis filtrer avec du papier filtre puis laver 3 fois ces résidus dans le papier filtré avec 50 ml de l'eau chaude.
- ❖ Les résidus sont retournés dans erlenmeyer tout en ajoutant 200 ml de NaOH à 1,25%, chauffer le mélange pendant 30 minutes ;
- ❖ Laisser refroidir et filtrer de nouveau et laver 3 fois toujours avec l'eau chaude 50ml.
- ❖ Enfin mettre 25ml d'éthanol ;

- ❖ Chauffer à nouveau à 130°C dans l'étuve jusqu'au poids constant ;
- ❖ Prendre les creusets mettre au four pendant une heure et laisser refroidir dans le dessiccateur, puis peser les creusets vides, puis mettre les échantillons dans les creusets. Laisser refroidir et peser.

**d. Calcul :**

$$\% \text{ Fibres brutes} = \frac{P_2}{P_1} \times 100 \text{ où}$$

Po= poids du papier filtre

p1= poids de l'échantillon

p2= poids du papier filtre avec fibres.

P2=P 3-Po poids

**2.2.1.8. Vitamines A ET  $\beta$ -Carotènes (Welcher, 1963)**

**a. Principe**

La réaction de la vitamine A avec le trichlorure d'antimoine donne une coloration bleue qu'on peut lire à 620 nm. La vitamine A et le carotène sont extraits par l'éther de pétrole. La densité optique de carotène est lue à 490nm.

Extraction et dosage de caroténoïde

Dans un tube à centrifuge,

- Mettre 5g de l'échantillon
- Ajouter 5ml d'éthanol (95%) puis agiter.
- Ajouter 12ml d'éther de pétrole, agiter 10min, centrifuger puis prendre la phase éther c'est à dire 10ml du liquide surnageant et lire à 490nm contre l'éther de pétrole.

**Standard:** 0,2% K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> donne la même coloration de carotène de 1,12mg par ml soit 1,12g/l.

➤ **Dosage de la vitamine A**

Evaporer la phase éther à 45<sup>0</sup>c, le résidu est dissout dans 1ml de chloroforme et 5 ml du réactif de trichlorure d'antimoine sont ajoutés rapidement. La lecture se fait à 620nm contre le chloroforme.

N.B: 88 µg de carotène correspondent 88,1 unités de vitamine A.

**Calcul**

La concentration de vitamine A est donnée par la formule suivante:

$$C_{inc} = C_{St} \frac{DO_{inc}}{DO_{St}} fd$$

Avec comme:

Cinc= concentration de l'inconnu

Cst:=concentration du standard

DOInc= Densité optique de l'inconnu

DOST:=Densité optique du standard

Fd=facteur de dilution

### 2.2.1.9. Vitamine B1 ou Thiamine (Welcher, 1963)

#### a. Principe

L'oxydation de la vitamine B1 sous forme de thiochrome que l'on extrait par isobutanol. Un témoin est préparé de façon analogue mais sans oxydation préalable. La différence de fluorescence convenablement filtrée correspond à l'effet du thiochrome (méthode de Wang et Harris).

#### b. Réactifs

0. Tampon acétate 0,2M, pH=4
  - a. 0,2N HAC 1,15ml/100mlH<sub>2</sub>O
  - b. 0,2 NaAC 2,72g/1 100mlH<sub>2</sub>O. Mélanger 82ml de a et 18ml de b.
1. Standard 200mg/ml dans 2 parties égales d'eau distillée et tampon acétate.

Tableau 1 : Mode opératoire de dosage de thiamine.

REACTIFS	TUBE		
	a. INCONNU (1ml)	b. STANDARD (1ml)	c. BLANC H <sub>2</sub> O+tampon (1:1) 1ml
Methanol	1ml	1ml	1ml
NaOH 30%	0,5ml	0,5ml	0,5ml
Ferricyanure de K (2%)	3 gouttes	3 gouttes	3gouttes
Eau distillée	1ml	1ml	1ml
Alcool isoamylique	10ml	10ml	10ml

On agite et on centrifuge à 2000 tours par minute. On prélève la phase aqueuse et on lit à 570 nm.

**c. Calcul**

La concentration en thiamine est donnée par l'expression suivante :

$$C_{inc} = C_{st} \frac{DO_{inc}}{DO_{st}} fd$$

Avec comme:

C<sub>inc</sub>= concentration de l'inconnu

C<sub>st</sub>:=concentration du standard

DO<sub>inc</sub>= Densité optique de l'inconnu

DO<sub>st</sub>:=Densité optique du standard

F<sub>d</sub>=facteur de dilution

**2.2.1.10. Dosage de vitamine B<sub>2</sub> ou riboflavine (WELCHER, 1963).**

**a. Principe**

Oxydation de riboflavine par KMnO<sub>4</sub> en présence de l'eau oxygénée

**b. Réactifs**

- KMnO<sub>4</sub>
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- HAC.2N
- Standard : riboflavine: 10mg/100ml de HAC 0,02N.

**c. Mode opératoire**

Tableau 2 : Mode opératoire de dosage de riboflavine.

REACTIFS	TUBE		
	a. INCONNU (1ml)	b. STANDARD (1ml)	c. BLANC (1ml d'eau distillée)
H <sub>2</sub> O	1ml	1ml	1ml
KMnO <sub>4</sub>	0,5ml	0,5ml	0,5ml
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	4 gouttes	4 gouttes	4 gouttes

La lecture de la densité sera faite à 620 nm.

**Calcul**

La concentration en riboflavine est donnée par l'expression  $C_{inc} = C_{st} \frac{DO_{inc}}{DO_{st}} fd$

Avec comme:

C<sub>inc</sub>= concentration de l'inconnu

Cst:=concentration du standard

DOInc= Densité optique de l'inconnu

DOST:=Densité optique du standard

Fd=facteur de dilution.

**2.2.1.11. Dosage de vitamine B6 ou pyridoxine (Welcher, 1963).**

**a. Principe**

On extrait la vitamine B6 avec le méthanol dans le milieu acide (HCl 0,1N). Après l'oxydation, on détermine la fluorescence due au ferrocyanure nécessaire suffisante pour l'oxydation. La lecture de la densité optique se fait à 550nm

Réactifs

- Standard de pyridoxine est de 10mg/ml=10mg/l 0,1N HCl
- L'échantillon: extraire la vitamine avec 0,1N HCl.

**b. Mode opératoire**

REACTIFS	TUBE		
	a. INCONNU (1ml)	b. STANDARD (1ml)	c. BLANC 1ml HCl 0,1N
Méthanol	1ml	1ml	1ml
NaOH 30%	0,5ml	0,5ml	0,5ml
Ferricyanure de K 2%	4 gouttes	4 gouttes	4 gouttes
Eau distillée	4 ml	4 ml	4 ml

On lit à 550m dans l'intervalle de 5min la teneur de la densité optique.

Calcul

$$C_i = C_{St} \frac{DO_{Inc}}{DO_{St}} fd \quad \text{ou} \quad C_{Inc} = \text{concentration de l'inconnu}$$

Cst: concentration du standard

DOInc: Densité optique de l'inconnu

DOST: Densité optique du standard

Fd: facteur de dilution.

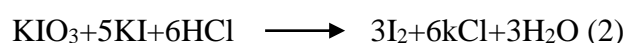
### 2.2.1.12. Dosage d'acide ascorbique (vitamine C)

Le dosage de la vitamine C a été fait par la méthode de l'oxydation à l'iode telle que décrite par FABERT(1964). L'extraction de vitamine a été obtenue après broyage en milieu (HCl 2%).

#### a. Principe

La méthode de dosage de l'acide ascorbique est basée sur son pouvoir réducteur vis à vis de quelques réactifs. La réaction d'oxydation de l'acide ascorbique avec iode donne de bons résultats. Cette réaction est: Acide L-ascorbique+I<sub>2</sub> → l'acide L-des hydro-ascorbique+2HI (1)

L'iode nécessaire pour cette réaction provient de la réaction entre l'iode et l'iodure en milieu acide.



La solution contenant de l'acide ascorbique est additionnée de KI et de l'amidon. Le KIO<sub>3</sub> qui y tombe au titrage réagit avec KI (réaction) et l'iode produit l'oxyde la vitamine (réaction 2). Lorsque toute la vitamine C est oxydée, l'iode produit développe en présence de l'amidon une coloration bleue.

Réactifs

HCl 2% (54,3 conc/litre)

KIO<sub>3</sub> 0,001N (0,0428 g/litre)

KI 1% (1g/100ml d'H<sub>2</sub>O)

Solution d'amidon 0,5%

#### c. Mode opératoire

##### ➤ Extraction de la vitamine C

Peser 10gr de matière fraîche que l'on broie dans un mortier, ajouter 50ml de HCl 2% et laisser reposer pendant 10minutes, transvaser quantitativement l'extrait obtenu dans un ballon jaugé de 100ml et porter au trait de jauge avec le HCl 2%, agiter puis filtrer immédiatement l'extrait vitaminique obtenu.

##### ➤ Titrage de l'extrait obtenu

Prélever 1ml de l'extrait et ajouter à 3ml d'eau distillée contenue dans un Erlenmeyer. Ajouter 0,5 ml de KI 1% et 2ml de la solution d'amidon 0,5%. Titrer immédiatement avec une solution fraîche de KIO<sub>3</sub> 0,001N à l'aide d'une micro burette jusqu'à ce que la solution vire



au bleu persistant à l'agitation. Effectuer dans les mêmes conditions une épreuve témoin en utilisant 1ml de HCl 2% à la place de l'extrait vitaminique.

### Calcul

La teneur en acide ascorbique est donnée par l'expression suivante:  $r = \frac{(v_e - v_b) \times N \times 88 \times v_t}{\rho \times v} \times 100$

Avec  $r$  = mg d'acide ascorbique dans 100g de matière fraîche

$V_e$  = ml de  $KIO_3$  utilise pour titrer l'extrait

$V_b$ : = ml de  $KIO_3$  utilise pour le blanc (témoin)

$N$ : = normalité de  $KIO_3$  (0,001N)

88: = Poids de milliéquivalent d'acide ascorbique

$P$  = poids de la matière fraîche broyée (gr)

$V$  = volume de l'extrait titre.

### 2.2.1.13. Détermination des éléments minéraux

#### La Minéralisation (Ranst, 1999).

##### a. Principe

Ce principe consiste à faire la destruction des composés organiques par calcination à haute température (550°C) suivi de la solubilisation de la cendre brute dans un acide minéral .

##### b. Mode opératoire

- Peser 1 gr d'échantillon préalablement séché à l'étuve à 105°C pendant 24h est calciné au four à moufle pendant 4 heures pour avoir des cendres ;
- Laisser refroidir dans un dessiccateur,
- Ajouter 5 ml de  $HNO_3$  6M ;
- Chauffer lentement sur une plaque chauffante jusqu'à ce qu'il reste 1ml ;
- Ajouter 5 ml de  $HNO_3$  3M et chauffer pendant quelques minutes : (courte durée) filtrer la solution à chaud ;
- Nettoyer plusieurs fois les résidus se trouvant dans le creuset avec le  $HNO_3$  1%
- Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge (50ml)
- La solution obtenue est appelée minéralisant qui servira pour le dosage des éléments minéraux notamment le calcium ,le magnésium , le fer et le phosphore etc..

#### 2.2.1.14. Dosage du calcium (Charlot, 1966)

##### a. Principe

Le dosage de calcium a été effectuée par la méthode complexiométrique à l'EDTA. Le sel bi sodique de l'acide éthylène diamine tetracétique (EDTA) forme des complexes avec les métaux bis et trivalents. Il donne avec l'ion  $\text{Ca}^{2+}$  un complexe très stable en milieu alcalin. Le titrage se fait en présence d'un indicateur, le cation qui fait virer la solution du rouge violet en bleu à la fin du titrage. Comme la plupart de ces cations sont aussi complexés dans la même condition, il est nécessaire de les éliminer du milieu réactionnel par triéthanolamine.

##### b. Réactifs

- KCN 1% (1g/100ml) ou pyridine
- Chlorhydrate de triéthanolamine (133ml de triéthanolamine+86,4ml de HCl concentré, ramener à 1l avec l'eau distillée)
- NaOH 2N (80g/l)
- EDTA 0,02N (3,72g/l)
- Calcon 0,4% (0,2 g de calcon dans 500ml de méthanol)

##### c. Mode opératoire

- Prélever exactement 1ml de minéralisât
- Introduire l'aliquote dans un Erlenmeyer de 25ml, puis ajouter 2ml d'eau distillée
- Ajouter successivement 1ml de KCN, 1ml de chlorhydrate de triéthanolamine
- Ajouter lentement du NaOH 2N pour ajuster le pH à 12 (environ 2ml suffisent), le pH est contrôlé à l'aide d'un papier indicateur universel
- Ajouter 2 gouttes de la solution de calcon (une pincée) et la solution prend la coloration rouge violet
- Titrer avec l'EDTA à 0,02N jusqu'au virage du bleu.

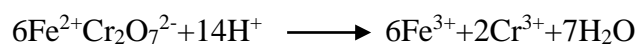
##### d. Calcul

Gramme de calcium dans 100gr de la matière sèche =  $V \cdot N \cdot 20$  ou  $V = \text{nombre de ml de l'EDTA utilisé pour le titrage}$ ,  $N = \text{normalité de l'EDTA (0,02N)}$  et  $20 = \text{facteur de dilution}$ .

#### 2.2.1.15. Dosage de fer (Dessart et al, 1973)

##### a. Principe

Le dosage est basé sur la réaction:



La teneur de titrage est repérée par diphénylamine indicateur interne qui produit une coloration violette dans la solution au point d'équivalence.

#### **b. Réactifs**

- Une solution de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  concentré,  $\text{H}_2\text{O}$  dans les proportions 1:1:5.
- Indicateur de diphénylamine 1% dans  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,01N

#### **c. Mode opératoire**

- Prélever 2ml de minéralisât
- Ajouter 2ml de la solution  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  concentré,  $\text{H}_2\text{O}$  dans les proportions 1:1:5.
- Ensuite ajouter 3 gouttes de l'indicateur diphénylamine 1% et titrer avec  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,01N
- L'apparition de la coloration bleue violette persistante indique la fin du titrage

#### **d. Calcul**

Le % de Fe reste donne par la formule:

% de Fer =  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 * 1,675$  (Onyamboko et Tchachambe, 1988)

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ : volume de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  utilisé pour titrage

1,675 = facteur tenant compte des dilutions

% de Fer = pourcentage de fer.

Le magnésium a été dosé par complexations de la somme de  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$

#### **a. Principe**

Le principe est exactement le même que celui de la détermination de calcium, mais ici, on complexe le magnésium sous forme de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . On travaille en pH inférieur à 12 (pH=10), on maintient le pH en utilisant le tampon ammoniacal.

#### **b. Réactifs**

- EDTA, 0,02N (3,73g/l),
- Tampon ammoniacal  $\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{-PH}_{10}$  (3,5g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + 30ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  25% ramener à 50 ml de solution avec l'eau distillée)
- Indicateur noir d'eriochrome T (0,2g+300g NaCl)
- KCN 1% (1g/100 ml) ou pyridine

### c. Mode opératoire

- Pipeter 10ml de minéralisât
- Introduire dans un Erlenmeyer de 25ml puis porter à 50ml avec l'eau distillée
- Ajouter successivement 2ml de KCN 1%, 10ml de tampon ammoniacal (vérifier le pH et l'ajuster à 10) et une pincée de noir d'eriochrome T. la solution prend une coloration rouge violet
- Titrer lentement avec EDTA 0,02N jusqu'à l'apparition de la coloration bleu franc ou bleu délavé.

### d. Calcul

La teneur en magnésium est donnée par la formule suivante  $M_s = \frac{(V_1 - V_2) \cdot N \cdot Fc \cdot 12,10 - 3,102 \cdot 102}{p \cdot a}$

Gramme de Mg dans 100g de ou  $V_1$  = nombre de ml de l'EDTA pour la somme de Ca+Mg

$V_2$  = Nombre de l'EDTA (0,02N)

Fc = Facteur de correction de l'EDTA (1,064)

12 = équivalent de  $Mg^{2+}$

$10^{-2}$  = facteur de conversion de mg en g

$10^2$  = volume total de la minéralisation extrait

$10^2$  = 100g de matière sèche

P = Poids de l'échantillon pour incinération (1g), a = aliquote (10ml).

## 2.2.2. Analyses qualitatives des groupes phytochimiques

### 2.2.2.1. Test d'oxalate (Feigl et al, 1966)

#### a. Réactifs

-Poudre de diphénylamine

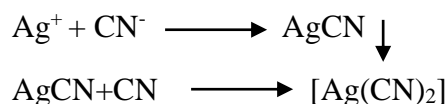
#### b. Procédure

- Prendre un peu de poudre ou fragment de l'échantillon et mettre dans un tube à essai.
- Ajouter la poudre de diphénylamine et mélanger
- Chauffer à la flamme jusqu'à fondre la diphénylamine en présence de l'échantillon. L'apparition de la coloration bleue indique la présence de l'oxalate, si non le test est négatif.

### 2.2.2.2. Test de cyanure (Dessart et al, 1978)

#### a. Principe

Une solution de cyanure traitée par le nitrate d'argent donne un précipité blanc du AgCN à la zone de contact de deux solutions. Le précipité est soluble après agitation de la solution à cause de la formation d'un ion complexe argent-cyanure.



Lorsque la réaction de complexation est terminée, l'addition d'un excès d'ions  $\text{Ag}^+$  donne un précipité blanc de dicyanoargentate d'argent. Le terme du titrage est indiqué par l'apparition d'un trouble dans la solution.

#### b. Mode opératoire

- Mettre un peu de poudre de l'échantillon dans un tube à essai, ajouter progressivement la solution de nitrate d'argent jusqu'à son excès afin d'observer la formation d'un précipité blanc.

### 2.2.2.3. Test de nitrate (Frets et Vinzenze, 1966)

#### a. Principe

Prendre quelque poudre de diphénylamine, mélanger avec l'acide sulfurique concentré. Un petit volume d'eau distillée est ajouté. Lorsque la dissolution est complète, une bonne quantité d'acide sulfurique concentré est ajouté environ 1ml de solution fine du réactif.

#### b. Mode opératoire

- Prendre un peu de poudre qu'on met dans un tube à essai
- Ajouter dans le tube 0,5ml du réactif obtenu dans l'étape ci-haut
- L'apparition de couleur bleue indique la présence du nitrate.

### 2.2.2.4. Test de nitrite (Dessart et al, 1978)

#### a. Principe

Le  $\text{KMnO}_4$  en solution acide est décoloré par le nitrite. Il y a formation d'ion  $\text{Mn}^{2+}$  incolore suivant la réaction:  $5\text{NO}_2 + 2\text{MnO}_4 + 6\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{NO}_3 + 2\text{Mn}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$

#### b. Mode opératoire

- Mettre une solution de  $\text{KMnO}_4$  acidifié dans un tube à essai et ajouter progressivement la solution d'échantillon.
- S'il ya coloration de  $\text{KMnO}_4$  nous avons un test positif dans le cas contraire le test est négatif.

### 2.2.2.5. Détection des alcaloïdes (Mabika, 1983)

#### a. Réactifs

- HCl 1%
- réactif de dragendorff:

a. 1,7 g de nitrate de bismuth+50ml d'eau distillée + 10ml de CH<sub>3</sub>COOH,

b. 10gr de KCl+40ml d'eau distillée,

c. mélanger a et b.

- réactif de Meyer 6,77g de HgCl<sub>2</sub>+25g de KI dissout dans 100ml d'eau distillée
- Acetated'éthyle.

#### a. Mode opératoire

1gr de poudre de l'organe est laissé en macération dans 10 ml d'une solution de HCl 1% pendant 24h. Le macéré est filtré et testé avec quelques gouttes de réactif de dragendorff et de Meyer. Les alcaloïdes forment un précipité rouge avec le réactif de Dragendorff et un précipité blanc avec le réactif de Meyer.

### 2.2.2.6. Détection des flavonoïdes (Weast et Robert, 1970)

#### a. Réactifs

- Ethanol:98%
- Acide chlorhydrique concentré
- Coupeau de magnésium
- Alcool isoamylique

#### b. Mode opératoire

On infuse 5gr de matériel réduit en morceaux dans 45ml d'eau distillée bouillante pendant 30min. Puis, on filtre et de la solution obtenue, on prélève 5ml, on y ajoute 5 ml d'éthanol 95%, 2ml de HCl concentré, 0,5gr de coupeaux de magnésium et 5 gouttes d'alcool isoamylique. L'apparition d'une coloration rose, orange ou rouge violette dans la couche surnageant d'alcool isoamylique indique la présence d'un flavonoïde.

### 2.2.2.7. Détection des tanins (Weast et Robert, 1970)

#### a. Réactifs

Chlorure ferrique%

#### b. Mode opératoire

- Dans 5ml d'infuse obtenu dans le test des flavonoïdes, on ajoute 5 gouttes d'une solution de chlorure ferrique 1%

L'apparition d'un précipité montre que le test est positif dans le cas contraire, il est négatif.

#### **2.2.2.8. Détection des stérols et terpènes (Weast et Robert, 1970)**

##### **a. Réactifs**

- Ether diéthylique
- Anhydride acétique
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 32%

##### **b. Mode opératoire**

- On met 1g de matériel grossièrement broyé en macération pendant 24h dans une fiole contenant 20ml d'éther di éthylique.
- Quelques gouttes de solution en macération sont évaporées sur un verre de montre, le résidu est repris par 2 gouttes d'anhydrique acétique
- L'addition d'une solution d'acide sulfurique 32% donne en présence des composés steroliques ou terpéniques une coloration mauve virant au vert, si non le test est négative.

#### **2.2.2.9. Détection des Saponines (Mabika, 1983)**

- On prépare une décoction de 1g de poudre végétale avec de l'eau distillée laquelle est filtrée. Placer 10ml de filtrat dans un tube à essai, agiter et laisser reposer pendant 10 min. Une mousse persistante après ce temps indique la présence de saponines

#### **2.2.3. Analyses statistiques.**

- Les tests statistiques (ANOVA) ont été réalisés avec le logiciel R version 2.10.0 selon Cornillon *et al* (2008).

#### **2.2.4. Calcul de l'énergie**

Le calcul de l'énergie s'effectue selon la formule suivante proposée par Aberoumand (2009)

$$\text{ENERGIE} = [(\text{sucre} \times 16,7) + (\text{protéine} \times 16,7) + (\text{lipide} \times 37,7)]$$

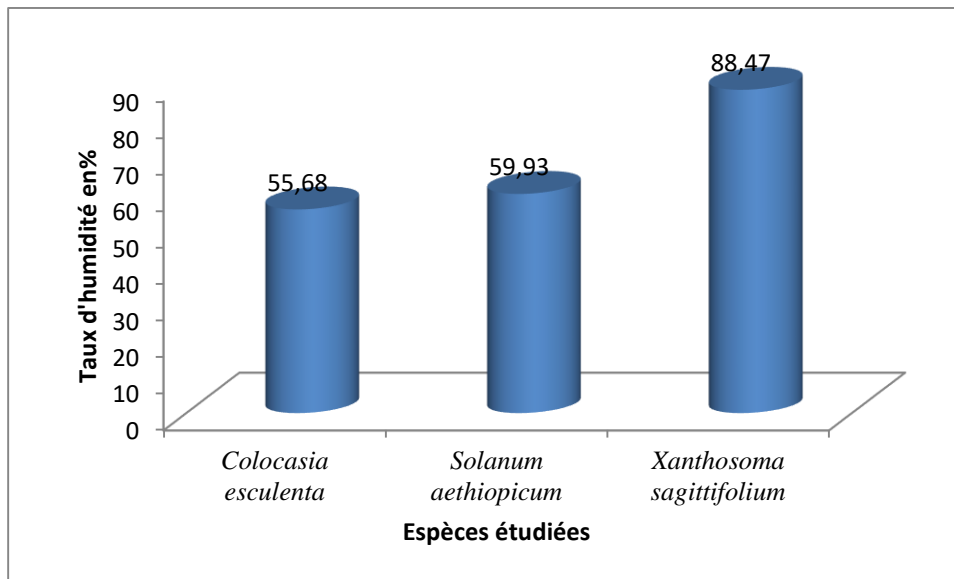
## CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS

Les résultats de nos analyses sont présentés dans les tableaux et figures ci-dessous.

### 3.1. Analyses chimiques quantitatives

#### 3.1.1. Humidité

Les valeurs de l'humidité chez les tubercules et les fruits des plantes analysées avant cuisson sont données par la figure 5 suivante :



**Figure 5 :** Taux d'humidité dans les organes (tubercules et fruits) des plantes analysées avant cuisson.

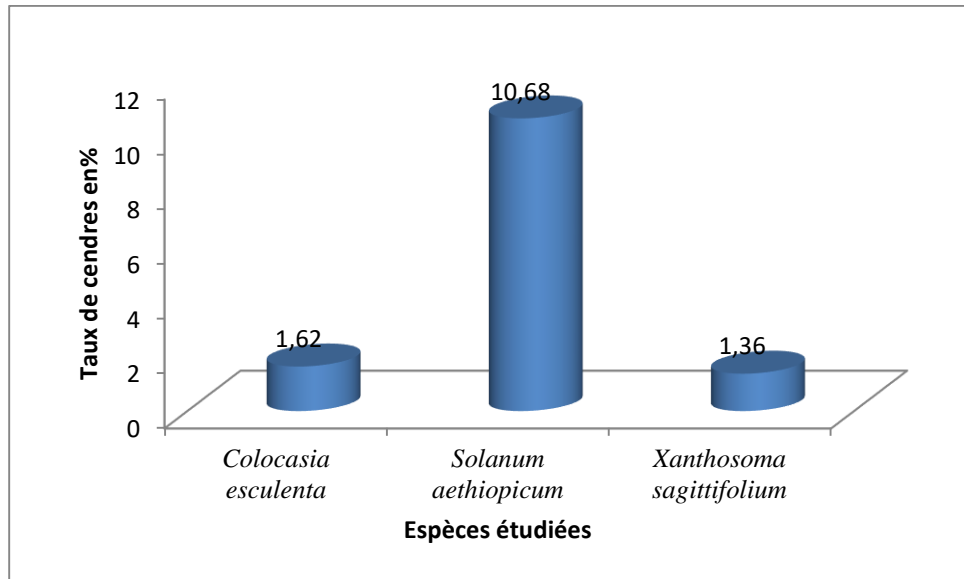
Il ressort de cette figure que le taux d'humidité varie entre 55.68% (*Colocasia esculenta*) et 88,47% (*Xanthosoma sagittifolium*). *Xanthosoma sagittifolium* renferme plus d'humidité que les autres tubercules et fruits des plantes étudiées.

L'analyse de la variance (ANOVA) montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les organes des espèces étudiées en terme d'humidité (Fvalue=12501,  $p < 0,001$ ).

#### 3.1.2. Cendre brute

Les taux de cendre brute dans nos plantes analysées avant cuisson sont donnés par la figure 6 suivante.





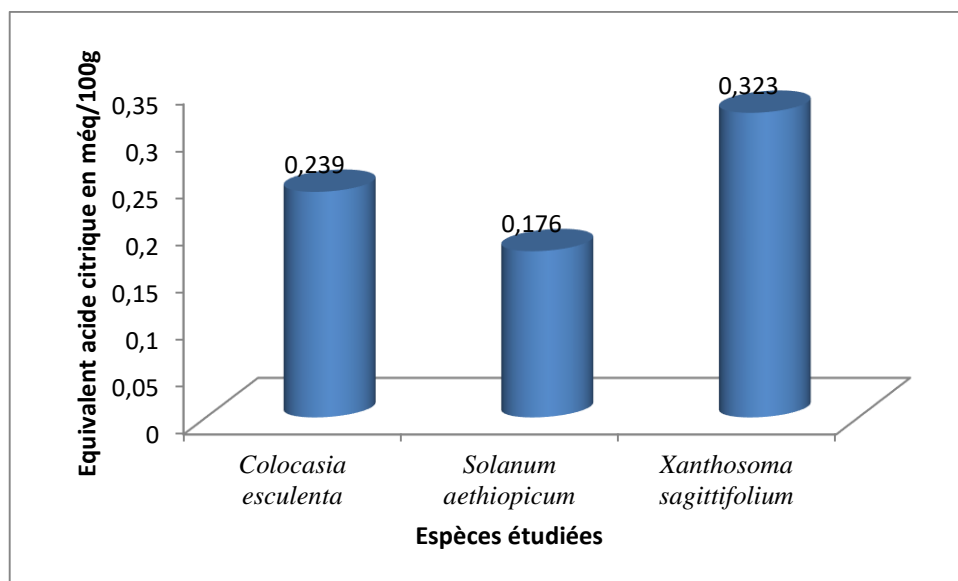
**Figure 6 :** Teneur en cendre brute dans les organes de nos plantes analysées avant cuisson.

On remarque dans cette figure que le taux de cendre brute varie entre 1,36% (*Xanthosoma sagittifolium*) et 10,68% (*Solanum aethiopicum*) avant cuisson. Les fruits de *Solanum aethiopicum* sont les plus riches en cendres brutes que les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* et de *Colocasia esculenta*.

L'ANOVA indique que la différence est très hautement significative entre les organes des espèces étudiées en terme de cendre brute (Fvalue=73.421,  $p > 0,001$ ).

### 3.1.3. Acide citrique

La figure 7 suivante nous présente les taux de l'acide citrique dans nos trois plantes analysées avant cuisson.



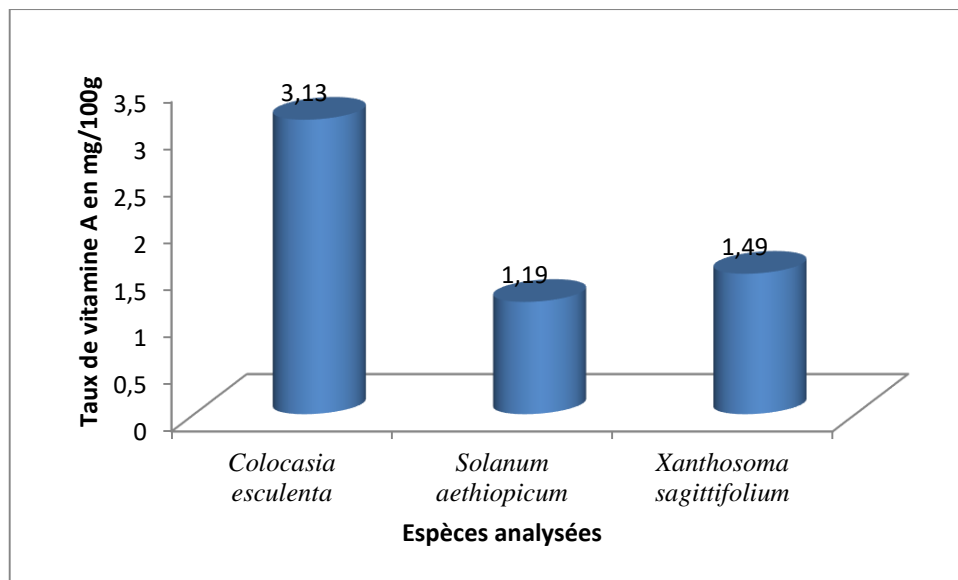
**Figure 8 :** La teneur en acide citrique dans nos trois plantes analysées avant cuisson.

Cette figure nous montre que la teneur en équivalent d'acide citrique varie entre 0,176 méq/100g (*Solanum aethiopicum*) et 0,323méq/100g (*Xanthosoma sagittifolium*). *Xanthosoma sagittifolium* est le plus riche en équivalent d'acide citrique suivi de *Colocasia esculenta* avec 0.239 méq/100g et suivi enfin de *Solanum aethiopicum* avec 0,176 méq/100g.

Le test d'ANOVA indique que la différence est hautement significative entre les organes des espèces étudiées en termes d'équivalent d'acide citrique avant cuisson (Fvalue=9.3553 ;  $p < 0,1$ ).

### 3.1.4. Vitamine A

La figure 9 suivante nous présente les taux des vitamines A dans les organes des plantes analysées avant cuisson.



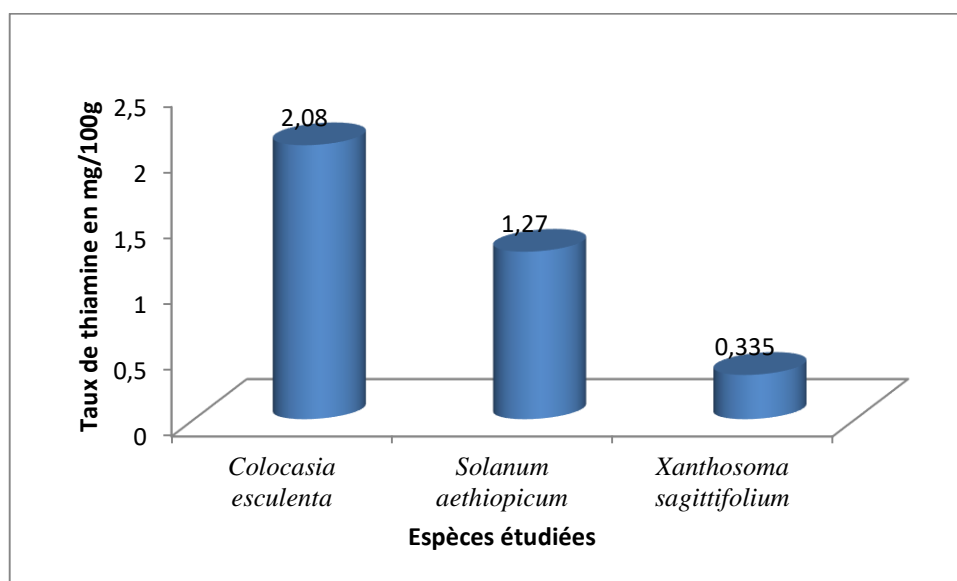
**Figure 9 :** Taux de vitamine A chez les organes des plantes analysées avant cuisson.

L'examen de la figure 9 indique le taux de vitamine A dans les organes des plantes analysées varie entre 1,19mg/100g (*Solanum aethiopicum*) et 3,13mg/100g (*Colocasia esculenta*) avant cuisson. Les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* contiennent moins de vitamine A par rapport aux organes des autres plantes étudiées. *Colocasia esculenta* est le plus riche suivi de *Xanthosoma sagittifolium* avec 1,49 mg/100g suivi enfin de *Solanum aethiopicum* avec 1,19 mg/100g.

L'ANOVA montre qu'il existe une différence très hautement significative entre les organes des plantes étudiées en termes de vitamine A avant cuisson (Fvalue=232.82 ;  $p < 0,001$ ).

### 3.1.5 Vitamine B1

La figure 10 suivante nous montre les taux de vitamine B1 dans les plantes analysées avant cuisson.



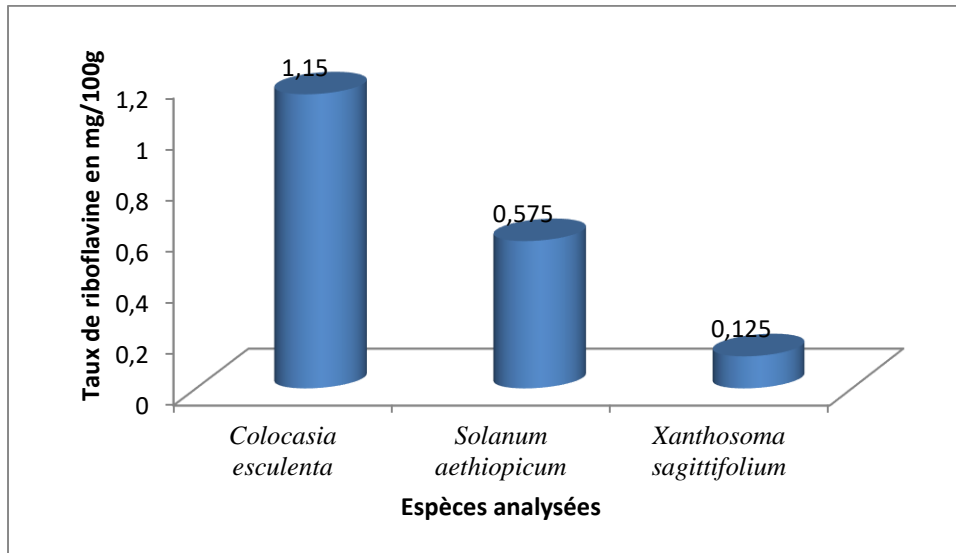
**Figure 10 :** La teneur en thiamine chez les organes de trois espèces analysées avant cuisson.

Il ressort de cette figure que la teneur en thiamine chez les organes de trois plantes étudiées est de 2,08mg/100g chez *Colocasia esculenta*, de 1,27mg/100g chez *Solanum aethiopicum* et enfin de 0,335mg/100g chez *Xanthosoma sagittifolium* avant cuisson. *Colocasia esculenta* est le plus riche en vitamine B1 suivi de *Solanum aethiopicum* et suivi enfin de *Xanthosoma sagittifolium*.

En faisant le test d'ANOVA, on remarque que la différence est très hautement significative entre les organes des plantes étudiées en termes de thiamine avant cuisson (Fvalue=254 ;  $p < 0,001$ ).

### 3.1.6. Vitamine B2

Les résultats obtenus après analyse des différents organes des plantes étudiées concernant la vitamine B2 sont présentés par la figure 11 suivante.



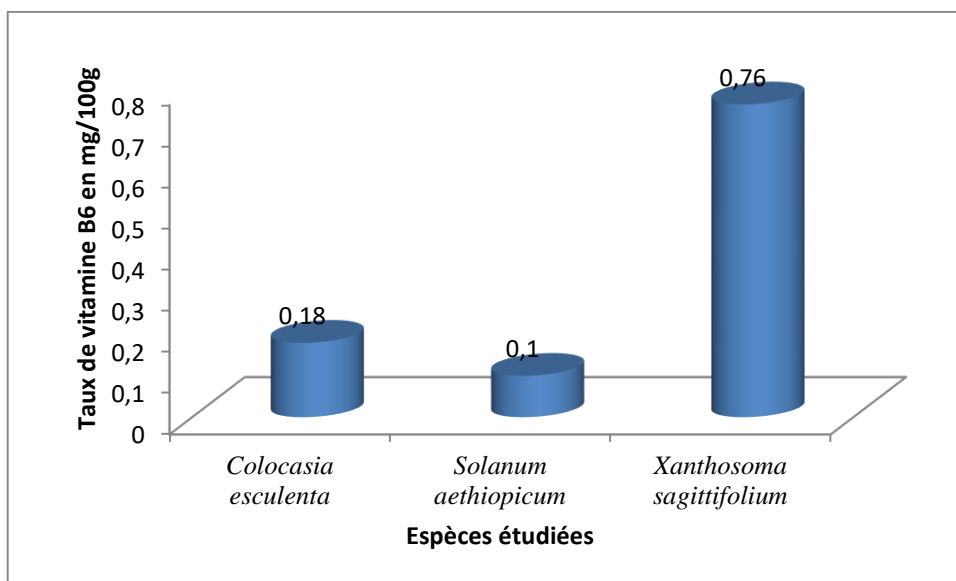
**Figure 11 :** Taux de vitamine B2 ou riboflavine chez les organes des plantes analysées avant cuisson.

L'examen de cette figure indique que le taux de riboflavine dans les plantes étudiées varie entre 0,125mg/100g (*Xanthosoma sagittifolium*) et 1,15mg/100g (*Colocasia esculenta*) avant cuisson. Les tubercules de *Colocasia esculenta* renferment plus de riboflavine avant cuisson que les organes des autres plantes étudiées.

L'ANOVA montre que la différence est très hautement significative entre les organes des plantes étudiées en termes de vitamine B2 avant cuisson (Fvalue=168.93 ;  $p < 0,001$ ).

### 3.1.7. Vitamine B6

Les teneurs en vitamine B6 dans les organes de trois espèces étudiées avant cuisson sont présentées dans la figure 12 ci-après.



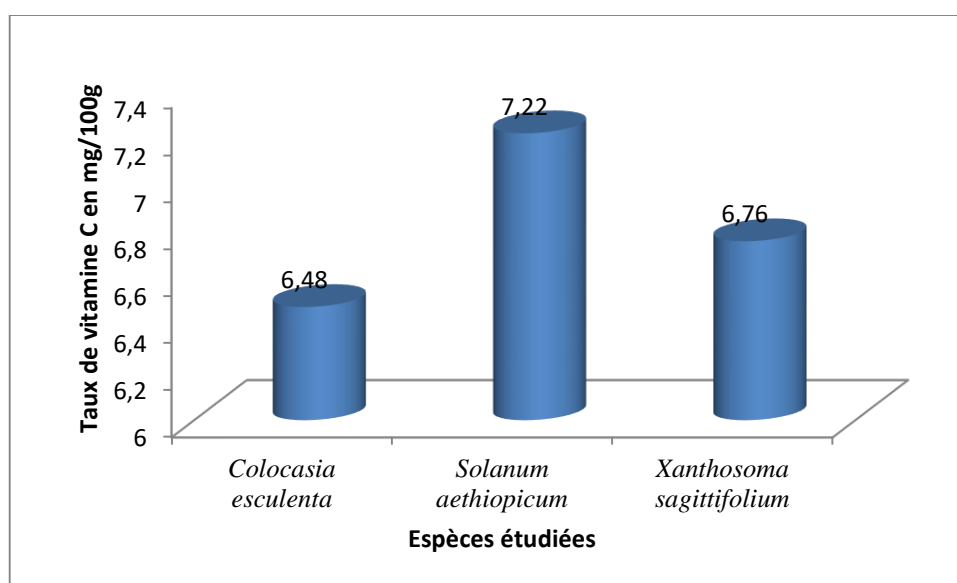
**Figure 12 :** Teneur en vitamine B6 dans les échantillons des plantes analysées avant cuisson.

L'examen de cette figure montre que la teneur en pyridoxine dans les organes des espèces analysées avant cuisson varie entre 0,1mg/100g (*Solanum aethiopicum*) et 0,76mg/100g (*Xanthosoma sagittifolium*). Les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* sont les plus riches par rapport aux organes des autres plantes étudiées.

L'ANOVA indique qu'il existe une différence très hautement significative entre les organes des plantes étudiées en termes de vitamine B6 avant cuisson (Fvalue=389.2 ; p<0,001).

### 3.1.8 Vitamine C

Les taux de vitamine C dans les organes des plantes analysées avant cuisson sont donnés par la figure 13 ci-dessous.



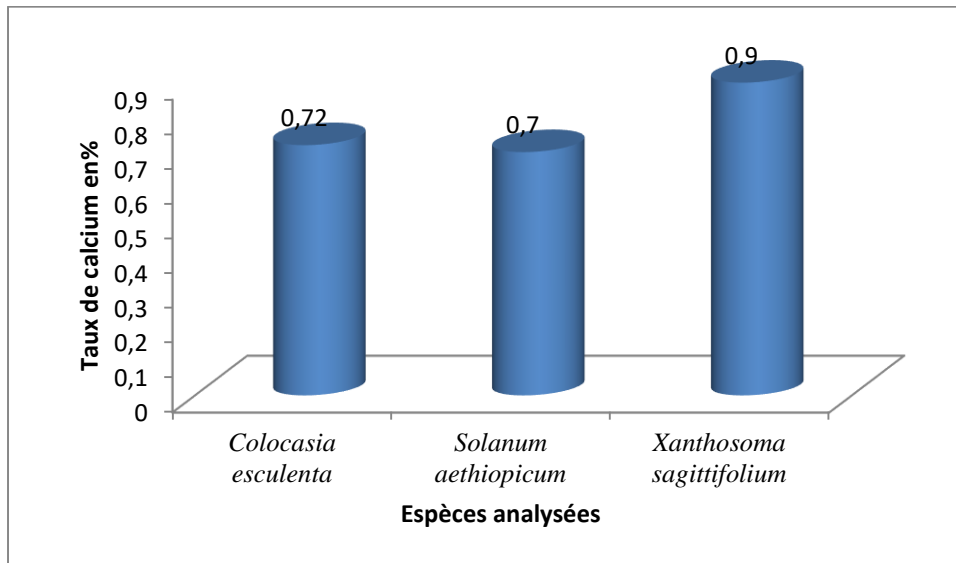
**Figure 13 :** Teneur en vitamine C dans les organes des plantes analysées avant cuisson.

La figure 13 ci-dessus montre que le taux d'acide ascorbique dans les tubercules et fruits des plantes étudiées avant cuisson varie entre 6,48mg/100g (*Colocasia esculenta*) et 7,22mg/100g (*Solanum aethiopicum*). *Solanum aethiopicum* est le plus riche en acide ascorbique suivi de *Xanthosoma sagittifolium* avec 6,76mg/100g suivi enfin de *Colocasia esculenta* avec 6,48mg/100g.

Il ressort de test d'ANOVA qu'il n'existe pas de différence significative entre les organes des plantes analysées en termes d'acide ascorbique (Fvalue=0.2033 ; p>0,05).

### 3.1.9. Calcium

Les résultats obtenus pour le taux de calcium dans les tubercules et les fruits des plantes étudiées avant cuisson sont représentés dans la figure 14 suivante.

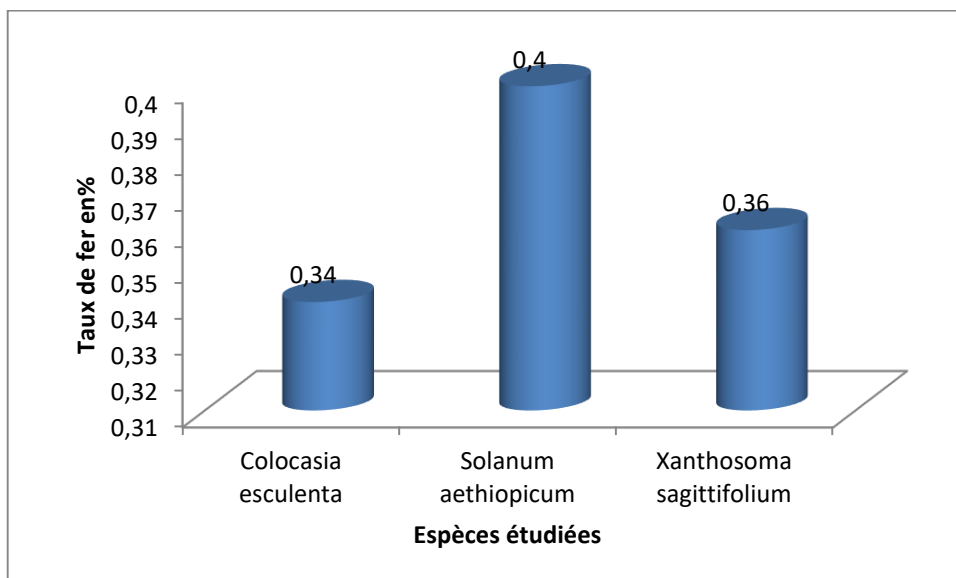


**Figure 14 :** Taux de calcium dans les organes des espèces analysées avant cuisson.

Il s'observe dans cette figure le taux de calcium varie entre 0,7% (*Solanum aethiopicum*) et 0,9% (*Xanthosoma sagittifolium*) avant cuisson. Les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* contiennent plus de calcium que les organes des autres plantes étudiées

### 3.1.10. Fer

La figure 15 nous donnés les résultats des analyses concernant le fer dans les espèces analysées avant cuisson.

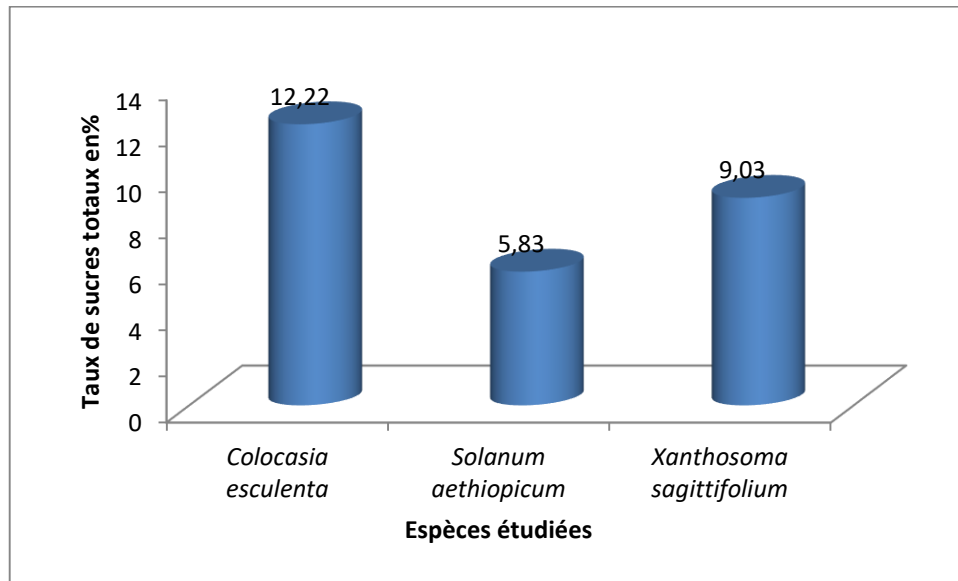


**Figure 15 :** Teneur en fer dans les organes des plantes analysées avant cuisson

Cette figure montre que la teneur en fer dans les organes des espèces étudiées varie entre 0,34% (*Colocasia esculenta*) et 0,4% (*Solanum aethiopicum*) avant cuisson. Les fruits de *Solanum aethiopicum* sont les plus riches en fer par rapport aux tubercules de deux plantes étudiées.

### 3.1.11. Sucres totaux

La figure 16 suivante nous présente les résultats obtenus pour les sucres totaux dans les organes étudiés avant cuisson.

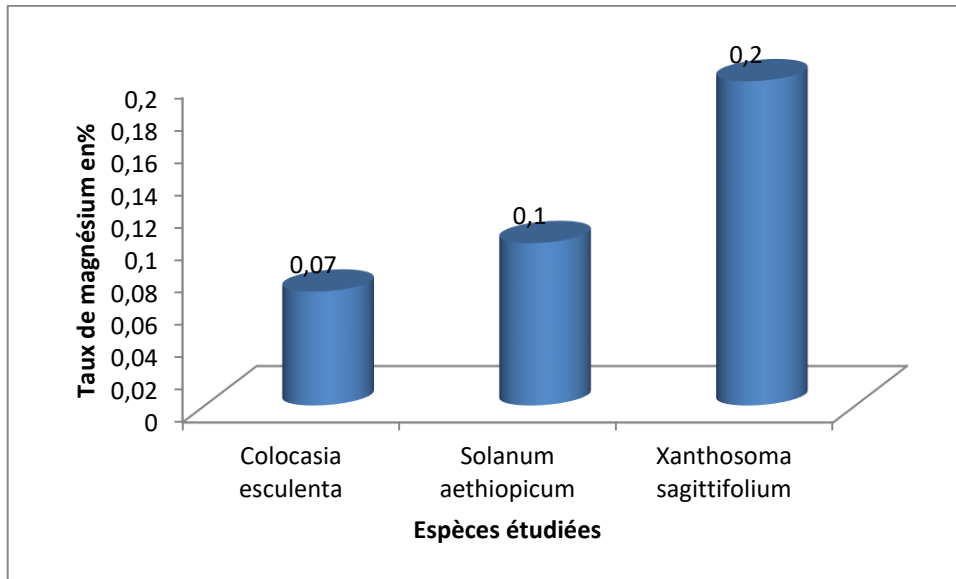


**Figure 16 :** Teneur en sucres totaux dans les organes des plantes analysées avant et après cuisson.

L'examen de cette figure relève que le taux des sucres totaux dans les différents organes des plantes analysées avant cuisson varie entre 5,83% (*Solanum aethiopicum*) et 12,22% (*Colocasia esculenta*). Les tubercules de *Colocasia esculenta* et de *Xanthosoma sagittifolium* sont les plus riches en sucres totaux par rapport aux fruits de *Solanum aethiopicum*.

### 3.1.12. Magnésium

La figure 17 ci-dessous présente le taux de Magnésium dans les échantillons des plantes analysées avant cuisson.

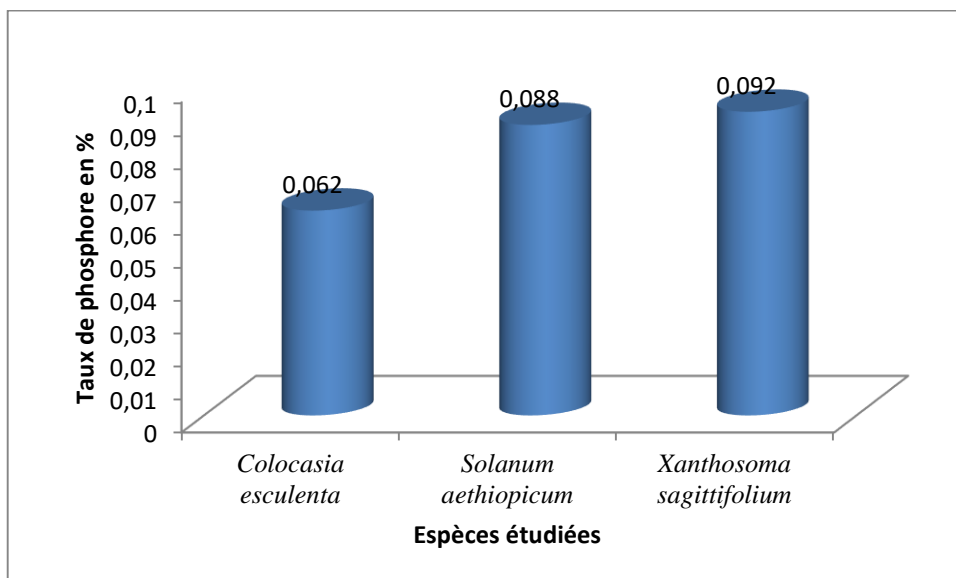


**La figure 17 :** Teneur en magnésium dans les échantillons des plantes analysées avant cuisson.

Cette figure nous montre clairement que les taux du magnésium dans les échantillons étudiés varie entre 0,07% (*Colocasia esculenta*) et 0,2g/100g (*Xanthosoma sagittifolium*) avant cuisson. *Xanthosoma sagittifolium* est le plus riche en magnésium suivi de *Solanum aethiopicum* avec 0,1% suivi enfin de *Colocasia esculenta*.

### 3.1.14. Phosphore

Les résultats de phosphore dans les organes des plantes étudiées sont consignés dans la figure 18 suivante.



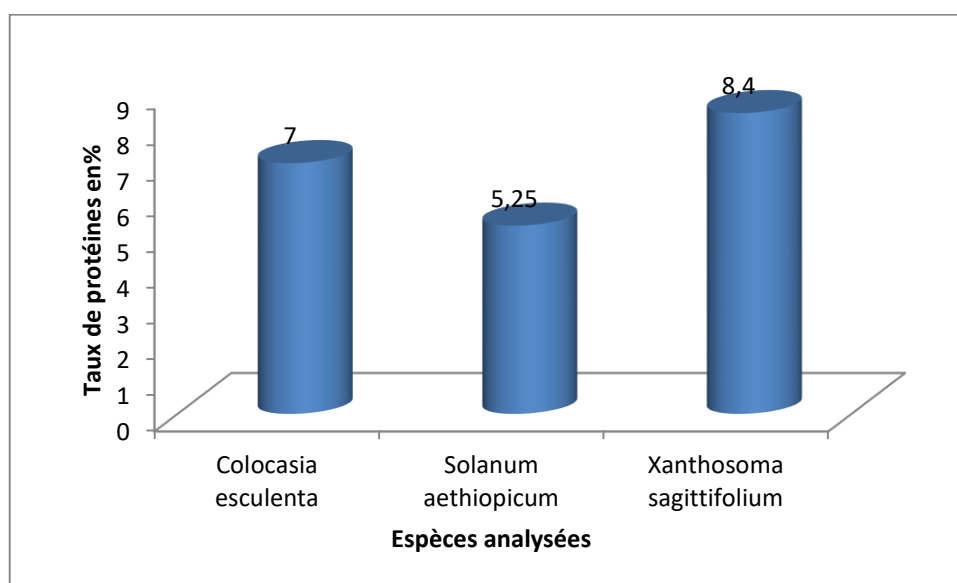
**Figure 18 :** Taux de phosphore dans les organes des plantes analysées avant cuisson.



Cette figure nous montre que le taux de phosphore dans les organes des plantes analysées varie entre 0,062% (*Colocasia esculenta*) et 0,092% (*Xanthosoma sagittifolium*) avant cuisson. Les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* et les fruits de *Solanum aethiopicum* (0,088%) sont les plus riches en phosphore par rapport aux tubercules de *Colocasia esculenta*.

### 3.1.15 Protéine brute

Les taux de protéines dans les différents organes des plantes étudiées sont présentés dans la figure 20 ci-dessous.

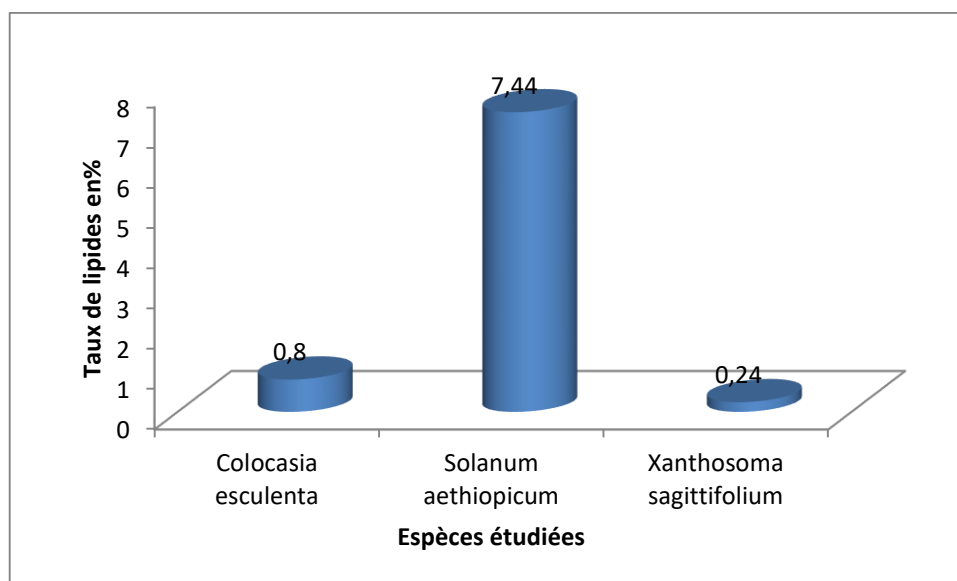


**Figure 20 :** Taux de protéine dans les organes des plantes analysées avant cuisson.

Il ressort de cette figure que le taux protéine dans les organes des espèces étudiées varie entre 5,25% (*Solanum aethiopicum*) et 8,4% (*Xanthosoma sagittifolium*) avant cuisson. *Xanthosoma sagittifolium* et *Colocasia esculenta* renferment plus de protéines que *Solanum aethiopicum*.

### 3.1.16. Lipides

La variation de taux lipide chez les plantes étudiées est donnée dans la figure 19 suivante.

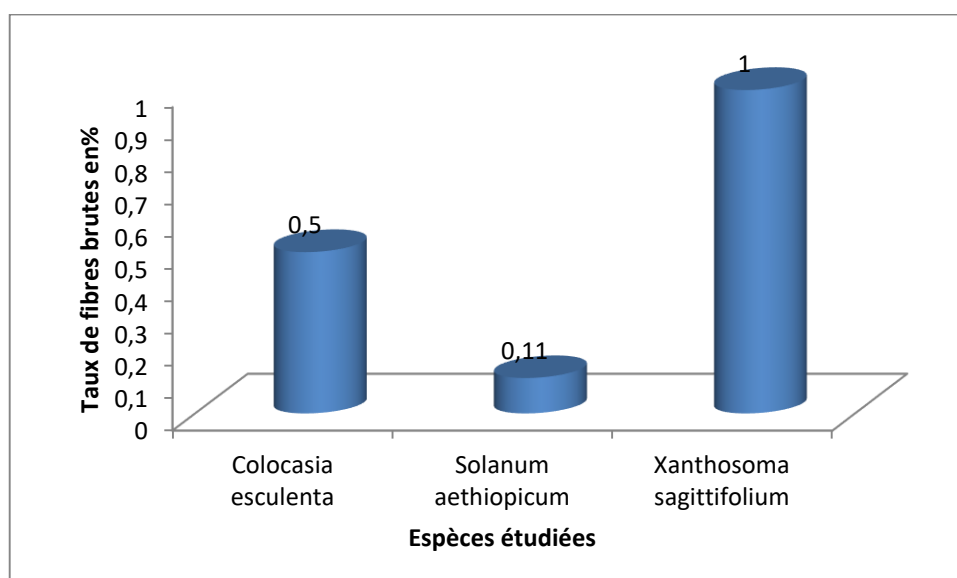


**Figure 19 :** Variation de la teneur en lipides chez les plantes étudiées avant cuisson.

Les résultats de cette figure montrent que la teneur en lipides dans les organes des plantes analysées varie entre 0,24% (*Xanthosoma sagittifolium*) et 7,44% (*Solanum aethiopicum*) avant cuisson. Les fruits de *Solanum aethiopicum* sont les plus riches en lipides par rapport aux tubercules de *Colocasia esculenta* (0,8%) et de *Xanthosoma sagittifolium*.

### 3.1.16. Fibres

Les analyses concernant la fibre sont donnés les résultats qui s'observent dans la figure 20 suivante.



**Figure 20 :** Teneur en fibre brute dans les échantillons de plantes analysées avant cuisson.

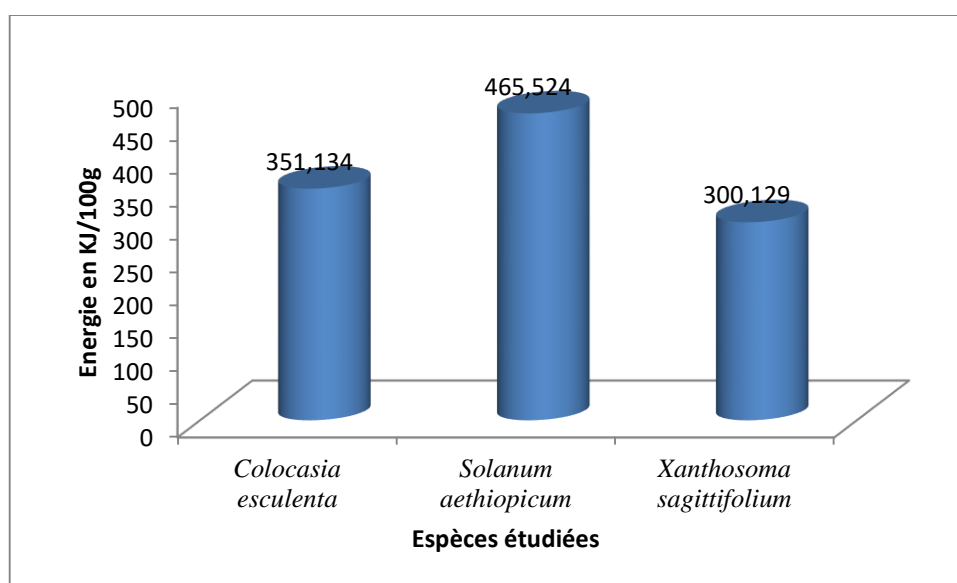
Il ressort de cette figure que le teneur en fibre brute varie entre 0,11% (*Solanum aethiopicum*) et 1,1% (*Xanthosoma sagittifolium*) avant cuisson. Les tubercules de *Xanthosoma*

*sagittifolium* sont les plus riches en fibres brutes suivis de ceux de *Colocasia esculenta* suivis enfin des fruits de *Solanum aethiopicum*.

Cependant, les fibres agissent comme un balai dans l'intestin, absorbent les toxines et entraînent les substances nocives telles que les acides biliaires, précurseurs de cholestérol. Elles donnent la consistance aux selles et facilitent leur transit dans le colon jusqu'à leur expulsion par leur rectum.

### 3.1.17. Energie

La variation de taux d'énergie chez les plantes étudiées est donnée dans la figure 21 suivante.



**Figure 20 :** Taux d'énergie en kilojoules (kJ) dans les échantillons de plantes analysées avant cuisson.

Le taux d'énergie dans les organes des plantes étudiées varie entre 300,129 kJ (*Xanthosoma sagittifolium*) et 465,524 KJ (*Solanum aethiopicum*). *Solanum aethiopicum* est le plus riche en énergie suivi de *Colocasia esculenta* et suivi enfin de *Xanthosoma sagittifolium*.

### 3.2.ANALYSES QUALITATIVES DES GROUPES PHYTOCHIMIQUES

Les résultats des groupes phytochimiques des plantes étudiées sont résumés dans le tableau 4 ci-dessous

Tableau 4 : Résultats qualitatifs de principaux groupes phytochimiques

Tests	<i>Colocasia esculenta</i> (tubercule)	<i>Solanum aethiopicum</i> (fruits)	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (tubercule)
	AVC	AVC	AVC
Alcaloïdes	-	++	-
Flavonoïdes	-	+	-
Stérols et Terpènes	-	-	-
Tanins	+	++	++
Saponine	++	+	+

Légende

- AVC : Avant cuisson
- + : Positif sous forme de trace
- ++ : Positif en quantité moyenne
- - : Négatif

Il ressort de ce tableau 4 que les alcaloïdes sont présents en quantité moyenne et les flavonoïdes sous forme de traces dans les fruits de *Solanum aethiopicum* et ils sont tous les deux absents dans les tubercules de *Colocasia esculenta* et de *Xanthosoma sagittifolium*. Les stérols et terpènes sont absents dans les différents organes des plantes étudiées. Les tanins se présentent sous forme de traces dans les tubercules de *Colocasia esculenta* et en quantité moyenne dans les fruits de *Solanum aethiopicum* et les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium*. Par contre, les saponines sont présentes en quantité moyenne dans les tubercules de *Colocasia esculenta* et sous forme de traces dans les fruits de *Solanum aethiopicum* et les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium*.

### 3.3.ANALYSES QUALITATIVES DES SUBSTANCES TOXIQUES OU INDESIRABLES

Le tableau 5 ci-dessous résume les résultats des analyses qualitatives des substances toxiques des plantes analysées.

Tests	<i>Colocasia esculenta</i> (tubercule)	<i>Solanum aethiopicum</i> (fruits)	<i>Xanthosoma sagittifolium</i> (tubercule)
	AVC	AVC	AVC
Nitrites	-	-	-
Nitrates	-	-	-
Cyanures	-	-	-
Oxalates	++	+	++

#### Légende

- ❖ AVC : Avant cuisson
- ❖ + : Positif sous forme de trace
- ❖ ++ : Positif en quantité moyenne
- ❖ - : Négatif

Le tableau 5 ci-dessus nous montre qu'il y a absence de nitrates, de nitrites et de cyanures dans les différents organes des plantes étudiées. Par contre, il y a présence d'oxalates en quantité moyenne dans les tubercules de *Colocasia esculenta* et de *Xanthosoma sagittifolium*

## CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION

### 4.1. *Colocasia esculenta* (tubercule)

Au terme de nos investigations sur les tubercules de *Colocasia esculenta* avant cuisson, nous avons abouti aux résultats ci-après : humidité (55,68%), équivalent acide citrique (0,239meq/100g ), lipides (0,8% ), protéines brutes (7% ), vitamine A (3,13mg/100g ), vitamines B1 (2,08mg/100g), vitamines B2 (1,15mg/100g), vitamines B6 (0,18mg/100g), vitamines C (6,48mg/100g), cendres brutes (1,62% ), sucres totaux (12,22% ), calcium (0,72% ), magnésium (0,07%), fer (0,34 %), phosphore (0,062%), Fibres (0,5%).

Comparativement aux données de Chay-Prove et Goebel (2004), nous constatons que les tubercules de *Colocasia esculenta* étudiés dans notre travail renferment moins d'humidité, de sucres totaux et de vitamines C avant cuisson que ceux de la même espèce analysée par ces deux auteurs contenant respectivement 77,5%, 19% et 10mg/100g. Par contre, nos tubercules possèdent plus de lipides, de protéines brutes, de Fibres, de calcium, de fer, de vitamine A, de thiamine et de riboflavine que ceux de ces auteurs (0,2%, 2,5%, 0,4%, 32mg, 0,8mg, trace, 0,18mg/100g et 0,04mg/100g). Cependant, les résultats de ce travail corroborent avec ceux de ces auteurs concernant le taux de phosphore (62mg) et la présence d'oxalates dans ces tubercules.

Les tubercules de *Colocasia esculenta* étudiés renferment moins de vitamine A avant cuisson de la carotte (4,2mg) et d'oignon (9mg) mais plutôt plus de thiamine la carotte et l'oignon contenant chacun 0,06mg/100g (Lannoy, 2001).

### 4.2. *Solanum aethiopicum* (fruits)

Les résultats obtenus avant cuisson concernant les fruits de *Solanum aethiopicum* se présentent comme suit : humidité (88,47% ), acide citrique (0,176meq/100g), vitamine A (1,19mg/100g), vitamine B1 (1,27mg/100g), vitamine B2 (0,575mg/100g), vitamine B6 (0,1mg/100g), vitamine C (7,22mg/100g), calcium (0,7%), fer (0,4%), magnésium (0,1% ), phosphore (0,088%), lipides (8,2%), protéines (5,25%), fibres (0,11%), sucres (5,83%), cendres brutes (10,68%)

En comparant ces résultats à ceux obtenus par Solomo (2011) sur les fruits de *Solanum americanum*, nous trouvons que les fruits de *Solanum aethiopicum* étudiés ont un taux élevé en humidité, en lipides, en acide citrique, en cendres brutes, en phosphore, en vitamine A, B2, calcium et en magnésium que ceux de *Solanum americanum* contenant respectivement : 47,56% , 4,28%, 0,096 meq/100g, 8,87% , 0,032% ,0,22mg/100g , 0,2mg/100g, 0,7% et 0,0178%. Ces derniers fruits (1,26mg/100g) contiennent presque la même quantité de

thiamine que ceux de *Solanum aethiopicum* étudiés. Par contre, les fruits de *Solanum americanum* contiennent plus de protéines (14,32%), de vitamine B6 (0,56mg/100g) et d'acide ascorbique (22mg/100g) que ceux de *Solanum aethiopicum*. Les fruits de *Solanum aethiopicum* ont une teneur supérieure en vitamine A avant cuisson par rapport à ceux de *Cola acuminata var. rouge* (0,15mg/100g) et de *Garcinia kola* (0,298mg/100g) mais ces fruits contiennent plus de thiamine avant cuisson que ceux d'*Aframomum laurentii* (0,333mg/100g), de *Cola acuminata var. rouge* (0,13mg/100g) et de *Cola acuminata var. jaune* (0,3mg/100g). Par contre, ils renferment une quantité élevée de riboflavine avant cuisson que ceux de *Cola acuminata var. rouge* (0,22mg/100g) mais ils contiennent plutôt la même quantité de pyridoxine que ceux de *Cola acuminata var. jaune* (0,1mg/100g) et *Cola acuminata var. rouge* (0,1mg/100g). Ces fruits renferment plus d'acide ascorbique que ceux d'*Aframomum laurentii* (0,132mg/100g), de *Cola acuminata var. jaune* (3,58mg/100g), de *Cola acuminata var. rouge* (4,06mg/100g) et de *Garcinia kola* (4,4mg/100g).

Bondjambe (op.cit.) a trouvé une teneur supérieure en fibres (9,6%) et en de sucres totaux (10,42%) dans les fruits de *Moringa oleifera* par rapport à ceux de *Solanum aethiopicum*. Cependant, les fruits de *Solanum aethiopicum* analysés contiennent moins de calcium, de magnésium, de fer et de phosphore que ceux de *Moringa oleifera* (2,49% ; 1,12% ; 1,89% et 5%).

Les fruits de *Solanum aethiopicum* possèdent plus de thiamine que la tomate (0,06mg/100g) et aussi plus de sucres totaux que l'aubergine (3,57%)(Lannoy ,2001 ;Pamplona,2011). Nos résultats comparés à ceux de Solomo (2007), nous remarquons que les fruits de *Solanum aethiopicum* contiennent moins de cendres brutes avant cuisson que ceux d'*Aframomum laurentii* (16,5%).

Ugenrwoth (2006) avait trouvé beaucoup d'alcaloïdes dans les gousses *Pennisetum purpureum*. Nos fruits de *Solanum aethiopicum* contiennent des alcaloïdes et des tanins en quantité moyenne, de flavonoïdes et saponines sous forme de traces.

#### **4.3 Xanthosoma sagittifolium (tubercules)**

Les résultats obtenus des différentes analyses concernant ces tubercule analysées avant cuisson se présentent comme suit : humidité (59,93%) ; équivalent acide citrique (0,323meq/100g) ; lipides (0,24g/100g) ; protéines (8,4%) ; Cendres brutes (1,36%) ;Phosphore (0,092g/100g) ; Magnésium (0,2g/100g) ; Vitamine A (1,49mg/100g) ; Vitamine B1 (0,335mg/100g) ; Vitamine B2 (0,125mg/100g) ; Vitamine B6

(0,76mg/100g) ; Vitamine C (6,76mg/100g) ; Calcium (0,9g/100g) ; Fer (0,36g/100g) ; fibres (1% ) et sucres (9,03 %),

Les taux de sucres totaux dans l'igname, la carotte, l'oignon, la patate douce et la pomme de terre sont respectivement de 23,8%, 7,14 %, 21,3% et 16,4 % (Pamplona, 2011). En partant de nos résultats, nous remarquons que les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* possèdent moins de sucres totaux par rapport à l'igname, la patate douce et la pomme de terre.

Nous remarquons cependant que les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* contiennent moins d'humidité, d'équivalent acide citrique, de lipide, de Vitamine B1 et de Vitamine B2 rapport à celles des racines de *Pentadiplandra brazzeana* étudiées par Mundayi (2012) avant cuisson (61,49% ; 0,64 meq/100g ; 3,6% ; 2,345 mg/100g et 0 ; 875 mg/100g). Ces tubercules renferment plutôt plus de protéine, de sucres totaux et de vitamine A que les racines de *Pentadiplandra brazzeana* (0,42% ; 0,0417% et 0,373mg/100g).

Ces tubercules étudiés renferment beaucoup plus de magnésium avant cuisson que la pomme de terre (30mg/100g) et ils contiennent aussi plus de phosphore avant cuisson que la carotte (37mg/100g) et la pomme de terre (60mg/100g) (Apfelbaum et al. 2004).

Nos données comparées à celles de Chay-Prove et Goebel (2004), nous remarquons que les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* étudiés dans notre travail renferment moins d'humidité, de sucres totaux, et de vitamines C avant cuisson que ceux de *Colocasia esculenta* analysés par ces deux auteurs contenant respectivement 77,5%, 19% et 10mg/100g. Par contre, nos tubercules possèdent plus de lipides, de protéines brutes, de fibres, de calcium, de fer, de vitamine A, de thiamine et de riboflavine que ceux de ces auteurs (0,2%, 2,5%, 0,4%, 32mg, 0,8mg, trace, 0,18mg/100g et 0,04mg/100g). Cependant, les résultats de ce travail corroborent avec ceux de ces auteurs concernant le taux de phosphore (62mg) et la présence d'oxalates dans ces tubercules.



**Synthèse des résultats des plantes cultivées analysées avant cuisson donnée au tableau 6 suivant :**

Analyses	Echantillon		
	<i>Colocasia esculenta</i>	<i>Solanum aethiopicum</i>	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>
Humidité relative (%)	55,58	59,93	88,47
Equiv. Acide citrique (meq/100g)	0,239	0,176	0,323
Protéine (g/100g)	7	5,25	8,4
Lipide (g/100g)	0,8	7,44	0,24
Sucres totaux (g/100g)	12,22	5,83	9,03
Fibre	0,5	0,11	1
Vitamines			
Vit A ou carotène (mg/100g)	3,13	1,19	1,49
Thiamine (Vit B1) (mg/100)	2,08	1,27	0,335
Riboflavine (vit B2) mg/100g	1,15	0,575	0,125
Pyridoxine vit B6 (mg/100g)	0,18	0,1	0,76
Acide ascorbique ou vit C (mg/100g)	6,48	7,22	6,76
Minéraux			
Calcium (%)	0,72	0,7	0,9
Fer (%)	0,34	0,4	0,36
Magnésium (%)	0,07	0,1	0,2
Phosphore (%)	0,062	0,088	0,092
Cendre brute (%)	1,62	10,68	1,36
Energie en Kj	351,134	465,524	300,129
Matière sèche (%)	44,42	40,07	11,53
Groupes phytochimiques			
Alcaloïdes	-	++	-
Flavonoïde	-	+	-
Saponines	-	-	-
Stérol et terpènes	+	++	++
Tanins	++	+	+
Substances toxiques			
Cyanure	-	-	-
Nitrate	-	-	-
Nitrite	-	-	-
Oxalate	++	+	++

## CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Ce travail avait comme but d'analyser quantitativement les substances nutritives et qualitativement les substances toxiques et les groupes phytochimiques contenus dans les parties consommables de trois plantes alimentaires sauvages (*Colocasia esculenta*, *Solanum aethiopicum*, *Xanthosoma sagittifolium*) consommées à Kisangani et ses environs.

A cet effet, nous avons émis les hypothèses selon lesquelles les organes de ces plantes alimentaires sauvages contiendraient des substances nutritives telles que : protéines, lipides, sucres, vitamines et sels minéraux lesquelles sont bénéfiques pour le bon fonctionnement de l'organisme et que ces PAS contiendraient également des substances toxiques ou indésirables.

Nos hypothèses sont confirmées d'autant plus que nous avons déterminé les proportions de toutes les substances nutritives ainsi que nous avons détecté les substances indésirables ou toxiques.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons procédé par les analyses chimiques des organes comestibles des plantes avant cuisson. Les résultats obtenus montrent que les tubercules de *Colocasia esculenta* contiennent avant cuisson : humidité (55,68%), équivalent acide citrique (0,239meq/100g), lipides (0,8%), protéines brutes (7%), vitamine A (3,13mg/100g), vitamines B1 (2,08mg/100g), vitamines B2 (1,15mg/100g), vitamines B6 (0,18mg/100g), vitamines C (6,48mg/100g), cendres brutes (1,62%), sucres totaux (12,22%), calcium (0,72%), magnésium (0,07%), fer (0,34%), phosphore (0,062%), Fibres (0,5%).

Il y a la présence des tanins sous forme de traces, de saponines en quantité moyenne mais les alcaloïdes, flavonoïdes, stérols et terpènes sont absents et les oxalates sont présents en quantité moyenne.

Les fruits de *Solanum aethiopicum* contiennent avant cuisson : humidité (88,47%), acide citrique (0,176meq/100g), vitamine A (1,19mg/100g), vitamine B1 (1,27mg/100g), vitamine B2 (0,575mg/100g), vitamine B6 (0,1mg/100g), vitamine C (7,22mg/100g), calcium (0,7%), fer (0,4%), magnésium (0,1%), phosphore (0,088%), lipides (8,2%), protéines (5,25%), fibres (0,11%), sucres (5,83%), cendres brutes (10,68%)

Nous signalons la présence d'alcaloïdes et tanins en quantité moyenne, de saponine et de flavonoïde sous forme de traces tandis que les stérols et terpènes sont absents et la présence d'oxalates sous forme de trace.

Enfin les tubercules de *Xanthosoma sagittifolium* ont présenté avant cuisson : humidité (59,93%); équivalent acide citrique (0,323meq/100g); lipides (0,24g/100g); protéines

(8,4%); Cendres brutes ( 1,36%);Phosphore (0,092g/100g); Magnésium (0,2g/100g); Vitamine A (1,49mg/100g); Vitamine B1 (0,335mg/100g); Vitamine B2 (0,125mg/100g);Vitamine B6 (0,76mg/100g);Vitamine C (6,76mg/100g); Calcium (0,9g/100g); Fer (0,36g/100g); fibres (1% ) et sucres (9,03 %),

Il y a l'absence de flavonoïdes, alcaloïdes et stéroïdes et terpènes mais il y a la présence de tanin en quantité moyenne et de saponine sous forme des traces et il y a aussi la présence d'oxalates en quantité moyenne.

D'après nos résultats ,nous pouvons conclure que les PAS analysées constituent un apport complémentaire important d'éléments nutritifs des valeurs en ce qui concerne les protéines , les lipides, les sucres ,les minéraux (Ca, Fe, Mg et P), les vitamines (A, B1, B2, B6 et C) et les fibres.

Ainsi, nous suggérons :

- A la faculté et au département :
  - Vouloir équiper les différents laboratoires en matériels, réactifs et appareils de bonne qualité afin d'améliorer les analyses et faciliter les chercheurs ;
  - Prévoir un budget pour mettre de moyens de déplacement fiables à la disposition des étudiants qui font des sorties au-delà de dizaines de kilomètre à la recherche des échantillons parfois à pied.
- Aux scientifiques :
  - Continuer avec ces genres des recherches pour analyser d'autres paramètres tels que : les lectines, les quinones, etc.
  - Imaginer les techniques de multiplication rapide de ces plantes d'intérêt *in vitro*.
- Aux populations :
  - Domesticquer et protéger les plantes alimentaires sauvages déjà connues et de bien vouloir consommer ces plantes alimentaires sauvages.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABEROUMAND, A., DEOKULE, S., 2009** : Studies on Nutritional values of some Wild edible plants from Iran and India. *Pakistan J. of Nutr.* 8: 26-31pp.
- AGBONGA, G, 2014** : Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs : les feuilles de *Urera hypselodendron*, les fruits de *Raphia sese* et de *Uapaca guineensis*. Mémoire inédit, Facultes des Sciences, Unikis 59p.
- APFELBAUM M., DU BUS, 2004** : Diététique et Nutrition, 6<sup>e</sup> éd., Paris
- BALEKAGE, B, 2005** : Détermination de certains substances nutritives, toxiques et photochimiques à Kisangani (*Pteridium*, *Solanum nigrum*, *Sarnophyrynum macrostachyum*). TFC inédit, Faculté des sciences, Unikis, 38 p.
- BOLA, ML et SZAFRANSKI, 1991**: Plantes spontanées et feuilles légumes de Kisangani et ses environs (Zaïre) *Belgican journal of Botany*, pp122-134.
- BOLEKAGE, B, 2007** : Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de cinq plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ailleurs pour leur valorisation : *Pteridium aquilinum*, *Sarcophyrynum macrostochym*, *Xanthosoma sagitifolia*, *Phaseolis vulgaris* et *Cucurbita pepo*. Mémoire inédit, Faculté des Sciences, Unikis 39p.
- BOTCHAKA, L., 2011**: Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages (*Manotes expanso*, *Sherbournia bignoniiflora* et *Morinda morindoide*) consommées à Kisangani et ses environs. Mémoire inédit. Faculté des Sciences, Unikis 66p
- CAMPBELL, L., N.A, REECE, JP, 2004** : Biologie 2<sup>e</sup> éd. DE BOEK, Bruxelles, pp225-228.
- CHARLOT, G., 1966**: Les méthodes de Chimie analytiques quantitatives éd. Masson Paris 68p
- CHAY-PROVE P., GOEBEL R., 2004**. Taro: the plant. Department of Primary Industries and Fisheries Note. Queensland Government Australia. <http://www.dpi.qld.gov.au/horticulture>
- CHEVALIER, L., 2003**: Nutrition, principe et conseil, éd. Masson Paris 68p

- CORNILLON, P.A., GUYADER, A., HUSSON, F., JOSSE, J., KLOAREG, M., LOBER, E.M. ET ROUVIERE, L., 2008** : Statistiques avec R 3e édition revue et augmentée, presses universitaires de Rennes, 257p.
- DESSART, JODOGNE ET PAUL, 1973** .Chimie analytique, 10<sup>ème</sup> éd. De Boeck, A Bruxelles, pp164-165.
- DESSART, JODOGNE et PAUL, 1978**: Chimie analytique 10<sup>e</sup> A de BOECK Bruxelles 164p
- DUKAN, P., 2011**.Dictionnaire Dukan diététique et nutrition, collection documents ,656p.
- ETOBO, K., 2012**: Etude de l'activité antibactérienne des extraits de quelques plantes sur les souches bactériennes résistantes aux antibiotiques courants à Kisangani. Thèse inédite. Unikis, Fac. des Sciences, 142 p.
- F.A.O., 2009**. The state of food insecurity in the world. Rome (Italy):
- FEIGL, F.V, ANGERE, R.E and DESPER, 1966**: Sport test in organic analysis 7<sup>th</sup> ed Elsevier Publishing company, London pp457-458
- FOUASSIN, A., & NOIRFALISE, A., 1981**. Méthodes d'analyse des substances alimentaires, Université de Liège, Faculté de Médecine, Presses Universitaires, 4<sup>ème</sup> éd.
- FRITZ, F., and VINZENZ, A., 1986**: Spot tests in organic analysis, 7<sup>th</sup> ed. Elsevier Publishing Company, London, pp 457-458.
- GRIVETTI, L. E., & OGLE, B. M.,2000**. Value of traditional foods in meeting macro-and micronutrient needs.The wild plant connection. Nutrition Research Reviews, 13, pp.31–46.
- GROEGART, J, 1958**: Recueil des modes opératoires au laboratoire central de l'INIAC, Bruxelles 259p
- IDI, R., 2008**: contribution à l'étude nutritionnelle et toxicologique de cinq plantes sauvages alimentaires : *Alenornea yambuyansis*, *Adhatodo bolomboensis*, *Cyathula prostrata*, *Cleomme ciliata* et *Sida acuta* consommées à Kisangani et ses environ. Mémoire inédit. Fac des Sciences Unikis 66p
- INS., 2009**, Bulletin des statistiques générales, 2<sup>ème</sup> trimestre 2009
- ITEKU, Y., 2009**: Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle des plantes alimentaires sauvages : *Bambousa vulgaris*, *Hillieria litifolia*, *Panda oleosa*, *Thaumatococcus danielli* consommées à Kisangani et ses environs. Mémoire inédit, Fac des Sciences Unikis 58p

- JANSSENS, M, 2001:** Plantes racines et plantes tubercules en *Raemae Kera*, R.H Agriculture en Afrique tropicale DGI Bruxelles pp 194-217
- KAMBUKAMA et al 1994:** Recherche in vitro de l'activité bactérienne des extraits de *Caloncoba subtomentosa* (*Flacourtiaceae*) et d'*Acacia kirkioliv* (*Minosaceae*). Annales de la Faculté des Sciences. Volume 10pp 107-117
- KAYISU ,2005 :** Cours de nutrition et diététique, Fac des sciences, UNIKIS.
- KEKUMBA, U, 2011:** Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes consommées à Kisangani et ses environs. Mémoire inédit, Faculté des Sciences Unikis 64p
- KOBEL L., 1970:** Travaux pratiques d'analyses quantitatives, préparation chimique. Masson et cie, Paris 286p
- LANNOY. D, 2001:** Légumes in ROEMAEKER : R.h, Agriculture en Afrique tropicale D.G.I Bruxelles
- LEJOLY, J.MB NDJELE et Daniel GEERINCK 2010:** Catalogue-flore des plantes vasculaires de District de la Tshopo (RD Congo) 343p
- MABIKA, K., 1983:** Plantes médicinales et médecine traditionnelle au Kasai-Occidental. Thèse de doctorat, UNIKIS, Fac.des Sci. , inédit, pp.354-355.
- MAKI, D.D, 2010:** Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de quatre plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs : *Amarantus hybrides*, *Talinum pariculatum*, *Chasmantera welwetshii* et *Ricinadendron heudelatii*. Mémoire inédit, Faculté des Sciences, Unikis 49p
- MUNDAYI, 2012 :** Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages : « *Hua gaboni*, *Pentadiplandra brazzeana* et *Talinum triagular* » consommés à Kisangani et ses environs
- MVUNZU Z., MBUDI, MD KINIKI., D.D., GENEZOG., 1981:** Contribution à l'étude de composition chimique et extraction des protéines des feuilles de Lisingo (*Phiticaceae Dodecadra dherite*) récoltées à Yangambi, Annales de l'IFA Yangambi. I.pp 81-100
- NSIMBA L ., 2013 :** Cours de Biochimie Structurale et Métabolique pp 82-309, Inedit Faculté des Sciences Unikis.
- NTAHOBAVUKA, H ., DHED'A,D., NDJANGO,N., TERMOTE,C., NSHIMBA,M.B.,NDJELE,L., ET VANDAMME ,P., 2011.** Plantes

alimentaires sauvages (PAS) de la région de Kisangani, annales Facultés des sciences, UNIKIS, vol 14 , 13-27p

**ONAUTSHU O., 1996** : Analyse chimique comparative de légumes feuilles de *Boerhavia diffusa* et de *Talinum triangulare* après cuisson. TFE inédit. Fac Sc. UNIKIS. 59 p

**ONYAMBOKO et TCHATCHAMBE, 1988**: Contribution à l'analyse chimique comparative de deux légumes feuilles *Talinum triangulare* et *Cyphostema adenocaula*, Annales Faculté de Sciences N°5 pp15-22.

**PAMPLONA, G.R., 2011**. Santé par les plantes. 1ère édition, editorial Safeliz, p.381

**PEARSON, 1981**: Chemical analysis of food, Livingstone pp.20-23.

**R.D.C, 2006**: Document de stratégie de croissance et réduction de la pauvreté (DSRP)

**SHABANI I., 2011**: contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle de trois plantes alimentaires sauvages (*Colacongolama*, *Cyphostemma adenocaula* et *Nephrolepis acutipolia*) consommées à Kisangani et ses environs. Mémoire inédit, Faculté des Sciences. Unikis 62p

**SOLOMO, E. ; TCHATCHAMBE, W.B ; KATEMBWA, K. ; TEMOTE, C ET DHED'A, D., 2011** : Valeurs nutritives et toxiques de quelques plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs, Annales Fac. Sciences .Unikis, pp.43-56.

**SOLOMO, E., 2007**: valeurs nutritionnelles et toxicologiques de quelques plantes alimentaires sauvages. Dissertation inédit DEA, Faculté des Sciences Unikis, 97p

**SOLOMO, E., LITUMANYA, E., TCHATCHAMBE, N.B., VAN DAMME, P, TERMOTE, C., TCHATCHAMBE, W.B. et DHED'A, D., 2014**. Valeurs nutritives et toxiques de trois plantes alimentaires sauvages consommées dans le Province de la Tshopo en Province Orientale (Republique Democratique du Congo). Ann. Fac. Sci. 16 :1 () : pp.66-85.

**TANDU, N.F.B. 2001** : Nutrition : de la théorie à la pratique, Presse de l'Université de Kinshasa, p. 284.

**TCHATCHAMBE, N., 2009**: contribution à l'étude chimique et nutritionnelle de quatre plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs. Mémoire inédit, Faculté des Sciences, Unikis, 63p

**TREMOLIERES, 1983** : Nutrition physiologique et comportement alimentaire. 63p

**UTSHUDI, B., 2008:** contribution à l'étude chimique et nutritionnelle de cinq légumes feuilles consommées à Kisangani et ses environs. Mémoire inédit Faculté des Sciences, Unikis 45p

**WEAST ET ROBERT, 1970:** Hard book of chemistry and physics 50<sup>th</sup> ed .chemical Rubber company grand world perc way cheverland, Ohio 150p

**WELCHER, F.J., 1963:** Standards methods of chemical analysis, part B, van Nostrand Reinhold, London, pp. 2338-2387.

**WEMBEKE, L., 1970:** Carte de sols et végétation du Congo belge et Rwanda- Urundi. INIAC, Bruxelles, p2007

#### **WEBOGRAPHIE**

- ✓ [http://www.nlm.nih.gov/national library of Medicine](http://www.nlm.nih.gov/national_library_of_medicine)
- ✓ [http:// high wire Stanford .ed/](http://highwire.stanford.edu/)
- ✓ <http://mcb.harvard.edu/biolikins.html>
- ✓ <http://www.africa.win.com/give>
- ✓ (<http://extranet.editis.com/300/doc>).
- ✓ (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Nitrite>)