



N°002/2013-2014/MSIIMSA/CUSI/ENSP

## **MEMOIRE DE MASTER**

**Pour l'obtention de diplôme de Master en Sciences  
de l'Ingénieur en Ingénierie Moléculaire et sensorielle de l'Aliment  
Option : Sensorialité**

**Titre :**  
**CONTRIBUTION A L'ETUDE DES TENEURS EN  
CYANHYDRIQUE  
ENTRE LES FEUILLES DE MANIOC DES VARIETES  
LOCALES ET AMELIOREES DANS DEUX  
DEPARTEMENTS DU CONGO : LE POOL ET LA CUVETTE**

**Présenté par**

**Laurielle Daïna MBOUSSI BOUANGA**

**Sous la direction**

**Marie Geneviève MALOUMBI**

**Soutenu publiquement le 27 Novembre 2014**

**Devant le jury composé de :**

**Président : Simon Charles KOBAWILA, Professeur Titulaire, FST**

**Examineur 1 : Renée Laurence Jocelyne DHELLOT, Maître de conférences, ENSP**

**Examineur 2 : Daniel MASSAMBA, Maître assistant, ENSP**

**Rapporteur : Marie Geneviève MALOUMBI, Maître de conférences, ENSP**

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2013-2014**

## RESUME

La plante de manioc qui intègre les cultures vivrières suscite beaucoup d'attention chez l'homme qui, dans ses recherches, a révélé non seulement sa diversité microscopique mais aussi moléculaire. Au Congo, elle est retrouvée sous deux espèces très répandues : *Manihot esculenta Crantz* et le caoutchouc. Ces dernières, comportent plusieurs variétés grâce aux croisements interspécifiques.

La présente étude s'intéresse à la teneur de l'acide cyanhydrique qui détermine la toxicité de cette plante, bien qu'elle soit comestible. L'acide cyanhydrique lui sert de défense contre ses ravageurs. Au cours de ces dernières décennies, la plante de manioc est fortement attaquée par le virus de mosaïque et le détruit. Les recherches de l'IITA ont permis de mettre au point une variété améliorée à meilleur rendement qui résiste à cette attaque. L'un des parcs de cette variété est localisé à Odziba pour la vulgarisation de cette dernière.

L'objectif pour cette étude est de comparer la teneur en acide cyanhydrique entre les variétés de manioc améliorées et les variétés locales.

Pour ce faire, nous avons ciblé deux Départements du pays: Le Pool dans les localités d'Odziba et Imvouba et la Cuvette dans la localité d'Oyo.

Dans un premier temps, il s'est agi des enquêtes de terrain et du prélèvement des variétés. En second temps, nous avons réalisé le dosage d'acide cyanhydrique au laboratoire selon la méthode alcaline de titrage.

A travers les résultats, les variétés non améliorées obtenues à l'intérieur du département du Pool, révèlent des écarts importants, aussi bien pour la même variété (*Ngatsa et caoutchouc*) cultivée dans des localités différentes Odziba et Imvouba que pour des variétés non retrouvées ailleurs.

Dans le Département de la Cuvette à Oyo, les quatre variétés obtenues présentent des teneurs différentes mais assez élevées, avec la plus basse teneur à 99,9 mg. Le *caoutchouc* cultivé dans ce département a une teneur largement supérieure (130 mg) à celle du département du Pool (98,5 mg à Imvouba et 86,4mg à Odziba).

Les cinq variétés améliorées prélevées à Odziba dans le Pool ont leurs teneurs qui oscillent entre 94,5 et 126,9 mg.

Pour un âge jeune, une même variété locale présente des concentrations supérieures aux variétés plus âgées, le cas de Caoutchouc. Pour les différentes variétés aussi, les teneurs fluctuent. On trouve facilement les variétés différentes présentant la même teneur pour le même âge, c'est le cas des variétés *Oukawala et Ngatsa*. Pour un même âge, une même variété locale montre des concentrations différentes, cas de *Ngatsa*. Quant aux variétés améliorées, elles se caractérisent par une variabilité frappante.

L'hypothèse de notre étude n'est pas concluante. Nous ne saurions dire avec précision si les manipulations ayant abouti à l'amélioration du rendement et de la résistance au virus de la mosaïque n'influencent pas les concentrations de l'acide cyanhydrique. Cependant, il reste à travailler sur des échantillons de

grande taille prenant en compte d'autres variables pour des meilleures observations concluantes.

## **DEDICACES**

A mes parents Joseph et Martine Béatrice MBOUSSI pour votre tendre amour effort et conseils. Soyez en honorés.

A mes sœurs Vlady, Daisy et Alicia MBOUSSI pour votre amour inconditionnel.

A ma grand-mère Monique MOUILA, reçois à travers ce travail la récompense de tes nombreux sacrifices.

- A mon tendre époux Boris Le Bon BIKA pour ton soutien sans faille, que ce travail nous rende le bonheur.

A tous mes frères, sœurs, cousins, cousines, tantes, oncles et amis, soyez récompensés à travers ce travail.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a pu être effectuée grâce à l'appui et à la collaboration de nombreuses personnes.

Mes remerciements sont adressés particulièrement aux professeurs MALOUMBI Marie Geneviève du Congo Brazzaville et NDJOUENKEU Robert du Cameroun pour la formation académique et les sages conseils qui nous ont permis d'aborder cette recherche avec beaucoup d'abnégation en vue de l'atteinte de nos objectifs.

Au Docteur PONGUI Martine Béatrice qui m'a accompagné tout au long de ce parcours avec un grand esprit de partage. J'ai appris à me remettre en cause toutes les fois que s'est utile, j'ai pris goût pour la perfection et la volonté d'aller toujours en avant. Je vous reste reconnaissante.

A Messieurs MALONGA et MOUSSA dont la disponibilité et la collaboration ont beaucoup contribué à l'obtention des résultats des analyses présentées dans ce mémoire.

- Au PRASAC pour m'avoir intégré dans le projet manioc ;
- A Monsieur LILONGA BOYENGA, Directeur de l'ENSP ;
- A Monsieur Romain NIERE, secrétaire académique de l'ENSP ;
- A Monsieur MASSAMBA Daniel, responsable du DSTA ;
- A Monsieur MOUSSA IPALAT Joachim, chef de Bureau de Stage et d'Orientation (BSIO) ;
- A tous les enseignants de l'ENSP, en particulier ceux du DSTA pour m'avoir formé ;
- Et à tous mes amis de promotion, en particulier ceux du DSTA pour leur assistance ;
- A tous les cadres et agents des structures citées ci-dessus ;
- A tous mes collègues de la Chaire UNESCO en science de l'ingénieur.

<b>RESUME</b>	.....i
<b>DEDICACES</b>	..... ii
<b>REMERCIEMENTS</b>	.....iii
<b>ABREVIATIONS ET ACRONYMES</b>	.....vi
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	.....vii
<b>LISTE DES FIGURES</b>	.....viii
<b>INTRODUCTION</b>	.....1
<b>CHAPITRE I : REVUE</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIQUE</b>	.....5
<b>I-1. Aspects botaniques de la plante sur le manioc</b>	.....5
<b>I-2. Les maladies de la plante</b>	.....6
<b>I-3. Aspects économiques</b>	.....7
<b>I-4. Composition chimique des feuilles de manioc</b>	.....7
<b>I-5. Toxicité de l'acide cyanhydrique</b>	.....9
<b>I-6. Pathologies liées à l'acide cyanhydrique</b>	.....10
<b>I-7. Détoxification des feuilles de manioc</b>	.....11
<b>I-8. Teneur d'acide cyanhydrique des produits dérivés de manioc</b>	.....14
<b>I-9. Clonage du manioc pour l'amélioration des variétés à fort rendement et résistantes à la mosaïque</b>	.....16
<b>CHAPITRE II : MATERIEL ET</b>	
<b>METHODES</b>	.....18
<b>II-1. MATERIEL</b>	.....18

<b>II-1.1. Matériel végétal</b>	.....18
<b>II-1.2. Matériel expérimental</b>	..... 18
<b>II-2. METHODES</b>	.....19
<b>II-2.1. Enquête</b>	.....19
<b>II-2.2. Déroulement de l'enquête</b>	.....19
<b>II-2.3. Echantillonnage</b>	.....19
<b>II-2.4. Critères d'inclusion</b>	.....20
<b>II-2.5. Critères d'exclusion</b>	.....20
<b>II-2.6. Extraction et dosage de l'acide cyanhydrique</b>	.....20
<b>II-2.7. Calcul des résultats</b>	.....22
<b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION</b>	.....23
<b>III-1. Résultats de l'enquête</b>	.....23
<b>III-2. Résultats du dosage de l'acide cyanhydrique</b>	.....26
<b>III-3- DISCUSSION</b>	..... 33
<b>III-3.1. Comparaison des variétés en fonction de l'âge</b>	.....33
<b>III-3.2. Comparaison des variétés en fonction des teneurs entre les teneurs en acide cyanhydrique</b>	.....34
<b>CONCLUSION</b>	.....37
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	.....38
<b>ANNEXES</b>	.....41

## **ABREVIATIONS ET ACRONYMES**

ENSP : Ecole Nationale Supérieure Polytechnique

LVAR : Laboratoire de Valorisation des Agro-Ressources

DSTA : Département des Sciences et Technologie Alimentaires

PRASAC : Pôle Régional de Recherche Appliquée au Développement des Savane d'Afrique Centrale

DONATA : Dessemination Of New Agricultural Technologies in Africa

EARRNT : Réseau d'Afrique de l'Est pour la Recherche sur les Tubercules

VMAM : Virus de la mosaïque Africaine de manioc

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

HCN : acide cyanhydrique

IITA : Institut International d'Agriculture Tropical

g : gramme

kg : kilogramme

°C : Degré Celsius

## **LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau I:** Composition chimique des feuilles de manioc, en pourcentage de matières sèche (I.C.Onwuene et B Charles, 1994)

**Tableau II:** Collecte des variétés locales et améliorées par localités

**Tableau III:** Variétés des feuilles communes aux localités

**Tableau IV:** Teneurs en acide cyanhydrique en mg pour 1 kg de feuilles de manioc

des variétés locales

**Tableau V:** Teneurs en acide cyanhydrique en mg pour 1kgde feuilles, des variétés améliorées

**Tableau VI:** Classification des teneurs en acide cyanhydrique



## **LISTE DES FIGURES**

**Figure I :** Feuilles de manioc attaqué par la mosaïque

**Figure II :** Représentation des structures de glucosides cyanogenetiques de manioc

**Figure III :** Dispositif de distillation a vapeur

**Figure IV:** Teneur d'acide cyanhydrique des variétés locales

**Figure V:** Teneur de l'acide cyanhydrique des variétés locales en fonction de l'âge

**Figure VI :** Teneur en acide cyanhydrique des variétés améliorées

**Figure VII :** Teneur en acide cyanhydrique en fonction de l'âge

**Figure VIII :** Teneur en acide cyanhydrique de la variété caoutchouc d'Odziba(oka), d'imvoumba et d'Oyo

**Figure IX :** Teneur en acide cyanhydrique des variétés Ngatsa d'Odziba et d'Imvoumba

**Figure X:** plants de *Manihot esculenta Crantz*

## INTRODUCTION

### 1. Contexte et justification

Dans l'univers, la plante est le premier compagnon de l'homme qui lui apporte de l'oxygène et entre dans l'équilibre de l'écosystème. Elle est aussi par excellence son aliment.

La plante de manioc en est une, connue sous divers noms selon qu'on se trouve en Afrique (Manioc), Amérique (Manioca); Indonésie (Ubiketela) ou au Brésil (Mandioca) (FAO, 1970). Elle compte près de 280 genres et des milliers d'espèces (Muchnik et Vinck, 1984). *Manihot esculenta Crantz* et la plante de caoutchouc sont deux espèces très répandues en République du Congo. Chaque espèce comporte plusieurs variétés grâce aux croisements interspécifiques. La plante de manioc a suscité beaucoup d'attention par l'homme qui, dans ses recherches, a révélé non seulement la diversité microscopique mais aussi moléculaire.

De façon générale, toutes les variétés de feuilles de manioc sont toxiques à l'état cru. Les vacuoles de leurs cellules contiennent naturellement des glucosides cyanogéniques (Nartey, 1978). Ils sont susceptibles de se décomposer après lésion des tissus pour donner par hydrolyse de l'acide cyanhydrique sous forme liée et libre (Nartey, 1978). Ces lésions surviennent lors des attaques par les ravageurs, pendant le traitement des feuilles de manioc destinées à la consommation. L'acide cyanhydrique (HCN) est un poison naturel bien connu, il sert de défense efficace contre la plupart des ravageurs. On le trouve aussi dans d'autres plantes alimentaires telles que les amandes amères sous forme liée, il exige des traitements spécifiques pour l'éliminer.

A l'état libre, il s'évapore assez facilement. Il est aussi soluble dans l'eau. Ces propriétés sont utilisées depuis le siècle dernier pour des fumigations dans la lutte contre les ravageurs.

Le manioc est par excellence la principale culture vivrière au Congo au niveau ménager en zone urbaine et à grande échelle en zone rurale. Ceux qui en

cultivent tirent un revenu monétaire et, de ce fait, contribuent au développement économique.

Ces racines après transformation sont beaucoup consommées comme aliment de base. Les feuilles de manioc constituent un plat favori, allant jusqu'à l'import-export à l'état brut ou sous forme industrialisée. L'humanité compte plusieurs procédés pour se débarrasser de cet acide cyanhydrique avant la consommation, mais Cooke et Maduragwu, (1980) affirment que la transformation traditionnelle des feuilles n'élimine pas toujours totalement l'acide cyanhydrique. Mais cette forme de détoxification le rend propre à la consommation.

Au cours des dernières décennies, la plante de manioc est fortement attaquée par le virus de mosaïque et le détruit. Les recherches de l'IITA ont permis de mettre au point une variété améliorée, qui résiste à cette attaque, elle présente en plus un meilleur rendement.

Dans notre pays, le projet DONATA-Congo assure la vulgarisation de cette variété à travers plusieurs parcs implantés à Loudima, Dolisie et Odziba.

Au Congo, les études précédentes se sont beaucoup intéressées au dosage de l'acide cyanhydrique des racines de manioc et ses dérivés; la littérature sur le dosage de l'acide cyanhydrique contenu dans les feuilles de manioc reste pauvre.

Nous avons ainsi guidé notre choix sur la comparaison de la teneur en acide cyanhydrique des feuilles de manioc, entre la variété de manioc améliorée et la variété locale non améliorée.

L'intérêt scientifique pour ce travail est de vérifier l'influence de cette amélioration variétale sur la teneur en acide cyanhydrique des feuilles de manioc.

## **2. Objectifs**

### **- Objectif général**

Comparer la teneur en acide cyanhydrique entre les variétés des feuilles de manioc améliorées du parc d'Odziba au Pool résistant à la mosaïque et les variétés non améliorées retrouvées dans les Départements du Pool nord et de la Cuvette en République du Congo.

### **- Objectifs spécifiques**

(i) Identifier les variétés de manioc cultivées dans les Départements du Pool nord et de la Cuvette en République du Congo.

(ii) Comparer les teneurs en acide cyanhydrique entre la variété améliorée du Parc d'Odziba et non améliorée des départements du Pool et de la Cuvette.

## **3. Problématique**

Pourrions-nous dire que la teneur en acide cyanhydrique des feuilles de manioc soit influencée par les techniques destinées à améliorer leur résistance à la mosaïque?

## **4. Hypothèses**

Le manioc résiste naturellement à l'attaque de nombreux ravageurs du fait de la teneur en acide cyanhydrique qu'il renferme. Si cette résistance est mise à mal devant le virus de la mosaïque, probablement que cette teneur est limitée. On pourrait penser que l'amélioration de la résistance a renforcé cette concentration.

## **5. Méthodologie**

Pour mieux aborder l'étude, nous avons retenu les Départements du Pool nord et de la Cuvette. Les variétés de chacun d'eux ont été obtenues en réalisant une collecte d'informations auprès des habitants de chaque localité sur leur

culture de manioc, avant de procéder à la cueillette des feuilles. Nous avons ensuite déterminé leur teneur en acide cyanhydrique libre et combinée.

Hormis les étapes ci-dessus citées, le travail a été mené de façon interactive avec les paysans et les enseignants afin de permettre un enrichissement conceptuel constant.

## I-1.Aspects botaniques de la plante de manioc

Le manioc qui est un arbuste vivace de la famille des Euphorbiacées, originaire d'Amérique du sud. Cette plante arbustive pérenne, compte près de 280 genres et des milliers d'espèces (Muchnik et Vinck, 1984). Deux espèces sont cultivées: la première, *Manihot esculenta Crantz*, introduite au XVII<sup>e</sup> siècle en Afrique par les Portugais d'abord en Afrique Centrale, puis en Afrique de l'Ouest (Sylvestre et Arraudeau, 1983).

La seconde espèce issue du croisement de l'hévéa et du *Manihot esculenta Crantz* connue sous le nom de plante à caoutchouc. Elle était introduite en Afrique dès la fin du XVI<sup>e</sup> siècle et son exploitation s'est répandue au début du XX<sup>e</sup> siècle pour la production du latex. Elle a servi à l'amélioration variétale du manioc par des croisements interspécifiques (Ministères des Affaires étrangères, 2002).

Le manioc peut croître plusieurs années si on ne l'arrache pas. Il renferme trois parties principales: les feuilles, les tiges et les racines. Les feuilles, à multiples lobes foliaires, sont portées par de longs pétioles. Il est aujourd'hui cultivé dans l'ensemble des régions tropicales. Il constitue la base alimentaire de près d'un milliard de personnes (IFAD/FAO, 2008). Dans les régions tropicales et subtropicales, le manioc occupe le troisième rang des productions alimentaires après le riz et le maïs (FAOSTAT, 2005).

De nos jours où le réchauffement climatique est d'actualité, les sécheresses sont plus fréquentes. Les pressions démographiques croissantes amènent les paysans à cultiver des sols de moins en moins fertiles. Les avantages agronomiques de la plante feront que celle-ci s'adapte bien aux sols légers, sablonneux et bien drainés, mais il a des capacités de pousser aussi dans des sols arides ou pauvres, impropres à la culture des autres plantes.

## I.2. Les maladies de la plante

Le manioc peut être attaqué par plusieurs prédateurs (ennemis) et par différents agents pathogènes (bactéries, insectes, champignon, acariens, virus). En 1894, Warburg fut le premier à découvrir la maladie de manioc causée par le Virus de la mosaïque Africaine de manioc (VMAM) de type Gemini. C'est vers les années 1920 que la maladie fut décrite pour la première fois comme étant destructive en Afrique de l'est (Ouganda). Elle est saisonnière, son vecteur principal est la mouche blanche, minuscule insecte qui est très difficile à contrôler. Mais pour au tant, le Virus de la Mosaïque Africaine de Manioc (VMAM) se propage aussi par la dissémination végétative de la plante, qui entraîne un affaiblissement des boutures. En Afrique de l'ouest, la maladie fut mentionnée tout d'abord dans les régions côtières du Nigéria, de la Sierra Léone et du Ghana, vers 1927. C'est ainsi qu'à partir des transports du matériel végétal d'un continent à un autre, d'une région à une autre, que le virus de la mosaïque africaine de manioc serait partie de l'Afrique de l'Est pour atteindre les côtes du Congo.

Cette maladie se caractérise principalement par une décoloration des feuilles. Les jeunes plants de 2 à 6 mois deviennent petits, déformés et les tiges rabougries. Etant donné que cette phase du cycle végétatif de la plante correspond à la tubérisation, le système racinaire se trouve ainsi réduit en nombre et en grosseur, la surface foliaire réduite et les boutures sont de moins bonne qualité. Cette maladie entraîne ainsi une diminution de rendement allant de 20 à 80% selon la gravité. La gravité dépend des variétés cultivées, du type d'infection (primaire ou secondaire) et des conditions climatiques.



**Figure 1:** feuilles de manioc attaquée par la mosaïque

### **I.3.Aspects économiques**

La culture de manioc peut contribuer à l'évolution croissante de l'économie des pays en développement puisqu'il se réalise de plus en plus de recherches sur le manioc, du fait de l'intérêt croissant qui lui est porté comme culture d'exportation. Avec plus de 57 millions de tonnes de racines et leurs produits de transformation consommés, le manioc est la plus importante plante alimentaire de l'Afrique, avant le maïs avec 30 millions de tonnes (FAO, 1997).

### **I.4.Composition chimique des feuilles de manioc**

Les feuilles de manioc crues contiennent beaucoup de glucides, de glucosides cyanogéniques, de protéines, de lipides, de fibres, de cendres, de sels minéraux (Ca, P, Fe, etc.), de vitamines A, de thiamine, de riboflavine et de niacine, plus que certains légumes tels que le chou chinois et l'épinard. Le tableau ci-dessous contient la composition chimique de feuilles de manioc en pourcentage de matière sèches.



**Tableau I:** Composition chimique des feuilles de manioc, en pourcentage de matières sèches (I.C.Onwuene, Winston et B. Charles, 1994)

<b>Constituants chimiques</b>	<b>(%) matières sèches</b>
Matière sèche	15
Glucides	41
Lipides	6
Protides	25
Fibres	20
Cendres	8
Calcium	1,4
Phosphore	0,5
Fer	0,03
Sodium	0,02
Potassium	2
Bêta-Carotène	30
Thiamine	1
Riboflavine	2
Niacine	8
Acide ascorbique	500

## I-5. Toxicité de l'acide cyanhydrique

L'acide cyanhydrique est volatile et fortement soluble dans l'eau, il s'échappe pendant la transformation, soit en se diluant dans l'eau de trempage, dans l'air pendant le séchage, lors du pilage, pendant la fermentation et soit en s'évaporant pendant la cuisson ou la torréfaction.

Selon les normes de la FAO et de l'OMS, la teneur en HCN/kg d'aliments ne doit pas dépasser 10 mg. Quelques pays ont toutefois des normes autorisant des teneurs plus élevées. MUCHNIK et VINCK (1984) avaient déterminé la dose létale pour un adulte entre 50 à 60 mg. L'ingestion permanente et prolongée de quantités moyennes d'acide cyanhydrique (30 mg environ d'HCN/kg d'aliments) peut entraîner des intoxications chroniques susceptibles de provoquer des goitres, des affections du système nerveux et autres maladies graves MUCHNIK et VINCK (1984).

Il suffit par exemple de 0.3 mg de HCN par litre d'air pour tuer un homme au bout de 1 à 2 minutes MUCHNIK et VINCK (1984). L'acide cyanhydrique peut aussi être assimilé par le corps à travers l'ingestion ou l'imprégnation cutanée. Il a une action inhibitrice sur la respiration cellulaire et agit comme une toxine aiguë. Les symptômes d'intoxication peuvent être: goût amer dans la bouche, céphalée, vertiges, angoisses, insomnies, anorexie, brûlures de la bouche et de la gorge, nausées, vomissements et coma profond.

Les symptômes de l'intoxication aiguë par le cyanure surviennent au bout de quatre à six heures après ingestion d'un repas insuffisamment traité conduit à des vertiges, vomissements, malaises et même à la mort. Le thiosulfate est administré par injection intraveineuse en guise de traitement.

## **I.6.Pathologies liées à l'acide cyanhydrique**

Malgré ce rôle économique, la consommation du manioc n'est pas sans risque pour la santé de l'homme du fait de sa toxicité due à la présence d'acide cyanhydrique (HCN), répartie dans toute la plante. Les méthodes traditionnelles de transformation appliquées avec soin peuvent réduire la teneur en cyanure jusqu'à des niveaux non toxiques.

Chez l'homme, un régime pauvre en protéines particulièrement, un régime dans lequel les acides aminés soufrés font défaut, peut réduire la capacité de détoxification et rendre ainsi une personne plus vulnérable à l'effet toxique du cyanure. La consommation de manioc, comme source unique d'énergie alimentaire et source principale de protéines, accentuerait donc la sensibilité à la toxicité du cyanure.

Plusieurs maladies ont été associées aux effets toxiques du manioc MUCHNIK et VINCK (1984). Le rôle de ce dernier a été confirmé dans l'état pathologique de:

**Goitre endémique:** l'ingestion régulière des quantités de feuilles mal traitées entraîne une surcharge chronique de cyanure conduisant à une élévation du niveau de thiocyanate dans le sérum qui passe à 1 à 3 mg/100 ml, le niveau normal étant d'environ 0,2 mg/100 ml. Il existerait alors un grand risque de crétinisme endémique, état caractérisé par une grave aliénation mentale.

Le lien entre la consommation des aliments à base de manioc et la survenue du goitre a été prouvé à partir des dosages de quelques échantillons de manioc dans une région d'endémie goitreuse de l'Est Cameroun. En effet, ces aliments renferment des quantités élevées de glucosides cyanogéniques.

Une carence iodée aggravée par la consommation d'aliments goitrigènes, en l'occurrence le manioc, aurait vraisemblablement un rôle dans l'apparition du goitre endémique dans cette région du Cameroun.

**Troubles neurologiques:** L'apport de cyanure dérivant d'un régime alimentaire où le manioc domine serait un facteur contribuant aux deux formes de neuropathie d'origine nutritionnelle suivantes:

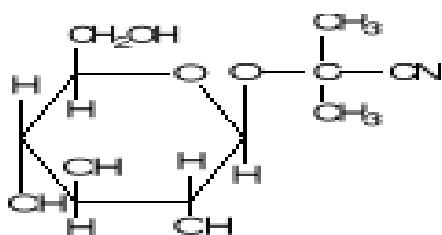
**La neuropathie ataxique tropicale:** Ces troubles s'observent dans certaines régions où l'on cultive du manioc et où on consomme beaucoup de manioc insuffisamment détoxiqué et sans consommation suffisante d'aliments supplémentaires riches en protéines aptes à assurer un apport approprié d'acides aminés soufrés pour la détoxification du cyanure ingéré. Le cadre clinique est dominé par le dommage causé à un des nerfs sensoriels dans la moelle épinière, ce qui entraîne une démarche titubante appelée ataxie.

**La paralysie spastique épidémique:** Ceci s'observe dans les cas d'une dépendance vis-à-vis de variétés très toxiques de manioc cultivé pour la sécurité alimentaire et consommé sans détoxification appropriée. Cette maladie affecte principalement les femmes et les enfants. Elle endommage les nerfs de la moelle épinière qui commandent les mouvements et cause ainsi une paralysie spastique des deux jambes. Pour éviter les effets négatifs qu'engendrerait la consommation du manioc, il faut détoxiquer le produit et le rendre ainsi propre à la consommation.

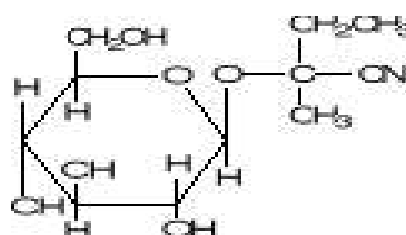
#### **I-7. Détoxification des feuilles de manioc**

La détoxification des feuilles de manioc passe par la dégradation chimique des composés cyanogéniques au cours de la transformation.

Dans les feuilles, deux composés glucosides sont identifiés: la linamarine et la lautostraline. La linamarine est le glucoside le plus important; car le rapport linamarine /lautostraline varie de 97/13 à 93/17 (NARTEY, 1978). Ci-dessous les représentations des structures des glucosides cyanogéniques.



Linamarine



Lautostraline

**Figure 2:** Représentation des structures des glucosides cyanogéniques de manioc

La dégradation des composés cyanogéniques durant les différentes transformations des feuilles se déroulerait en deux étapes selon Meuser et Smolnik (1980):

-**La première étape** serait une hydrolyse de la linamarine et de la lautostraline, sous l'action d'une enzyme endogène, la linamarase ou une émulsine. Cette hydrolyse enzymatique se retrouve chez l'ensemble des plantes cyanogènes et aboutit à la formation d'une cyanohydrine toxique, puis à la libération d'un glucose.

En effet, les composés cyanogéniques (la linamarine et la lautostraline) se trouveraient localisés dans les vacuoles des cellules tandis que les enzymes hydrolytiques seraient localisés dans les membranes des cellules (Nartey, 1981) et (Mpong et al. 1990). Ce n'est qu'après déchirure (lorsqu'on pile les feuilles) que le substrat peut être hydrolysé par l'enzyme. La linamarase est spécifique de la linamarine mais aussi de la lautostraline (Nartey 1968). Elle est à son optimum d'activité aux pH compris entre 5,5 et 6 et à une température de 37°C ; elle est relativement stable jusqu'à 72°C (Cooke, 1978).

-**La deuxième étape** est la dissociation de la cyanohydrine en acide cyanhydrique et cétone. Cette dissociation peut être chimique ou enzymatique comme l'a suggéré Coon en 1969. Pour lui, la cyanohydrine est hydrolysée par une seconde enzyme, une hydroxynitrilyase. Cette réaction enzymatique est

analogue aux mécanismes mis en évidence pour la dihurrine du sorgho. L'étude de la stabilité de la cyanohydrine à différents pH (Cooke, 1978) montre qu'elle est relativement stable en milieu acide, l'équilibre entre l'acide cyanhydrique et la cyanohydrine s'instaurant pour un pH voisin de 5,5.

Le cyanure responsable de la toxicité du manioc se trouverait dans les feuilles sous deux formes principales:

- ✚ une forme liée, à l'état de glucosides (linamarine et lautostraline);
- ✚ des formes libres à l'état de cyanohydrine et d'acide cyanhydrique.

Nartey, (1978) indique que ces formes toxiques pour l'homme peuvent être éliminé par dissolution dans l'eau pour les formes liées et par évaporation pour les formes libres.

Selon Tiki Mpondo (1997) et Hahn (1989) la teneur en acide cyanhydrique diminue en fonction du mode de transformation des feuilles. Pour 1 kg de feuilles non traitées la teneur en acide cyanhydrique est de 420 mg, traitées par hachage et cuisson la teneur est de 60 mg et lorsqu'elles sont broyées et cuites la teneur est de 15 mg.

Les feuilles de manioc doux ou amer et celles du « caoutchouc » subissent un traitement de détoxification. Il s'agit d'un long processus à la chaîne avec comme principaux outils le pilon et le mortier ou encore la machine. Elle débute par l'effeuillage où les branches sont éliminées de leurs feuilles, le lavage précède le blanchiment en immergeant les feuilles dans l'eau bouillante ou encore on les torréfie (feuilles de manioc chauffées à sec dans une casserole). Les feuilles sont pilées au mortier ou écrasées à la machine avant d'être cuites pendant des heures. Quand les feuilles de manioc sont pilées sans avoir subi l'un des traitements thermiques cités, au début de la cuisson la casserole est laissée ouverte.

D'autre part, hormis l'élimination des composés cyanogéniques par les traitements évoqués, la fermentation des feuilles de manioc qui est une

méthode de conservation appelée ntoba mubori dans la Bouenza, lilleyuku dans le Kouilou ou ntoba mbodi dans le Pool est également une technique de détoxification (D. LOUEMBE et al, 2003).

La consommation des racines crues de manioc doux rentre dans les habitudes alimentaires de certaines populations. Il est fortement recommandé de boire des tisanes ou de l'eau chaude juste après, pour éviter des douleurs sous forme de crampes digestives.

On comprend ainsi l'intérêt des différents traitements traditionnels associant la chaleur dans un but de détoxification. Cette clairvoyance scientifique de nos ancêtres traduit qu'ils avaient la connaissance de la présence du poison: l'acide cyanhydrique.

Le cyanure ingéré peut être détoxiqué dans l'organisme par la conversion en thiocyanate, un composé soufré ayant des propriétés goitrigènes. Le thiocyanate accroît la capacité de détoxification du patient en augmentant la quantité de soufre disponible.

## **I.8. Teneurs en acide cyanhydrique des produits dérivés de manioc**

### **✚ Production de l'attiéké**

Au cours des différentes étapes de la production de l'attiéké des prélèvements ont été réalisés afin de déterminer les teneurs en acide cyanhydrique. Il s'agissait des épluchures, de la pulpe entière, la pulpe broyée, le jus de pressage, le jus de fermentation, les grains de semoule et enfin sur l'attiéké produit.

Le dosage de l'acide cyanhydrique était effectué selon la méthode alcaline de titration FAO (1956).

20 g de matériel végétal issu des différents échantillons ont été pesés et mélangés à 200 ml d'eau distillée. La solution obtenue après 3 à 4 heures a été distillée. Un distillat (150 ml) a été recueilli dans 20 ml d'une solution contenant 0,5 g de NaOH. Huit (8) ml d'une solution de KI à 5 % sont ajoutés à

100 ml de distillat placé dans une fiole d'Erlenmeyer de 250 ml. Le distillat a été titré avec une solution de  $\text{AgNO}_3$   $10^{-2}$  M.

La teneur en acide cyanhydrique est déterminée à l'aide de la correspondance suivante : 1 ml d' $\text{AgNO}_3$  équivaut à 1,08 mg de HCN. Les résultats suivants ont été obtenus :

1. La teneur en acide cyanhydrique que renferment les épluchures est basse entre 20 à 25 %, ce qui est en accord avec les résultats que rapportent de Akinrelle et al. (1971), Odigboh (1976), Aboua et al. (1989).

2. Bruijn (1971), Aboua et al. (1989), Nartey (1993), rapportent que le broyage participe à la destruction des tissus cellulaires qui renferment les glucosides cyanogéniques. Cela corrobore les résultats obtenus par Conn (1969) qui indiquent que sous l'action d'une enzyme endogène, la linamarase, les glucosides cyanogéniques telles que la linamarine et la lautostraline libérées par broyage sont hydrolysées en acide cyanhydrique ce qui permet ainsi leur élimination ultérieure par écoulement. Toujours selon Conn (1969), plus de 38 % de l'acide cyanhydrique sont ainsi libérés. Cela est confirmé par la teneur en acide cyanhydrique du jus de pressage qui est de 0,81 mg/ kg. Ces résultats montrent que cette teneur décroît progressivement au cours du traitement technologique du tubercule pour être pratiquement inexistante dans le produit final.

3. La fermentation libre également une partie de l'acide cyanhydrique dans le jus de pressage. Cette étape, associée à l'étape du pressage, contribue à faire baisser le taux d'acide cyanhydrique. En effet, Akinrelle (1964), Strasser *et al.* (1970), Vanderborgh (1970) ont expliqué cette baisse de la teneur en acide cyanhydrique dans le cas de la transformation du manioc en gari.



## Production de kpem

Le Kpem est un plat traditionnel camerounais confectionné avec de jeunes feuilles, broyées et cuites (PELE et LE BERRE, 1966) : ce procédé culinaire a permis d'éliminer 96 % de l'HCN par rapport aux feuilles fraîches.

Des feuilles de manioc broyées et cuites pendant 20 mn contiennent 25 µg/g d'HCN alors que la teneur initiale en glucosides correspondait à 0,38 g ou 380µg/g d'HCN (DE BRUIJN, 1971).

La teneur en HCN varie selon les organes de la plante et selon le procédé technologique traditionnel utilisé pour préparer le manioc. Nous avons constaté que les plats à base de feuilles les plus fréquemment consommés, cas du kpem, sont ceux qui sont les mieux détoxifiés en HCN (90 % et plus) par le procédé technologique traditionnel.

### **I-9. Clonage du manioc pour l'amélioration des variétés à fort rendement et résistant à la mosaïque.**

Depuis longtemps, différentes stratégies ont été appliquées pour lutter contre cette maladie, telles: la maîtrise de l'insecte vecteur par des moyens biologiques (avec des insectes parasites), l'élimination du manioc contaminé, mais ces stratégies ont toujours présenté des limites.

L'Institut International d'Agriculture Tropical (IITA), basé à Ibadan dans le Sud Ouest du Nigéria a mis au point des variétés de manioc améliorées. Ces variétés de manioc ont déjà été testées en Ethiopie. Les résultats obtenus (25 tonnes à plus de 40 tonnes à l'hectare) renforcent le fait que le manioc peut être cultivé pour assurer la sécurité alimentaire dans cette partie du continent sujette à la sécheresse. La culture du manioc est donc une meilleure lutte contre la famine d'après le docteur Pheneas Ntawuruhunga, sélectionneur manioc à l'IITA.

Par ailleurs une autre série de 46 clones résistants à la mosaïque du manioc a été introduite en 2005 en Ethiopie à travers les services d'inspection phytosanitaire du Kenya sous la coordination du Réseau d'Afrique de l'Est

pour la Recherche sur les Tubercules (EARRNT). Six clones ont fait l'objet d'un essai direct dans six endroits et leur rendement s'est révélé très bon, tandis que les autres ont été évalués au centre de recherche d'Awasa.

Pour le Congo notre pays, Le projet Dissémination Of New Agricultural Technologies in Africa (DONATA-CONGO) de recherche et de développement s'était exécuté de mars 2008 à 2011. Après la mise en place d'une plate forme d'innovation pour l'adoption des technologies, l'une des tâches était de produire des variétés de manioc à **fort rendement** résistant à la mosaïque, puis d'adopter les meilleurs clones.

Ces clones améliorés avaient été mis dans les parcs de multiplication à Loudima, Dolisie et Odziba.

Le parc d'Odziba, dans le Département du Pool, fait la vulgarisation des boutures améliorées pour répondre à la menace des plantes par la mosaïque du manioc. On distingue cinq (5) variétés (197/0162, 191/0401, 193/0029, 197/0358, V92/277) qui ont permis la présente étude comparative.

Les boutures de 25 à 30 cm de long ont été conditionnées par les services de la recherche avec la participation des producteurs.

✚ A Loudima 27 ménages ont reçu 83.750 boutures de manioc pour emblaver 8,375 ha.

✚ A Dolisie 34 ménages ont bénéficié de 87.500 boutures de manioc pour 8,750 ha.

✚ Enfin Odziba où seulement six (6) ménages ont reçu 10.000 boutures pour un (1) ha de manioc.

Au total 67 bénéficiaires ont reçu des boutures pour la mise en place de 17 ha de clones améliorés résistant à la mosaïque du manioc.

L'estimation de rendement au niveau des parcs de multiplication de la campagne 2009-2010 a été faite quand le manioc a eu 15 mois de végétation.

Les variétés locales ont un rendement moyen qui varie entre 10 t/ha et 14 t/ha. Tous les clones améliorés ont donné des rendements deux à trois fois plus élevés que les variétés locales en plus d'une forte résistance à la mosaïque.

La recherche s'est effectuée en deux phases dans deux Départements : le Pool dans la partie nord, Odziba et Invouba, deux localités distantes de 22 km et la Cuvette à Oyo. L'étude a duré huit mois, de mars à octobre 2014.

Au cours de la première phase nous avons procédé aux enquêtes et au prélèvement des variétés.

Pendant la deuxième phase il a été réalisé le dosage de la teneur d'acide cyanhydrique au laboratoire de valorisation des agro-ressources (LVAR) situé au sein de l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP).

## **II.1.MATERIEL**

Pour la réalisation de cette étude, notamment pour le dosage de l'acide cyanhydrique, nous nous sommes servis de matériaux listés suivant la chronologie ci-dessous.

### **II.1-1.Matériel végétal**

Le matériel végétal n'est que les deux variétés de feuilles de manioc à savoir le *Manihot esculenta* Crantz et le *caoutchouc* prélevées au champ.

### **II.1-2.Matériel expérimental**

Il s'agit de:

- Étuve munie d'un thermostat réglé à 38 °C;
- Appareil de distillation par entraînement à la vapeur d'eau muni d'un réfrigérant avec rallonge courbée;
- Ballons à fond plat de 1 000 ml, à bouchon rodé;
- Bain d'huile;
- Balance à précision de 250 g;
- Burette graduée à 1/20 ml;

- Fiole jaugée de 50 et 100 ml ;
- Erlen Meyer de 500 ml;
- Bécher de 500 ml ;
- Plaque chauffante ;
- Spatule;
- Feutre indélébile inodore pour identifier les échantillons ;
- Serviettes en papier ;
- Papier aluminium.

## **II-2.Méthode d'étude**

### **II-2-1.Enquête**

C'est la première phase qui a consisté à rencontrer les producteurs de manioc pour prendre connaissance des cultivars de la localité, du lieu de culture et de leur cycle de production. Nous nous sommes assurés que les deux départements sont intéressés par le projet manioc du PRASAC.

### **II-2-2.Déroulement de l'enquête**

Le recueil des informations s'est fait à l'aide d'un questionnaire joint en annexe. Dans les localités enquêtées, nous avons été guidés par un paysan qui a travaillé dans le projet consistant à vulgariser des variétés de manioc améliorées. Cela a favorisé rapidement le contact avec des cultivateurs qui nous ont livré des informations sur les variétés présentes dans la localité à partir d'une fiche d'entretien individuel.

### **II-2-3.Echantillonnage**

Dans les deux Départements Pool nord localités d'Odziba, Imvouba et Cuvette localité d'Oyo, notre échantillon a été constitué de variétés de manioc locales. La collette était illimitée tout en respectant les critères d'inclusion et d'exclusion.

Les variétés améliorées proviennent tous du parc d'Odziba.

Chaque échantillon frais pesait en moyenne 500 grs de feuilles de manioc. Il était exposé à l'ombre pour amorcer le séchage. Ensuite, les échantillons étaient emballés dans des sacs noirs en polystyrène. Ils comportaient chacun, une étiquette agrafée portant le nom de la variété, la date de cueillette et la localité.

Pour le transport à Brazzaville, les échantillons avaient été placés dans un sac kaba (Nguiri). L'exposition à l'ombre s'est poursuivie jusqu'à obtenir des feuilles craquantes.

#### **II-2-4.Critères d'inclusion**

- Variété améliorée;
- Variété locale;
- Age de la plante supérieur à 5 mois;
- Variété caoutchouc et *Manihot esculenta Crantz*;
- Dénomination connue.

#### **II-2-5.Critères d'exclusion**

- Plante atteinte de la mosaïque et autres maladies;
- Champ inaccessible en véhicule.

#### **II-2-6.Extraction et dosage de l'acide cyanhydrique**

##### **-Principe**

Il consiste à mettre l'échantillon en suspension dans l'eau. L'acide cyanhydrique est libéré sous l'action de ferments, puis entraîné par distillation à la vapeur d'eau. C'est dans un volume déterminé de solution de nitrate d'argent acidifiée qu'est recueillie la vapeur d'eau.

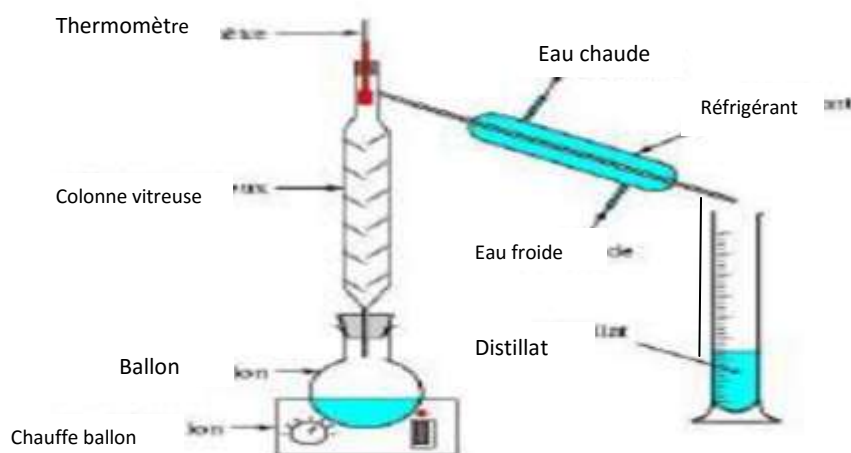
Le cyanure d'argent est séparé par filtration. L'excès de nitrate d'argent est titré par une solution de thiocyanate d'ammonium.

## -Mode opératoire

En premier temps, nous avons introduit dans un ballon d'un litre à fond plat 20 g de feuilles de manioc séchées et broyées, 50 ml d'eau et 10 ml de suspension d'amandes douces. Le ballon une fois bouché est maintenu pendant seize heures dans l'étuve à 38 °C.

Au bout de 16 heures, nous refroidissons le ballon à la température ambiante puis additionnons 80 ml d'eau et 10 ml de solution d'acétate de sodium. Le ballon refroidi est relié à l'appareil de distillation à vapeur. Il est ensuite placé dans un bain d'huile préalablement portée à une température légèrement supérieure à 100 °C.

Nous faisons passer dans le ballon un puissant courant de vapeur tout en chauffant doucement le bain d'huile. 200 à 300 ml de distillat sont recueillis dans un Erlen Meyer placé à l'abri de la lumière, contenant 50 ml de solution de nitrate d'argent 0,02 N et 1 ml d'acide nitrique. Pour y parvenir nous veillons à ce que la rallonge du réfrigérant plonge dans la solution de nitrate d'argent. La figure ci-dessous dispositif de distillation.



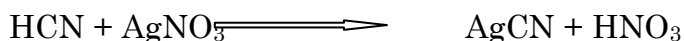
### Figure 3: Dispositif de distillation à vapeur

Nous transvasons le contenu de l'Erlen Meyer dans un ballon jaugé de 500 ml. Puis un volume d'eau est complété jusqu'au trait de jauge avant d'agiter et filtrer. Nous Prélevons 250 ml du filtrat, dans lesquels on ajoute 1 ml de solution de sulfate d'ammonium ferrique.

Enfin, nous titrons en retour l'excès de nitrate d'argent par la solution de thiocyanate d'ammonium 0,02N débitée de la burette graduée à 1/20 ml.

#### II-2-7.Calcul des résultats

D'après la réaction de titrage:



La teneur en acide cyanhydrique est déterminée à l'aide de la correspondance suivante:

1 ml d'AgNO<sub>3</sub> à 0,02 N correspond à 0,54 mg de HCN.

La teneur en HCN pour 1kg soit 1 kg de feuille de manioc sera, en gramme:

$$\frac{n \times 1000 \times 0,54}{P}$$

Avec: n = nombre de ml d'AgNO<sub>3</sub> utilisé

p= poids des feuilles de manioc dosé

### III.1. Résultats de l'enquête

L'enquête a débuté le 30.06.2014 et a concerné trois (3) localités déjà citées et 30 champs.

La situation climatique des zones d'études ciblées s'est présentée comme suit:

A Oyo, dans la Cuvette, le climat est de type subéquatorial avec une saison sèche de juin à septembre, une saison de pluies d'octobre à début janvier et une petite saison sèche janvier à mars et une petite saison de pluies d'avril à mai.

A Odziba et Imvouba dans le Pool, bénéficient d'un climat qui prend une tendance tropical sec.

Suite aux entretiens avec les cultivateurs des localités sur les espèces et les variétés cultivées, il ressort que la majorité cultive la variété de manioc *Manihot esculenta Crantz* tandis que quelques uns cultivent en plus la variété caoutchouc. La collecte a eu lieu selon les critères définis et le programme des visites des champs.

Parmi les variétés cultivées, 21 variétés ont été exemptes de critères non éligibles. Elles constituent l'échantillonnage dont 16 de la variété locale et cinq (5) de la variété améliorée. Tous les échantillons améliorés proviennent du Pool au niveau de la station du projet et les autres des champs des paysans. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.



**Tableau II:** Collecte des variétés locales et améliorées par localité

Localités		Variétés		âge (mois)
		Locales	Améliorées (codes)	
Odziba	(zone Oka)	Ngébana	197/0162	14
		Oukawala	191/0401	14
		kaba sucre ou jaune	193/0029	12
		Caoutchouc	197/0358	12
		Ngatsa	V92/277	8
		Léfini		7
	Ngapi ou violet		8	
	(zone 103)	Oukawala		12
		Woukou- woukou		9
Imvouba		Ebakata		8
		Ngatsa		8
		Caoutchouc		8
Oyo		Caoutchouc		8
		Ndéli		12
		Ongana		12
		Logoro		14

Le tableau suivant regroupe les variétés de feuilles communes aux localités

**Tableau III:** Variétés des feuilles communes aux localités

<b>Localités variétés</b>	<b>Odziba (zone Oka)</b>	<b>Imvouba</b>	<b>Oyo</b>
<b>caoutchouc</b>	x	x	x
<b>Ngatsa</b>	x	x	

La variété caoutchouc est plus utilisée pour la préparation de feuilles dans les trois localités.

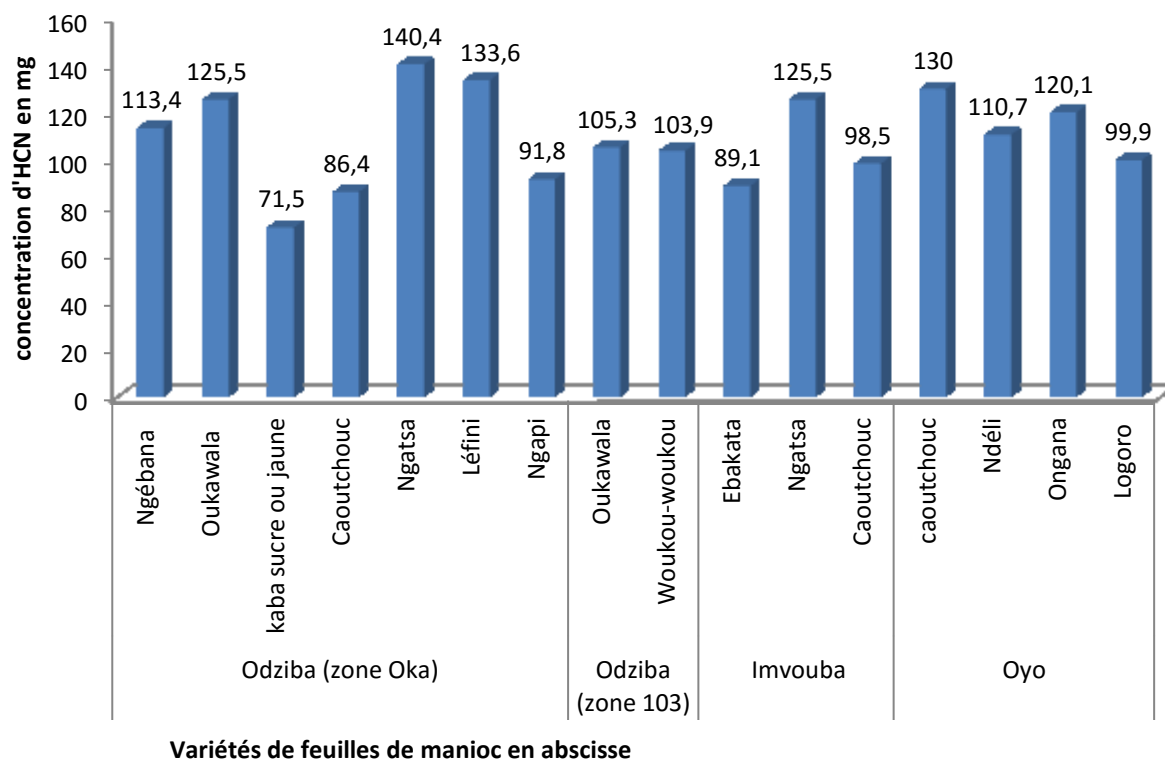
### III.2.Résultats du dosage de l'acide cyanhydrique

Les résultats du dosage sont inscrits dans le tableau ci-dessous.

**Tableau IV:** Teneurs en acide cyanhydrique en mg pour 1 kg de feuilles de manioc des variétés locales.

Localités	Variétés locales	âge (mois)	Volume d'AgNO <sub>3</sub> en ml			Teneur du HCN en mg
			1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	Moyenne	
Odziba (zone Oka)	Ngébana	14	3,9	4,5	4,2	113,4
	Oukawala	14	3,6	5,7	4,6	125,5
	kaba sucre ou jaune	12	2,5	2,8	2,6	71,5
	Caoutchouc	12	3	3,4	3,2	86,4
	Ngatsa	8	4,6	5,8	5,2	140,4
	Léfini	7	4,6	5,3	4,9	133,6
	Ngapi ou violet	8	3,2	3,6	3,4	91,8
Odziba (zone 103)	Oukawala	12	3,7	4,2	3,9	105,3
	Woukou-woukou	9	3,8	3,9	3,8	103,9
Imvouba	Ebakata	8	3,6	3	3,3	89,1
	Ngatsa	8	4,5	4,8	4,5	125,5
	Caoutchouc	8	3,5	3,8	3,6	98,5
Oyo	Caoutchouc	8	5,2	4,5	4,8	130
	Ndéli	12	4	4,2	4,1	110,7
	Ongana	12	4,3	4,6	4,4	120,1
	Logoro	14	3,6	3,8	3,7	99,9

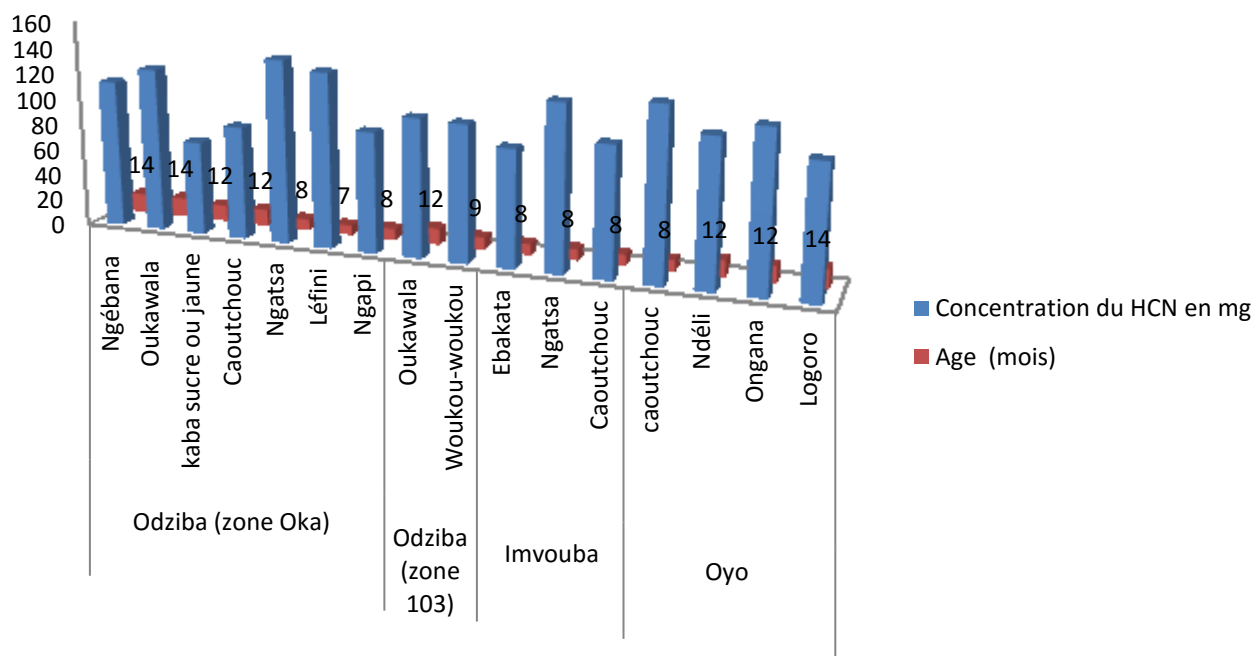
Illustration des teneurs en acide cyanhydrique des variétés locales de feuilles de manioc en fonction des localités



**Figure IV:** Teneurs en acide cyanhydrique des variétés locales

Le graphique montre que la teneur d'acide cyanhydrique est très élevée dans les variétés **Ngatsa**, **Léfini**, **Oukawouala** et **Ngébana** d'Odziba; **Ngatsa** d'Imvouba; et **Caoutchouc**, **Ongana** d'Oyo.

Illustration des teneurs en acide cyanhydrique des variétés locales de feuilles de manioc en fonction de l'âge



**Figure V :** Teneurs en acide cyanhydrique des variétés locales en fonction de l'âge

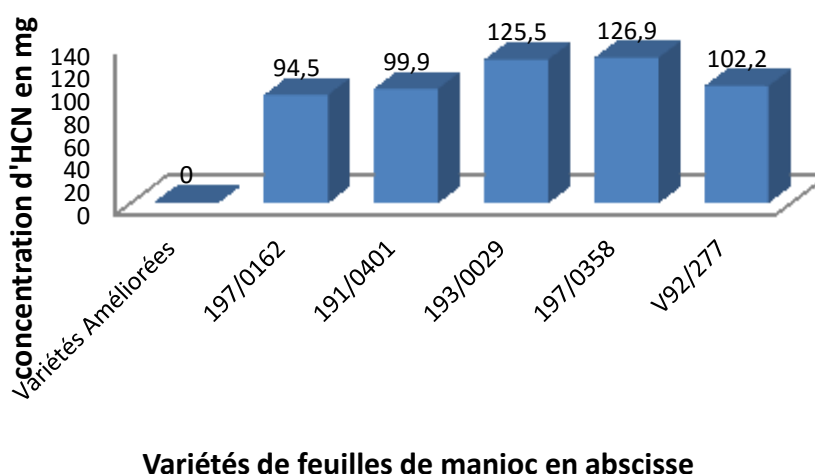
Les variétés améliorées sont dosées et leurs teneurs sont inscrites dans le tableau ci-dessous.

**Tableau V:** Teneurs en acide cyanhydrique en mg pour 1 kg de feuilles des variétés améliorées

Localités	Variétés Améliorées	âge (mois)	Volume d'AgNO <sub>3</sub> en ml			Teneur du HCN en mg
			1 <sup>ier</sup> essa	2 <sup>ème</sup> essa	Moyenne	
Odziba (zone Oka)	197/0162	14	3,2	3,5	3,5	94,5
	191/0401	14	3,6	3,8	3,7	99,9
	193/0029	12	4,5	4,7	4,6	125,5
	197/0358	12	5	4,5	4,7	126,9
	V92/277	8	4	3,6	3,8	102,2

Toutes les teneurs en acide cyanhydrique des variétés améliorées sont en majorité supérieures à 100 mg.

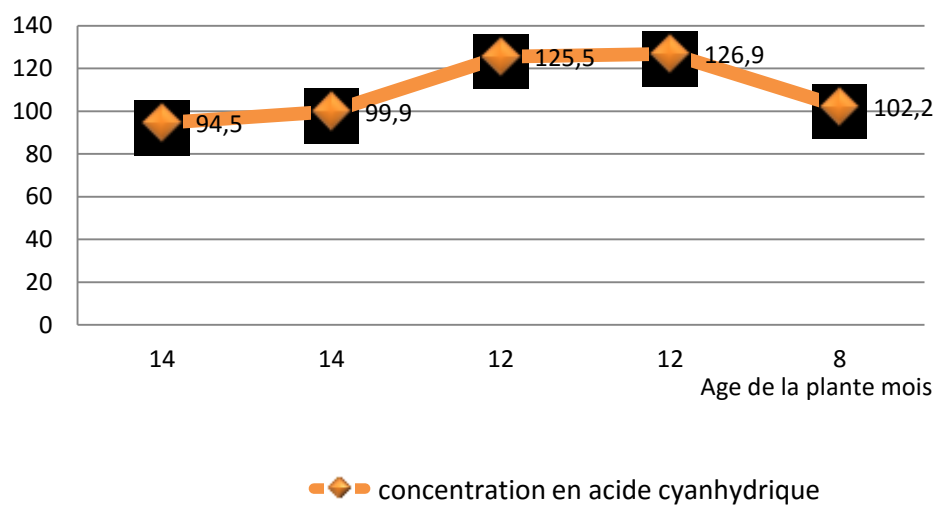
Illustration des teneurs en acide cyanhydrique des variétés améliorées de feuilles de manioc



**Figure VI:** Teneurs en acide cyanhydrique des variétés améliorées.

Le graphique montre que la teneur d'acide cyanhydrique est très élevée dans les variétés améliorées 197/0162 et 193/0029 que dans les autres améliorées.

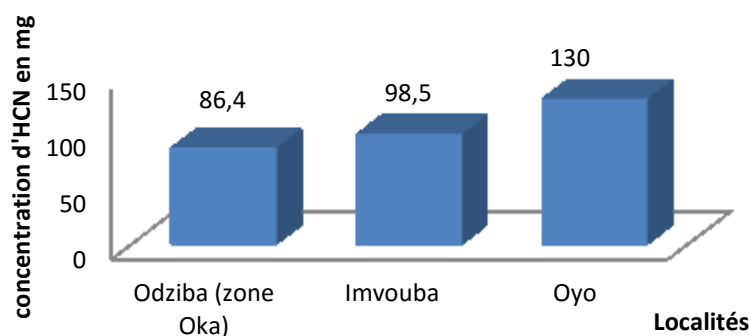
Illustration des teneurs en acide cyanhydrique des variétés améliorées des feuilles de manioc.



**Figure VII:** Teneurs en acide cyanhydrique des variétés améliorées en fonction de l'âge.

On constate que les variétés les moins âgées ont des teneurs élevées et les plus âgées n'ont pas les teneurs les plus élevées.

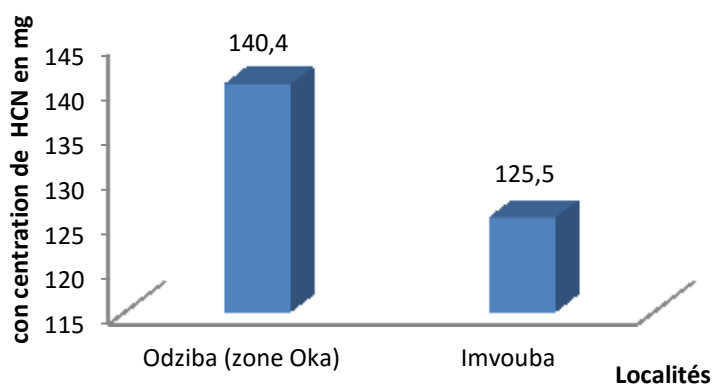
Illustration de la teneur des feuilles de manioc en acide cyanhydrique de la variété Caoutchouc.



**Figure VIII:** Teneur en acide cyanhydrique de la variété Caoutchouc d'Odziba (zone Oka), d'Imvouba et d'Oyo

La teneur d'acide cyanhydrique est très élevée dans la variété caoutchouc d'Oyo.

Illustration de la teneur des feuilles de manioc en acide cyanhydrique de la variété Ngatsa retrouvée à Odziba et Imvouba



**Figure IX:** Teneur en acide cyanhydrique des variétés Ngatsa d'Odziba et d'Imvouba



La figure montre que la teneur de l'acide cyanhydrique de la variété Ngatsa est plus élevée à Odziba qu'à Imvouba

**Tableau VI:** Classification des teneurs en acide cyanhydrique en mg

Localités	Variétés locales	Teneur du HCN en mg	HCN>100 mg ou HCN<100 mg
Odziba (zone Oka)	Ngatsa	140,4	HCN>100 mg
	Léfini	133,6	
	Oukawala	125,5	
	Ngébana	113,4	
	Ngapi ou violet	91,8	HCN<100 mg
	Caoutchouc	86,4	
	kaba sucre ou jaune	71,5	
Odziba (zone 103)	Oukawala	105,3	HCN>100 mg
	Woukou-woukou	103,9	
Imvouba	Ngatsa	125,5	HCN>100 mg
	Caoutchouc	98,5	HCN<100 mg
	Ebakata	89,1	
Oyo	Caoutchouc	130	HCN>100
	Ndéli	110,7	
	Ongana	120,1	
	Logoro	99,9	HCN<100 mg
Variétés améliorées	197/0162	94,5	HCN<100 mg
	191/0401	99,9	
	193/0029	125,5	HCN>100
	197/0358	126,9	
	V92/277	102,2	

### III.3. DISCUSSION

L'enquête menée auprès des localités des deux départements nous a permis de découvrir des appellations diverses correspondant aux variétés locales au sein d'un département mais qui ne sont pas similaires dans le second département. Il nous est en ce moment difficile de savoir distinguer les variétés communes aux deux départements alors que cela aurait un intérêt pour rapprocher les variétés et mieux faire une analyse. Dans les localités du Département du Pool, la similitude des appellations est du fait de la dominance de l'ethnie téké, ce qui n'est pas le cas dans la Cuvette. Cependant, il sied de noter que la variété caoutchouc est présente dans les deux Départements.

Notre échantillon comporte une richesse variétale. Cependant nous voudrions signaler que la répartition des teneurs n'est pas égale entre les départements ou entre les variétés locales et améliorées. Ces résultats sont en accord avec les recherches d'Olsen et Schaal (1999) qui avaient constaté que les variétés de manioc étaient beaucoup hétérogènes.

Penet (1999) explique cela par le fait que les plantes de manioc sont en majorité hétérozygotes dans les variétés.

En effet, le transfert de génotypes de manioc d'une localité à une autre peut modifier la teneur en composé cyanogénétique de la plante à cause des conditions climatiques et des caractéristiques du sol (IITA, 1993).

#### III-3-1. Comparaison des variétés en fonction des teneurs en acide cyanhydrique

A travers les résultats obtenus pour les variétés non améliorées à l'intérieur du département du Pool, on constate des écarts importants, aussi bien pour la même variété (Ngatsa et le caoutchouc) cultivée dans des localités différentes Odziba et Imvouba que pour des variétés non retrouvées ailleurs. Les études menées au Nigéria par BOKANGA et al (1994) ont pu montrer cette différence au sein d'une même variété.

Dans le Département de la Cuvette à Oyo, les quatre (4) variétés présentent des teneurs différentes mais assez élevées avec la plus basse teneur à 99,9 mg.

Le département du Pool, particulièrement la localité d'Odziba offre les taux les plus bas et les plus élevés de tous soit 71, 5 mg (Kaba sucre ou jaune) et 140,4 mg (Ngatsa).

Cependant, le Ngatsa d'Odziba a une teneur supérieure à celui d'Invouba. Le caoutchouc cultivé dans le département de la Cuvette a une teneur largement supérieure (130 mg) à celle du département du Pool (98,5 mg à Invouba et 86,4mg à Odziba).

Les cinq (5) variétés améliorées prélevées dans le parc d'Odziba dans le Pool ont leurs teneurs qui oscillent entre 94,5 et 125,5 mg mais diffèrent les unes des autres. Ceci est en accord avec les travaux d'Abéga et Lambot (2000) qui ont aussi observé des différences hautement significatives entre les taux de matière sèche de plusieurs clones améliorés.

### III-3-2. Comparaison des variétés en fonction de l'âge

Lors de notre collecte, il nous est paru important de prendre l'âge des différents échantillons afin de vérifier l'effet de cette variable sur les teneurs en acide cyanhydrique.

Il ressort que la variété locale Oukawala trouvée dans les deux localités du Pool présente des teneurs variables. A 14 mois elle est supérieure à celle de 12 mois (**125,5 mg** contre **105,3 mg**).

Ce constat est pareil pour le caoutchouc du département du Pool: localité d'Odziba âgé de 8 mois dont la teneur est de **86,4 mg**, face à celui d'Invouba de 12 mois avec une teneur de **98,5 mg**.

On pourrait être tenté de dire que l'âge a une influence sur la teneur en composés cyanogéniques.

Mais, le caoutchouc de 8 mois de la localité d'Oyo du département de la cuvette, a une concentration largement supérieure (130 mg) aux deux variétés des localités précédentes, qu'il s'agisse du même âge ou du plus âgé.

Le Ngatsa d'Odziba (zone Oka) et le Ngatsa d'Imvouba de même âge (8mois) présentent des teneurs différentes respectivement 140 mg et 125 mg.

Pour un âge inférieur, une même variété locale peut présenter des concentrations supérieures aux variétés plus âgées.

Pour les différentes variétés aussi, les teneurs fluctuent. On trouve facilement les variétés présentant des teneurs très élevées pour les jeunes plantes et faibles pour les plus âgées.

Concernant les variétés améliorées, elles se caractérisent par une variabilité frappante. La variété de 8 mois est proche en concentration avec la variété de 14 mois soit 102,2 mg contre 99,9 mg alors que les variétés de 12 mois révèlent une concentration en acide cyanhydrique élevée (125,5 mg et 126,2 mg).

Si un écart était observé entre les variétés locales et améliorées, cela aussi pouvait nous laisser croire que la modification serait un facteur majeur. Or les variétés modifiées, résistent à la menace de la mosaïque, alors que celles non modifiées, ayant les mêmes teneurs en acide cyanhydrique ne résistent pas.

L'hypothèse de notre étude n'est pas concluante.

Pour le même département, on trouve une similitude en taux d'acide cyanhydrique entre les variétés non améliorées et améliorées.

Cette observation est faite aussi entre les variétés non améliorées des deux départements évoqués dans notre étude.

Ceci nous pousse à croire que les manipulations pour l'amélioration variétale n'ont pas eu d'influence sur la teneur en acide cyanhydrique. La propriété de résistance à la mosaïque proviendrait d'autres facteurs. Cette hypothèse serait pour nous la plus favorable.

## **Conclusion**

L'acide cyanhydrique qui est toxique pour l'homme a des enjeux majeurs pour la survie de la plante de manioc largement consommé. Sa teneur qui diffère au sein de la même variété, d'une variété à l'autre, ou d'une localité à l'autre exige une meilleure connaissance scientifique.

Nous ne saurions dire avec précision si les manipulations ayant abouti à l'amélioration du rendement et de la résistance au virus de la mosaïque, n'influencent pas les concentrations de l'acide cyanhydrique en fonction de l'âge.

En perspective, il reste à travailler sur des échantillons de grande taille prenant en compte aussi d'autres paramètres tels que: caractéristiques climatiques et hydrographiques pour des meilleures observations concluantes. Ce qui nous conduirait à établir une cartographie nationale de la teneur des feuilles de manioc en acide cyanhydrique.

1. **ABEGA J. et LAMBOT C (2000).** Évaluation technologique de clones améliorés de manioc, rapport intermédiaire No 2. CRD Nestlé (Edition), Abidjan (Côte d'Ivoire), 24 pp.
2. **ABOUA F. 1992.** Some biochemical and microbiological changes during deshydrate d'attieke storage. Food Chemistry, 47: 395-397.
3. **AKINRELLE I.A. 1964.** Fermentation of cassava. J. SciFd Agric. 15: 589-594.
4. **AKINRELLE I.A. OLATUNJI (F.O.). 1971.** Industrial specifications for mechanized processing of cassava into gari. Nigeria Federal Institute on Industry Research, Technical Memorandum 26, 14 p.
5. **BOKANGA et Al. (1994),** genotype environnement interaction for cyanogenic potential in cassava. Acta hort, 37 : 131-140.
6. **BRUIJN (G. H.). 1971.** A study on the cyanogenetic character of cassava Veeman and zonen, Wageningen.
7. **CONN E.E., 1969.** Cyanogenic glycosides. J. Agr. Fd. Chem, 17: 519-526.
8. **COOKE R. D., 1978.** An enzymatic essay for the total cyanhydric content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) J. Sc. Fd. Agr. 29: 345 - 352.
9. **FAO, 1956.** Acide cyanhydrique. Dosage : Méthode alcaline de titrage. In Traitement du manioc: 84-85.
10. **FAO (1970),** Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique, Rome-Italie.
11. **J. Muchnik et D. Vinck, (1984),** La transformation du manioc (technologies autochtones).
12. **FAOSTAT (2005),** Le manioc en Afrique.

13. LOUEMBE D., BOUANGA-KALOU G., KELEKE S. et KOBAWILA S.C. (2003), Etude microbiologique des feuilles fermentées de manioc «ntobam bodi», Tropicultura, 106-111p.
14. MEMENTO DE L'AGRONOME (2002), CIRAD-GRET, Ministère des affaires étrangères, 780-769, 919-920.
15. MEUSER F; SMONIK.H. D., 1980. Processing of cassava to gari and other foods tuffs. Starch, 32 (4), 116-122.
16. NARTEY (L.). 1993: Studies on cassava, *Manihot utilissima* Pohl: cyanogenesis: The biosynthesis of linamarin and lotaustralin in ethiolated seedlings. Phytochemistry, 7(8): 1307-1312.
17. NARTEY F. et al, 1981. Cyanogenesis in tropical feeds and food sluffs, 111: Cyanide in biology, Ed. Ac. press, London, 1981, 115-132.
18. NARTEY F., 1978. *Manihot esculenta Crantz* (Cassava). Ultrastructure and seed germination, Munksgaard, Copenhagen.
19. PENET L (1999). Impact des pratiques paysannes sur la diversité génétique des variétés locales de manioc. Diplôme d'Etudes Approfondies, Université de Dakar, Sénégal, 38 pp.
20. OLSEN K.M. and SCHAAL B.A (1999). Evidence on the origin of cassava: Phylogeography of *Manihot esculenta*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96: 5586-5591.
21. SYLVESTE et ARRAUDEAU P. (1983), Manuel Pratique de la culture du manioc, Ed. Saisonnieuse et Larose, 15 rue Victor-coucin, 75005.

22. STRASSER J., ABBOT, BETTEY (R.F.).1970. Process enriched cassava with protein. Food Engeneering, May, 112-116.

23. TIKI MPONDO (1997) et HAHN (1989), Transformations des feuilles de manioc, 200-210 p.

24. VANDERBORGH Th. 1970: Le dosage de l'acide cyanhydrique chez *Phaseolus*. M. Mémoire F. SC. Agron. Gembloux, 103 p.



## Annexe 1 : FICHE D'ENTRETIEN INDIVIDUELLE

Répondez aux questions de façon concise et par oui ou non en cochant les cases.

N° de la fiche :

Localité : Odziba

Imvouba

Oyo

Département : POOL

CUVETTE

1. Connaissez-vous des variétés de feuilles de manioc ? : Oui  Non

2. Combien avez-vous dans la localité? :

3. Avez-vous des champs de manioc ? : Ou  Non

4. Espèces de feuilles de manioc plantées :

.....

5. Quelles sont les variétés que vous cultivez :

.....

.....

.....

6. Age des plantes cultivées

## Annexe 2: Champs de manioc

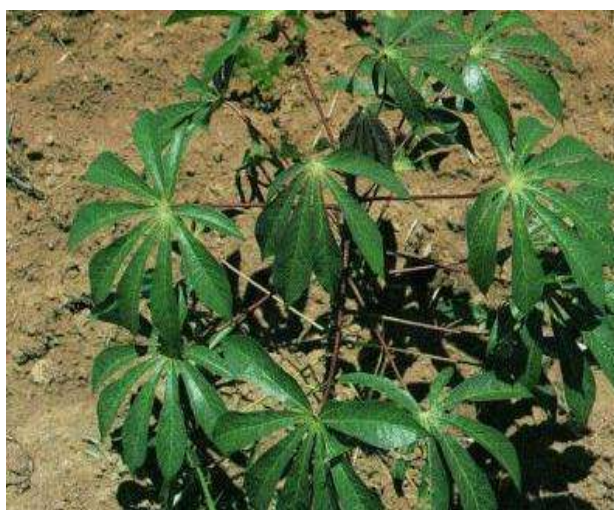


Figure 10: plants de *Manihot esculenta* Crantz

Annexe 3:



Ensemble du matériel de verrerie



Burette de titrage

Annexe 4: Dispositif de distillation



Balance à précision



**Annexe 5: l'étuve du laboratoire LVAR**

