

BURKINA FASO  
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE,  
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



## MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : Agronomie

**THEME :** Caractérisation agromorphologique  
comparée de cinq variétés de Gombo (*Abelmoschus  
esculentus* (L.) Moench)

Présenté par :

OUEDRAOGO Zoéwendpaoré Albert

Maître de stage : Dr SAWADOGO Mahamadou

Directeur de mémoire : Pr. SOMDA Irénée

## Table des matières

	Page
Dédicace .....	i
Remerciements .....	ii
Résumé .....	iv
Abstract.....	v
Liste des tableaux, figures et photographies .....	vi
Tableaux .....	vi
Figures.....	vi
Liste des sigles et abréviations .....	vii
Introduction et problématique .....	1
<b>CHAPITRE I : GENERALITES SUR ABELMOSCHUS ESCULENTUS (L.) MOENCH.....</b>	<b>3</b>
<b>I.1. HISTORIQUE .....</b>	<b>3</b>
<b>I.2. DONNEES TAXONOMIQUES.....</b>	<b>3</b>
1.2.1. Le genre <i>Abelmoschus</i> .....	3
1.2.2. L'espèce <i>Abelmoschus esculentus</i> .....	4
1.2.2.1. La description botanique .....	5
1.2.2.2. Le cycle végétatif.....	6
1.2.2.3. Les exigences écologiques .....	6
1.2.2.4. Les maladies, insectes ravageurs et méthodes de lutte .....	7
<b>I.3. CULTURE, TRAITEMENT APRES RECOLTE ET PRODUCTION DE GOMBO.....</b>	<b>9</b>
1.3.1. La culture du gombo.....	9
1.3.2. Le traitement après récolte .....	10
1.3.3. La production mondiale de gombo.....	10
<b>I.4. INTERET SOCIO-ECONOMIQUE.....</b>	<b>11</b>
<b>I.5. AMELIORATION VARIETALE.....</b>	<b>13</b>
<b>CHAPITRE II : ETUDE DES PERFORMANCES AGROMORPHOLOGIQUES DES CINQ VARIETES DE GOMBO.....</b>	<b>14</b>
<b>II.1. MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>14</b>
2.1.1. Le site expérimental.....	14
2.1.1.1. Le climat .....	14
2.1.1.2. Les sols.....	15
2.1.2. Le matériel végétal.....	16
2.1.2.1. Le schéma d'obtention des trois variétés améliorées.....	16
2.1.2.2. La justification du choix des deux variétés hybrides introduites .....	18

2.1.3. Le dispositif expérimental .....	18
2.1.4. L'itinéraire technique .....	19
2.1.5. Les méthodes de collecte des données .....	20
2.1.5.1. Variables quantitatives .....	21
2.1.5.2. Les variables qualitatives .....	22
2.1.6. Les méthodes de détermination des paramètres physiologiques .....	24
2.1.7. L'analyse statistique des données .....	24
<b>II.2. RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.1 Les résultats .....</b>	<b>26</b>
2.2.1.1. L'analyse de la variabilité des paramètres quantitatifs .....	26
2.2.1.2. L'analyse de la variabilité des caractères qualitatifs .....	29
2.2.1.3. L'analyse des corrélations entre caractères .....	33
2.2.1.4. La relation entre les caractères et les axes principaux .....	35
2.2.1.5. La stratification de la variabilité .....	37
2.2.1.6. L'analyse de la production et du rendement .....	38
<b>2.2.2. La discussion.....</b>	<b>40</b>
2.2.2.1. La variabilité des caractères .....	40
2.2.2.2. Les corrélations des caractères.....	41
2.2.2.3. La signification des axes et la caractérisation des groupes .....	42
2.2.2.4. La production et la rentabilité .....	43
<b>Conclusion et recommandations.....</b>	<b>45</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>47</b>

**Dédicace**

**A ma mère,**

**A mes frères et sœur,**

**A mes Amis,**

**A son Excellence Monseigneur Jean-Marie  
Untaani COMPAORE et à tout son Presbyterium,**

**Je dédie ce mémoire.**

## Remerciements

De nombreuses personnes nous ont soutenu durant nos études et/ou ont contribué au bon déroulement de notre travail. Nous voulons leur manifester notre reconnaissance et notre profonde gratitude. Nous remercions :

- Pr ZOMBRE Gérard, Directeur de l'UFR/SVT (Université de Ouagadougou) qui a bien voulu nous accepter dans sa structure pour ce stage.
- Pr SOMDA Irénée, notre Directeur de mémoire, pour ses conseils et son soutien.
- Notre maître de stage, Dr SAWADOGO Mahamadou, enseignant-chercheur à l'Université de Ouagadougou, qui n'a ménagé aucun effort pour notre encadrement durant tout notre stage.
- Pr ZONGO Jean-Didier pour nous avoir permis de travailler dans le Laboratoire de Génétique et Biotechnologie végétale de l'UFR/SVT.
- Pr MILLOGO/RASOLODIMBY Jeanne, pour nous avoir permis de faire nos analyses dans le Laboratoire d'Ecologie de l'UFR/SVT (Université de Ouagadougou).
- M. SAWADOGO Boniface, technicien de Laboratoire en service au Laboratoire d'Ecologie (UFR/SVT), pour nous avoir initié à la détermination de la matière sèche et des cendres.
- M. Désiré NANA, technicien de recherche à l'INERA, pour son assistance technique.

c

o

c

o

- Tous les stagiaires du Laboratoire de Génétique et Biotechnologie des plantes de l'Université de Ouagadougou pour leurs encouragements et leur soutien.
- Tous les enseignants de l'Institut du Développement Rural (IDR), pour la formation reçue.
- Le Président et les membres du jury de notre soutenance pour le sacrifice consenti pour l'amélioration de notre travail.
- Son Excellence Monseigneur Anselme Titiana SANON, les enseignants et les élèves du Séminaire de Nasso. pour l'accueil qu'ils nous ont réservé durant nos années d'études à l'IDR.
- Son Excellence Monseigneur Jean-Marie Untaani COMPAORE et tout son presbyterium pour leur soutien et leurs encouragements.

o

## Résumé

Trois variétés de gombo (*Abelmoschus esculentus*) améliorées par une équipe de chercheurs du Burkina Faso et deux variétés hybrides introduites, appréciées par les producteurs burkinabé ont été évaluées à l'Université de Ouagadougou (Burkina Faso) durant la campagne agricole 2008-2009.

L'objectif était de comparer les performances agromorphologiques des trois variétés améliorées obtenues par sélection variétale participative avec celles des deux variétés hybrides introduites.

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc Fisher à trois (03) répétitions. Les observations ont porté sur 19 caractères quantitatifs et 12 caractères qualitatifs relatifs au cycle, à l'appareil végétatif et à la production. Une analyse de variance, une analyse en composantes principales et une classification ascendante hiérarchique ont été réalisées.

Les résultats ont révélé une faible variabilité inter-variétale pour les paramètres qualitatifs mais une forte variabilité inter-variétale pour les caractères quantitatifs. Les caractères qualitatifs ont présenté cependant plusieurs modalités. Deux des variétés améliorées (UAE 19 et UAE 22) sont proches des deux variétés hybrides introduites (Indiana et Clemson spineless) mais aucune variété ne rassemble toutes les caractéristiques désirées par les producteurs et les consommateurs. L'amélioration doit donc se poursuivre dans le but de rendre les variétés locales plus performantes.

**Mots clés** : Gombo amélioré, performances agromorphologiques, variabilité, *Abelmoschus esculentus*, Burkina Faso.

### Abstract

Three varieties of okra (*Abelmoschus esculentus*) improved by Burkina Faso researchers and two hybrid varieties introduced, appreciated by local farmers were evaluated at the University of Ouagadougou (Burkina Faso) during the cropping season 2008-2009.

The objective was to compare agro-morphological performances of the three locally improved varieties obtained by participatory plant breeding with those of the two introduced hybrid varieties.

The experimental design used was a randomized complete block with three (03) replications. Collection of data was based on 19 quantitative and 12 qualitative characters related to the cycle and the vegetative organs of the plant and production. Analysis of variance, principal components analysis and ascending hierarchical classification were performed.

The results revealed a low inter-varietal variation for quality parameters, but a strong inter-varietal variability for quantitative characters was observed. However, the quality parameters has showed several modalities. Two locally improved varieties were closed to the two best introduced hybrid varieties but no variety gathers all the parameters desired by farmers and consumers. Improvement of the local varieties should continue in order to make them more efficient.

**Key words:** Improved okra, agromorphological characters, variability, *Abelmoschus esculentus*, Burkina Faso.



## Liste des tableaux, figures et photographies

	Pages
<b>Tableaux</b>	
<b>Tableau I</b> : Principaux pays producteurs de gombo en 2003.....	11
<b>Tableau II</b> : Valeur nutritive pour 100g de gombo consommés.....	12
<b>Tableau III</b> : Relevés pluviométriques de Ouagadougou de 1998 à 2008.....	14
<b>Tableau IV</b> : Liste des variétés testées.....	16
<b>Tableau V</b> : Codage des caractères qualitatifs observés.....	23
<b>Tableau VI</b> : Caractéristiques des variables et résultats de l'analyse de variance des cinq Variétés de gombo.....	28
<b>Tableau VII</b> : Modalités et fréquences des variables qualitatives.....	30
<b>Tableau VIII</b> : Coefficient de corrélation de Pearson entre les différentes variables.....	34
<b>Tableau IX</b> : Contribution (en %) des axes à l'inertie totale et celle des variables à l'inertie des axes.....	36
<b>Tableau X</b> : Rendement fruit mensuel (calculé) de cinq variétés de gombo.....	40
<b>Figures</b>	
<b>Figure 1</b> : Diagramme ombro-thermique de la ville de Ouagadougou (2008) .....	14
<b>Figure 2</b> : Schéma d'obtention des variétés améliorées UAE 22 et UAE 19.....	17
<b>Figure 3</b> : Plan de masse du dispositif expérimental pour l'évaluation du gombo.....	19
<b>Figure 4</b> : Cercle de corrélation issu de l'ACP des cinq variétés de gombo.....	35
<b>Figure 5</b> : Dendrogramme issu de la CAH des cinq variétés de gombo.....	37
<b>Figure 6</b> : Représentation des individus issue de l'ACP des cinq variétés de gombo.....	38
<b>Figure 7</b> : Nombre de fruits, poids des fruits frais et secs de cinq variétés de gombo.....	39
<b>Photographies</b>	
<b>Photo 1</b> : Règle.....	21
<b>Photo 2</b> : Pied à coulisse.....	21
<b>Photo 3</b> : Morphologie de la variété Indiana.....	31
<b>Photo 4</b> : Fruits de la variété Indiana.....	31
<b>Photo 5</b> : Morphologie de la variété Clemson spineless.....	31
<b>Photo 6</b> : Fruits de la variété Clemson spineless.....	31
<b>Photo 7</b> : Morphologie de la variété UAE 45.....	31
<b>Photo 8</b> : Fruit de la variété UAE 45.....	31
<b>Photo 9</b> : Morphologie de la variété UAE 19.....	32
<b>Photo 10</b> : Fruits de la variété UAE 19.....	32
<b>Photo 11</b> : Morphologie de la variété UAE 22.....	32
<b>Photo 12</b> : Fruits de la variété UAE 22.....	32

### Liste des sigles et abréviations

**BUNASOLS** : Bureau National des Sols

**C.A.H** : Classification Ascendante Hiérarchique

**CIRPG** : Conseil International des Ressources Phytogénétiques

**ETP** : Evapotranspiration potentielle

**INERA**: Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

**IPGRI**: International Plant Genetic Resources Institute

**ORSTOM**: Organisme de Recherche Scientifique et Technologique d'Outre-Mer (Institut français de recherche scientifique pour le développement)

**SELCOSE** : Sélection et Conservation des Semences

**UFR/SVT** : Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre

## Introduction et problématique

D'origine controversée, le gombo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) est un légume cultivé dans la plupart des pays des régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes d'Afrique, d'Inde et d'Amérique.

C'est une plante exceptionnelle et originale car toutes ses parties (racines, tiges, feuilles, fruits, graines) sont valorisées sur les plans alimentaire, médicinal, artisanal et même industriel (Marius *et al.*, 1997). Les fruits et feuilles sont les plus couramment utilisés. Les fruits entrent dans la préparation de nombreuses sauces tandis que les feuilles sont utilisées comme épinards.

Sur le plan nutritionnel, le gombo a une teneur élevée en calcium (90 mg/100 g) et en acide ascorbique (18 mg/100 g). Les glucides sont présents principalement sous forme de mucilage. Les graines de gombo contiennent environ 20 % de protéines et 20 % de lipides (Charrier, 1983 ; Siemonsma & Hamon, 2004).

Au Burkina Faso, le gombo est entré depuis longtemps dans les habitudes alimentaires de la population. Ses jeunes fruits entrent dans la composition de la plupart des sauces. De plus, une enquête menée par Sawadogo *et al.* (2009) a révélé que les producteurs et les vendeurs de gombo tirent des revenus substantiels de leurs activités.

Ainsi, au Burkina Faso, le gombo pourrait jouer un rôle essentiel dans les programmes d'amélioration de l'alimentation des populations ainsi que dans les programmes de lutte contre la pauvreté.

Paradoxalement, le gombo a toujours été une culture marginalisée et réservée généralement aux femmes. Cela est peut être dû à l'ignorance des vertus de la plante et au fait que les programmes d'amélioration du pays ne se soient pas intéressés de façon particulière à cette plante providentielle.

C'est pour pallier cela que l'équipe d'amélioration génétique du gombo de l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (UFR/SVT) de l'Université de Ouagadougou a conduit ses dix dernières années une sélection participative de cultivars de gombo répondant aux critères de préférences des producteurs et consommateurs. Cette sélection a permis d'obtenir deux variétés améliorées (University

*Abelmoschus esculentus* 22 (UAE 22) et UAE 19) et de sélectionner une variété locale (UAE 45) bien adaptées aux conditions agro-climatiques du pays.

L'objectif principal de la présente étude est de comparer les performances agromorphologiques des trois variétés améliorées de gombo obtenues par les chercheurs du Burkina Faso avec celles des deux meilleures variétés hybrides introduites. Cette comparaison nous permettra de voir si les variétés améliorées du Burkina Faso peuvent déjà faire l'objet d'une vulgarisation et, dans le cas échéant, de proposer des pistes de finalisation pour l'amélioration des dites variétés burkinabé.

Le présent document s'articule autour de deux grands chapitres :

- Le premier chapitre présente les généralités sur la plante ;
- Le deuxième chapitre expose les détails de l'expérimentation, les résultats obtenus et leur interprétation.

## CHAPITRE I : GENERALITES SUR *ABELMOSCHUS ESCULENTUS* (L.) MOENCH

### I.1. HISTORIQUE

Originaire du Sud-Est asiatique, le genre *Abelmoschus* est un complexe multispécifique dont la structure est encore mal comprise.

Il fut défini au sein de la famille des Malvacées par le botaniste allemand Friedrich Medikus à la fin du XVIIème siècle. Pendant longtemps le gombo fut rattaché au genre *Hibiscus*. C'est en 1924 que Hochreutiner proposa d'en faire un genre à part entière. Mais il se heurta à ses pairs qui estimaient qu'il n'y avait pas d'éléments pertinents pour l'accepter. Il a fallu attendre jusqu'en 1973-1974, avec Biswas, Terrel et Winters, pour que les derniers éléments de polémique soient dissipés. La distinction reconnue est basée sur les caractéristiques du calice : spatiforme, le calice à cinq dents courtes est soudé à la corolle et est caduc après la floraison (Hamon, 1989 ; Marius *et al.*, 1997).

Tandis que Hochreutiner organisait le genre en quatorze espèces, Borssum Waalkes en 1966 proposa une classification ne s'articulant qu'autour de six espèces, trois étant plus ou moins cultivées (*A. esculentus*, *A. manihot* et *A. moschatus*). Les trois autres sont strictement spontanées (*A. crinitus*, *A. angulos* et *A. ficulneus*). En 1968, Bates proposa quelques modifications dont le passage de la sous-espèce *A. moschatus* spp. *tuberosus* au rang d'espèce sous le nom de *A. rugosus*. A cet ensemble, il faut ajouter une espèce cultivée africaine mise en évidence par Chevalier en 1940, redécouverte par Siemonsma en 1982 et décrite sous le nom de *A. caillei* par Stevels en 1988 et 1990 (Hamon & Charrier, 1985 ; Hamon *et al.*, 1992).

### I.2. DONNEES TAXONOMIQUES

#### 1.2.1. Le genre *Abelmoschus*

Le genre *Abelmoschus* appartient à la famille des Malvacées, laquelle comprend environ 1500 espèces surtout intertropicales. C'est une famille très facile à reconnaître par sa fleur qui a un aspect typique dû :

- à cinq pétales à préfloraison tordue (chaque pétale est à la fois recouvert et recouvrant) ;
- aux nombreuses étamines soudées en un tube (Guignard, 1993).

Se distinguant par les caractéristiques du calice, le genre *Abelmoschus* est constitué d'une série polyploïde dont l'organisation n'est pas aisée à saisir. On peut cependant distinguer trois niveaux de ploïdie. Un premier ensemble d'espèces possèdent des nombres chromosomiques de base compris entre  $2n = 58$  et  $2n = 78$  chromosomes. Il s'agit de *A. tuberculatus*, *A. manihot*, *A. moschatus*, *Hibiscus coccineus*, *H. grandiflorus* et *A. ficulneus*. Le deuxième niveau comprend les polyploïdes issus directement des génomes de base ( $2n = 120$  à  $140$ ) : ce sont *A. esculentus*, *A. tetraphyllus* et *A. pungens*. Le dernier niveau comprend les Gombos de type " Guinéen " d'Afrique Occidentale à  $2n=192$  ou  $194$  chromosomes (Charrier, 1983).

### 1.2.2. L'espèce *Abelmoschus esculentus*

*Abelmoschus esculentus* est une plante cultivée d'origine controversée. En effet, si l'origine du genre *Abelmoschus* ne souffre d'aucun débat, deux hypothèses s'affrontent quant à l'origine géographique de *A. esculentus* :

-Certains auteurs, soutenant que l'un de ses ancêtres (*A. tuberculatus*) est natif de Uttar Pradesh (Nord de l'Inde) suggèrent que l'espèce *A. esculentus* est originaire de cette aire géographique.

-D'autres, sur la base de sa culture antique en Afrique orientale et la présence de l'autre ancêtre (*A. ficulneus*) suggèrent que l'aire de domestication de *A. esculentus* est le Nord de l'Egypte ou l'Ethiopie. Cependant, aucune preuve définitive n'est disponible aujourd'hui (Hamon & Sloten, 1995).

*Abelmoschus esculentus* est très répandu dans les régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes. Dans ces régions, il occupe une place importante dans l'alimentation. Il est cultivé surtout pour ses fruits immatures qui sont consommés après cuisson. Dans certaines régions, les feuilles de gombo sont utilisées comme l'équivalent d'épinards (Hamon, 1987).

### 1.2.2.1. La description botanique

*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench est une herbacée annuelle à port érigé.

#### - La tige

La tige principale de *A. esculentus* est cylindrique, de couleur pourpre ou verte, glabre ou légèrement pubescente et peut atteindre une hauteur de 1,5 à plus de 3 m. Elle se lignifie après un certain temps et présente des ramifications latérales plus ou moins importantes suivant les variétés (De Lannoy, 2001 ; Siemonsma & Hamon, 2004).

#### - Les feuilles

Disposées en spirale, simples stipulées, présentant un limbe le plus souvent palmatilobé à palmatipartite en trois ou sept segments, les feuilles de gombo sont de couleur verte à rouge (De Lannoy, 2001).

#### -Les racines

*A. esculentus* a un système racinaire relativement important qui permet de fixer la plante profondément dans le sol. Il est constitué d'une racine pivotante d'où se développent de nombreuses racines secondaires (De Lannoy, 2001).

#### -Les fleurs et les fruits

Les fleurs de gombo, comme celles de la plupart des Malvacées, sont éphémères, hermaphrodites, axillaires, solitaires et de grandes dimensions. Elles sont de couleur crème, jaune ou jaune d'or avec une coloration rouge à la base des cinq pétales libres. L'anthèse se produit très tôt dans la matinée. A l'aube, les fleurs sont épanouies. Elles demeurent ouvertes toute la matinée et se referment dans le milieu de l'après-midi. Elles sont fanées le soir et les pétales tombent dès le lendemain (Hamon, 1987 ; De Lannoy, 2001).

Le fruit est une capsule érigée, cylindrique, fusiforme, de section ronde (fruit lisse) ou anguleuse (5 à plus de 10 arêtes par fruit). De coloration variable (vert à rouge), les fruits peuvent être duveteux, légèrement rugueux ou épineux. Ils sont récoltés frais quelques jours après la floraison. En effet, la croissance du fruit est maximale la première semaine. Au-delà, il se lignifie et devient impropre à la consommation. A maturité, les fruits deviennent fibreux et s'ils ne restent pas complètement fermés, s'ouvrent par des fentes longitudinales (Koechlin, 1989 ; De Lannoy, 2001).

### **-Les graines**

De forme globuleuse à ovoïde, glabres ou duveteuses, les graines de gombo sont assez grosses et de couleur grise. Conservées dans les conditions favorables, elles peuvent conserver leur pouvoir germinatif durant deux ans et même plus (De Lannoy, 2001).

#### **1.2.2.2. Le cycle végétatif**

Le cycle du gombo varie de trois mois pour les variétés les plus précoces à un an et parfois plus pour les plus tardives (Koechlin, 1989).

La multiplication se fait par graine. La germination a généralement lieu au bout d'une semaine.

Selon la variété et les conditions climatiques, la floraison se produit un à deux mois après semis. Elle est continue dans le temps.

*Abelmoschus* est autocompatible. Cependant, il est aussi susceptible de fécondation croisée par des insectes pollinisateurs à un taux qui peut atteindre 20% (Charrier, 1983).

Après la fécondation, la croissance du jeune fruit est rapide. L'ovaire de moins de 2 cm donne en trois jours un fruit de plus de 5 cm de long. La croissance est ralentie par la suite (Hamon, 1987).

Pour l'utilisation en légumes, les jeunes fruits sont cueillis environ une semaine après la floraison. En enlevant régulièrement les jeunes fruits, on obtient une croissance végétative et une floraison soutenues, ce qui prolonge la durée de la période productive (Siemonsma & Hamon, 2004).

La maturation correspond à la phase de lignification du fruit. Elle commence une semaine après la floraison et dure environ un mois.

#### **1.2.2.3. Les exigences écologiques**

##### **-Exigences climatiques**

Le gombo est une espèce bien adaptée aux climats chauds et humides. Il est sensible à la sécheresse mais cette sensibilité varie suivant les phases du cycle. Sawadogo *et al.* (2006) ont montré que l'effet du stress hydrique en phase de boutonnisation est très



néfaste pour le gombo et se manifeste par une baisse des composantes du rendement. Cependant, un arrosage artificiel peut permettre au gombo de satisfaire ses besoins en eau et en sels minéraux (Dupriez & Leener, 1983). En climat sahélien, les besoins en eau du gombo au cours d'un cycle cultural complet sont de l'ordre de 780 à 1000 mm (De Lannoy, 2001).

*A. esculentus* ne supporte pas des températures nocturnes trop basses. Il nécessite des températures supérieures à 20°C pour avoir une croissance normale. L'initiation florale et la floraison sont retardées à mesure que la température s'élève (De Lannoy, 2001). Par contre, Nana (2005) a rapporté que les meilleurs rendements sont obtenus en période chaude.

Le gombo est une plante photopériodique. C'est une plante à jours courts. Cependant, sa large répartition géographique (jusqu'à des latitudes de 35-40°) indique qu'il y a des différences marquées entre cultivars à cet égard (Siemonsma & Hamon, 2004).

#### **-Exigences édaphiques**

Le gombo tolère une grande diversité de sols. Cependant, il préfère les sols profonds, limono-sableux, bien drainés et riches en matières organiques (De Lannoy, 2001 ; Siemonsma & Hamon, 2004 ; Lim & Chai, 2007).

Le pH optimal pour la culture du gombo varie de 6,2 à 6,5.

#### **1.2.2.4. Les maladies, insectes ravageurs et méthodes de lutte**

##### **- Maladies**

*Abelmoschus esculentus* est excessivement sensible aux maladies (Hamon, 1981). Les maladies cryptogamiques les plus rencontrées sont :

- La cercosporiose (*Cercospora* spp.) qui se manifeste par des taches foliaires. Les feuilles infectées se dessèchent et tombent. Il est possible de lutter contre cette maladie par des applications de manèbe, de captafol ou de benomyl (De Lannoy, 2001).
- Le flétrissement occasionné par *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* qui contamine le système vasculaire à partir des racines entraînant l'apparition de feuilles chlorotiques, un ralentissement de la croissance et finalement un flétrissement de la plante.

Les moyens de lutte recommandés sont le recours à une rotation culturale d'au moins trois ans et la désinfection des semences (De Lannoy, 2001).

- Le blanc : les symptômes du blanc (*Oidium abelmoschi*) apparaissent sous forme de taches poudreuses blanches sur les deux faces des feuilles qui se dessèchent et finissent par tomber (De Lannoy, 2001 ; Siemonsma & Hamon, 2004). On peut lutter contre *Oidium abelmoschi* par poudrage ou pulvérisation de bicarbonate de soude ou de permanganate de sodium. On peut aussi utiliser des produits fongicides de type myclobutanyl (triazol).

- Les maladies virales importantes rencontrées en Afrique tropicale sont dues au virus de la mosaïque du gombo (Okra mosaic tymovirus, OkMV), au virus de l'enroulement des feuilles (Okra leaf curl virus, OkLCV) et au virus de la mosaïque à nervures jaunes (Hibiscus yellow vein mosaic virus, HYMV). Le virus de la mosaïque du gombo est surtout disséminé par la mouche blanche (*Bemisia tabaci*). On ne peut lutter contre ces virus qu'en luttant contre leurs vecteurs (De Lannoy, 2001 ; Siemonsma & Hamon, 2004).

#### - Insectes ravageurs

On distingue essentiellement :

- Les foreurs de tiges et de fruits (*Earias* spp., *Heliothis* spp., *Pectinophora gossypiella*, *Pachnoda* spp., *Helicoverpa armigera*). Pour limiter les dégâts, il convient de traiter à l'aide d'acétoate, d'endosulfan ou de deltaméthrine (De Lannoy, 2001).

- Les jassides (*Jacobiasca lybica*) qui provoquent un jaunissement du bord des feuilles avec un enroulement vers le haut. Le Coléoptère *Nisotra* spp. perce de multiples petits trous dans les feuilles. En cas d'attaque importante de ces deux insectes, on peut traiter à l'aide de diméthoate (De Lannoy, 2001).

- Les adultes ainsi que les larves de la punaise des graines du cotonnier (*Oxycarenus hyalinipennis*) s'attaquent aux graines du gombo, surtout lorsque les capsules s'ouvrent à maturité (De Lannoy, 2001). La lutte contre la punaise des graines du cotonnier n'est généralement pas nécessaire. Mais en cas d'attaque, la méthode de lutte conseillée est le ramassage à la main.

## I.3. CULTURE, TRAITEMENT APRES RECOLTE ET PRODUCTION DE GOMBO

### 1.3.1. La culture du gombo

On rencontre généralement le gombo en "culture de case", en association ou en juxtaposition avec une culture annuelle (mil, sorgho, ignames, riz, etc.) et plus rarement en culture de maraîchage autour des grandes agglomérations (Koechlin, 1989).

Fondio *et al.* (2003) ont rapporté que, dans le Centre de la Côte d'Ivoire, la période du 15 Mai au 14 Juin est la mieux indiquée pour le semis du gombo. Au Burkina Faso, le semis a généralement lieu en Juin. Afin d'obtenir une levée rapide et régulière, il est recommandé de faire tremper préalablement les graines dans l'eau pendant 24h, soit dans de l'alcool éthylique ou de l'acétone pendant 30 mn (De Lannoy, 2001).

Le semis se fait à raison de 1 à 3 graines par poquet et à une profondeur de 2 à 3 cm. Les densités de semis optimales sont comprises entre 50 000 et 150 000 plants/ha.

Environ trois semaines après le semis, lorsque les plantes atteignent 8 à 10 cm de hauteur, on effectue le démariage à un plant/poquet.

La germination et la croissance initiale sont fortement influencées par les pratiques culturales qui abaissent la température du sol telles que le paillage, un arrosage effectué avant le moment le plus chaud de la journée (Siemonsma & Hamon, 2004). Pour obtenir des résultats satisfaisants, il est recommandé d'incorporer 10 à 20 t/ha de fumure organique dans le sol au moment de sa préparation et d'apporter une fumure minérale de proportion 1-1-2 de NPK qui, en raison de la longueur du cycle végétatif de la plante, devra être fractionnée et appliquée à 30, 50 et 70 jours après semis (De Lannoy, 2001).

La cueillette des fruits immatures commence environ six jours après la première floraison et s'étale sur un à trois mois selon le cultivar.

Pour la production de semences, les capsules sont récoltées plus tardivement, entre 75 à 95 jours après semis (De Lannoy, 2001). La méthode la plus facile de conserver les graines est de les laisser dans les capsules (Siemonsma & Hamon, 2004).

### **1.3.2. Le traitement après récolte**

Les fruits de gombo peuvent être transportés sans difficulté en vrac et conservés ainsi pendant quelques jours sans trop de perte de qualité (Siemonsma & Hamon, 2004). Afin de pouvoir consommer ce légume toute l'année, les fruits sont conservés soit sous forme de rondelles séchées naturellement au soleil (Afrique et Inde), soit entiers par congélation ou stérilisation (USA) (Charrier, 1983). Après séchage, les fruits peuvent également être réduits en poudre pour la conservation (De Lannoy, 2001).

Le mucilage de gombo peut être extrait par broyage de la plante, élimination des cires et matières grasses par traitement à l'éther et à l'alcool, suspension du matériel purifié à l'eau, filtrage et concentration du filtrat (Siemonsma & Hamon, 2004).

### **1.3.3. La production mondiale de gombo**

Selon les données de FAOSTAT (2004), la production mondiale de gombo en 2003 était estimée à 4 940 071 tonnes. Les principaux producteurs étaient l'Inde (3 500 000 t), le Nigeria (730 000 t) et le Pakistan (110 000 t). Pour la même année, la production nationale de gombo au Burkina Faso s'élevait à 26 000 tonnes (Tableau I).

**Tableau I** : Principaux pays producteurs de gombo en 2003 (Source : FAOSTAT, 2004)

<b>Pays</b>	<b>Production (tonnes)</b>
Inde	3 500 000
Nigeria	730 000
Pakistan	110 000
Ghana	100 000
Egypte	85 000
Bénin	72 000
Arabie Saoudite	52 000
Mexique	35 000
Cameroun	32 000
Turquie	30 000
Burkina Faso	26 000
Yemen	22 000
Jordanie	16 000
Syrie	12 000
Etats Unis	8 100
Guatemala	6 000
Territoires palestiniens	4 200
Guyana	4 200
Liban	3 000
Koweït	2 400
<b>Production mondiale</b>	<b>4 940 071</b>

#### I.4. INTERET SOCIO-ECONOMIQUE

Le gombo est une plante d'importance socio-économique certaine. Son originalité est que toutes les parties de la plante sont utiles soit dans l'alimentation, soit dans la médecine, dans l'artisanat ou dans l'industrie.

Ainsi, les racines contiennent un mucilage à usage médicinal. La tige est constituée de fibres qui sont utilisées localement pour la confection de cordes, de sacs, de paniers, de lignes de pêche et de pièges à gibier. Les fibres servent aussi dans l'industrie textile et dans la fabrication de papier et de carton (Marius *et al.*, 1997 ; De Lannoy, 2001 ;

Siemonsma & Hamon, 2004 ; Shamsul & Arifuzzaman, 2007). Les feuilles sont parfois utilisées comme base de cataplasmes, comme émoullient, sudorifique ou antiscorbutique et pour traiter la dysurie (Siemonsma & Hamon, 2004).

Mais le gombo est surtout cultivé pour ses fruits. Les jeunes fruits constituent en effet un légume utilisé dans presque toutes les sauces. Ils contiennent un mucilage ayant des propriétés variées de stabilisateurs des dispersions, substitut de plasma sanguin, fluidifiant des systèmes liquides et sanguins (Martin *et al.*, 1981 ; Marius *et al.*, 1997). Selon Hamon (1987), le gombo présente deux intérêts majeurs : sa teneur élevée en protéines, calcium et vitamines, permettant de pallier de nombreuses déficiences et la possibilité de l'envisager dans les projets de diversification alimentaire. Au regard de sa composition (Tableau II), le gombo pourrait effectivement jouer un rôle essentiel dans la lutte contre la malnutrition.

**Tableau II** : Valeur nutritive pour 100 g de gombo consommés (Source : Grubben, 1977 cité par Charrier, 1983).

Eléments nutritifs	Organes	
	Fruit	Feuilles
<b>Energie (Kcal)</b>	31,00	33,00
<b>Protéines (g)</b>	1,80	2,00
<b>Calcium (mg)</b>	90,00	70,00
<b>Fer (mg)</b>	1,00	1,00
<b>Carotène (mg)</b>	0,10	0,99
<b>Thiamine (mg)</b>	0,07	0,10
<b>Riboflavine (mg)</b>	0,08	0,10
<b>Niacine (mg)</b>	0,80	1,00
<b>Vitamine C (mg)</b>	18,00	25,00

Les graines de gombo constituent une source d'huile à usage comestible après raffinage. Après le pressage des graines, le tourteau contient 30% de protéines (Marius *et al.*, 1997). L'huile des graines de gombo est riche en protéines et en éléments minéraux comme le phosphore, le magnésium, le calcium et le potassium (Nzikou *et al.*, 2006). Les graines torréfiées de gombo sont employées dans certaines régions comme substitut du café (Siemonsma & Hamon, 2004).

Toutes ses formes de valorisation du gombo ont une valeur marchande non négligeable. Selon le rapport technique annuel 2001 du projet de conservation *in situ* de

l'INERA/BF, 800 g de gombo frais coûteraient entre 1800 et 2000 F CFA dans les marchés de Ouagadougou, ces prix étant augmentés de 50 à 60% pendant la période sèche de l'année. L'enquête de Sawadogo *et al.* (2009) a montré que la production et la vente du gombo procurent des revenus substantiels (jusqu'à 3000 F CFA/jour).

Au Burkina Faso, le gombo revêt donc une importance économique, surtout pour les femmes et joue un rôle essentiel dans l'équilibre nutritionnel des populations (Sawadogo *et al.*, 2006).

## I.5. AMELIORATION VARIETALE

La culture du gombo est surtout basée sur les cultivars traditionnels locaux (Charrier, 1983). Les paysans africains ont sélectionné une immense diversité de formes adaptées à une grande variété de systèmes culturaux (Siemonsma & Hamon, 2004).

La création de variétés modernes n'a été entreprise intensément que dans quelques pays comme les Etats Unis d'Amérique, l'Inde, le Ghana et le Nigeria. Cette sélection est conduite selon les schémas d'amélioration d'une plante autogame : sélection généalogique dans des populations issues de croisements contrôlés entre géniteurs choisis (Charrier, 1983).

Au Burkina Faso, un programme d'amélioration génétique du gombo dirigé par Docteur Mahamadou SAWADOGO a vu le jour à l'Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre (Université de Ouagadougou) depuis 2001.

Les objectifs de la sélection sont sensiblement identiques dans tous les pays : production, adaptation au milieu, tolérance aux maladies et aux parasites, qualités organoleptiques. Toutefois, on note des orientations particulières en relation avec la préférence des consommateurs locaux pour les caractéristiques du fruit, la destination du produit, les systèmes culturaux (Charrier, 1983). En Afrique tropicale et sub-tropicale, divers cultivars améliorés introduits sont cultivés. Ces cultivars, très appréciés par les paysans, sont généralement originaires des Etats-Unis d'Amérique et de l'Inde. Parmi tant d'autres, nous pouvons citer les cultivars Clemson spineless, Indiana, Emerald et Artist HF<sub>1</sub>.

## CHAPITRE II : ETUDE DES PERFORMANCES AGROMORPHOLOGIQUES DES CINQ VARIETES DE GOMBO

### II.1. MATERIEL ET METHODES

#### 2.1.1. Le site expérimental

L'essai a été mis en place à l'Université de Ouagadougou sur la parcelle d'expérimentation de l'UFR/SVT.

##### 2.1.1.1. Le climat

Le climat de la ville de Ouagadougou est de type nord-soudanien, caractérisé par une saison de pluie qui s'étend de Juin à Octobre et une saison sèche de Novembre à Mai (Guinko, 1984). Le tableau III nous présente les relevés pluviométriques de Ouagadougou pour les dix dernières années. La tendance générale est à la baisse de la pluviométrie. Pour la même période, la moyenne pluviométrique s'élève à 715,84 mm. Les températures moyennes mensuelles se situent entre 31 et 41° C pour les maxima et entre 15 et 29° C pour les minima. Les valeurs extrêmes de l'ETP sont de 214,1 en Mars et 127,7 en Septembre (Données de la Direction Générale de l'Aviation Civile et de la Météorologie).

Durant l'année 2008, la saison pluvieuse s'est installée assez tôt à Ouagadougou (en Mai). La pluviométrie a été bonne et assez bien répartie dans l'ensemble. Les mois de Juillet et d'Août ont été les plus pluvieux avec respectivement 247 mm et 205,5 mm. Durant la période de l'expérimentation (Août-Novembre 2008), la température moyenne mensuelle était de 27°C environ (Fig. 1).

**Tableau III** : Relevés pluviométriques de la ville Ouagadougou de 1998 à 2008  
(Source : Direction Générale de l'Aviation Civile et de la Météorologie DGTM)

Années	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Hauteur d'eau (mm)</b>	668	800	594	618,7	656	848	772	840	597	713	767,1
<b>Moyenne (mm)</b>	715,84										



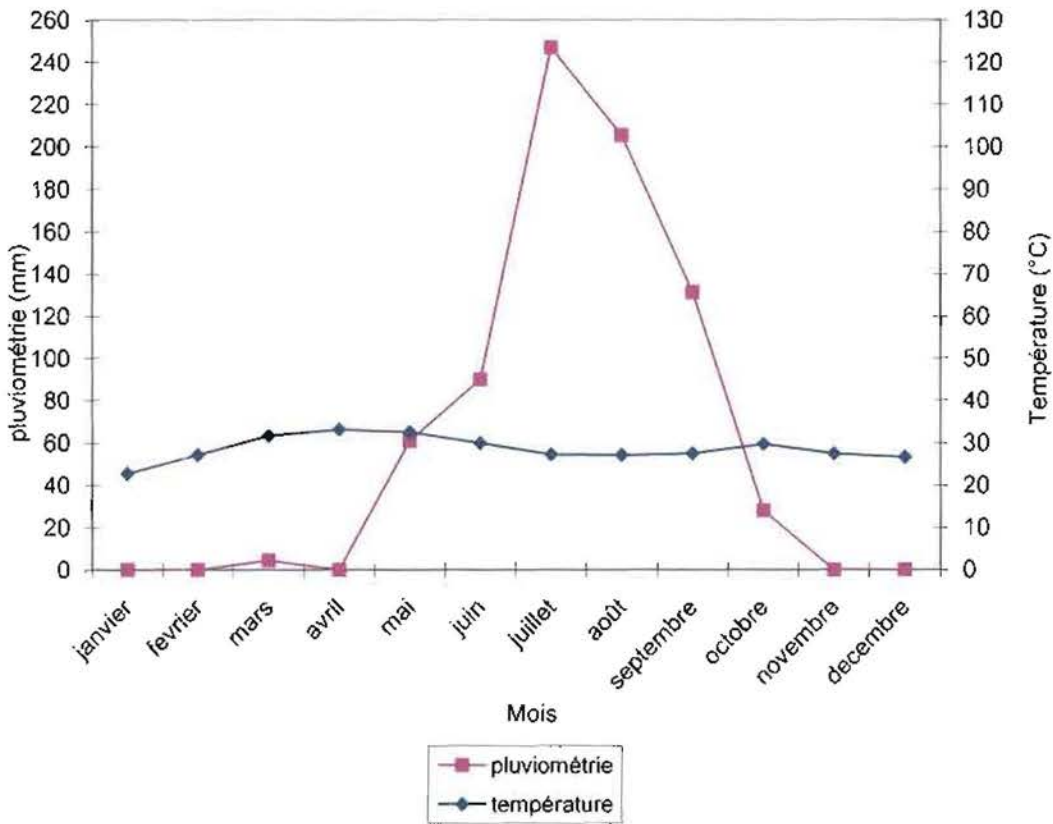


Figure 1: Diagramme ombro-thermique de la ville de Ouagadougou (Janv-Déc 2008)  
Source: DGTM (Année 2008)

### 2.1.1.2. Les sols

La province du Kadiogo (dont le chef lieu est Ouagadougou) repose sur un substratum constitué de migmatites et granites indifférenciés mis en place au Précambrien D ou Antebirimien. L'étude pédologique de la province a permis d'inventorier quatre classes de sols : les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols à sesquioxydes de fer et/ou de manganèse et les sols hydromorphes. Le constat général est que les sols de la ville de Ouagadougou sont relativement pauvres et sujets à une dégradation permanente (BUNASOLS, 1998).

### 2.1.2. Le matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de trois variétés améliorées de gombo obtenues suite à une sélection variétale participative par la méthode de Witcombe & Joshi (1996) et Weltzein *et al.* (1998) et de deux variétés hybrides introduites, bien appréciées par les producteurs et les consommateurs (Tableau IV).

**Tableau IV** : Liste des variétés testées

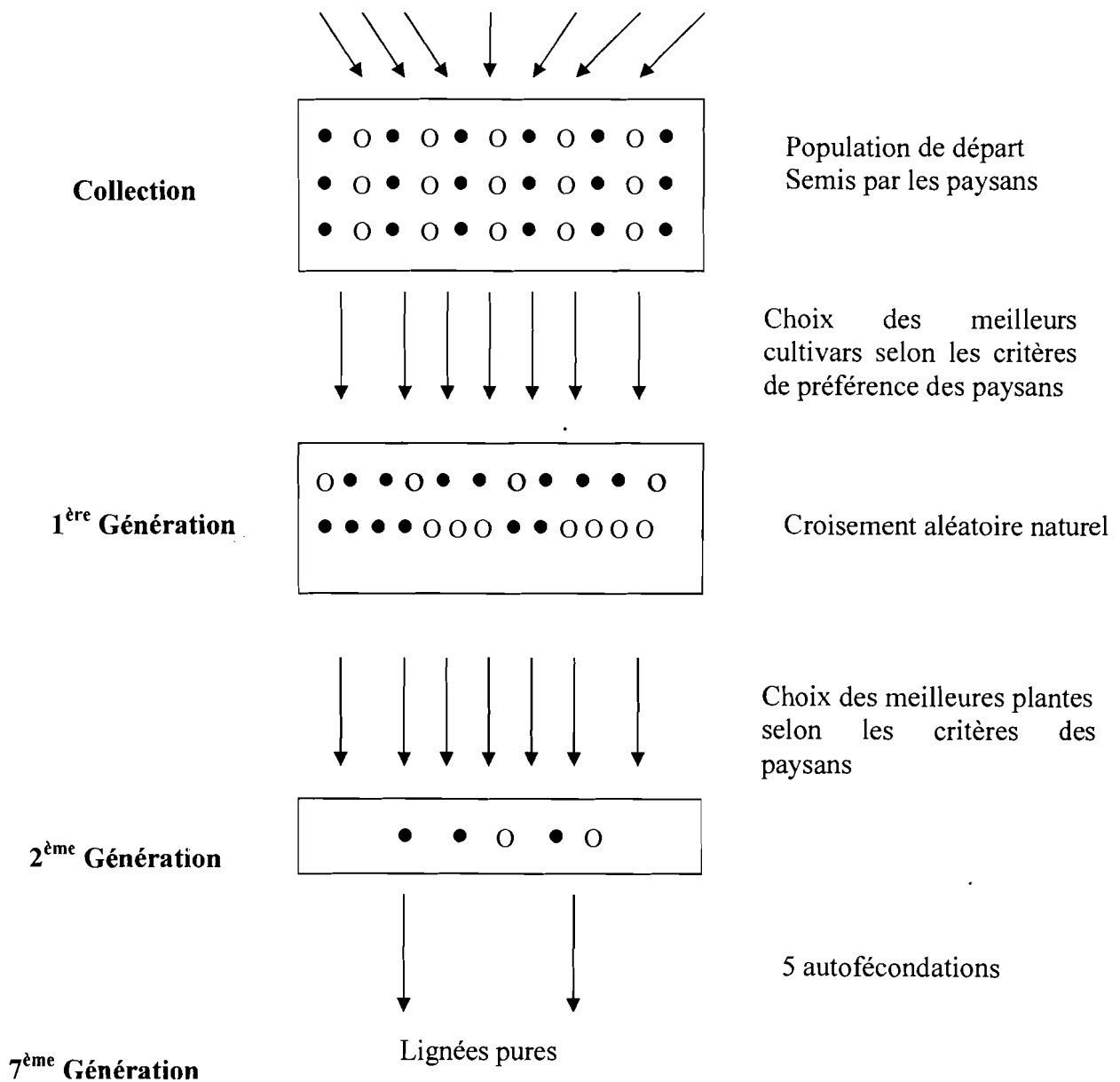
Variétés		Provenance	Caractéristiques des variétés
Appellation	Sigle utilisé		
<b>Indiana</b>	<b>V1</b>	Inde	Très précoce, fruits verts effilés
<b>Clemson Spineless</b>	<b>V2</b>	USA	Précoce, fruits verts et courts
<b>UAE 19</b>	<b>V3</b>	UO (BF)	Précoce, fruits minces et verts
<b>UAE 22</b>	<b>V4</b>	UO (BF)	Précoce, fruits minces et verts
<b>UAE 45</b>	<b>V5</b>	UO (BF)	Tardif, fruits courts et trapus

Légende : U.O : Université de Ouagadougou ; BF : Burkina Faso

#### 2.1.2.1. Le schéma d'obtention des trois variétés améliorées

Une collecte de 205 entrées de semences de Okra a été réalisée en 1998 dans trois régions (Régions du Sahel, du Sud-Est et du Centre-Nord). Ces semences ont été ensuite distribuées à des paysans de trois localités situées dans trois zones agro-écologiques différentes (Pobé-Mengao, Thiougou et Tougouri) pour être semées. Ces trois zones agro-écologiques sont respectivement : la zone nord (située en région sahélienne entre les isohyètes 400 mm et 500 mm, avec une pluviométrie annuelle autour de 400 mm), la zone centre nord (située en région sahélo-soudanienne entre les isohyètes 500 mm et 600 mm avec près de 700 mm d'eau par an) et la zone du sud-est (située dans la région soudanienne entre les isohyètes 800 mm et 1000 mm avec plus de 900 mm d'eau par an) (Sawadogo *et al.*, 2006). En fonction de leurs critères de préférence, les paysans ont sélectionné des cultivars qui ont fait l'objet d'une sélection massale (multiplication puis choix des meilleurs individus obtenus par croisements naturels). La sélection s'est poursuivie jusqu'en 2002 où une caractérisation agromorphologique des écotypes retenus a été réalisée (Sawadogo & Balma, 2003).

Suite à cette caractérisation, trois écotypes ont été retenus : University *Abelmoschus esculentus* 22 (UAE 22), UAE 19 et UAE 45. Les variétés UAE 19 et UAE 22 sont précoces et ont des fruits minces et verts. UAE 45 est un écotype à cycle long retenu pour sa teneur élevée en mucilage. UAE 22 et UAE 19 ont subi des autofécondations jusqu'en 2005 pour en faire des lignées fixées (Fig. 2). La variété UAE 45 n'a fait l'objet d'aucune autofécondation. En effet, il ne présente aucune possibilité de ségrégation, son taux d'allogamie étant quasiment nul. Il a été retenu par les paysans parce que sa durée de production est longue et selon eux, deux de ses capsules seulement suffisent pour la sauce d'une famille de six personnes.



**Figure 2:** Schéma d'obtention des variétés de Gombo améliorées UAE 22 et UAE 19.

### **2.1.2.2. La justification du choix des deux variétés hybrides introduites**

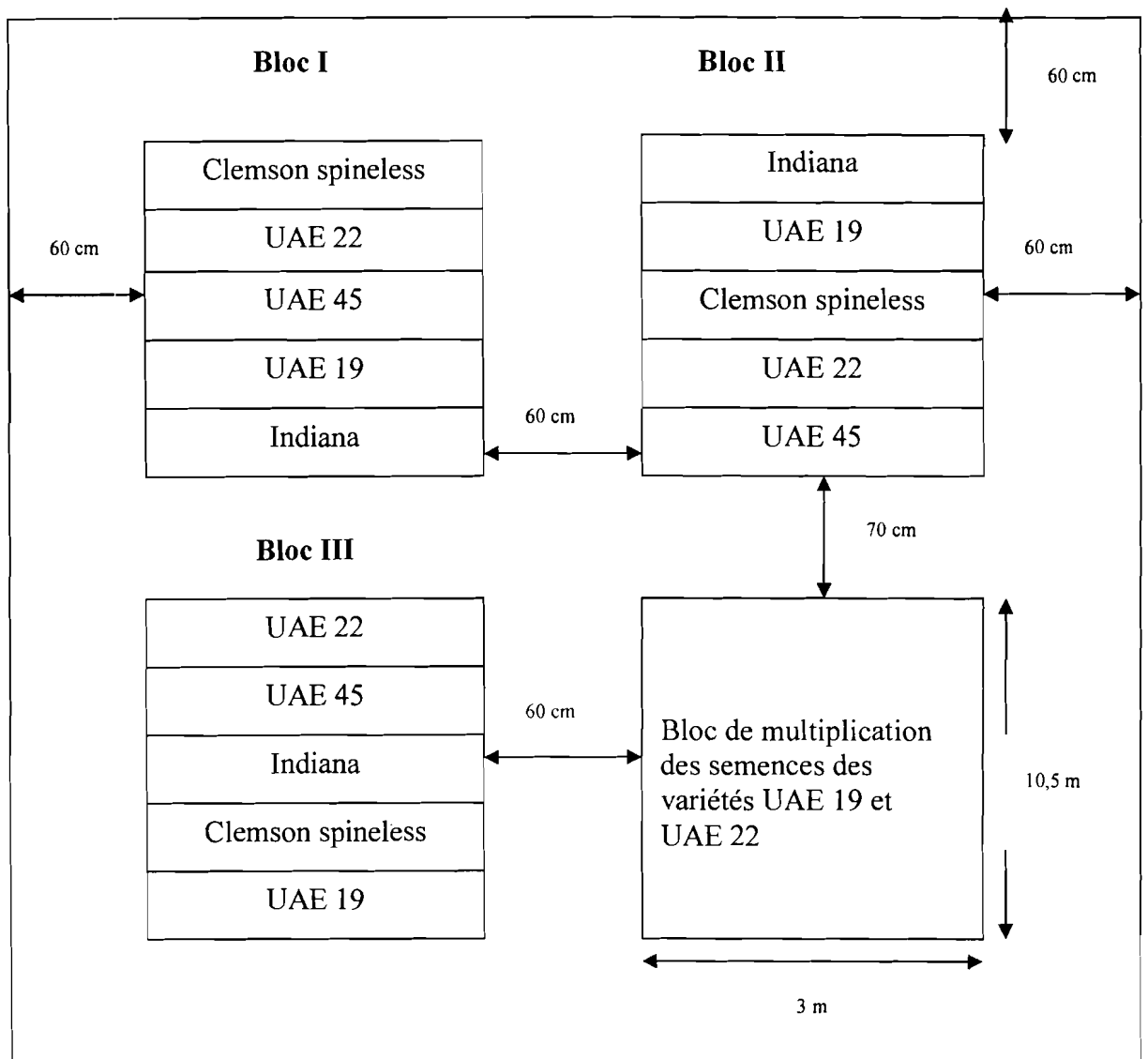
Une enquête réalisée par Sawadogo *et al.* (2009), dans quatre localités environnantes de la ville de Ouagadougou et dans onze marchés de ladite ville a révélé que quatre variétés sont fréquemment rencontrées. Il s'agit de deux variétés locales ("Man yanga" et "Gnu yêga") et deux variétés introduites (Indiana et Clemon spineless). La variété Indiana occupe la première place car elle couvre près de 80% des superficies emblavées de gombo à cause de la précocité de son cycle, son potentiel de production élevé, son couvert végétal ouvert qui facilite la cueillette, ses fruits verts de cuisson facile.

C'est donc parce que ces deux variétés introduites occupent une place importante dans la filière gombo que nous les avons retenues. La comparaison de leurs performances avec celles des variétés améliorées localement nous permettra de voir si les dernières peuvent être compétitives par rapport aux variétés introduites. La même enquête a révélé que ces variétés hybrides introduites présentaient des caractéristiques non désirées par les producteurs, vendeurs et consommateurs : leur forte teneur en graines et la grande quantité nécessaire pour la sauce.

### **2.1.3. Le dispositif expérimental**

Il s'agit d'un dispositif Bloc Fisher avec trois répétitions, chaque bloc comportant trois lignes de 3 m de chaque variété (Fig. 3). La distance entre les lignes est de 70 cm tandis que celle entre les poquets est de 20 cm ce qui donne une densité de semis de 71 000 plants à l'hectare.

A côté de ce dispositif, un bloc de multiplication de semences des variétés UAE 22 et UAE 19 a été installé.



**Figure 3** : Plan de masse du dispositif expérimental pour l'évaluation du gombo.  
Parcelle d'expérimentation de l'UFR/SVT (Ouagadougou), saison humide 2008.

#### 2.1.4. L'itinéraire technique

Le sol a été labouré à la daba et un apport de matière organique à raison de 10 t/ha a été réalisé dans le but de favoriser le développement des plantes.

Le semis a été effectué le 12 Août 2008 à raison de trois à quatre graines par poquet à une profondeur de 2 à 3 cm pour augmenter le taux de levée et faciliter l'émergence des plants.

Le premier sarclage a eu lieu en même temps que le démariage (à un plant/poquet) trois semaines après le semis. A cette même date, un repiquage a été fait pour combler les poquets vides.

Une irrigation d'appoint a été réalisée dans le but de combler les poches de sécheresse. En raison du semis tardif, une irrigation de complémentation a été nécessaire pour permettre au gombo de bien achever son cycle.

Afin de permettre une meilleure expression des caractères, une fertilisation minérale à base de NPK (14-23-14+6S) a été apportée à la dose de 240 Kg/ha. Elle a été fractionnée et appliquée 30 et 50 jours après semis.

Des sarclages ont été réalisés au besoin, pour éviter toute compétition entre cultures et adventices et de permettre ainsi un meilleur développement des cultures.

Un traitement à la deltaméthrine (Décis 12 CE) a été effectué (à la dose de 1l/ha) contre les insectes foreurs et piqueurs-suceurs, à la phase plantule et à la phase boutonnisation.

La récolte a débuté 5 jours après la première floraison et concernait tous les jeunes fruits âgés de 5 à 6 jours. Seul le premier fruit a été conservé sur chaque plante jusqu'à maturité pour faire l'objet des mesures concernant le fruit mature.

#### **2.1.5. Les méthodes de collecte des données**

Les plantes ont connu un suivi permanent depuis le semis jusqu'à un mois de fructification. Dans chaque bloc, seules les plantes de la ligne centrale de chaque parcelle élémentaire ont fait l'objet des différentes mesures et caractérisations. La caractérisation s'est faite par pied et par variété. Quinze pieds par variété et par répétition ont été retenus et marqués pour les mesures et observations. Les caractères étudiés sont de types quantitatif et qualitatif conformément aux descripteurs du gombo donnés par le Conseil International des Ressources Phytogénétiques (CIRPG) (Charrier, 1983). Au total, trente une (31) variables ont été observées, mesurées ou calculées.

### 2.1.5.1. Variables quantitatives

Il s'agit :

- Du délai 50% (50L) levée qui correspond au nombre de jours écoulés entre le semis et l'émergence de 50% des plantules.
- Des caractères 50% boutonnisation (50B) et 50% floraison (CIF) déterminés à partir du délai de boutonnisation (DEB) et de floraison (DEF) de l'ensemble des plantes de la ligne centrale de chaque variété.
- De la hauteur de la plante à la boutonnisation (LOB) et à la floraison (LOF), de la longueur de la première capsule de chaque plante à maturité (LOC). Ces longueurs sont mesurées à l'aide d'une règle (Photo 1) et exprimées en centimètre.
- Du diamètre de la tige principale (à sa base) de chaque plante à la boutonnisation (DBO) et à la floraison (DFL) ainsi que la largeur à la base de la première capsule de chaque plante à maturité (LAC). Ils sont mesurés à l'aide d'un pied à coulisse (Photo 2) et exprimés en millimètre.
- Du nombre moyen de capsules produit (NFR), du nombre d'arêtes de la première capsule (NAC) et du nombre de graines de la première capsule (NGC) qui sont obtenus par simple comptage. Le poids des fruits frais (PFR) ainsi que le poids des graines/capsule ont été obtenus par pesée à l'aide d'une balance numérique. Le poids de graines/capsule nous a permis de déterminer le poids de 1000 graines (PMG).
- La matière sèche des capsules (MSC) et des feuilles (MSF) ainsi que les cendres des capsules (Cca) et des feuilles (CEF) ont été déterminées au laboratoire d'écologie de l'UFR/SVT (Université de Ouagadougou), à partir de cinq fruits/bloc et cinq feuilles/bloc de chaque variété.

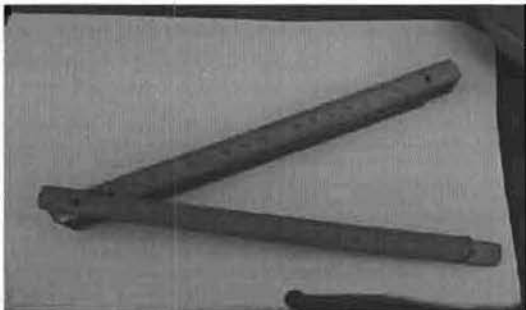


Photo 1 : Règle



Photo 2 : Pied à coulisse

### **2.1.5.2. Les variables qualitatives**

Les variables qualitatives ont été notées par simple appréciation visuelle. Il s'agit de : l'aspect général de la plante et sa ramification, la pubescence et la coloration de la tige, la forme et la coloration des feuilles, la coloration rouge à la base des pétales, la position de la capsule sur la tige principale, la coloration, la forme et la pubescence de la capsule et la forme et l'aspect général des graines.

Ces paramètres qualitatifs observés ont été codifiés suivant les normes du CIRPG (Tableau V) pour être considérés comme des paramètres quantitatifs dans certaines analyses.



**Tableau V** : Codage des caractères qualitatifs observés (Source : Charrier, 1983)

<b>Caractères</b>	<b>Modalités</b>	<b>Code</b>
Aspect général de la plante	érigé	3
	intermédiaire	5
	prostré	7
Ramification de la tige principale	tige orthotrope unique	3
	modérément ramifiée	5
	très ramifiée	7
Pubescence de la tige	glabre	3
	légèrement	5
	très dense	7
Coloration de la tige	verte	1
	verte mais avec des veinures rouges	2
	pourprée	3
Coloration de la feuille	verte	1
	verte avec des nervures rouges	2
	rouge	3
Coloration rouge à la base des pétales	à l'intérieur du pétale	1
	des deux côtés	2
Position des fruits sur la tige principale	érigée	3
	horizontale	5
	complètement retombante	7
Coloration des fruits	vert jaunâtre	1
	vert	2
	vert recouvert de plaques rouges	2
	rouge	4
Pubescence du fruit	duveteux	3
	légèrement rugueux	5
	épineux	7
Forme des graines	forme ronde	1
	réiforme	2
Aspect de la surface des graines	glabre	1
	duveteux	2

### 2.1.6. Les méthodes de détermination des paramètres physiologiques

- Détermination de la matière sèche des fruits et des feuilles

Cette détermination a été faite à partir de cinq fruits ou feuilles par variété et par bloc. Chaque échantillon (fruit ou feuille) a d'abord été pesé (Poids frais  $P_1$ ), puis placé à l'étuve à 105°C pendant 24h. Après refroidissement, il a été à nouveau pesé (Pois sec  $P_2$ ). Le taux de Matière Sèche (MS) est obtenu en faisant le rapport entre  $P_2$  et  $P_1$  selon la formule :

$$\text{MS} = (P_2 / P_1) \times 100$$

- Détermination des cendres

Une partie ou la totalité de chaque échantillon séché de poids  $P$  a été placée dans un bocal de poids vide  $P_0$ . L'ensemble est placé à l'étuve à 550°C pendant 2 h. Au bout de ce délai, les creusets contenant les échantillons brûlés sont refroidis dans un dessiccateur pour éviter la dissipation des cendres dans l'atmosphère. Les creusets ont ensuite été pesés ( $P_t$ ) ; avec  $P_t = S + P_0$  et  $S = \text{Poids des cendres}$ . Le taux de cendres est obtenu par la formule :

$$\text{Tx Cendres} = [(P_t - P_0) / P] \times 100$$

### 2.1.7. L'analyse statistique des données

Le traitement des données a été réalisé à l'aide du logiciel XLSTAT-Pro Version 7.1. Une analyse de variance simple a été réalisée dans le but de savoir si des différences significatives existent entre les variétés pour les caractères étudiés.

o

e

e

e

Les relations entre variables ont été étudiées grâce à la matrice de corrélations totales et à une Analyse en Composantes Principales (ACP). L'ACP a permis aussi de voir comment se structurent les variables et comment se répartissent les individus.

Une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) avec troncature à 20 de l'arbre hiérarchique a permis de regrouper les individus ayant des comportements similaires.

## II.2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.2.1 Les résultats

#### 2.2.1.1. L'analyse de la variabilité des paramètres quantitatifs

Le tableau VI présente les tendances centrales et de dispersion des variables quantitatives ainsi que le résultat de l'analyse de variance au seuil de 5 % des cinq variétés de gombo.

L'examen du tableau VI révèle de grands écarts entre les variétés pour certains caractères. Ainsi, pour le délai de floraison (DEF), on note un écart de 12,75 jours entre la variété la plus précoce et la plus tardive. Les variétés améliorées UAE 19 et UAE 22 sont plus précoces que l'hybride introduit Clemson spineless. La variété UAE 45 est la plus tardive avec un délai 50% floraison (CIF) = 61,67 jours.

En ce qui concerne les caractères du fruit à maturité, il ressort des valeurs maximales deux fois supérieures aux minimales pour la longueur de la capsule (LOC), la largeur de la capsule (LAC) et le nombre de graines par capsule (NGC). Les fruits des variétés améliorées sont plus larges que ceux de l'hybride introduit le plus prisé (Indiana). Seule la variété UAE 19 a des fruits plus longs que ceux de Indiana. Les variétés UAE 22 et UAE 45 ont des nombres de graines/capsule (NGC) inférieurs à celui de l'hybride Clemson spineless tandis que la variété UAE 19 a le NGC le plus élevé.

Le tableau VI révèle aussi, pour la production, des valeurs maximales trois fois (pour le nombre de fruits NFR) voire six fois (pour le poids des fruits frais PFR) supérieures aux valeurs minimales.

On constate cependant des écarts faibles pour le délai 50% levée 50L (0,89), le diamètre à la boutonnisation DBO (0,09) et le poids de graines/capsule (0,55).

Les variables nombre de fruits (NFR), poids des fruits frais (PFR), largeur de la capsule (LAC), diamètre à la boutonnisation (DBO) et poids de graines/capsule (PGC) ont présenté les coefficients de variation (C.V.) les plus élevés (57,78%, 27,95%, 24,69%, 23,52% et 22,98% respectivement) tandis que des variables telles que le taux de matière sèche de la feuille (MSF), le taux de cendres de la feuille (CEF) et le délai 50% floraison (CIF)

ont des C.V. inférieurs à 10%. Les autres variables ont des C.V. compris entre 10,29 et 17,64%.

L'analyse de variance a révélé des différences hautement significatives ou significatives entre variétés pour les variables relatives au cycle (50B, CIF), aux caractéristiques du fruit : longueur de la capsule (LOC), largeur de la capsule (LAC), nombre d'arêtes/capsule (NAC), nombre de graines/capsule (NGC) et taux de matière sèche de la capsule (MSC) (Tableau VI).

**Tableau VI** : Caractéristiques des variables et résultat de l'analyse de variance des cinq variétés de gombo.

Var	50L	DEB	50B	LOB	DBO	DEF	CIF	LOF	DFL	LOC	LAC	NAC	NGC	PGC	PMG	MSC	MSF	Cca	CEF	NFR	PFR
V1	6,00	29,54	28,68	10,72	0,31	47,80	47,63	22,09	0,65	11,45	1,44	5,22	35,71	1,85	50,45	10,80	19,33	10,11	19,62	61,33	385,69
V2	6,00	31,14	29,86	12,85	0,37	51,50	52,00	28,10	0,87	9,75	2,17	6,38	46,93	1,87	38,90	10,18	17,94	14,15	17,86	41,67	280,95
V3	6,00	29,57	28,98	10,69	0,39	50,52	49,93	27,66	0,87	12,27	2,51	6,66	58,14	3,03	50,63	9,56	18,94	11,02	20,41	60,00	602,17
V4	4,00	31,11	30,74	9,29	0,33	50,21	49,26	21,26	0,73	10,54	2,41	5,53	36,11	1,94	49,38	10,42	18,42	10,77	20,10	29,67	199,64
V5	6,00	38,67	38,07	12,34	0,55	61,67	60,38	25,97	1,03	7,03	2,99	5,00	44,52	2,50	54,84	13,55	16,96	11,78	19,55	45,00	129,24
Min	4,00	29,54	28,68	9,29	0,31	47,80	47,63	21,26	0,65	7,03	1,44	5,00	35,71	1,85	38,90	9,56	16,96	10,11	17,86	29,67	129,24
Max	6,00	38,67	38,07	12,85	0,55	61,67	60,38	28,10	1,03	12,27	2,99	6,66	58,14	3,03	54,84	13,55	19,33	14,15	20,41	61,33	602,17
Moy	5,60	32,00	31,27	11,18	0,39	52,34	51,84	25,02	0,83	10,21	2,30	5,76	44,28	2,24	48,84	10,90	18,32	11,57	19,51	47,53	319,54
ET	0,89	3,81	3,89	1,43	0,09	5,39	5,02	3,16	0,15	2,01	0,57	0,73	9,21	0,51	5,94	1,55	0,92	1,56	0,99	13,28	184,62
CV	15,97	11,89	12,44	12,77	23,52	10,29	9,69	12,65	17,64	19,71	24,69	11,97	20,80	22,98	12,16	14,20	5,04	13,51	5,06	27,95	57,78
F	*	**	**	NS	NS	**	**	NS	NS	**	*	**	*	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS

**Légende** : Var : variétés, V1 : Indiana, V2 : Clemson spineless, V3 : UAE 19, V4 : UAE 22, V5 : UAE 45, ET : écart type, CV : coefficient de variation, 50L : délai 50% Levée, DEB : délai boutonnisation, 50B : délai 50% boutonnisation, LOB : hauteur de la plante à la boutonnisation, DBO : diamètre de la tige principale (à la base) à la boutonnisation, DEF : délai floraison, CIF : délai 50% floraison, LOF : hauteur de la plante à la floraison, DFL : diamètre de la tige principale à la floraison, LOC : longueur de la 1<sup>ère</sup> capsule à maturité, LAC : largeur de la 1<sup>ère</sup> capsule à maturité, NAC : nombre d'arêtes de la 1<sup>ère</sup> capsule, NGC : nombre de graines de la 1<sup>ère</sup> capsule, PGC : poids de graines de la 1<sup>ère</sup> capsule, PMG : poids de mille graines, MSC : taux de matière sèche de capsule, MSF : taux de matière sèche de la feuille, Cca : taux de cendres de la capsule, CEF : taux de cendres de la feuille, NFR : nombre de fruits en un mois de production, PFR : poids des fruits produits.

\* : différence significative, \*\* : différence hautement significative, NS : différence non significative

### 2.2.1.2. L'analyse de la variabilité des caractères qualitatifs

Le tableau VII donne les modalités et les fréquences des variables qualitatives pour les cinq variétés de gombo. On remarque une très grande variabilité de modalités des paramètres qualitatifs. Les formes de la feuille et du fruit (Annexes I et II) présentent la plus grande variabilité avec respectivement sept (07) et six (06) modalités.

On constate cependant qu'il existe très peu de variabilité inter-variétale pour la majorité des caractères. Par exemple, en ce qui concerne les caractères coloration de la feuille et du fruit, Indiana, Clemson spineless et UAE 45 ont toutes des feuilles et des fruits à 100% verts (Photos 3, 4, 5, 6, 7 et 8). Chez UAE 19 aussi, la majorité des plantes a des feuilles et des fruits verts (photos 9 et 10). Seulement 13,33% des plantes de la variété UAE 19 ont des feuilles vertes avec des veinures rouges et 32,56% des fruits verts recouverts de plaques rouges.

Chez la variété UAE 22, on note exceptionnellement trois (03) colorations pour les feuilles et les fruits. En effet, 45,45% des individus ont des feuilles vertes avec des veinures rouges, 38,66% des feuilles vertes et le reste, soit 15,90%, des feuilles rouges. En ce qui concerne les fruits, ils sont à majorité verts (47,61%); 33,33% sont verts mais recouverts de plaques rouges tandis que le reste est rouge (Photos 11 et 12).

Le caractère pubescence du fruit présente aussi une faible variabilité inter-variétale. Les hybrides importés (Indiana et Clemson spineless) produisent 100% de fruits duveteux. Chez la variété UAE 19, jusqu'à 86,36% des individus ont des fruits duveteux. La variété UAE 45 produit des fruits légèrement rugueux. Ici encore, la variété UAE 22 se particularise car, en son sein, la majorité des fruits (81,81%) sont " épineux ".

Pour les paramètres relatifs au port de la plante, toutes les variétés sauf la variété UAE 45 ont des plantes à port érigé et à tige principale modérément ramifiée. La tige principale des individus de cette variété est très ramifiée.

c

c

c

c

**Tableau VII** : Modalités et fréquences des variables qualitatives

Caractères	Fréquence de la modalité au sein des variétés (en %)					
	Code	Indiana	Clemson	UAE 19	UAE 22	UAE 45
Aspect général de la plante	3	97,77	88,63	95,55	100	100
	5	2,23	11	4,45	-	-
Ramification de la tige principale	3	36	13,33	16,66	25	-
	5	64	82,82	73,33	6,81	-
	7	-	4,44	1	18,18	100
Pubescence de la tige	3	-	-	-	15,9	100
	5	-	100	100	84,09	-
	7	100	-	-	-	-
Coloration de la tige	1	23,8	60	36,36	31,81	100
	2	73,8	40	52,27	34,09	-
	3	2,4	-	11,36	34,09	-
Coloration de la feuille	1	100	100	86,66	38,63	100
	2	-	-	13,33	45,45	-
	3	-	-	-	15,9	-
Coloration rouge à la base des pétales	1	-	-	26,66	72,72	100
	2	100	100	73,33	27,28	-
Position des fruits sur la tige principale	3	100	100	100	100	62,82
	5	-	-	-	-	37,78
	7	-	-	-	-	-
coloration des fruits	2	100	100	67,44	47,61	100
	2	-	-	32,56	33,33	-
	4	-	-	-	14,28	-
Pubescence du fruit	3	100	100	86,36	-	-
	5	-	-	13,63	18,19	100
	7	-	-	-	81,81	-
Forme des feuilles	3	-	-	22,22	27,27	-
	4	-	-	2,22	43,18	100
	6	-	-	2,22	6,81	-
	7	53,65	25,58	73,33	13,63	-
	9	-	-	-	4,54	-
	10	46,35	72,09	-	-	-
Forme des fruits	11	-	2,33	-	-	-
	c 1	100	-	-	-	-
	3	-	-	100	100	-
	8	-	95,23	-	-	-
	11	-	2,22	-	-	-
	12	-	-	-	-	100
15	-	2,22	-	-	-	





**Photo 3 :** Morphologie de la variété Indiana



**Photo 4 :** Fruits de la variété Indiana



**Photo 5 :** Morphologie de la variété Clemson spineless



**Photo 6 :** Fruits de la variété Clemson spineless



**Photo 7 :** Morphologie de la variété UAE 45



**Photo 8 :** Fruit de la variété UAE 45



**Photo 9 :** Morphologie de la variété UAE19



**Photo 10 :** Fruits de la variété UAE 19



**Photo 11 :** Morphologie de la variété UAE 22



**Photo 12 :** Fruits de la variété UAE 22

### 2.2.1.3. L'analyse des corrélations entre caractères

Cette analyse a été faite à partir des coefficients de corrélation de Pearson (pour les couples de caractères) mentionnés dans le tableau VIII.

Il ressort de ce tableau que les paramètres relatifs au cycle (50% boutonnisation (50B) et 50% floraison (CIF)) sont fortement et positivement corrélés au taux de matière sèche de la capsule (MSC) mais fortement et négativement corrélés à la longueur de la capsule à maturité (LOC).

On note des corrélations positives significatives entre le cycle (50B et CIF) et la largeur de la capsule (LAC) ; entre LAC et le diamètre de la tige principale à la floraison (DFL); entre le nombre d'arêtes/capsule (NAC) et le nombre de graines/capsule (NGC); entre NGC et le poids de graines/capsule (PGC) ; entre NGC et la hauteur de la plante à la floraison (LOF) et entre le poids des fruits frais (PFR) et la longueur de la capsule à maturité (LOC).

La longueur de la capsule à maturité (LOC) est négativement corrélée au taux de matière sèche de la capsule (-0,894). Les variables diamètre de la tige principale à la boutonnisation (DBO) et longueur de la capsule à maturité (LOC) sont négativement corrélées (-0,812).

**Tableau VIII** : Coefficients de corrélation de Pearson entre les différentes variables

	50L	DEB	50B	LOB	DBO	DEF	CIF	LOF	DFL	LOC	LAC	NAC	NGC	PGC	PMG	MSC	MSF	Cca	CEF	NFR	PFR	
<b>50L</b>	1																					
<b>DEB</b>	0,132	1																				
<b>50B</b>	0,076	<b>0,996</b>	1																			
<b>LOB</b>	0,739	0,473	0,397	1																		
<b>DBO</b>	0,355	<b>0,927</b>	<b>0,922</b>	0,554	1																	
<b>DEF</b>	0,221	<b>0,980</b>	<b>0,974</b>	0,532	<b>0,979</b>	1																
<b>CIF</b>	0,287	<b>0,969</b>	<b>0,953</b>	0,623	<b>0,973</b>	<b>0,994</b>	1															
<b>LOF</b>	0,663	0,162	0,114	0,740	0,447	0,333	0,402	1														
<b>DFL</b>	0,391	0,770	0,751	0,665	<b>0,919</b>	<b>0,878</b>	<b>0,897</b>	0,725	1													
<b>LOC</b>	-0,092	<b>-0,952</b>	<b>-0,929</b>	-0,579	<b>-0,812</b>	<b>-0,907</b>	<b>-0,921</b>	-0,152	-0,696	1												
<b>LAC</b>	-0,100	0,719	0,742	0,209	<b>0,808</b>	<b>0,804</b>	0,773	0,411	<b>0,855</b>	-0,598	1											
<b>NAC</b>	0,209	-0,502	-0,521	0,144	-0,219	-0,333	-0,288	0,703	0,157	0,498	0,081	1										
<b>NGC</b>	0,496	-0,042	-0,051	0,328	0,322	0,157	0,179	<b>0,865</b>	0,579	0,177	0,444	<b>0,803</b>	1									
<b>PGC</b>	0,324	0,170	0,202	0,013	0,493	0,330	0,293	0,531	0,559	0,095	0,591	0,422	<b>0,832</b>	1								
<b>PMG</b>	-0,051	0,439	0,501	-0,363	0,452	0,411	0,319	-0,358	0,141	-0,181	0,329	-0,563	-0,083	0,475	1							
<b>MSC</b>	0,174	<b>0,943</b>	<b>0,941</b>	0,393	<b>0,818</b>	<b>0,877</b>	<b>0,860</b>	-0,058	0,558	-0,894	0,477	-0,728	-0,263	0,024	0,552	1						
<b>MSF</b>	-0,061	<b>-0,912</b>	<b>-0,891</b>	-0,599	<b>-0,845</b>	<b>-0,919</b>	<b>-0,936</b>	-0,355	<b>-0,836</b>	<b>0,950</b>	-0,773	0,231	-0,066	-0,076	-0,073	-0,754	1					
<b>Cca</b>	0,285	0,202	0,132	0,784	0,236	0,270	0,364	0,706	0,518	-0,401	0,247	0,453	0,319	-0,161	-0,759	-0,005	-0,546	1				
<b>CEF</b>	-0,337	-0,089	-0,005	-0,768	-0,010	-0,078	-0,184	-0,416	-0,183	0,356	0,176	-0,158	0,066	0,544	0,799	-0,035	0,356	<b>-0,870</b>	1			
<b>NFR</b>	0,752	-0,298	-0,308	0,114	-0,058	-0,230	-0,219	0,233	-0,114	0,445	-0,403	0,159	0,377	0,414	0,247	-0,146	0,522	-0,341	0,223	1		
<b>PFR</b>	0,363	-0,704	-0,695	-0,216	-0,400	-0,578	-0,577	0,302	-0,251	<b>0,839</b>	-0,325	0,665	0,615	0,522	-0,048	-0,703	0,738	-0,255	0,340	0,743	1	

En gras, valeurs significatives au seuil alpha= 0,050 (Test bilatéral).

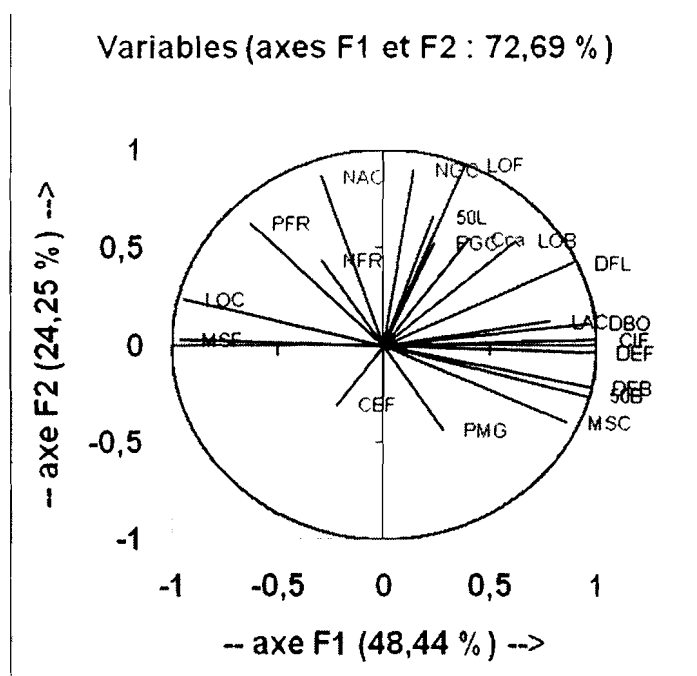
Légende : **50L** : délai 50% Levée, **DEB** : délai boutonnisation, **50B** : délai 50% boutonnisation, **LOB** : hauteur de la plante à la boutonnisation, **DBO** : diamètre de la tige principale (à la base) à la boutonnisation, **DEF** : délai floraison, **CIF** : délai 50% floraison, **LOF** : hauteur de la plante à la floraison, **DFL** : diamètre de la tige principale à la floraison, **LOC** : longueur de la 1<sup>ère</sup> capsule à maturité, **LAC** : largeur de la 1<sup>ère</sup> capsule à maturité, **NAC** : nombre d'arêtes de la 1<sup>ère</sup> capsule, **NGC** : nombre de graines de la 1<sup>ère</sup> capsule, **PGC** : poids de graines de la 1<sup>ère</sup> capsule, **PMG** : poids de mille graines, **MSC** : taux de matière sèche de la capsule, **MSF** : taux de matière sèche de la feuille, **Cca** : taux de cendres de la capsule, **CEF** : taux de cendres de la feuille, **NFR** : nombre de fruits en un mois de production, **PFR** : poids des fruits produits.

### 2.2.1.4. La relation entre les caractères et les axes principaux

Le tableau IX donne la contribution des axes à l'inertie totale et celle des variables à l'inertie des axes. De ce tableau, il ressort que l'axe  $F_1$  représente à lui seul 48,44% de l'inertie totale tandis que l'axe  $F_2$  possède 24,25% de l'inertie. Les axes  $F_1$  et  $F_2$  expliquent donc 72,69 % de l'information totale. Un seul plan permet donc d'explicitier l'information totale.

L'observation du cercle de corrélation (Fig. 4) révèle que deux (02) groupes de caractères sont associés à l'axe  $F_1$ : il s'agit du groupe de variables (LAC, DFL, DBO, DEB, CIF et MSC) qui est positivement corrélé à l'axe et le groupe (LOC et MSF) qui est négativement corrélé au même axe.

Si nous considérons l'axe  $F_2$ , trois (03) caractères lui sont positivement associés : ce sont NGC, LOF et NAC.



**Figure 4** : Cercle de corrélation issu de l'ACP des cinq variétés de gombo.

Légende : **50L** : délai 50% Levée, **DEB** : délai boutonnisation, **50B** : délai 50% boutonnisation, **LOB** : hauteur de la plante à la boutonnisation, **DBO** : diamètre de la tige principale (à la base) à la boutonnisation, **DEF** : délai floraison, **CIF** : délai 50% floraison, **LOF** : hauteur de la plante à la floraison, **DFL** : diamètre de la tige principale à la floraison, **LOC** : longueur de la 1<sup>ère</sup> capsule à maturité, **LAC** : largeur de la 1<sup>ère</sup> capsule à maturité, **NAC** : nombre d'arêtes de la 1<sup>ère</sup> capsule, **NGC** : nombre de graines de la 1<sup>ère</sup> capsule, **PGC** : poids de graines de la 1<sup>ère</sup> capsule, **PMG** : poids de mille graines, **MSC** : taux de matière sèche de la capsule, **MSF** : taux de matière sèche de la feuille, **Cca** : taux de cendres de la capsule, **CEF** : taux de cendres de la feuille, **NFR** : nombre de fruits en un mois de production, **PFR** : poids des fruits produits.

**Tableau IX** : Contribution (en %) des axes à l'inertie totale et de celle des variables à l'inertie des axes.

Axes factoriels		Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
<b>Contribution des axes à l'inertie totale</b>		<b>48,443</b>	<b>24,248</b>	<b>18,023</b>	<b>9,286</b>
	<b>50L</b>	0,527	8,487	0,179	26,023
	<b>DEB</b>	9,272	0,916	0,175	0,182
	<b>50B</b>	8,961	1,315	0,556	0,017
	<b>LOB</b>	3,747	5,599	4,730	7,931
	<b>DBO</b>	8,936	0,253	1,991	0,140
	<b>DEF</b>	9,610	0,025	0,558	0,001
	<b>CIF</b>	9,765	0,019	0,100	0,096
	<b>LOF</b>	1,419	16,696	0,109	0,068
<b>Contribution des variables à l'inertie des axes (en %)</b>	<b>DFL</b>	7,710	3,532	0,400	1,062
	<b>LOC</b>	8,724	1,099	1,372	0,238
	<b>LAC</b>	5,935	0,306	2,293	15,069
	<b>NAC</b>	0,858	14,693	0,074	8,292
	<b>NGC</b>	0,191	15,798	3,397	2,436
	<b>PGC</b>	0,553	5,420	16,597	2,030
	<b>PMG</b>	0,746	3,763	18,794	1,086
	<b>MSC</b>	7,178	3,058	0,353	5,166
	<b>MSF</b>	9,075	0,020	1,212	1,531
	<b>Cca</b>	1,565	5,845	13,756	1,156
	<b>CEF</b>	0,479	1,838	21,351	2,542
	<b>NFR</b>	0,847	3,723	6,494	24,538
	<b>PFR</b>	3,903	7,595	5,510	0,395

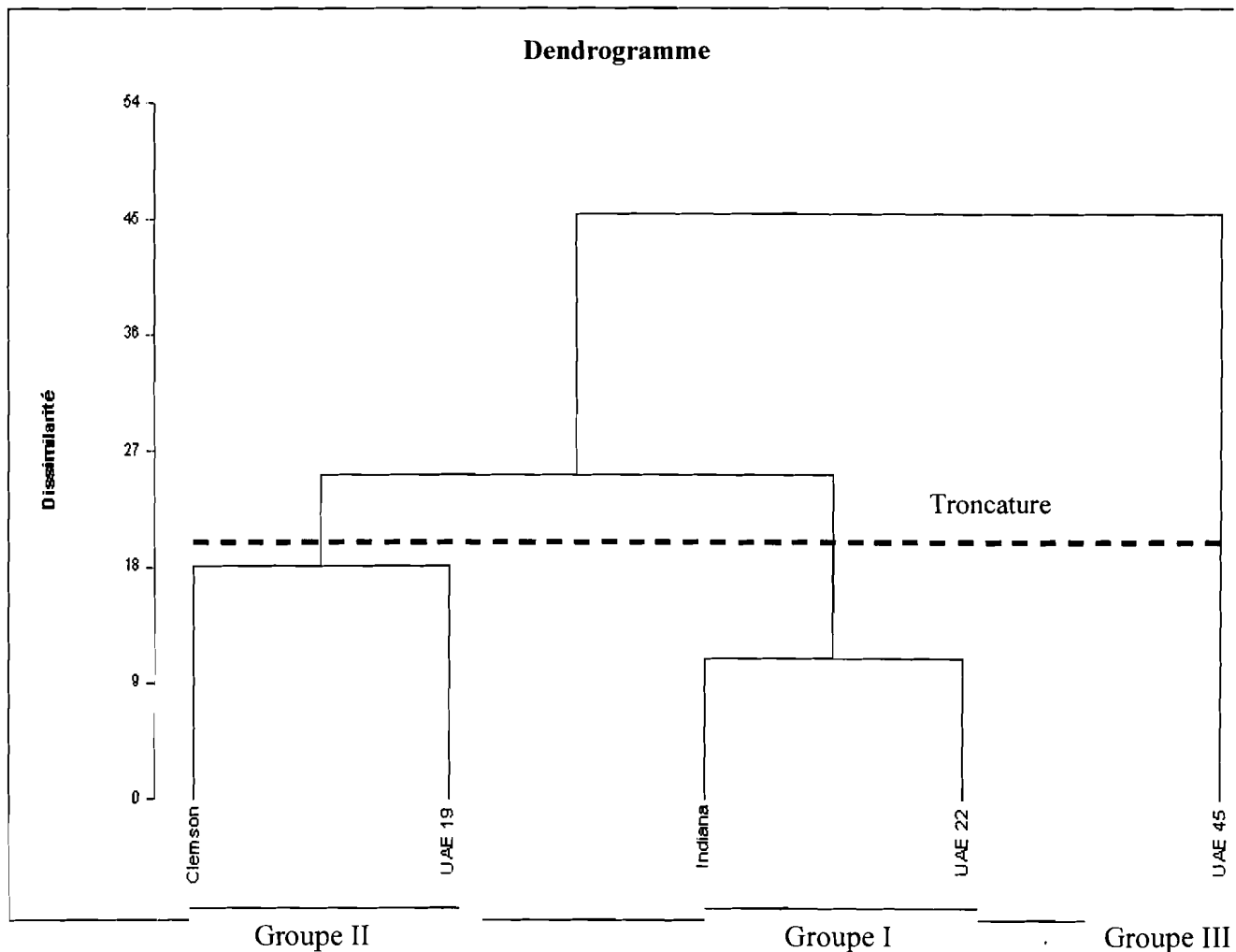
Légende : **50L** : délai 50% Levée, **DEB** : délai boutonnisation, **50B** : délai 50% boutonnisation, **LOB** : hauteur de la plante à la boutonnisation, **DBO** : diamètre de la tige principale (à la base) à la boutonnisation, **DEF** : délai floraison, **CIF** : délai 50% floraison, **LOF** : hauteur de la plante à la floraison, **DFL** : diamètre de la tige principale à la floraison, **LOC** : longueur de la 1<sup>ère</sup> capsule à maturité, **LAC** : largeur de la 1<sup>ère</sup> capsule à maturité, **NAC** : nombre d'arêtes de la 1<sup>ère</sup> capsule, **NGC** : nombre de graines de la 1<sup>ère</sup> capsule, **PGC** : poids de graines de la 1<sup>ère</sup> capsule, **PMG** : poids de mille graines, **MSC** : taux de matière sèche de capsule, **MSF** : taux de matière sèche de la feuille, **Cca** : taux de cendres de la capsule, **CEF** : taux de cendres de la feuille, **NFR** : nombre de fruits en un mois de production, **PFR** : poids des fruits produits.

### 2.2.1.5. La stratification de la variabilité

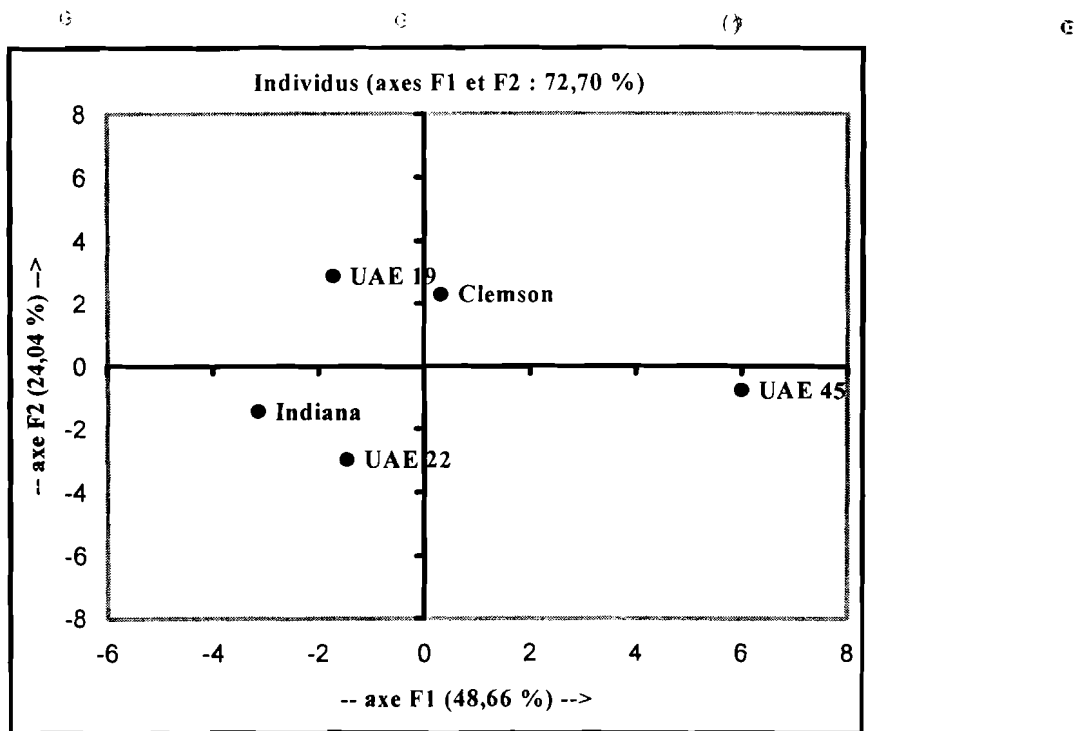
La classification ascendante hiérarchique des cinq variétés de gombo suivie de la troncature (à 20) a abouti à la constitution de trois (03) classes (Fig. 5).

La classe 1 est composée des variétés Indiana et UAE 22, la Classe 2, des variétés Clemson spineless et UAE 19. La variété UAE45 forme une classe distincte.

La représentation des individus issue de l'ACP vient confirmer cette classification (Fig. 6). De cette représentation, on remarque que l'individu UAE 45 est associé positivement à l'axe  $F_1$  tandis que les deux autres classes sont associées à l'axe  $F_2$ .



**Figure 5 :** Dendrogramme issu de la CAH des cinq variétés de gombo avec troncature à 20



**Figure 6** : Représentation des individus issue de l'ACP des cinq variétés de gombo.

### 2.2.1.6 L'analyse de la production et du rendement

La figure 7 donne un aperçu du nombre moyen de fruits, des poids frais et secs des fruits des cinq variétés de gombo à l'issue d'un mois de production.

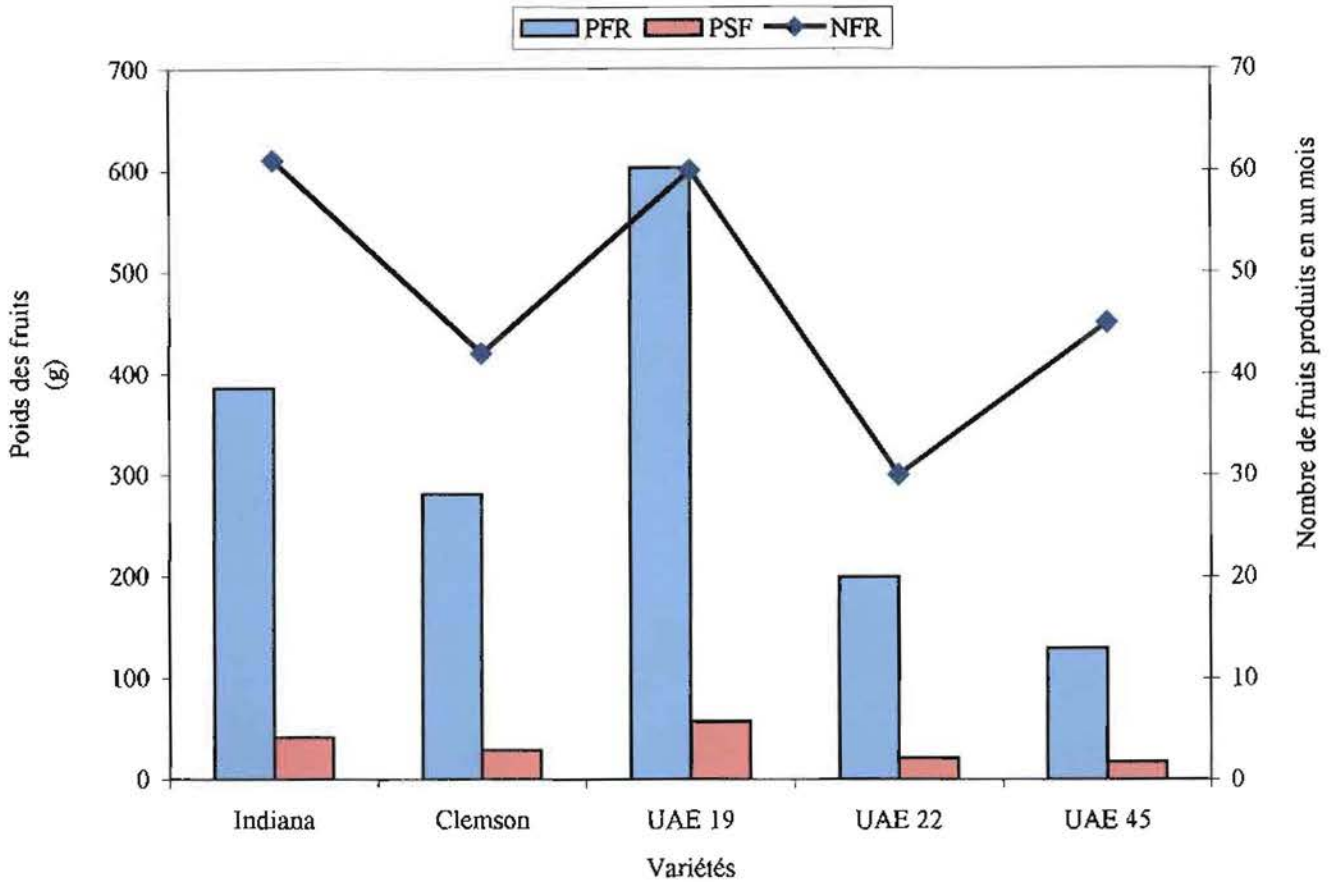
De cette figure, il ressort la supériorité des variétés Indiana et UAE 19 qui ont produit respectivement un nombre moyen de fruits égal à 61 et 62. Cependant, la variété UAE 19 domine nettement l'hybride Indiana quant aux poids de fruits puisque ses 60 fruits ont un poids frais de 602,17 g et un poids sec de 57,63 g tandis que les 61 fruits de la variété Indiana ont un poids frais de 385,69 g et un poids sec de 41,65 g.

Viennent ensuite les variétés Clemson spineless et UAE 45 qui ont produit en moyenne 42 et 45 fruits respectivement. Ici encore, malgré le faible écart entre la quantité de fruits produits, les fruits de la variété Clemson spineless pèsent plus de deux (2) fois plus que ceux de la variété UAE 45.

La variété améliorée UAE 22 apparaît comme la moins productive avec un nombre de fruits deux (02) fois inférieur à ceux des variétés Indiana et UAE 19.



Par contre, si l'on considère le poids des fruits frais, UAE 45 est la variété la moins productive avec une production cinq (05) fois inférieure à celle de UAE 19.



**Figure 7: Nombre de fruits, poids frais et sec de cinq variétés de gombo.**

Légende : PFR : Poids frais des fruits ; PSF : Poids sec des fruits ;  
NFR : Nombre de fruits

Le rendement (Rdt) étant plus significatif sur le plan agronomique, si nous considérons ce paramètre (Tableau X), la variété améliorée UAE 19 paraît la plus performante (Rdt= 2,85t/ha). Elle est suivie respectivement des variétés Indiana (Rdt= 1,83 t/ha), Clemson spineless (Rdt= 1,33 t/ha), UAE 22 (Rdt= 0,94 t/ha) et UAE 45 (Rdt= 0,61 t/ha). Cependant, l'analyse de variance révèle seulement une différence significative entre UAE 19 et UAE 45.

**Tableau X** : Rendement fruit mensuel (calculé) de cinq variétés de gombo.

Variétés	Rendement (t/ha)
Indiana	1,83 <sup>a</sup>
Clemson spineless	1,33 <sup>ab</sup>
UAE19	2,85 <sup>ab</sup>
UAE22	0,94 <sup>ab</sup>
UAE45	0,61 <sup>b</sup>

Les moyennes suivies de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon le test de Fisher.

## 2.2.2. La discussion

### 2.2.2.1. La variabilité des caractères

Les grands écarts notés entre les variétés pour les paramètres délai 50% floraison (CIF), largeur de la capsule à maturité (LAC), longueur de la capsule à maturité (LOC), nombre de graines/capsule (NGC), nombre de fruits/variété (NFR) et poids des fruits frais (PFR) indiquent une dispersion des valeurs de ces paramètres tandis que les faibles écarts pour les caractères délai 50% levée (50L), délai de boutonnisation (DBO), délai de floraison (DFL), poids de graines/capsule (PGC) et taux de cendres de la capsule (CEC) traduisent un certain regroupement des valeurs de ces variables.

Les coefficients de variation élevés pour NFR, PFR, LAC, DBO, PGC, NGC et LOC révèlent une grande variation des caractères concernés et une dispersion des individus autour de la moyenne.

L'analyse de variance a révélé des différences hautement significatives ou significatives entre variétés pour le cycle (50B, CIF), la taille du fruit, le nombre d'arêtes par capsule, le nombre de graines par capsule et le taux de matière sèche de la capsule. Ce résultat est en accord avec celui obtenu par Farooq *et al.* pour cinq variétés de gombo cultivées à Déra Ismaël Khan (Pakistan). Ces paramètres sont ceux qui expliquent le plus

la variabilité. Ils serviraient donc à la distinction des variétés. Bello *et al.* (2006) ont aussi rapporté une très grande variabilité des paramètres quantitatifs pour dix variétés sélectionnées de gombo.

En ce qui concerne les paramètres qualitatifs, malgré la variabilité des modalités des caractères, la différence inter-variétale est très faible. Seule la forme du fruit est très caractéristique des variétés. Les résultats de Sawadogo & Balma (2003) ont montré que, en ce qui concerne les paramètres qualitatifs, la diversité chez le gombo porte beaucoup plus sur les caractéristiques du fruit.

On note une variabilité intra-variétale chez les variétés améliorées UAE 19 et UAE 22 pour les paramètres coloration des feuilles et des fruits. Selon Koechlin (1989), la couleur du fruit est un caractère très variable et indépendant des colorations des organes végétatifs. Par contre, Charrier (1983) stipule que, chez le gombo, les colorations des tiges, des pétioles et des fruits sont liées et que la coloration et la pubescence du fruit ont un déterminisme génétique simple. L'hétérogénéité de la coloration au sein de UAE 19 et UAE 22 peut être due à une hybridation non désirée étant donné que le gombo est susceptible de fécondation croisée (Charrier, 1983).

Seule la variété UAE 45 est très proche des hybrides introduits, en ce qui concerne les paramètres qualitatifs.

Les résultats de l'expérience montrent donc que les paramètres à l'origine de la variabilité inter-variétale sont surtout ceux relatifs au cycle (50B et CIF) et ceux relatifs aux caractéristiques du fruit (LOC, LAC, NAC et MSC).

#### **2.2.2.2. Les corrélations des caractères**

De notre étude, il ressort que le cycle (50B et CIF) est corrélé positivement à la largeur de la capsule (LAC) mais négativement corrélé à la longueur de la capsule (LOC). Cela laisse transparaître que les variétés les plus précoces produiraient des fruits longs à faible diamètre et les variétés tardives des fruits courts à grand diamètre. L'étude de Sawadogo & Balma (2003) avait abouti aux mêmes résultats. On peut penser alors que le choix délibéré des paysans pour les écotypes à cycles court ou moyen s'explique par le

souci d'obtenir des fruits à longueur acceptable quelques jours après fécondation (Sawadogo & Balma, 2003).

La corrélation négative entre la longueur de la capsule (LOC) et le taux de matière sèche de la capsule (MSC) signifie que les fruits les plus courts auraient une teneur en matière sèche élevée par rapport aux fruits longs. En effet, la variété UAE 45 donne les fruits les plus courts mais ses fruits possèdent la plus forte teneur en matière sèche.

La corrélation positive entre le nombre d'arêtes par capsule (NAC) et le nombre de graines par capsule (NGC) révèle que les fruits à nombre d'arêtes élevé ont le meilleur rendement en graines. Zoungrana (2007) avait abouti à la même conclusion. On en déduit que pour améliorer le rendement en graines, on pourrait jouer sur le paramètre NAC. Ce résultat est très intéressant étant donné que le NGC est, en fonction de l'utilisation des fruits, un critère de préférence des paysans. En effet, si l'objectif est d'extraire l'huile de la graine ou d'utiliser la graine à d'autres fins, un nombre élevé de graines par capsule serait appréciable. Cependant, pour la préparation de la "sauce gombo", il est souhaitable que le nombre de graines soit réduit au maximum. Au Burkina Faso, étant donné que le gombo est plus utilisé pour la sauce, la recherche devrait tendre vers la réduction du nombre de graines par capsule.

Pour Adéniji & Arému (2007), la production graines chez le gombo ouest africain est très fortement influencée par la largeur de la capsule et par le nombre d'arêtes par capsule. Koechlin (1989) rapporte que le nombre d'arêtes par capsule (NAC) est un caractère sous influence génétique mais dont l'expression dépend des conditions du milieu. L'amélioration du caractère NAC s'avère donc complexe.

La corrélation positive entre le nombre de graines par capsule (NGC) et la hauteur de la plante à la floraison (LOF) est en accord avec les résultats de Adéniji & Arému (2007). Cela suggère que la taille de la plante à la floraison est une composante pour l'amélioration du rendement en graines.

### **2.2.2.3. La signification des axes et la caractérisation des groupes**

L'analyse des relations entre les caractères et les axes principaux a révélé les liens entre axes et variables.

L'axe  $F_1$  semble opposer les groupes de variables (LAC, DBO, 50B, CIF, MSC) et (LOC et MSF). Les valeurs positives de l'axe correspondent au cycle long, aux fruits courts et larges à la base et à teneur en matière sèche élevée.

La représentation des individus issue de l'analyse en composantes principales des cinq variétés de gombo a montré que la variété UAE 45 est associée positivement à l'axe  $F_1$ . Cette variété se caractérise par son cycle tardif, ses fruits courts, larges et à teneur en matière sèche élevée. Une autre caractéristique de la variété UAE 45 est que tous ses fruits sont à cinq (05) arêtes, ce qui la rapproche des variétés sauvages dont les fruits ont tous cinq (05) arêtes (Koechlin, 1989).

L'axe  $F_2$  associe les variables NAC, NGC et LOF qui lui sont positivement corrélées. Le groupe 2 (corrélé négativement à l'axe) est donc constitué de variétés (Clemson spineless et UAE 19) ayant une grande taille à la floraison, un grand nombre d'arêtes par capsules et par conséquent un grand nombre de graines par capsule.

Quant au groupe 1, il comprend des variétés à petite taille à la floraison (Indiana et UAE 22). Ayant un nombre d'arêtes par capsule intermédiaire entre le minimum et le maximum, ces variétés ont le plus faible rendement en graines (nombre de graines/capsule). Elles sont aussi les plus précoces.

#### **2.2.2.4. La production et la rentabilité**

Le meilleur rendement mensuel (2,85 t/ha) est obtenu par la variété UAE 19 tandis que la variété UAE 45 a le plus faible rendement mensuel (0,61 t/ha). Il n'est pas opportun de comparer ces résultats avec les normes qui correspondent la plupart du temps à trois mois de production et même plus. Cependant, nous pouvons comparer les productions des différentes variétés.

L'analyse a montré que pour un nombre de fruits produits presque égal (61 et 60), les fruits de la variété UAE 19 pèsent près de deux fois plus que ceux de la variété Indiana. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les fruits de la variété UAE 19 sont plus longs et plus larges (et donc plus gros) que ceux de la variété Indiana et ont un nombre de graines et un poids de graines par capsule supérieurs à ceux de la variété Indiana.

Pour le cas des variétés Clemson spineless et UAE 45, la faiblesse du poids des fruits de la variété UAE 45 peut se justifier par le fait que ses fruits âgés de cinq (05) jours sont trop petits ce qui donne l'impression que les fruits de cette variété tardive ont été cueillis précocement. De même, on pourrait se demander si un mois de production a permis à cette variété tardive d'exprimer pleinement son potentiel de production. En effet, on pouvait s'attendre à ce que la variété UAE 45 ait le meilleur rendement fruits étant donné que ses plantes sont les plus ramifiées. Plusieurs auteurs ont effectivement rapporté une corrélation positive entre la production en fruits et le nombre de rameaux sur la tige principale (Koechlin, 1989 ; Hamon *et al.*, 1992 ; Bello *et al.*, 2006).

Si l'on ne considère que la production, en terme de rentabilité, la variété améliorée UAE 19 aurait une supériorité agronomique, selon les résultats de l'expérience. Elle est suivie respectivement des variétés Indiana, Clemson spineless et UAE 22 ; la UAE 45 étant la moins rentable.

Cependant, les résultats de Nana (2005) révèlent que le potentiel de production de chaque variété dépend de la période de production. Selon que la saison de production est froide ou chaude, une variété pourrait perdre sa supériorité agronomique au profit d'une autre. Les résultats obtenus ici ne sont donc pas absolus, le gombo étant cultivé aussi bien en hivernage qu'en saison sèche. Une évaluation plus approfondie du rendement est donc à préconiser d'autant plus que nous n'avons considéré ici que la production mensuelle.

## Conclusion et recommandations

Au terme de cette étude qui nous a permis de comparer les performances agromorphologiques des cinq variétés de gombo, nous pouvons retenir que les paramètres qui discriminent ces variétés sont surtout d'ordre quantitatif. L'analyse de variance a révélé en effet des différences significatives entre les variétés pour plus de la moitié des caractères quantitatifs étudiés.

En ce qui concerne les caractères qualitatifs, malgré la très grande variabilité des modalités, seule la forme du fruit est très caractéristique de chaque variété. On a surtout noté une variabilité intra-variétale au sein des variétés améliorées UAE 19 et UAE 22, qui sont pourtant des hybrides de septième génération ( $F_7$ ). Cette variabilité serait due soit à une ségrégation malgré la génération avancée, soit à une importante allogamie chez ces deux variétés.

La classification ascendante hiérarchique (CAH) a révélé que les variétés améliorées UAE 22 et UAE 19 sont respectivement proches des hybrides introduits Indiana et Clemson spineless. Cependant, aucune variété améliorée ne rassemble toutes les caractéristiques désirées à savoir la précocité, une très bonne production, des fruits effilés, minces, de couleur verte et à très faible nombre de graines. Des insuffisances demeurent et doivent faire l'objet d'amélioration.

En ce qui concerne la variété UAE 19, elle est très intéressante puisqu'elle est la variété la plus productive. L'amélioration devrait être orientée vers la réduction de sa production en graines notamment le nombre de graines par capsule qui est le plus élevé. Pour ce faire, on pourrait jouer sur le nombre d'arêtes par capsule (étant donnée la corrélation positive entre ces deux caractères) ainsi que sur les autres composantes du rendement en graines.

Pour la variété UAE 22, son avantage est qu'elle est aussi précoce que le meilleur hybride introduite (Indiana). L'amélioration devrait viser l'augmentation de sa production et la correction de certains paramètres qualitatifs tels que la pubescence et la coloration du fruit. Pour l'amélioration du rendement, on pourrait jouer sur les composantes du rendement qui sont : le poids des graines, la longueur de la plante à la boutonnisation, le poids de 100 graines, la longueur à maturité et le nombre de graines par

arête. Les caractères pubescence et coloration du fruit ayant un déterminisme génétique simple, on pourrait les améliorer par des croisements simples avec des variétés ayant les caractères recherchés.

Une fois leurs insuffisances corrigées, les variétés UAE 19 et UAE 22 pourraient être proposées pour une culture intensive. Quant à la variété UAE 45, nous pensons qu'on pourrait la proposer aux producteurs paysans qui préfèrent des variétés robustes et très ramifiées, à cycle long, donnant une production étalée dans le temps.

Afin de mieux apprécier les performances des cinq variétés, il serait intéressant de reconduire la même étude en saison sèche dans le but de comparer le comportement des variétés suivant la saison de production.



## Bibliographie

**ADENIJI O. T. & AREMU. C. O.** 2007. Interrelationships among characters and Path Analysis for Pod Yield Components in West African Okra (*Abelmoschus caillei* (A. Chev) Stevels). Journal of Agronomy, 6 (1), 162-166.

**BELLO D., SAJO A., CHUBADO. D. & JELLASON J.** 2006. Variability and correlation studies in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Journal of Sustainable Development in Agriculture and Environment, vol. 2 (1), 120-126.

**BUNASOLS.** 1998. Etude morpho-pédologique de la province du Kadiogo, échelle 1/50 000<sup>e</sup>. Rapport Technique n° 111. BUNASOLS. Ouagadougou, Burkina Faso.

**CHARRIER A.** 1983. Etude des ressources génétiques du genre *Abelmoschus* Med. (Gombo). CIRPG. Rome. 61 p.

**De LANNOY G.** 2001. Gombo *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. In : Agriculture en Afrique Tropicale. Légumes. Direction Générale de la Coopération Internationale (DGCI). Paris, France. 478-484.

**DUPRIEZ H. & LEENER P.** 1983. Agriculture tropicale en milieu paysan africain. Ed. Terres et vie, Paris, France. 282 p.

**FAOSTAT. 2004** : <http://faostat.fao.org/>, consulté le 12/02/2009.

**FAROOQ A. K., JALAL U., ABDUL G. & KASHIF W. K.** 2002. Evaluation of different Cultivars of Okra (*Abemoschus esculentus* L.) under the Agro-climatic Conditions of Dera Ismail Khan. Asian Journal of Plant Sciences. vol 1 (6), 663-664.

**FONDIO L., DJIDJI. H. A., KOUAME C. & TROARE D.** 2003. Effet de la date de semis sur la production du Gombo (*Abelmoschus* spp.) dans le centre de la Côte d'Ivoire. Agronomie Africaine. vol 15. n° 1, 13-34.

**GUIGNARD J. L.** 1993. Botanique. Ed. Masson. Paris, France. 276p.

**GUINKO S.** 1984. Végétation de la Haute Volta. Thèse de doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles Université de Bordeaux III, France. 318 p.

**HAMON S.** 1981. Discrimination de deux espèces de gombo cultivées en Côte d'Ivoire (*Abelmoschus esculentus* et *Abelmoschus sp.*) sur la base de leurs profils enzymatiques. Ed ORSTOM, Paris, France. 80 p.

**HAMON S.** 1987. Organisation évolutive du genre *Abelmoschus* (Gombo) : co-adaptation et évolution de deux espèces de Gombo cultivées en Afrique de l'Ouest (*A. esculentus* et *A. caillei*). Ed. ORSTOM. Paris, France. 191 p.

**HAMON S.** 1989. Etude de la variabilité génétique des espèces cultivées et des espèces spontanées du genre *Abelmoschus* (Gombo) non originaires d'Afrique de l'Ouest. ORSTOM. IBPGR. 84 p.

**HAMON S. & CHARRIER A.** 1985. Large variation of okra collected in Bénin and Togo. FAO/IBPGR, Plant Genetic Resources-Newsletter 56, 52-58.

**HAMON S., CHARRIER A., KOECHLIN J. & SLOTEN. D. H.** 1992. Les apports potentiels à l'amélioration génétique des gombos (*Abelmoschus* spp.) par l'étude de leurs ressources génétiques. FAO/IBPGR, Ressources Génétiques Végétales, Bulletin 86, 9-15.

**HAMON S. & SLOTEN. D. H.** 1995. Okra, *Abelmoschus esculentus*, *A. caillei*, *A. manihot*, *A. moschatus* (Malvaceae). In: Evolution of Crop Plants, Edited by Smartt J. & Simmonds N. W. London, England, 350-355.

**INERA/BF.** 2001. Projet de conservation in situ. Rapport technique annuel. Coordination Nationale du projet in situ. INERA, Ouagadougou, Burkina Faso.

**KOECHLIN J.** 1989. Les gombos africains (*Abelmoschus* ssp) : Etude de la diversité en vue de l'amélioration. Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique. Paris-Grignon, France. 180p

**LIM L. & CHAI C.** 2007. Performance of seven okra accessions. Senior officers' Conference. Departement of Agriculture, Sarawak. 12 p.

**MARIUS C., GERARD V. & ANTOINE G.** 1997. Le gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, une source possible de phospholipides. Agronomie et Biotechnologies, Oléagineux, corps gras, lipides. vol. 4 (5), 389-392.

**MARTIN F. W., RHODES A. M., MANUEL O. & DIAZ F.** 1981. Variation in Okra. Euphytica, vol. 7, n° 30, 697-705.

**NANA R.** 2005. Influence de la fréquence et de la période d'arrosage sur l'économie d'eau: adaptation physiologique du gombo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) en culture de contre saison. Mémoire de DEA. UFR/SVT, Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 67 p.

**NZIKOU J.M., MVOULA T., MATOUBA E., OUAMBA J. M., KAPSEU C., PARMENTIER M. & DESOBRY S.** 2006. A study on gumbo seed grown in Congo Brazzaville for its food and industrial applications. African Journal of Biotechnology. 5 (24), 2469-2475.

**SAWADOGO M. & BALMA D.** 2003. Etude agromorphologique de quelques écotypes locaux de gombo cultivés au Burkina Faso. Sciences et Technique. Série Sciences Naturelles et Agronomie, vol 27, n° 1-2, 111-129.

**SAWADOGO M., ZOMBRE G. & BALMA D.** 2006. Expression de différents écotypes de gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) au déficit hydrique intervenant pendant la boutonnisation et la floraison. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 10 (1), 43-54.

**SAWADOGO M., BALMA D., NANA R. & SUMDA R. M. T. L.** 2009. Diversité agromorphologique et commercialisation du Gombo (*Abelmoschus esculentus* L.) à Ouagadougou et ses environs. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol 3, n° 2, 326-336.

**SHAMSUL A. & ARIFUZZAMAN K.** 2007. Chemical Analysis of Okra Bast Fiber (*Abelmoschus esculentus*) and its Physico-chemical Properties. *Journal of textile and Apparel, Technology and management.* Vol. 5. Issue 4.

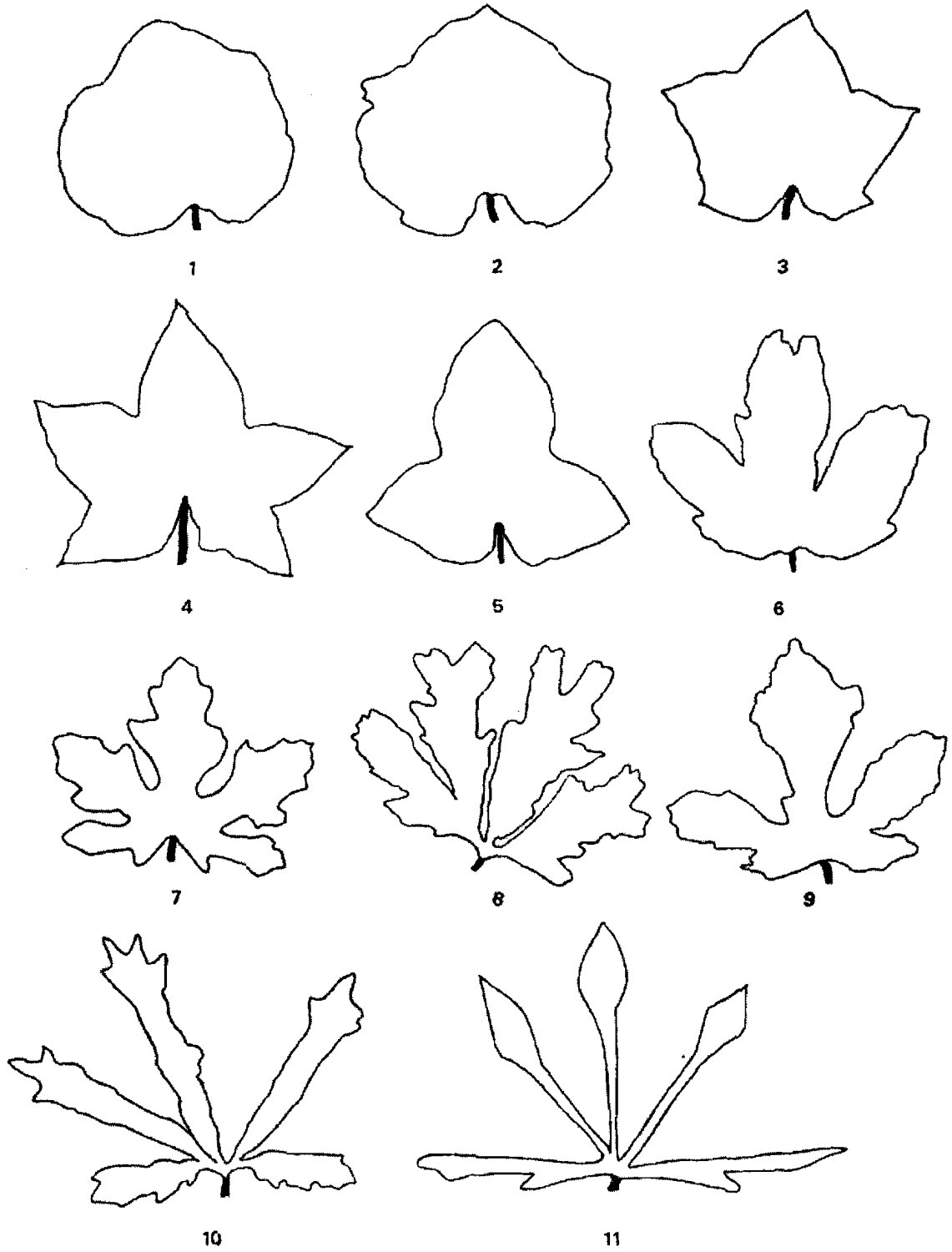
**SIEMONSMA J. S. & Hamon S.** 2004. *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *In* : Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 2. Fondation PROTA. Wageningen. Pays-Bas, 25-30.

**WELTZEL R. E., WHITAKER M. L., HERATTUNDE W. DHAMOTHARAN M. & ANGERS M.** 1998. Participatory approaches in pearl millet breeding. *In*: Making the most of new varieties for small farmers. Oxford and IBH publishing, pp 143-170.

**WITCOMBE J. R. & JOSHI A.** 1996. The impact of farmer participatory research on biodiversity of crops. *In*: Sperling L. Loevinsohn M. (eds.) Using diversity. Enhancing and maintaining genetic resource on-farm, Proceedings of workshop held on 19-21 June 1995. New Delhi, India: International Development Research Centre, pp 87-101.

**ZOUNGRANA M.** 2007. Caractérisation agromorphologiques des variétés de gombo (*A. esculentus*) obtenues par sélection variétale participative. Mémoire de fin d'étude en SELCOSE. Université de Ouagadougou. Burkina Faso. 33p.

Annexe I : Forme des feuilles de gombo (source : Charrier, 1983)



Annexe II : Forme des fruits de gombo (source : Charrier, 1983)

