

LA CULTURE DU GOMBO (*ABELMOSCHUS* SPP.), LEGUME-FRUIT TROPICAL
(avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire)

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0030 8276

166 733 - 03

The cultivation of okra (*Abelmoschus* spp.), a tropical fruit vegetable
(with special reference to Ivory Coast)

Promotor: dr.ir. J.D. Ferwerda, emeritus-hoogleraar in de tropische landbouw-
plantenteelt

N^o 8201, 905

J.S. SIEMONSMA

LA CULTURE DU GOMBO (*ABELMOSCHUS* SPP.), LEGUME-FRUIT TROPICAL
(avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire)

Proefschrift

ter verkrijging van de graad van
doctor in de landbouwwetenschappen,
op gezag van de rector magnificus,
dr. C.C. Oosterlee,
hoogleraar in de veeteeltwetenschap,
in het openbaar te verdedigen
op vrijdag 17 september 1982
des namiddags te vier uur in de aula
van de Landbouwhogeschool te Wageningen

1 sn: 166733

Photo de la couverture

"Alcea Americana annua, Flore albo, maximo, Fructu maximo Pyramidali sulcato"

(Eenjarig Americaans Signaarts-Kruijd, met een witte groote Bloem, en seer groote Pijramids-wijse en geveurd Vrugt)

Aquarelle de Jan Moninckx, datant de 1686, et incluse dans le "Moninckx-Atlas" (vol. 2, t. 4), collection d'aquarelles de plantes cultivées dans le Hortus Medicus d'Amsterdam pendant la période 1686-1707. Cet Atlas se trouve actuellement au Laboratoire Hugo de Vries de l'Université d'Amsterdam.

1. De indeling van de West-Afrikaanse "GUINEEN"-okra bij *Abelmoschus manihot* (L.) Medikus is, op basis van de bestaande taxonomische sleutels, begrijpelijk maar onjuist.

DIT PROEFSCHRIFT

CHEVALIER, A. (1940). Rev.Bot.Appl. 20: 319-328, 402-419.

ARUMUGAM, R. et al. (1975). Madras Agric.J. 62(5): 310-312.

2. *Hibiscus sabdariffa* L. dient, op grond van zijn belang als bladgroente in West-Afrika, in de prioriteitenlijst van de "International Board for Plant Genetic Resources (Vegetable Section)" te worden opgenomen.

DIT PROEFSCHRIFT

SLOTEN, D.H. VAN, (1980). Chron.Hort. 20(3): 49-52.

3. De kans dat okra-zaad een toekomst heeft als bron van eiwit en olie is gering.

MARTIN, F.W. & R. RUBERTE (1978). Vegetables for the hot humid tropics. Part 2. Okra, *Abelmoschus esculentus*. MITA, Puerto Rico.

4. Door het verschijnen van dit proefschrift staat de West-Afrikaanse "GUINEEN"-okra bloot aan een verhoogd gevaar van "genetic erosion".
5. Het grote aantal onvolledige auteursvermeldingen achter wetenschappelijke insektennamen wordt grotendeels veroorzaakt door het feit dat de "Zoological Code" voor deze vermeldingen meerdere mogelijkheden toestaat.

INTERNATIONAL CODE OF ZOOLOGICAL NOMENCLATURE (1961).

6. De grote Europese gemeenschap in Ivoorkust is een belangrijke rem op de ontwikkeling van de commerciële teelt van inheemse groenten.

introdactie van soja als handelsgewas in de bevolkingscul-
tur in Ivoorkust berust op zinvolle overwegingen.

GRUBBEN, G.J.H. (1975). Proefschrift LH, Stelling 6.

8. Genenbanken en Herbaria dienen te fuseren tot "Phytotheken".

WESTPHAL, E. (1975). Proefschrift LH, Stelling 1.

JANSEN, P.C.M. (1981). Proefschrift LH, Stelling 11.

9. Het ontbreken van strenge eisen ten aanzien van de kennis van de Franse taal bij de aanstellingsprocedure van de beheerder van het "Centre Néerlandais" getuigt van een onderschatting van het belang van deze functie.
10. Fervente rokers dienen hun huis niet te isoleren.
11. "Lady's finger" mag, als alternatieve naam voor okra, alleen gebruikt worden voor cultivars met vruchten zonder irritante beharing.

Proefschrift J.S. Siemonsma

"La culture du gombo (*Abelmoschus* spp.), légume-fruit tropical
(avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire)"

Wageningen, 17 september 1982

TER NAGEDACHTENIS VAN MIJN OUDERS
VOOR LIES EN JELLE

CURRICULUM VITAE

Jan Simon Siemonsma, geboren 17 februari 1949 te Sneek.
Gymnasium-B, St. Maartenscollege, Haren (Gr.), 1961-1967.

Landbouwhogeschool, Wageningen, 1967-1974,

doctoraal examen (met lof): tropische landbouwplantenteelt,
plantenveredeling, erfelijkheidsleer, algemene planteziekten-
kunde.

Assistent-deskundige FAO (rubberveredeling) in Indonesië, 1974-1976.

Wetenschappelijk medewerker Landbouwhogeschool, Wageningen,

gestationeerd in Ivoorkust (Centre Néerlandais), 1976-1980.

Wetenschappelijk ambtenaar Landbouwhogeschool, Wageningen,

Vakgroep Tropische Plantenteelt, 1981-1982.

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION GENERALE.....	1
2	GOMBO EN COTE D'IVOIRE.....	3
2.1	Introduction.....	3
2.2	Milieu.....	3
2.2.1	Climat.....	3
2.2.2	Sol.....	6
2.2.3	Végétation.....	7
2.2.4	Démographie.....	8
2.2.5	Economie.....	8
2.3	Espèces légumières traditionnelles.....	9
2.3.1	Introduction.....	9
2.3.2	Méthodologie.....	10
2.3.3	Résultats.....	11
2.3.3.1	Généralités.....	11
2.3.3.2	Légumes-feuilles.....	11
2.3.3.3	Légumes-fruités.....	14
2.3.3.4	Légumes-graines.....	15
2.4	Production légumière en culture mixte avec les vivrières.....	16
2.4.1	Introduction.....	16
2.4.2	Remarques sur les systèmes de culture.....	18
2.4.3	Méthodologie.....	20
2.4.4	Résultats.....	21
2.5	Culture du gombo.....	24
2.5.1	Introduction.....	24
2.5.2	Matériel végétal.....	24
2.5.3	Méthodes culturales.....	25
2.5.4	Récolte.....	26
2.5.5	Multiplication des semences.....	27
2.6	Utilisation, consommation et valeur nutritive.....	27
2.6.1	Utilisation.....	27
2.6.2	Consommation.....	29
2.6.3	Valeur nutritive.....	30
2.7	Remarques sur le programme d'expérimentation.....	32

3	MATERIEL ET METHODOLOGIE GENERALE.....	33
3.1	Terrain d'essai.....	33
3.1.1	Climat.....	33
3.1.2	Sol.....	33
3.2	Matériel végétal.....	35
3.3	Méthodes expérimentales.....	35
3.3.1	Protocoles expérimentaux et analyses statistiques.....	35
3.3.2	Mise en place et entretien des essais.....	37
3.3.3	Observations et présentation des résultats.....	38
4	MATERIEL VEGETAL LOCAL.....	40
4.1	Introduction.....	40
4.2	Données bibliographiques.....	41
4.2.1	Considérations taxonomiques et géographiques.....	41
4.2.1.1	Aperçu historique.....	41
4.2.1.2	Nombre d'espèces.....	42
4.2.1.3	Origine et répartition.....	43
4.2.1.4	Le genre <i>Abelmoschus</i> en Afrique de l'Ouest.....	44
4.2.2	Considérations cytogénétiques.....	44
4.2.2.1	Nombres chromosomiques.....	44
4.2.2.2	Hybridations interspécifiques.....	46
4.3	Matériel et méthodologie.....	49
4.4	Observations morphologiques et géographiques.....	51
4.4.1	Introduction.....	51
4.4.2	Description botanique du matériel ivoirien.....	51
4.4.2.1	Type SOUDANAIS.....	51
4.4.2.2	Type GUINEEN.....	52
4.4.3	Fréquence et répartition géographique.....	55
4.4.4	Variation de quelques caractères morphologiques.....	57
4.4.4.1	Protocole expérimental.....	57
4.4.4.2	Résultats.....	57
4.4.5	Discussion et conclusions.....	59
4.5	Observations agronomiques.....	60
4.5.1	Introduction.....	60
4.5.2	Protocole expérimental.....	60
4.5.3	Résultats.....	61
4.5.4	Discussion et conclusions.....	64
4.6	Observations sur les nombres chromosomiques.....	64
4.6.1	Introduction.....	64
4.6.2	Protocole expérimental.....	65
4.6.3	Résultats.....	65
4.6.4	Discussion et conclusions.....	66
4.7	Hybridation type SOUDANAIS × type GUINEEN.....	67
4.7.1	Introduction.....	67
4.7.2	Programme de croisements.....	67
4.7.2.1	Protocole expérimental.....	67
4.7.2.2	Résultats.....	70

4.7.3	Analyse des descendance	71
4.7.3.1	Protocole expérimental	71
4.7.3.2	Résultats	72
4.7.4	Discussion et conclusions	75
4.8	Hybridation type GUINEEN × <i>Abelmoschus manihot</i> (L.) Medikus	76
4.8.1	Introduction	76
4.8.2	Programme de croisements	77
4.8.2.1	Protocole expérimental	77
4.8.2.2	Résultats	77
4.8.3	Discussion et conclusions	78
4.9	Conclusions	79
5	ANALYSE DE CROISSANCE	81
5.1	Introduction	81
5.2	Matériel et méthodologie	82
5.3	Premier essai: croissance végétative et générative de 'Clemson Spineless' dans la culture pour les jeunes fruits	82
5.3.1	Introduction	82
5.3.2	Protocole expérimental	83
5.3.3	Résultats	83
5.3.3.1	Phase végétative	83
5.3.3.2	Phase générative	85
5.3.3.3	Production de matière sèche	89
5.3.3.4	Distribution de la matière sèche	91
5.3.4	Discussion et conclusions	91
5.4	Deuxième essai: comparaison de la croissance de quatre cultivars dans la culture soit pour les jeunes fruits soit pour les graines	93
5.4.1	Introduction	93
5.4.2	Protocole expérimental	93
5.4.3	Résultats	96
5.4.3.1	Phase végétative	96
5.4.3.2	Phase générative	97
5.4.3.3	Production de matière sèche	100
5.4.3.4	Distribution de la matière sèche	101
5.4.4	Discussion et conclusions	103
5.5	Conclusions	104
6	INFLUENCE DE FACTEURS ECOLOGIQUES	106
6.1	Introduction	106
6.2	Données bibliographiques	106
6.2.1	Généralités	106
6.2.2	Lumière	107
6.2.3	Température	109
6.2.4	Eau	109
6.3	Matériel et méthodologie	110

6.4	Essai de plantations mensuelles.....	111
6.4.1	Introduction.....	111
6.4.2	Protocole expérimental.....	111
6.4.3	Résultats.....	114
6.4.3.1	Comparaison des deux cultivars.....	114
6.4.3.2	Croissance en fonction de la climatologie.....	115
6.4.3.3	Levée.....	118
6.4.3.4	Initiation florale.....	119
6.4.4	Discussion et conclusions.....	121
6.5	Floraison du matériel végétal local en fonction de la saison...122	
6.5.1	Introduction.....	122
6.5.2	Protocole expérimental.....	122
6.5.3	Remarques sur la température et la photopériode.....	123
6.5.4	Résultats.....	124
6.5.5	Discussion et conclusions.....	126
6.6	Observations sur le photopériodisme en serre.....128	
6.6.1	Introduction.....	128
6.6.2	Premier essai: réaction photopériodique de quatre cultivars du type SOUDANAIS.....128	
6.6.2.1	Protocole expérimental.....	128
6.6.2.2	Résultats: initiation florale et anthèse.....	130
6.6.2.3	Résultats: croissance végétative.....	132
6.6.3	Deuxième essai: réaction photopériodique d'une lignée du type GUINEEN.....134	
6.6.3.1	Protocole expérimental.....	134
6.6.3.2	Résultats: initiation florale et anthèse.....	134
6.6.3.3	Résultats: sensibilité des plantules en fonction de leur âge...135	
6.6.4	Troisième essai: réaction photopériodique de 'Perkins Long Pod' Ivoirien.....137	
6.6.4.1	Protocole expérimental.....	137
6.6.4.2	Résultats.....	137
6.6.5	Discussion et conclusions.....	139
6.7	Essai d'ombrage.....140	
6.7.1	Introduction.....	140
6.7.2	Protocole expérimental.....	140
6.7.3	Résultats.....	142
6.7.3.1	Remarques sur le microclimat.....	142
6.7.3.2	Phase initiale de la croissance.....	143
6.7.3.3	Reste du cycle.....	144
6.7.4	Discussion et conclusions.....	144
6.8	Conclusions.....146	
7	SOL ET FERTILISATION.....148	
7.1	Introduction.....148	
7.2	Données bibliographiques.....148	
7.2.1	Généralités.....148	
7.2.2	Courbes de réponse.....149	
7.2.2.1	Fumures organiques.....149	
7.2.2.2	Fumures minérales.....150	
7.2.3	Composition chimique des plantes.....152	
7.2.3.1	Variations dans les teneurs.....152	
7.2.3.2	Quantités d'éléments minéraux assimilées.....154	

7.3	Evaluation de l'assimilation et de l'exportation de macro-éléments.....	155
7.3.1	Introduction.....	155
7.3.2	Protocole expérimental.....	155
7.3.3	Terrain d'essai.....	155
7.3.4	Résultats.....	156
7.3.4.1	Généralités.....	156
7.3.4.2	Composition chimique.....	158
7.3.4.3	Assimilation et exportation.....	160
7.4	Conclusions.....	164
8	METHODES CULTURALES.....	166
8.1	Introduction.....	166
8.2	Données bibliographiques.....	166
8.2.1	Reproduction.....	166
8.2.2	Levée et croissance initiale.....	167
8.2.2.1	Généralités.....	167
8.2.2.2	Conservation et traitement des semences.....	168
8.2.2.3	Méthodes influençant le microclimat.....	170
8.2.2.4	Pépinière.....	171
8.2.3	Densité et écartement.....	172
8.2.3.1	Culture pour les jeunes fruits.....	172
8.2.3.2	Culture pour les graines.....	175
8.2.4	Récolte.....	175
8.2.4.1	Culture pour les jeunes fruits.....	175
8.2.4.2	Culture pour les graines.....	177
8.2.5	Traitements aux substances de croissance.....	178
8.3	Orientation des poquets de semis.....	179
8.3.1	Introduction.....	179
8.3.2	Protocole expérimental.....	179
8.3.3	Résultats et conclusions.....	180
8.4	Paillage et régime d'arrosage pendant la croissance initiale..	180
8.4.1	Introduction.....	180
8.4.2	Protocole expérimental.....	181
8.4.3	Résultats.....	183
8.4.3.1	Observations microclimatiques.....	183
8.4.3.2	Croissance et développement initiaux.....	183
8.4.3.3	Rendement dans la culture pour les jeunes fruits.....	186
8.4.3.4	Rendement dans la culture pour les graines.....	187
8.4.4	Discussion et conclusions.....	188
8.5	Repiquage à racines nues.....	189
8.5.1	Introduction.....	189
8.5.2	Protocole expérimental.....	189
8.5.3	Résultats et conclusions.....	190
8.6	Densité et écartement.....	192
8.6.1	Introduction.....	192
8.6.2	Protocole expérimental.....	192
8.6.3	Résultats.....	193
8.6.3.1	Généralités.....	193
8.6.3.2	Floraison.....	194

8.6.3.3	Croissance.....	194
8.6.3.4	Rendement.....	196
8.6.4	Discussion et conclusions.....	201
8.7	Conclusions.....	201
9	MALADIES ET ENNEMIS.....	203
9.1	Introduction.....	203
9.2	Maladies cryptogamiques.....	204
9.2.1	Données bibliographiques.....	204
9.2.2	Observations en Côte d'Ivoire.....	205
9.2.2.1	Fonte des semis.....	205
9.2.2.2	Fusariose vasculaire.....	207
9.2.2.3	Cercosporiose.....	208
9.2.2.4	Autres.....	210
9.3	Insectes et acariens.....	210
9.3.1	Données bibliographiques.....	210
9.3.2	Observations en Côte d'Ivoire.....	212
9.3.2.1	Altises.....	212
9.3.2.2	"Bollworms".....	213
9.3.2.3	Anomala denuda Arrow.....	214
9.3.2.4	Grillons et courtilières.....	215
9.3.2.5	Autres.....	216
9.4	Viroses et maladie "Leaf Curl".....	217
9.4.1	Données bibliographiques.....	217
9.4.2	Observations en Côte d'Ivoire.....	218
9.5	Nématodes.....	219
9.5.1	Données bibliographiques.....	219
9.5.2	Observations en Côte d'Ivoire.....	221
9.6	Résistance ou tolérance variétale.....	222
9.6.1	Introduction.....	222
9.6.2	Protocole expérimental.....	223
9.6.3	Résultats.....	223
9.6.3.1	Généralités.....	223
9.6.3.2	Maladie "Leaf Curl".....	224
9.6.3.3	Fusariose vasculaire et cercosporiose.....	224
9.6.3.4	Croissance et rendements.....	227
9.7	Conclusions.....	227
10	AMELIORATION ET SELECTION.....	229
10.1	Introduction.....	229
10.2	Données bibliographiques.....	229
10.2.1	Biologie florale.....	229
10.2.2	Phylogénèse.....	232
10.2.3	Ressources génétiques.....	233
10.2.4	Caractères génétiques.....	233
10.2.5	Objectifs et résultats de la sélection.....	236

10.3	Sélection en Côte d'Ivoire.....	238
10.3.1	Introduction.....	238
10.3.2	Protocole expérimental des essais variétaux.....	239
10.3.3	Résultats.....	242
10.3.3.1	Généralités.....	242
10.3.3.2	Levée et floraison.....	242
10.3.3.3	Port final des plantes et durée du cycle.....	243
10.3.3.4	Rendement.....	243
10.3.4	Discussion et conclusions.....	244
10.3.4.1	Type SOUDANAIS.....	244
10.3.4.2	Type GUINEEN.....	244
10.4	Conclusions.....	245
APPENDICE 1.	LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES UTILISES DANS LA PRESENTATION DES RESULTATS.....	248
APPENDICE 2.	ORIGINES ET NUMEROS D'HERBIER DE LA COLLECTION DU MATERIEL VEGETAL DE GOMBO (A) ET D'AUTRES ESPECES D'ABELMOSCHUS ET LEGUMES TRADITIONNELS (B).....	249
RESUME.....		253
SAMENVATTING.....		261
SUMMARY.....		269
REMERCIEMENTS.....		277
BIBLIOGRAPHIE.....		279

1 INTRODUCTION GENERALE

La plante, cultivée pour ses jeunes fruits et connue sous les noms okra, lady's finger, gombo, quiabeiro, quingombo, bhindi ou bamia, est un des légumes les plus importants des régions tropicales et subtropicales. Elle appartient au genre *Abelmoschus* de la famille des *Malvaceae*.

L'importance du gombo est reconnue puisqu'il figure parmi la dizaine d'espèces qui méritent, selon le CGIAR ("Consultative Group on International Agricultural Research"), de recevoir plus d'attention dans les activités internationales de recherche légumière.

Du fait de son importance économique et nutritionnelle à l'échelle mondiale, le genre *Abelmoschus* fait partie des huit genres retenus en 1979 par la section horticole de l'IBPGR ("International Board for Plant Genetic Resources") en vue d'action immédiate en matière de collecte, de préservation, et d'évaluation des ressources génétiques (VAN SLOTEN, 1980).

L'aire de culture du gombo est très vaste et comprend une grande diversité de zones écologiques. La culture dans les régions subtropicales, notamment dans le sud des Etats-Unis et dans le nord de l'Inde, est assez bien documentée. Par contre, il existe peu d'information sur sa culture dans les zones équatoriales ou subéquatoriales.

J'ai pris connaissance de l'importance de cette culture en Afrique de l'Ouest pour la première fois en 1971, au cours d'un stage au Centre de Formation horticole et nutritionnelle (CFHN) de Ouando, Bénin. Les travaux de GRUBBEN (1975) sur l'amarante, auxquels j'ai pu participer au cours de ce stage, ont fortement stimulé mon intérêt pour les légumes tropicaux.

De 1977 à 1980, j'ai été détaché par l'Université Agronomique de Wageningen, Pays-Bas, au Centre Néerlandais en Côte d'Ivoire, une petite dépendance de l'Université rattachée au Centre d'Adiopodoumé de l'ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer).

En concertation avec le Ministère ivoirien de la Recherche Scientifique et la Direction de l'ORSTOM, un programme de recherche sur le gombo fut alors formulé, ayant deux objectifs. Le premier était la description de la culture traditionnelle (chapitre 2) et, en particulier, de faire une évaluation du matériel végétal local (chapitre 4) en vue de déterminer ses potentialités pour l'amélioration de la culture. Cette étude du matériel végétal a montré qu'en Afrique de l'Ouest, le produit gombo dérive de deux espèces botaniques différentes.

Le deuxième objectif du programme était la mise en évidence des contraintes agronomiques dans la culture intensive, et l'examen des moyens d'y remédier, en vue d'appuyer les programmes de vulgarisation auprès des maraîchers. Les résultats des expérimentations sont traités aux chapitres 5 à 10. La comparaison des deux taxons a eu notre attention spéciale.

C'est grâce au concours de l'Université Agronomique de Wageningen qui, en 1981, m'a donné la possibilité de compléter les données recueillies en Côte d'Ivoire, que la présente a pris son caractère de monographie et qu'elle a pu être publiée sous forme de thèse.

2 GOMBO EN COTE D'IVOIRE

2.1 INTRODUCTION

Peu d'information existe sur les légumes traditionnels en Côte d'Ivoire. GRUBBEN (1967) a décrit les caractéristiques générales de l'horticulture du pays et des légumes les plus courants.

Afin d'avoir une idée de l'importance du gombo par rapport aux autres légumes indigènes, nombre d'observations et de comptages ont été effectués sur les marchés et dans les champs des cultivateurs.

Après une description du milieu naturel en Côte d'Ivoire (§ 2.2), sont présentés les résultats des inventaires des légumes offerts sur les marchés (§ 2.3) et des légumes cultivés en culture mixte avec les vivrières (§ 2.4).

Ensuite seront traitées plus spécifiquement la culture et l'utilisation du gombo en Côte d'Ivoire, avant de terminer par un résumé des sujets qui ont demandé des éclaircissements et ont pu être abordés dans le programme d'expérimentation.

2.2 MILIEU

2.2.1 Climat

Géographiquement la Côte d'Ivoire se situe entre 4°30' et 10°30' de latitude nord et entre 2°30' et 8°30' de longitude ouest. Le territoire ivoirien est caractérisé par un relief peu contrasté. Le sud du pays est principalement une plaine mamelonnée où l'altitude se situe entre 0-200m. A l'exception des régions Ouest et Nord-Ouest, où se trouvent les points culminants (maximum 1750m), le reste du pays consiste en plateaux étagés entre 200-500m d'altitude.

La Côte d'Ivoire connaît des climats chauds qui forment la transition entre les climats équatoriaux humides et les climats tropicaux secs.

ELDIN (1971) a distingué huit zones climatiques, principalement sur la base du déficit hydrique climatique (évapotranspiration po-

tentielle - pluviométrie) cumulé sur la durée de la grande saison sèche (tableau 1).

La grande saison sèche a été définie comme la période consécutive la plus longue de mois secs. Un mois est sec si l'évapotranspiration potentielle mensuelle est supérieure à la pluviométrie mensuelle.

Tableau 1. Climats de la Côte d'Ivoire (ELDIN, 1971)

Designation des climats	Déficit hydrique cumulé (mm) de la grande saison sèche	Pluviométrie annuelle (mm)	Durée de la grande saison sèche (mois)
A	> 850	1100 à 1700	> 8
B	600 à 850	1100 à 1700	7 à 8
C1	400 à 600	1100 à 1600	5 à 6
C2	250 à 400	1200 à 1800	4 à 5
D1	150 à 250	1600 à 2500	3 à 4
D2	< 150	> 1900	2 à 3
E	< 300	1700 à 2500	4 à 5
F	> 250	1500 à 2000	5

Les lignes d'isodéficit hydrique cumulé, qui séparent les zones climatiques, ont été choisies à cause de la correspondance qui existe entre elles et les limites des zones principales de végétation.

Si on monte de Basse-Côte d'Ivoire vers le nord du pays (figure 1), on rencontre successivement les climats D1, C2, C1, B et A. La limite entre la zone forestière (la moitié sud du pays) et la zone de savane (la moitié nord du pays) correspond approximativement à la ligne d'isodéficit de 400 mm.

Le climat D2 se trouve seulement dans l'extrême sud-est et sud-ouest du pays. La topographie mouvementée dans l'ouest du pays est à l'origine des caractéristiques du climat E. Le climat F est limité à la partie du secteur littoral, où les déficits hydriques cumulés sont relativement forts sous l'influence de l'air maritime.

Les zones climatiques A et B, et C1 dans sa partie nord, sont caractérisées par deux saisons. Les mois humides forment une série continue.

Les autres zones sont caractérisées par quatre saisons. La saison humide s'interrompt en général en août et donne lieu à deux saisons des pluies d'importance inégale (cf. tableau 6).

La saison sèche étant limitée, l'approvisionnement en légumes et fruits est moins saisonnier dans la zone forestière que dans les savanes du nord. Dans la zone forestière un problème se pose toutefois, les fortes précipitations pendant la grande saison des pluies

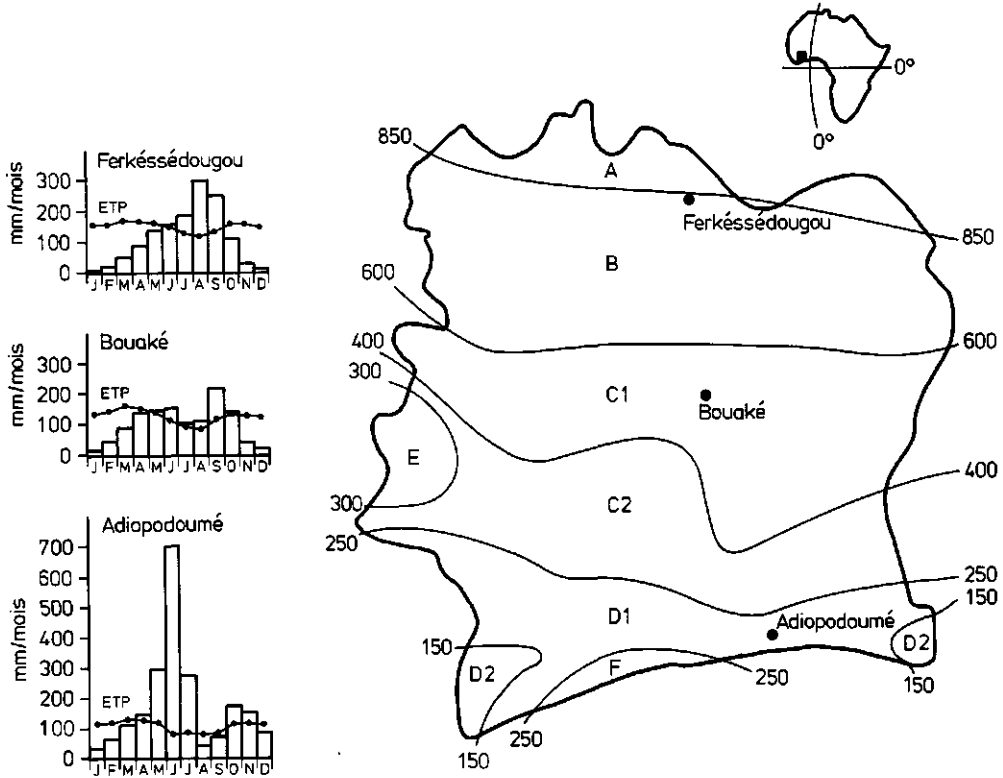


Figure 1. Zones climatiques de la Côte d'Ivoire (cf. tableau 1) et pour trois localités: pluviométrie et évapotranspiration potentielle (ETP)

peuvent causer des dégâts par érosion et provoquer le lessivage d'éléments minéraux, et l'humidité élevée est propice au développement des maladies cryptogamiques. La majorité des légumes européens y réussit mal.

Dans les savanes du nord, la pluviométrie est déficitaire pour les cultures légumières pendant une grande partie de l'année. Les légumes européens y réussissent mieux que dans le sud à cause des écarts plus importants entre les températures diurne et nocturne et de l'humidité relative moins élevée.

Les écarts entre le jour le plus long et le plus court sont de l'ordre de 35 minutes en Basse-Côte d'Ivoire et de 70 minutes dans le nord du pays. Ces écarts relativement faibles sont suffisamment grands pour influencer de façon importante sur la floraison d'un grand nombre de plantes tropicales.

2.2.2 Sol

D'après les travaux de PERRAUD (1971), les sols les plus représentés en Côte d'Ivoire sont les sols ferrallitiques, les sols ferrugineux tropicaux et les sols bruns eutrophes sur roches basiques.

Bien que la délimitation des grands groupes de sols soit différente, ces classes correspondent approximativement aux Acrisols (+ Ferralsols), Luvisols et Cambisols d'après la classification de FAO/UNESCO (1976).

Pratiquement toute la Côte d'Ivoire est couverte de sols ferrallitiques, physico-chimiquement caractérisés par une capacité d'échange faible due aux constituants kaoliniques et aux sesquioxydes, par une quantité de bases échangeables (BE) faible, un pH bas et un taux de saturation (TS) variable mais en général faible.

La désaturation du complexe adsorbant permet de distinguer les différentes sous-classes.

Dans le sud et l'ouest du pays, les sols sont fortement désaturés (BE < 1 méq%; TS < 20%; pH < 5,5) sous pluviométrie élevée (cf. tableau 7). L'horizon humifère est peu épais et l'horizon gravillonnaire peu développé.

Dans le nord, les sols font partie des sous-classes moyennement et faiblement désaturées (BE = 2 à 5 méq%; TS = 20-70%; pH = 5 à 6). L'horizon gravillonnaire est plus important et les concrétionnements et les zones cuirassées sont plus fréquentes.

Entre ces zones, en Moyenne Côte d'Ivoire forestière, se trouve une zone de transition de sols fortement désaturés sous pluviométrie atténuée (< 1500 mm). L'origine de l'intensité très forte de la ferrallitisation doit être attribuée aux climats humides anciens.

Dans le nord-est du pays, zone tropicale à longue saison sèche, on trouve les sols ferrugineux tropicaux. Leur fertilité dépend principalement de la texture, de la teneur en éléments ferrugineux et de la présence d'une phase pétrique.

Les sols bruns eutrophes caractérisent un stade récent de la formation du sol et on les rencontre dans toutes les zones écologiques de la Côte d'Ivoire. Ces sols ont une réserve minérale et une capacité d'échange plus élevée que les autres sols, mais la mise en valeur est souvent rendue difficile par le terrain accidenté.

Beaucoup moins représentés sont les sols hydromorphes dans les bas-fonds, les plaines alluviales et le cordon littoral. Les sols hydromorphes des bas-fonds et des petites vallées sont largement utilisés pour le maraîchage en saison sèche. Il s'agit en général de sols peu humifères ou minéraux à texture hétérogène et assez grossière dans les horizons supérieurs. Les propriétés chimiques sont fonction des caractéristiques des colluvions et alluvions, et alors en général très moyennes en Basse-Côte d'Ivoire et bonnes dans le nord.

2.2.3 Végétation

La Côte d'Ivoire connaît deux grands types de paysages végétaux, le paysage forestier dans le domaine Guinéen et le paysage de savane dans le domaine Soudanais, selon la terminologie d'AUBREVILLE (1949).

Le domaine Guinéen, qui correspond à la moitié sud du pays, est caractérisé par la forêt dense humide sempervirente et la forêt semi-décidue. Les forêts vierges deviennent de plus en plus rares par suite d'exploitation forestière et agricole et il existe de nombreuses forêts secondaires d'espèces à croissance rapide et à bois léger.

Le domaine Soudanais qui occupe la moitié nord du pays, comprend tous les stades entre la forêt claire et la savane herbeuse, en fonction des facteurs climatiques, édaphiques et anthropiques.

La zone de contact forêt-savane constitue une zone de transition entre les deux domaines, caractérisée par des lambeaux de forêt semi-décidue, de savane et des forêts-galeries aux bords des appareils hydrographiques.

Dans l'ouest du pays, on trouve encore la forêt montagnarde au dessus de 1000 m d'altitude et dans le sud les mangroves aux bords des estuaires et des lagunes.

2.2.4 Démographie

La population de la Côte d'Ivoire était estimée à environ 7,5 millions d'habitants en 1977 ou 23 habitants au km², ce qui est environ le double de la moyenne du continent africain (LECOMTE & MONNIER, 1978).

Cette population présente les caractéristiques communes à la plupart des pays en voie de développement, à savoir une croissance rapide (de l'ordre de 3,8%), un pourcentage élevé de jeunes et, malgré une nette tendance à l'urbanisation, une forte dominance rurale.

Outre une soixantaine d'ethnies autochtones appartenant aux groupes Mandé, Voltaïque, Krou et Akan, on trouve en Côte d'Ivoire des communautés étrangères importantes: celles venues des pays voisins, celle des Libano-Syriens et celle des Européens.

Les plus importantes influences de la situation démographique sur l'activité horticole sont liées à l'urbanisation, qui pose le problème de l'approvisionnement des grands centres urbains, et à la présence de communautés étrangères attachées à leurs habitudes alimentaires, différentes de celles du pays d'accueil.

2.2.5 Economie

L'économie ivoirienne a prospéré grâce à une agriculture diversifiée. Les productions des cultures commerciales exportées constituaient en 1975 environ deux tiers du total des exportations.

L'agriculture villageoise en zone forestière est dominée par le caféier et le cacaoyer et en zone de savane par le cotonnier auquel on compte ajouter le soja. Il faut également mentionner la collecte de kola en forêt et la culture du tabac.

De création plus récente sont les grandes plantations industrielles de palmiers à huile, de cocotiers, d'hévéas, d'agrumes à essences, de bananes, d'ananas et de canne à sucre.

Sur le plan horticole, on peut constater que l'oignon et la tomate concentrée sont deux produits généralement appréciés et consommés par la population ivoirienne, et pour lesquels la Côte d'Ivoire dépend principalement de l'importation. Ces deux produits constituent toutefois une faible partie des 21 000 tonnes de fruits et légumes importées d'Europe en 1977 (MIN. DU COMMERCE, COTE D'IVOIRE, 1979), dont la valeur égale à peu près la valeur des

60 000 tonnes d'ananas frais exportées. Ces importations sont principalement destinées à la communauté européenne (50 000 personnes), très attachée à ses habitudes alimentaires.

Les plans de développement ivoiriens visent à diminuer ces importations, notamment de tomates, d'oignons, de laitue et de pommes de terre, en développant la production locale. Cette production locale représente pour le moment encore une faible partie des besoins, mais cette activité constitue potentiellement des emplois et des revenus intéressants pour un grand nombre de maraîchers africains.

Il semble toutefois que cette politique d'autosuffisance ait été également à l'origine d'une certaine négligence vis-à-vis des légumes indigènes. L'approvisionnement en légumes indigènes est assez saisonnier et un meilleur ravitaillement des grands centres urbains aidera à éviter que la population africaine se tourne de plus en plus vers les aliments de type européen, notamment ceux en conserves.

2.3 ESPECES LEGUMIERES TRADITIONNELLES¹

2.3.1 Introduction

GRUBBEN (1967) a donné une liste des légumes indigènes les plus courants en Côte d'Ivoire. La gamme d'espèces observées correspond assez bien aux observations de VAN EPENHUIJSEN (1974) au Nigeria.

Il faut toutefois souligner que l'absence d'études taxonomiques et cytogénétiques détaillées sur certains de ces légumes, est à l'origine d'une grande confusion sur la nomenclature scientifique. Les communications présentées au "VIth African Horticultural Symposium" (19 à 25 juillet 1981, Ibadan) l'ont démontré notamment pour les *Solanaceae* et les *Cucurbitaceae*.

Nos propres travaux sur le gombo ont à cet égard une valeur démonstrative, parce qu'ils mettront en évidence qu'en Afrique de l'Ouest le produit gombo, traditionnellement associé au nom scientifique *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, dérive de deux espèces différentes.

¹ § 2.3 et 2.4 ont fait l'objet d'une communication présentée au "VIth African Horticultural Symposium" (19 à 25 juillet 1981, Ibadan, Nigeria).

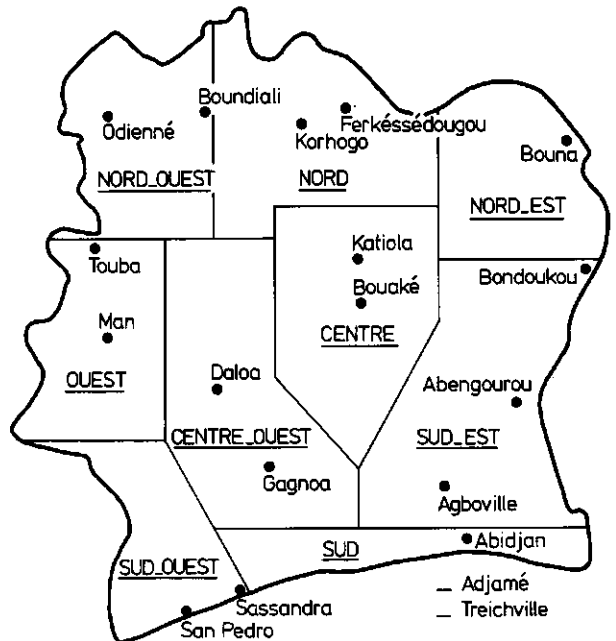
Malgré ces problèmes d'ordre taxonomique, on a essayé de compléter les études effectuées auparavant par un inventaire global qualitatif et quantitatif des légumes indigènes présents sur 18 grands marchés régionaux. En cas d'incertitude sur les noms scientifiques, on s'est appuyé sur les noms vernaculaires.

Un herbier a été fait de la majorité des légumes rencontrés (cf. appendice 2).

2.3.2 Méthodologie

Les 18 grands marchés régionaux, indiqués sur la figure 2, ont été inventoriés à deux reprises, pendant la saison des pluies 1979, et pendant la grande saison sèche 1980.

Figure 2.
Division régionale de la Côte d'Ivoire et marchés inclus dans l'inventaire



Tout le marché était traversé une fois pendant les heures matinales et les quantités (volumes) de légumes estimées visuellement.

L'unité d'observation était la cuvette émaillée d'un contenu d'environ 20 litres, généralement utilisée par les vendeuses pour leurs marchandises. Les lots plus petits ou plus grands ont été exprimés comme fraction ou multiple de l'unité de 20 litres.

Sont classés comme légumes traditionnels, tous ceux qui sont produits en Côte d'Ivoire et utilisés dans la cuisine africaine. Les légumes de type européen n'ont pas été inclus dans ces observations: ils sont soit importés, soit cultivés par des maraîchers professionnels autour des grandes villes, et vendus sur des sections du marché bien séparées du marché africain, visant plutôt une clientèle non africaine.

2.3.3 Résultats

2.3.3.1 Généralités

Les légumes observés ont été classés en cinq groupes en fonction du produit utile (feuilles, fruits ou graines) et de la présentation (frais ou séché).

La quantité totale de légumes dénombrée pendant les deux observations sur les 18 marchés s'élevait à 128 m³, dont 23 m³ de légumes-feuilles verts, 1 m³ de légumes-feuilles séchés, 77 m³ de légumes-fruits frais, 20 m³ de légumes-fruits séchés et 7 m³ de légumes-graines.

L'importance de chaque espèce est exprimée en pour cent du volume total observé pour chaque groupe. Cet ordre d'importance des espèces au sein de chaque groupe différerait peu entre la saison des pluies et la saison sèche, de sorte que l'on ne présente que les résultats combinés des deux observations (tableau 2).

2.3.3.2 Légumes-feuilles

Parmi les feuilles vertes, on a rencontré une vingtaine de différentes espèces, qui peuvent être groupées en quatre catégories.

La première catégorie comprend les plantes cultivées ou cueillies en premier lieu ou exclusivement pour les feuilles. Les espèces les plus importantes sont le "dah" (*Hibiscus sabdariffa*) et le "kprala" (*Corchorus olitorius*), qui représentent à eux seuls envi-

Tableau 2. Gamme et importance relative (volume %) des légumes traditionnels rencontrés sur les marchés

Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Présentation	
		Frais	Séché
1. Légumes-feuilles			
Hibiscus sabdariffa L.	Oseille de Guinée; dah	30 %	- %
Corchorus olitorius L.	Corette potagère; kprala	22	8
Amaranthus cruentus L.	Amarante	12	-
Solanum nigrum L.	Morelle noire; fouet	8	-
Solanum macrocarpon L./S. sp. "Gojoh"	Feuilles gbloko/gojoh	6	1
Vigna unguiculata (L.) Walp.	Feuilles niébé	5	-
Abelmoschus esculentus (L.) Moench/A.sp.	Feuilles gombo	3	1
Talinum triangulare (Jacq.) Willd.	Grassé	3	-
Ipomoea batatas (L.) Lam.	Feuilles patate douce	3	-
Cucurbita pepo L.	Feuilles potiron	3	< 0,5
Manihot esculenta Crantz	Feuilles manioc	2	-
Basella alba L.	Baselle	1	-
Vernonia amygdalina Del.		1	-
Gynandropsis gynandra Briq.	Kennebedo	1	-
Adansonia digitata L.	Feuilles baobab	1	50
Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott	Feuilles taro	1	-
Myrianthus arboreus P. Beauv.		< 0,5	-
Sesamum radiatum Schum.&Thonn.		< 0,5	40
Celosia argentea L.	Célosie	< 0,5	-
Moringa oleifera Lam.	Néverdiè	< 0,5	-
Total		102 %	100 %
2. Légumes-fruits			
Solanum sp. "Ndrowa"	Ndrowa	26 %	1 %
Lycopersicon esculentum Mill.	Tomate	25	6
Abelmoschus esculentus (L.) Moench/A.sp.	Gombo	24	41
Capsicum annum L./C.frutescens L.	Piment	20	50
Solanum sp. "Gnangnan"	Gnangnan	2	2
Solanum sp. "Gojoh"	Gojoh	2	-
Solanum macrocarpon L.	Gbloko	1	-
Solanum melongena L.	Aubergine (dégénérée)	1	-
Total		101 %	100 %
Cucurbita pepo L.	Potiron	fréquent	-
Trichosanthes anguina L.	Courge-serpent; tomati	rare	-
Sechium edule (Jacq.) Swartz	Chayote	rare	-
3. Légumes-graines			
Parkia biglobosa (Jacq.) Benth.	Arbre à farine; néré		25 %
Vigna unguiculata (L.) Walp.	Niébé		21
Phaseolus lunatus L.	Haricot du Kissi		1
Cajanus cajan (L.) Millsp.	Pois d'Angole		1
Cucumeropsis mannii Naudin	Nviélet		23
Lagenaria sp.			18
Citrullus sp./Cucumis sp.	Woré-woré/Loumingaté		11
Total			100 %

ron la moitié de l'offre en feuilles vertes. Certaines formes de "dah" ont de grands calices charnus qui sont également consommés.

L'amarante (*Amaranthus cruentus*), dont la culture en Afrique de l'Ouest a été décrite en détail par GRUBBEN (1975), se trouve en troisième position.

En zone forestière, le "fouet" (*Solanum nigrum*) est un produit de cueillette important. Dans le nord du pays, la forme spontanée est moins fréquemment observée, mais il y existe des formes cultivées dont le feuillage est beaucoup plus abondant. Ces deux types correspondent aux formes "Odu" et "Ogunmo", distinguées au Nigeria par VAN EPENHUIJSEN (1974) dans l'espèce *Solanum nigrum* sensu lato.

Les autres légumes de cette catégorie sont *Talinum triangulare*, également un produit de cueillette, *Basella alba*, *Vernonia amygdalina*, *Gynandropsis gynandra*, *Celosia argentea* et *Sesamum radiatum*.

La deuxième catégorie comprend les légumes cultivés en premier lieu pour les fruits ou graines, les feuilles ne constituant qu'un produit secondaire.

Parmi les aubergines locales, deux espèces aux feuilles lisses sont fréquemment consommées. En zone forestière, il s'agit des feuilles de "gbloko" (*Solanum macrocarpon*) et au nord des feuilles de "gojoh" (*Solanum* sp.). Tomato-aubergine est un nom approprié pour le "gojoh", parce que ses fruits ressemblent tant en dimensions qu'en couleur à la grande tomate locale côtelée.

Le niébé (*Vigna unguiculata*) est généralement cultivé pour ses graines, mais la récolte du feuillage semble de temps à autre avoir plus d'importance que celle des graines.

On consomme également les feuilles du gombo (*Abelmoschus* spp.) et du potiron (*Cucurbita pepo*).

Les feuilles des cultures vivrières constituent la troisième catégorie. Fréquemment observées sont les feuilles de la patate douce (*Ipomoea batatas*), du manioc (*Manihot esculenta*) et, dans un moindre mesure, du taro (*Xanthosoma sagittifolium*).

Reste la quatrième catégorie comprenant les feuilles d'arbres. Trois espèces ont été repérées: le baobab (*Adansonia digitata*), *Myrianthus arboreus* et le néverdîè (*Moringa oleifera*), mais elles sont peu fréquentes.

La possibilité de conserver les légumes-feuilles sous forme de poudre est très importante dans les régions à saison sèche prononcée.

Photo 1. Feuilles du gombo offertes comme épinard



Les feuilles de deux espèces, peu offertes sous forme verte, conviennent apparemment bien au séchage. Il s'agit du baobab (*Adansonia digitata*) et de *Sesamum radiatum*. Dans ce cadre, il est important de noter que les feuilles du "kprala" (*Corchorus olitorius*), un des légumes-feuilles verts le plus apprécié, se laissent également bien conserver sous forme de poudre.

2.3.3.3 Légumes-fruits

Les aubergines locales, la tomate, le gombo et les piments sont les légumes-fruits les plus appréciés en Côte d'Ivoire.

Etant un légume de type européen, *Solanum melongena* n'a été pris en considération que si on le rencontrait sous sa forme dégénérée. Dans ce cas il s'agit probablement des descendances des toutes premières importations pendant la période coloniale, qui ont trouvé une place dans l'horticulture traditionnelle.

La taxonomie des espèces de *Solanum* est très confuse. A part *S. macrocarpon* et *S. melongena*, nous ne sommes pas sûrs de la nomencla-

ture scientifique des autres types, connus sous les noms vernaculaires "ndrowa" (*S. gilo* (?) Raddi), "gojoh" et "gnangnan" (*S. indicum* (?) L.).

Ces trois types peuvent facilement être distingués par les caractéristiques des fruits. Le "gojoh" a des fruits d'un poids de 100 à 200 g, ayant la forme et la couleur d'une grande tomate côtelée. Le "gnangnan" est la petite aubergine amère (1 à 5 g). Les fruits sont formés en grappes. Les fruits de "ndrowa" sont de taille moyenne (5 à 50 g), très variables tant en forme qu'en couleur. Le "ndrowa" est de loin la plus importante de ces aubergines.

En saison sèche, l'approvisionnement des marchés en tomate est fortement influencé par les productions provenant des périmètres maraichers de la SODEFEL (Société de Développement de la Production des Fruits et Légumes), où on s'est spécialisé dans cette culture.

Nos travaux sur le gombo mettront en évidence qu'outre le gombo "ordinaire" (*Abelmoschus esculentus*), le matériel végétal ouest-africain comprend une deuxième espèce d'*Abelmoschus*, apparentée, mais bien distincte. Sur le plan culinaire, les deux espèces ne semblent pas être appréciées différemment. Sur les marchés les fruits sont souvent vendus mélangés.

Etant donné les quantités importantes consommées, il semble raisonnable de considérer que le piment est plutôt un légume qu'un condiment comme dans la zone tempérée.

Parmi les *Cucurbitaceae*, seul le potiron (*Cucurbita pepo*) est régulièrement offert sur les marchés.

Ce sont notamment les piments et le gombo qui sont généralement conservés par séchage. Ils sont offerts sous deux formes: fruits entiers séchés (environ les deux tiers) et sous forme de poudre (environ un tiers).

La tomate n'est présente que sous forme de poudre, le "ndrowa" et le "gnangnan" seulement sous forme de fruits entiers séchés.

2.3.3.4 Légumes-graines

Ce sont essentiellement les *Leguminosae* et les *Cucurbitaceae* qui constituent ce groupe.

L'arachide (*Arachis hypogaea* L.) et le pois de terre (*Voandzeia subterranea* (L.) Thou.) sont très répandus en Côte d'Ivoire. Ils

n'ont pas été inclus dans les observations, parce qu'on les considère comme plantes de grande culture.

Le néré (*Parkia biglobosa*) est un arbre très courant des savanes. Outre les graines on consomme également la poudre qui entoure les graines dans les gousses.

Le niébé (*Vigna unguiculata*) est le seul *Leguminosae* cultivé qui est offert en quantités considérables. Apparemment on n'apprécie pas le pois d'Angole (*Cajanus cajan*): on le trouve régulièrement comme plante ornementale autour des maisons, et à l'état subspontané le long des routes dans le nord, mais il est peu consommé.

Quatre ou cinq différentes espèces de *Cucurbitaceae* sont cultivées pour les graines en Côte d'Ivoire. Les plus fréquentes sont les graines grises de "nviélet" (*Cucumeropsis manni*).

L'espèce de *Lagenaria* cultivée pour ses graines en Côte d'Ivoire diffère de la calabasse (*Lagenaria siceraria* (Mol.) Standl.) par la coque de son fruit, qui n'est pas dure.

Les graines de "loumingaté" (*Cucumis* sp.), bien que plus petites, ressemblent à celles de "woré-woré" (*Citrullus* sp.) et on a dû grouper les deux espèces pendant les dénombrements. Le "woré-woré" comprend plusieurs types de graines (photo 2).

Toutes ces graines de *Cucurbitaceae* sont offertes sur le marché soit comme graines entières, soit dépouillées du tégument, soit complètement pilées.

2.4 PRODUCTION LEGUMIERE EN CULTURE MIXTE AVEC LES VIVRIERES

2.4.1 Introduction

Les systèmes de production légumière en Côte d'Ivoire varient de primitifs-extensifs à modernes-intensifs, allant de la cueillette au maraîchage professionnel.

Un regard sur la liste des espèces rencontrées sur les marchés (cf. tableau 2) montre que la sauvegarde et la cueillette de plantes spontanées joue encore un rôle assez important dans le total de la production légumière. Les produits les plus importants sont les feuilles du "fouet" (*Solanum nigrum*), du grassé (*Talinum triangulare*) et du baobab (*Adansonia digitata*), et les graines du néré (*Parkia biglobosa*).

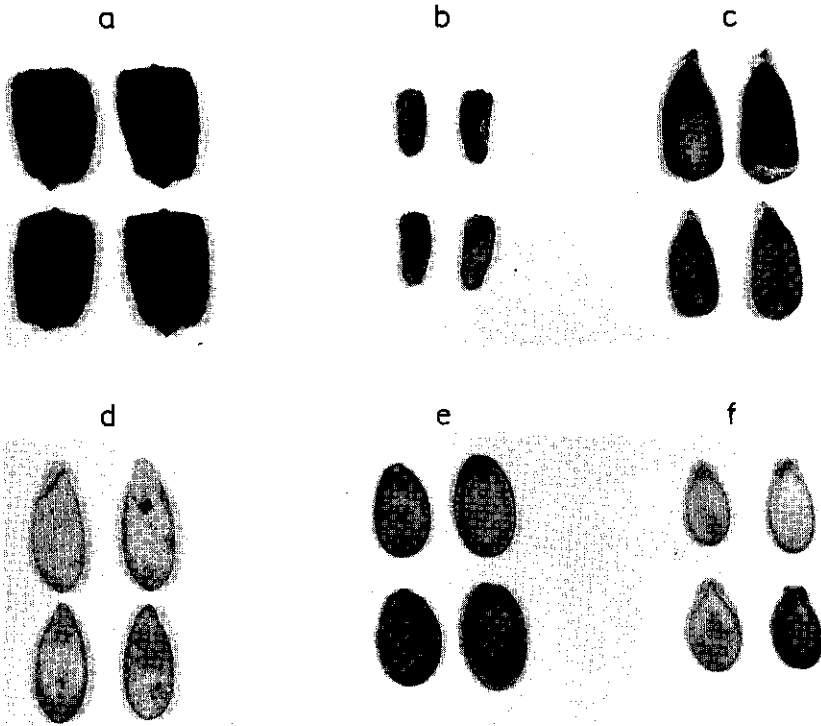


Photo 2. Graines de Cucurbitaceae
 non consommées: *Lagenaria siceraria* (a et b); consommées: *Lagenaria*
 sp. (c), *Cucumeropsis mannii* (d), *Citrullus* sp. (e et f)

Le maraîchage professionnel, comprenant la culture pluviale de plein champ pendant la saison des pluies et la culture arrosée dans les bas-fonds pendant la saison sèche, est en général bien développé à proximité des grands centres urbains. Souvent ces maraîchers se consacrent principalement aux légumes de type européen, qui sont très demandés, à des prix intéressants, par l'importante communauté européenne. Ce groupe de maraîchers est en général en contact étroit avec les vulgarisateurs (SODEFEL), qui stimulent l'intensification des cultures par l'introduction de matériel végétal amélioré, d'engrais et de produits phytosanitaires.

Entre ces extrêmes, cueillette et production commerciale, se situe la production de légumes indigènes dans les jardins de case et dans les champs de cultures vivrières, destinée tout d'abord à l'autoconsommation.

Les divers arbres fruitiers et légumes dans les enclos des maisons donnent en général de hauts rendements avec peu de travail, profitant du sol enrichi par les déchets du ménage et le fumier des animaux domestiques. Jardinage familial et petit élevage se complètent parfaitement à condition d'être pratiqués séparément. Dans une grande partie de la Côte d'Ivoire, les chèvres et les moutons se promènent librement et sont à l'origine de l'aspect désertique des villages.

Traditionnellement la famille plante des légumes dans ses champs de cultures vivrières. Bien que la majeure partie de la production de légumes indigènes provienne de ce système extensif, il existe peu d'information sur la méthodologie, les associations préférées ou le calendrier agricole. Pour cette raison, il a été procédé à un inventaire des champs de cultures vivrières, pour obtenir une idée de la façon dont les légumes sont intégrés dans les systèmes de culture.

2.4.2 Remarques sur les systèmes de culture

Les systèmes de culture en Côte d'Ivoire ont été bien décrits grâce à des enquêtes socio-économiques dans les différentes régions (cf. figure 2) (MIN. DU PLAN, COTE D'IVOIRE, 1963, 1964, 1965, 1966, 1967).

Dans la zone forestière, correspondant à peu près à la moitié sud du pays, l'agriculture villageoise est dominée par deux cultures industrielles, le caféier et le cacaoyer.

Le bananier plantain, le taro, l'igname, le manioc, le maïs, le riz et l'arachide constituent l'essentiel de la production vivrière, avec une dominance des féculents dans l'est et des céréales dans l'ouest.

Sur la quasi-totalité des parcelles plantées en caféiers ou cacaoyers, les cultures vivrières sont associées aux arbustes pendant les premières années, l'igname en première année surtout, le bananier plantain et le taro pendant les quatre ou cinq premières années.

Mis à part les terrains sous cultures industrielles, l'activité purement vivrière est caractérisée par une utilisation très courte du terrain défriché, le plus souvent une année et rarement deux années.

L'igname, le maïs ou le riz pluvial sont en tête de la rotation. Ces champs de première année sont souvent interplantés avec le bananier plantain, le taro et le manioc. Ces cultures associées occupent ensuite le terrain pendant les années suivantes, ce qui est en réalité le début de la jachère: presque aucun soin n'est apporté à ces champs qui sont récoltés au fur et à mesure des besoins. Le bananier plantain, le taro et le manioc ne sont pas alors de véritables cultures pures. Elles n'apparaissent ainsi que par l'élimination progressive des plantes avec lesquelles elles étaient associées au départ. L'arachide est cultivée surtout en deuxième année en fin de la rotation.

Dans la région Centre, le caféier et le cacaoyer sont encore fréquents dans la zone de contact forêt-savane, mais au fur et à mesure que l'on dirige vers le nord, ils sont remplacés par le cotonnier comme culture de rapport. Le coton "Mono" (*Gossypium barbadense* L.), plante rustique qui n'apparaissait qu'en association avec les cultures vivrières, a été remplacé par un matériel amélioré (coton "Allen" - *G. hirsutum* L.) qui est presque exclusivement cultivé en monoculture, selon des méthodes culturales standard, grâce à un vaste programme d'assistance aux cultivateurs.

Le pays Baoulé (Centre) est le foyer par excellence de la culture de l'igname. La quasi-totalité des nouvelles défriches portent l'igname en première année. La prolongation du cycle cultural en deuxième année est déjà plus fréquente que dans les régions forestières. En général, l'igname est suivi en deuxième année par des cultures à dominance de maïs ou d'arachide pendant la première saison des pluies, et de riz pluvial ou de cotonnier pendant la seconde saison des pluies.

Dans la région Nord, les mois humides forment une série continue, trop courte pour deux cultures successives, mais suffisamment longue pour deux cycles par "relay-cropping" ou "intensive multiple cropping" selon la terminologie de BRADFIELD (1974). Aux successions traditionnelles et monotones de mils sur mils (*Pennisetum typhoides* (Burm.f.) Stapf & Hubb.) se sont ajoutés l'igname en tête de la rotation, le maïs en culture de premier cycle et l'arachide en fin de la rotation.

Dans les parties de la région, où les conditions écologiques favorables l'ont permis, la proximité des foyers de la culture du

riz (régions Ouest et Centre-Ouest) et de l'igname (région Centre) ont encore stimulé la culture d'igname, tandis que le riz pluvial s'est substitué au mil.

De culture associée aux vivrières, le cotonnier est devenu une monoculture importante qui a sa propre place dans la rotation. La durée de cette rotation est de l'ordre de cinq ans. Soit l'igname, souvent interplanté avec le riz pluvial en deuxième cycle, soit l'association maïs (1er cycle) - mil (2ème cycle), sont en tête de la rotation. L'association maïs-mil, le riz et le cotonnier se partagent les soles de la deuxième à la quatrième année, avant que l'arachide termine la rotation.

2.4.3 Méthodologie

En pleine saison des pluies (juillet/août 1980), un grand nombre de champs dans les régions Sud-Est, Centre-Ouest, Ouest, Centre et Nord, ont été inventoriés sur la présence de légumes (cf. figure 2). Ces champs étaient répartis le long de parcours d'une longueur allant de 250 à 350 km par région.

Il est possible de grouper les champs en cinq catégories en fonction des cultures prédominantes:

IG: dominance d'igname;

MM: dominance de maïs ou de l'association maïs-mil dans le Nord;

RP: dominance de riz pluvial;

AR: dominance d'arachide;

DER: champs dérivés à dominance de bananier plantain, de taro et/ou de manioc.

Les cinq catégories ont été toutes rencontrées régulièrement dans le Sud-Est, tandis que dans le Centre-Ouest, la catégorie AR était pratiquement absente.

Dans la région Ouest, la production vivrière est complètement dominée par le riz pluvial. Les autres cultures vivrières importantes, maïs, manioc et bananier plantain, jouent seulement le rôle de cultures associées, soit au riz, soit au caféier. Un nombre insuffisant de champs dérivés (DER) ayant été trouvé sur le parcours, seuls les champs RP ont été inventoriés.

Dans la région Centre, à l'époque des observations (la fin de la première saison des pluies) le nombre de champs de riz pluvial était très réduit.

Dans la région Nord la catégorie DER manque. Le bananier plantain, le taro et le manioc y sont peu fréquents.

Il est souligné que le nombre de champs visités ne reflète pas l'importance d'une culture dans la région: la seule intention était de se procurer des données sur une quinzaine au moins de champs de chaque catégorie.

Les cultures vivrières qui donnent des produits légumiers ne figurent pas dans le tableau des résultats. En sont également exclus les arbres, sources de produits de cueillette, leur présence dans les champs étant plus ou moins accidentelle.

Du fait que les jeunes plants de "ndrowa" et de "gnangnan" sont difficiles à distinguer, les observations sur ces deux types d'aubergines ont été groupées.

2.4.4 Résultats

Les résultats font l'objet du tableau 3.

Les champs d'igname sont de vrais foyers de légumes. L'habitude de planter l'igname sur de grandes buttes relativement espacées, laisse beaucoup de place pour les cultures secondaires.

Le "fouet" (*Solanum nigrum*), qui pousse spontanément dans ces champs en zone forestière, est soigneusement épargné lors des sarclages et récolté régulièrement par coupes successives.

Après la mise en place de l'igname, les femmes commencent en général par planter du gombo sur les flancs des buttes. Ensuite la tomate est semée en petites pépinières. Souvent le repiquage des plantules n'est pas pratiqué, ce qui donne lieu à des poquets très denses de plants de tomate.

Les pépinières de plantes de caractère plus ou moins vivace (piments et aubergines locales), qui sont capables de survivre à la saison sèche, suivent encore plus tard dans la saison. On les retrouve l'année suivante dans les champs à dominance de bananier plantain, taro et manioc. La présence des légumes dans ces champs dérivés est alors en grande partie la conséquence de l'association de toutes ces plantes, légumes comme vivrières, à l'igname dans la culture de l'année précédente.

Tableau 3. Présence des légumes sur les champs des cultures vivrières (fréquence %)

Régions	Sud-Est						Centre-Ouest						Ouest						Centre						Nord					
	IG	MM	RP	AR	DER		IG	MM	RP	DER		RP	DER		IG	MM	AR	DER		IG	MM	RP	AR							
Type de champ ¹	20	25	20	15	21		14	19	21	20		22	20		40	15	22	25		11	25	10	24							
Nombre visité																														
1. Légumes-feuilles																														
Hibiscus sabdariffa L.	-	4	5	27	-		14	-	5	-		5	-		-	-	-	-		-	27	32	30	42						
Corchorus olitorius L.	10	4	10	27	5		21	5	10	-		45	-		43	47	41	24		55	20	60	13							
Amaranthus cruentus L.	-	4	-	7	-		7	-	-	-		9	-		-	-	5	-		-	-	-	-	-						
Solanum nigrum L.	40	4	10	27	10		79	16	5	10		18	-		80	7	5	-		-	-	-	-	4						
Talinum triangulare (Jacq.) Willd.	15	4	-	7	-		21	11	5	10		-	-		-	-	-	-		-	-	-	-	-						
Basella alba L.	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-		-	-	-	-		-	-	-	-	-						
Vernonia amygdalina Del.	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-		-	-	-	-		-	-	-	-	-						
Gynandropsis gynaandra Briq.	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-		8	-	-	-		9	-	-	-	-						
Sesamum radiatum Schum. & Thonn.	-	-	-	-	-		-	-	5	-		5	-		5	-	-	-		9	-	-	-	8						
Celosia argentea L.	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-		-	-	-	-		-	4	-	-	-						
2. Légumes-fruits																														
Solanum sp. "Ndrowa"/"Gnangnan"	15	8	-	13	33		64	16	-	10		5	-		63	67	55	24		27	4	10	8							
Lycopersicon esculentum Mill.	45	12	20	60	10		64	11	19	5		14	-		60	20	5	-		18	20	-	4							
Abelmoschus esculentus (L.) Moench/A. sp.	100	32	20	87	29		79	11	62	20		64	-		85	47	77	8		55	36	40	42							
Capsicum annuum L./C. frutescens L.	30	28	10	40	71		86	32	5	60		23	-		40	87	73	44		18	20	10	25							
Solanum sp. "Gojoh"	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-		-	-	-	-		-	4	-	-	-						
Solanum macrocarpon L.	10	8	-	-	29		-	-	-	15		-	-		13	20	32	12		-	-	-	-	-						
Solanum melongena L.	-	4	-	-	-		-	-	5	-		-	-		-	-	-	-		-	-	-	-	-						
Cucurbita pepo L.	-	4	5	-	-		-	-	5	5		14	-		5	7	-	-		-	4	-	-	-						
Trichosanthes anguina L.	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-		-	-	-	-		-	4	-	-	-						
Sechium edule (Jacq.) Swartz	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-		-	-	-	-		-	-	-	-	-						
3. Légumes-graines																														
Vigna unguiculata (L.) Walp.	15	-	5	13	-		-	5	5	5		9	-		8	-	14	-		18	16	20	29							
Phaseolus lunatus L.	10	-	-	-	5		-	-	-	-		-	-		-	-	-	-		-	-	-	-	-						
Cajanus cajan (L.) Millsp.	5	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-		3	-	-	-		-	-	-	-	-						
Cucumeropsis mannii Naudin	-	-	-	7	-		29	-	5	-		-	-		15	-	9	-		-	-	-	-	-						
Lagenaria sp.	-	-	-	-	-		-	-	-	-		-	-		3	-	-	-		18	8	30	8							
Citrullus sp.	-	-	-	7	-		-	-	-	-		-	-		-	-	-	-		9	-	-	-	8						
Cucumis sp.	-	-	-	13	5		-	-	-	-		5	-		15	-	-	-		-	10	-	-	-						
Total	295	116	85	335	197		464	107	136	140		216			446	302	316	112		263	172	210	191							

1 IG = igname; MM = maïs ou maïs-mil à chandelle; RP = riz pluvial; AR = arachide; DER = champs dérivés (bananier plantain, taro, manioc)

Les légumes sont également très fréquents dans les champs d'arachide, ce qui n'est guère surprenant étant donné que l'arachide fait, comme les légumes, partie de l'activité agricole des femmes.

Les légumes sont relativement rares dans les champs de céréales. Une petite quantité de graines de gombo est toutefois souvent mélangée avec les semences de riz, notamment dans les régions Ouest et Centre-Ouest, et les endroits de mauvaise levée sont souvent plantés de légumes.

On constate que les légumes jouent un rôle très important dans l'activité agricole en pays Baoulé (Centre).

Par contre, dans le Nord, bien que la fréquence de présence de légumes sur les champs ne diffère pas vraiment des autres régions, leur représentation en nombre de pieds est assez faible. Les légumes ne sont pas mélangés de façon systématique avec les cultures vivrières comme dans la zone forestière. Le régime climatique étant beaucoup moins favorable, toute l'attention est impérativement apportée aux produits de première nécessité: les vivrières. L'importance de l'association des cultures vivrières entre elles, ne laisse que peu de place pour les légumes.

Outre les légumes-feuilles spontanés (*Solanum nigrum*, *Talinum triangulare*), seul le "kprala" (*Corchorus olitorius*) est fréquemment cultivé dans les champs de cultures vivrières. Les autres légumes-feuilles importants, le "dah" (*Hibiscus sabdariffa*) et l'amarante, sont apparemment plutôt cultivés de façon intensive dans les jardins de case ou par les maraîchers professionnels.

Des différences régionales sont observées pour les espèces spontanées et le "dah". Les premières n'apparaissent qu'en zone forestière, tandis que le "dah" est plutôt cultivé dans le nord.

Les légumes-fruit en revanche sont extrêmement fréquents dans les champs de cultures vivrières et ceci sur tout le territoire ivoirien. Des différences régionales ne concernent que *Solanum macrocarpon*, qui est une plante de la zone (pré-)forestière, et le "gojoh" (*Solanum* sp.), que l'on rencontre presque exclusivement chez les Senoufos dans la région Nord.

Parmi les légumes-graines, le niébé (*Vigna unguiculata*) et *Lagenaria* sp. sont les plus répandus dans les savanes, le "nviélet" (*Cucumeropsis mannii*) par contre, dans la zone forestière.

Ces données illustrent bien l'importance de la production légumière en association avec les cultures vivrières. Quelle que soit la région, ou le type de champ, le gombo est une des espèces la plus fréquente dans ces associations. Les champs d'igname et d'arachide, qui sont en général respectivement en tête et en fin de la rotation, sont les champs les plus fréquemment utilisés pour la production légumière.

2.5 CULTURE DU GOMBO

2.5.1 Introduction

Le développement du secteur horticole ivoirien est de la responsabilité de la SODEFEL. Les recherches légumières étant insuffisantes, la SODEFEL a dû se charger elle-même des problèmes pratiques les plus aigus. En ce qui concerne le gombo, les expérimentations du Centre Horticole à Bouaké ont abouti à des recommandations quant au matériel végétal et aux méthodes culturales (SODEFEL, 1975). Les paragraphes qui suivent traitent quelques aspects de la culture traditionnelle et de la culture intensive.

2.5.2 Matériel végétal

MARTIN & RUBERTE (1978) énumèrent une vingtaine de cultivars, en majorité d'origine américaine, qui sont cultivés dans les régions tropicales. Les plus connus sont 'Clemson Spineless' (Etats-Unis) et 'Pusa Sawani' (Inde).

En tant que vulgarisateur, la SODEFEL n'a pu s'occuper d'une évaluation détaillée du matériel végétal local, et, se basant sur la comparaison d'un certain nombre de cultivars étrangers, elle a porté son choix sur un matériel en provenance du Nigeria, appelé 'Perkins Long Pod'. Etant donné sa réaction à la photopériode (cf. § 6.6), il semble impossible que ce matériel provienne des Etats-Unis comme le suggère son nom, et pour cette raison on l'appelera désormais 'Perkins Long Pod' Ivoirien (PLPI).

Ce cultivar est distribué en Côte d'Ivoire depuis des années et semble assez bien accepté par les cultivateurs, et notamment par les maraîchers professionnels. Les mérites et les défauts de ce cul-

tivar seront largement commentés, puisqu'il a servi comme cultivar de référence dans la plupart des expérimentations.

Dans la culture traditionnelle, la diversité du matériel végétal est très grande. Une promenade dans les marchés montrera la grande variation dans la forme, les dimensions et la couleur des fruits. Sur les champs, on se rendra compte de la grande variation dans l'apparence générale des plantes, dans leur précocité de floraison, dans la durée de vie des plantes et dans leur tolérance aux maladies et ennemis.

CHEVALIER (1940) présume déjà qu'en Afrique de l'Ouest, le jeune fruit gluant, appelé gombo, dérive de différentes espèces botaniques. MARTIN & RUBERTE (1978) font mention de l'existence de gombo pérenne en Afrique de l'Ouest.

Suffisamment de justification donc pour une étude détaillée du matériel végétal local (cf. chapitre 4).

2.5.3 Méthodes culturales

Les graines du gombo sont suffisamment grandes pour être semées directement en place. La plante est toutefois connue pour sa germination erratique, et pour obtenir la densité désirée, il est recommandé de semer au moins trois graines par poquet. Si la levée est bonne, un démariage peut être effectué deux ou trois semaines après le semis.

Le semis en pépinière, suivi de repiquage, comme mentionné par plusieurs manuels horticoles (KROLL, 1957; IRVINE, 1969; HERKLOTS, 1972; MESSIAEN, 1975) n'est guère pratiqué en Côte d'Ivoire.

La préparation du terrain est assez variable et dépend d'abord du drainage du champ. Le labour à la houe est en général superficiel (± 15 cm), sauf dans le cas où l'état de drainage nécessite la confection de billons, de buttes ou de planches. Sur les sols très légers, la culture en plat est préférable.

La SODEFEL (1975) recommande un labour profond (25 à 30 cm) et le semis sur des billons d'une quinzaine de cm de hauteur, largement espacés (1,4 m) pour faciliter la récolte, mais un semis serré sur la ligne (7 à 8 plantes par mètre), une densité de 50 000 à 60 000 pieds/ha étant ainsi obtenue.

La culture sur buttes est largement pratiquée. Ce système permet, sur les sols pauvres, de concentrer dans les buttes la matière organique de la couche superficielle et d'y incorporer les éventuelles petites quantités disponibles de fumure organique. Les buttes sont en général très distantes, mais sur ces buttes les poquets de gombo sont très denses.

L'entretien est en général limité à quelques sarclages. La SODEFEL recommande de faire aussi deux buttages, à un et deux mois après le semis, pour éviter que les vents ne couchent les plantes.

La fertilisation par fumure minérale et les traitements phytosanitaires ne sont guère pratiqués, sauf sur les périmètres maraîchers encadrés par la SODEFEL. Celle-ci recommande 400 kg/ha d'engrais complet NPK 10-10-20 en deux doses égales, appliquées avant et un mois après le semis, et un apport additionnel de 100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque au début de la période productive.

Le matériel végétal étranger étant en général fortement sensible aux maladies et ennemis, ceci nécessite des traitements phytosanitaires réguliers. Le matériel végétal local est en moyenne beaucoup plus tolérant ou résistant.

L'application de fumure organique est plus répandue que celle de fumure minérale, mais les doses utilisées sont en général beaucoup trop faibles. L'utilisation dépend principalement de la disponibilité et du bon marché de ces fumures, comme on l'a observé à proximité des fermes avicoles ou des huileries de graines de cotonnier.

Les ordures fraîches des villes ou des villages, dont l'utilisation bénéfique dans la culture de l'amarante a été démontrée par GRUBBEN (1975) au Bénin, sont peu utilisées. Des tas de ces ordures s'accumulent à côté des routes dans les villages et ils sont en général couverts de quelques *Cucurbitaceae*, comme le potiron (*Cucurbita pepo*) ou le calebassier (*Lagenaria siceraria*).

2.5.4 Récolte

Afin d'éviter que les fruits du gombo ne deviennent fibreux, une culture en pleine production doit être récoltée au moins trois fois par semaine.

Si le gombo est cultivé comme culture secondaire dans les champs de cultures vivrières, qui sont souvent très éloignés du village,

la fréquence de récolte peut être abaissée à une fois par semaine, en récoltant des fruits de toutes les tailles. Les plus petits sont alors vendus comme qualité de premier ordre, généralement comme fruits entiers séchés.

VAN EPENHUIJSEN (1974) remarque qu'en pleine saison des pluies au Nigeria, les fruits sont récoltés petits par crainte de dégâts par maladies et ravageurs.

2.5.5 *Multiplication des semences*

Les maraîchers professionnels achètent souvent leurs semences de 'Perkins Long Pod' Ivoirien à la SODEFEL, mais la majorité des cultivateurs récolte ses semences sur ses propres plantes.

Une bonne méthode est, dès le début de la période productive, de réserver quelques plantes vigoureuses et précoces pour la production de graines (plante autogame assez stricte). Un procédé plus fréquent et malheureusement moins sélectif est de laisser mûrir les fruits oubliés pendant la récolte, ou pire encore, d'attendre la fin de la culture, quand la qualité du produit frais baisse par suite de dégâts dus aux maladies et insectes nuisibles.

Les graines sont en général conservées dans les fruits, qui sont séchés au soleil et gardés tout près du fourneau, où la proximité du feu et de la fumée les garde secs et les protège contre l'attaque des insectes. Cette méthode de stockage à la température et humidité ambiantes semble satisfaisante pour conserver les semences jusqu'à l'année suivante.

2.6 UTILISATION, CONSOMMATION ET VALEUR NUTRITIVE

2.6.1 *Utilisation*

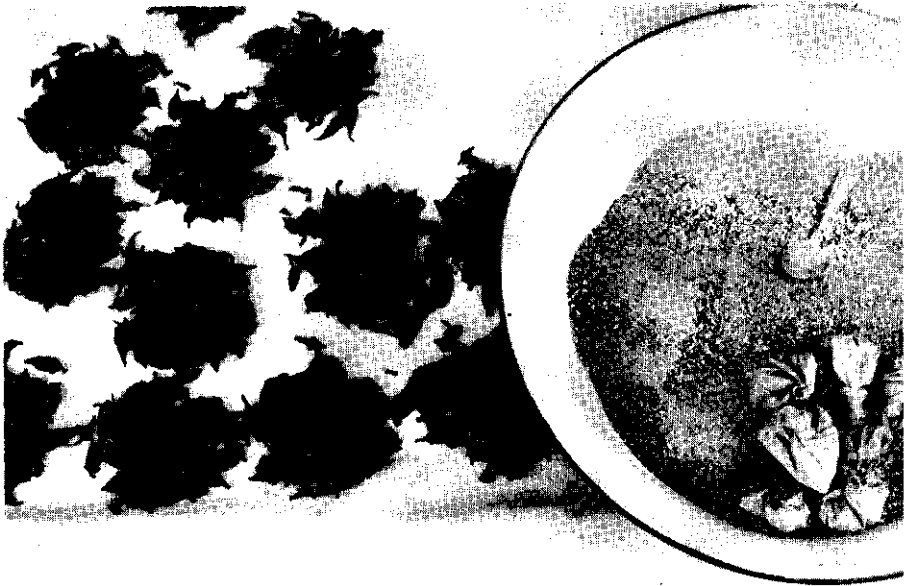
Le plus important usage du gombo est celui de plante potagère cultivée pour ses jeunes fruits qui peuvent être consommés crus, cuits ou frits.

En Afrique de l'Ouest, ils sont en général cuits dans l'eau lors de la préparation de soupes et de sauces, auxquelles ils donnent une consistance très gluante. L'importance des sauces gluantes dans la cuisine ouest-africaine, est aussi illustrée par la popularité

des feuilles du "kprala" (*Corchorus olitorius*) et du baobab (*Adansonia digitata*), qui contiennent également des mucilages (AMIN, 1956; WOOLFE et al., 1977). Cette consistance gluante est beaucoup moins prononcée si les fruits sont frits, comme on le fait en Inde.

Les jeunes fruits peuvent facilement être conservés par séchage pour des périodes de pénurie du produit frais. Les petits fruits sont en général séchés au soleil en fruits entiers et vendus tels quels. Les plus grands sont coupés en rondelles, et pilés après séchage (photo 3).

Photo 3. Gombo sec: fruits entiers et poudre



La conservation plus sophistiquée, généralement pratiquée aux Etats-Unis, comprend la mise en conserves et la congélation.

Les jeunes feuilles du gombo sont régulièrement offertes comme épinard en Côte d'Ivoire, en particulier dans l'ouest du pays (pays Yacouba). Nos dénombrements des légumes sur le marché de Man ont montré que le gombo était le légume-feuille le plus fréquent après le "kprala" (*Corchorus olitorius*).

Sur le plan international, il existe un intérêt croissant pour les graines du gombo comme source d'huile et de protéines (MARTIN &

RUBERTE, 1978). Les graines ne sont néanmoins pas utilisées en Côte d'Ivoire, où la culture d'autres plantes oléagineuses est bien développée.

CHEVALIER (1940) mentionne qu'en Orient les graines seraient consommées torréfiées comme un substitut du café, et même, écrasées et réduites en pâte, comme une sorte de chocolat.

Le gombo a également une certaine importance comme plante textile. L'écorce des tiges donne une filasse employée en corderie. Cet usage est peu répandu en Côte d'Ivoire, où on utilise plutôt à cet effet le chanvre de Guinée (*Hibiscus cannabinus* L.).

Au Soudan, la filasse du gombo est utilisée pour la fabrication d'une sorte de goupillon avec lequel on remue la bière de sorgho pour y ensemercer les levures qui se conservent apparemment longtemps vivantes, grâce peut-être au mucilage (CHEVALIER, 1940). On a observé un usage semblable en Côte d'Ivoire, où, par manque d'intérêt pour la filasse, les tiges complètes du gombo sont temporairement ajoutées au moût de bière.

Les mucilages du gombo servent à l'apprêt de certains papiers, ils sont utilisés en confiserie et ils ont des potentialités médicales comme additif à l'albumine séchée ou au sérum albumineux (WOOLFE et al., 1977). Toutes les parties de la plante sont utilisées comme émoullients (VOHORA et al., 1973).

2.6.2 Consommation

GRUBBEN (1977) estime la production mondiale du gombo à environ 4 millions de tonnes, ce qui constituerait à peu près 1,5% de la production mondiale totale de légumes. 85% de la production mondiale de gombo proviennent des pays en voie de développement.

Le continent africain est caractérisé par la consommation de légumes la plus basse du monde, à savoir environ 25 kg/tête/an. Celle du gombo par contre y est la plus élevée et atteint 2,2 kg/ tête/an.

En Côte d'Ivoire, la consommation de légumes semble bien inférieure à la moyenne africaine, n'étant que de 16 kg/tête/an.

A l'intérieur du pays, les variations dans la consommation entre les différentes régions et villes sont toutefois considérables. Sur la base d'enquêtes socio-économiques (MIN. DU PLAN, COTE D'IVOIRE, 1963, 1964), GRUBBEN (1967) donne quelques chiffres pour la consom-

mation dans quelques villages baoulés (région Centre) et pour la consommation par la population rurale de la région Centre-Ouest. Ils sont présentés, bien que groupés différemment, dans le tableau 4.

Tableau 4. Estimations de la consommation de légumes dans deux régions de la Côte d'Ivoire (d'après GRUBBEN, 1967)

Légumes	Région Centre kg/tête/an	Région Centre-Ouest kg/tête/an
Gombo - frais	12,36	3,20
- sec		0,49
Piment - frais	6,50	1,99
- sec		1,10
Aubergines (ndrowa,gbloko,gnangnan,gojoh)	4,57	2,52
Tomate	2,43	0,87
Feuilles - fraîches	2,25	2,16
- sèches	0,53	
Graines de Cucurbitaceae	1,70	
Haricots secs (niébé, néré)	0,30	

Ces données illustrent encore une fois l'importance du gombo par rapport aux autres légumes.

La consommation est en général très saisonnière, notamment celle des cultures annuelles comme le gombo et la tomate, qui sont cultivées pendant la saison des pluies.

Sur les 3,20 kg/tête/an de gombo frais, consommés dans la région Centre-Ouest, 80% sont consommés pendant la deuxième moitié de l'année, et même environ 50% pendant les deux mois de novembre et décembre. La consommation de gombo sec est la plus élevée pendant les périodes de pénurie du produit frais.

2.6.3 Valeur nutritive

Les légumes sont des aliments riches en vitamines et en sels minéraux. Le tableau 5 donne la composition des fruits du gombo et, à des fins de comparaison, celle des fruits de la tomate.

Comparés à d'autres légumes à fruits charnus tels que la tomate, l'aubergine et le potiron (PLATT, 1975), les fruits frais du gombo sont très riches en calcium et, malgré une teneur moyenne en vitamine A, leurs teneurs en vitamines sont bonnes.

Une consommation quotidienne de 100 grammes de gombo frais, fournirait à peu près 20% des besoins en calcium, 15% des besoins en

fer et plus de 50% des besoins en vitamine C d'un homme adulte en Afrique (FAO, 1974).

Tableau 5. Composition des fruits du gombo et de la tomate

Par 100 grammes du produit frais	Gombo			Tomate		
	PLATT (1975)	TINDALL (1968a)	FAO (1972)	PLATT (1975)	TINDALL (1968a)	FAO (1972)
Déchets (%)	12		10	2		6
Eau (ml)	90		89,6	94		93,8
Calories	33	42	31	20	24	20
Protéines (g)	2,0	1,7	1,8	1,0	1,0	1,2
Matières grasses (g)	∅	0,4		∅	0,3	
Hydrates de carbone (g)	6	8,1		4	4,2	
Fibres (g)	1,0		0,9	0,6		0,7
Calcium (mg)	70	74,1	90	5	10,5	7
Fer (mg)	1,0	1,0	1,0	0,4	0,7	0,6
Vitamine A (U.I.)	150	353	165	250	706	830
Thiamine (mg)	0,1	0,10	0,07	0,06	0,07	0,06
Riboflavine (mg)	0,1	0,07	0,08	0,04	0,03	0,04
Acide nicotinique (mg)	1,0	1,0	0,8	0,7	0,7	0,6
Vitamine C (mg)	25	21	18	25	24	23

∅ = quantité négligeable. U.I. = Unités Internationales.

Les teneurs en vitamines sont fortement influencées par l'âge des fruits et par les méthodes de conservation et de préparation. La teneur en vitamine C des petits fruits âgés de deux ou trois jours, est environ le double de celle de fruits âgés de sept jours, ce qui est à peu près le stade normal de la récolte (OGATA et al., 1975). Très peu de vitamine C reste si les fruits sont âgés de deux semaines (GOPALAKRISHNA RAO & SULLADMATH, 1977).

Selon BOSWELL & REED (1960) environ la moitié de la vitamine C disparaît dans les 24 heures après la récolte si les fruits sont stockés à la température ambiante. Les pertes seraient négligeables en frigidaire (10°C), mais élevées pendant stockage à 1°C (YAMAUCHI et al., 1975).

En faisant cuire les fruits longtemps et dans beaucoup d'eau, on perd également la vitamine C et, si l'eau de cuisson est jetée, les autres vitamines hydrosolubles. Le séchage au soleil influe négativement sur la teneur en vitamine A (LATHAM, 1979).

Selon KARAKOLTSIDIS & CONSTANTINIDES (1975), les graines du gombo constituent une bonne source d'huile et de protéines. Les graines entières sèches contiennent environ 20% de protéines et 20% de lipides.

La composition des protéines en acides aminés ressemble à celle des graines de soja, tandis que l'huile ressemble à celle des graines de cotonnier quant à la composition en acides gras. La teneur en gossypol, une substance toxique présente dans les graines de cotonnier, serait beaucoup moins élevée dans les graines du gombo.

2.7 REMARQUES SUR LE PROGRAMME D'EXPERIMENTATION

Le gombo est cultivé en Côte d'Ivoire sous des conditions et selon des méthodes très variables.

Il existe une ample information bibliographique sur sa culture dans les régions subtropicales, mais beaucoup moins sur sa culture dans les régions tropicales, notamment les parties (sub-)équatoriales.

En étudiant la culture en Côte d'Ivoire, de nombreux aspects ont demandé à être éclaircis. Le programme d'expérimentation a permis d'aborder les sujets suivants.

- Chapitre 4: évaluation taxonomique, agronomique et cytogénétique du matériel végétal local.
- Chapitre 5: étude de la production et de la distribution de la matière sèche étant donné la balance délicate entre croissance végétative et générative.
- Chapitre 6: étude de l'influence de facteurs écologiques: meilleure date de semis, réaction à la photopériode, ombrage.
- Chapitre 7: évaluation des besoins en éléments minéraux.
- Chapitre 8: meilleures méthodes culturales: changement du micro-climat, repiquage, densité et écartement.
- Chapitre 9: inventaire des maladies et ennemis et méthodes de lutte.
- Chapitre 10: critères de sélection, choix du matériel végétal.

3 MATERIEL ET METHODOLOGIE GENERALE

3.1 TERRAIN D'ESSAI

Tous les essais ont été exécutés sur un terrain d'un hectare, au champ d'expérimentation du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, situé à 20 km à l'ouest d'Abidjan, capitale de la République de Côte d'Ivoire.

Antérieurement à notre programme, qui a débuté en 1977, le terrain a été pendant une dizaine d'années en jachère graminéenne de *Panicum maximum* Jacq..

3.1.1 Climat

Les données climatiques présentées dans le tableau 6 proviennent de la station météorologique de l'ORSTOM à Adiopodoumé (MONTENY & ELDIN, 1977), qui se trouve à environ 300 m du terrain d'essai.

Le climat est du type Guinéen-forestier selon la nomenclature d'AUBREVILLE (1949), ou désigné D1 dans la classification de ELDIN (1971).

Ce climat est caractérisé par un déficit hydrique climatique, cumulé sur la durée de la grande saison sèche, de 150 à 250 mm, par des températures maximales modérées et une pluviométrie annuelle élevée, concentrée en deux saisons des pluies d'importance inégale, la plus longue ayant son maximum en juin, la plus courte en octobre. La durée de la grande saison sèche est de quatre mois (décembre à mars).

3.1.2 Sol

Pendant la période d'expérimentation 1977-1980, le sol du terrain d'essai (couche 0-20 cm) a été analysé à trois reprises sur ses propriétés physiques et chimiques par le Laboratoire central d'Analyses du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (tableau 7).

C'est un sol de la classe Ferrallitique, fortement désaturé, groupe Appauvri (en argile), sous-groupe Modal, issu de sables ter-

Tableau 6. Données climatiques recueillies à la station ORSTOM à Adiopodoumé (MONTENY & ELDIN, 1977)

Mois	Température(°C)		Humidité relative minimale(%) 1969-1976	Pluivo-métrie 1948-1976 mm jrs	Insolation (heures) 1956-1976	Rayonnement global (décaJ/cm ²) 1967-1976	Evapotranspiration potentielle Lysimètre ¹ (mm) 1967-1976	Evapotranspiration potentielle TURC(mm) 1956-1976	Tension de vapeur moyenne(mbar) 1961-1976
	min.	max. moy.							
janvier	22,0	31,1	65	30	171	4394	109	109	28,5
février	22,9	31,9	66	67	178	4956	114	114	29,8
mars	23,2	32,1	65	112	199	5806	139	130	29,9
avril	23,2	31,8	67	143	188	5737	131	123	30,9
mai	23,0	31,0	70	295	175	5461	124	115	30,1
juin	22,4	28,7	77	698	89	3944	79	79	28,8
juillet	21,7	27,7	76	268	96	3732	79	83	27,0
août	21,3	27,4	76	42	79	3490	77	79	26,2
septembre	21,8	28,0	73	77	87	3970	83	82	26,8
octobre	22,5	29,2	73	167	160	5245	103	110	28,0
novembre	22,5	30,5	70	152	189	5109	116	116	29,3
décembre	22,2	30,4	67	81	176	4693	101	109	29,3
année	22,4	30,0	70	2132	1787	56537	1255	1249	28,7

1 ETP mesurée sur Paspalum notatum

tiaires, sablo-argileux en surface, avec 20 à 30% d'argile vers 1 à 2 m de profondeur (PERRAUD & DE LA SOUCHERE, 1967).

Les résultats des trois analyses diffèrent peu. Le sol est chimiquement très pauvre, sauf en phosphore.

3.2 MATERIEL VEGETAL

Outre une collection de 320 lignées locales, établie dans le cadre de la présente étude (cf. chapitre 4), cinq cultivars commerciaux ont été impliqués dans le programme d'expérimentation. Il s'agit de 'Clemson Spineless' (Etats-Unis), 'Perkins Long Pod' Ivoirien (Côte d'Ivoire), 'Pusa Sawani' (Inde), 'Long Green' (Nouvelle-Zélande) et 'Perkins Dwarf Spineless' (Etats-Unis).

'Clemson Spineless' et 'Perkins Long Pod' Ivoirien ont servi de cultivars de référence dans la plupart des essais.

3.3 METHODES EXPERIMENTALES

3.3.1 *Protocoles expérimentaux et analyses statistiques*

Les manuels statistiques de VESSEREAU (1960) et de SNEDECOR & COCHRAN (1967) ont été utilisés comme références pour l'établissement des protocoles expérimentaux et pour l'exécution des analyses statistiques.

Les essais ont été exécutés selon des protocoles très simples, le plus souvent selon un schéma de blocs randomisés, et moins fréquemment selon un schéma de "split-plot" ou de carré latin. Le nombre de répétitions variait de quatre à six.

Sauf pour les essais en serre à Wageningen, une parcelle comptait en principe un minimum de 15 plantes expérimentales, entourées d'une ligne de bordure.

Le niveau de 5% a toujours été pris comme seuil de signification statistique dans les analyses de variance. Au seuil de 1%, la signification statistique est indiquée dans les tableaux des résultats par deux astérisques (**), au seuil de 5% par un astérisque (*).

Les valeurs des variances résiduelles figurent également dans les tableaux. En cas du schéma "split-plot", l'erreur des parcelles d'ordre primaire est indiquée par $s^2_{\bar{p}}$, des parcelles d'ordre secondaire par $s^2_{\bar{p}_2}$, etc.

Tableau 7. Granulométrie et propriétés chimiques du sol du terrain d'essai
(couche 0-20 cm)

	Dates d'échantillonnage			Moyenne
	déc. 1976	août 1978	mai 1980	
Refus (> 2 mm) en % de terre totale séchée à 35°C	0,1	0,3	0,0	0,1
Granulométrie en % de terre fine séchée à 35°C:				
- Argile < 2 µm	7,9	7,1	6,8	7,3
- Limon fin 2 à 20 µm	3,7	2,6	3,0	3,1
- Limon grossier 20 à 50 µm	4,9	3,1	3,2	3,7
- Sable fin 50 à 200 µm	23,9	27,2	26,3	25,8
- Sable grossier 200 à 2000 µm	57,1	58,7	60,3	58,7
Matière organique en ‰	11,7	10,0	10,0	10,6
Carbone en ‰ (Walkley & Black)	6,78	5,97	5,58	6,11
Azote en ‰ (Kjeldahl)	0,64	0,58	0,55	0,59
Rapport C/N	10,6	10,3	10,1	10,3
P total en ‰ (HNO ₃)	0,23	0,26	0,24	0,24
P assimilable en ‰ (Olsen)	0,05	0,03	0,05	0,04
Bases échangeables en méq/100 g (extraction NH ₄ -acétate):				
- Ca	0,33	0,30	0,25	0,29
- Mg	0,15	0,14	0,07	0,12
- K	0,01	0,01	0,02	0,01
- Na	0,01	0,03	0,01	0,02
- Total	0,50	0,48	0,35	0,44
Capacité d'échange en méq/100 g	3,71	3,03	3,08	3,27
Taux de saturation en %	13,5	15,8	11,4	13,6
pH H ₂ O	4,7	5,1	4,2	4,7
pH KCl	4,1	4,4	4,2	4,2
Cations de réserve en méq/100 g (extraction fluo-perchloride):				
- Ca	-	1,95	1,50	1,73
- Mg	-	2,00	1,90	1,95
- K	-	1,90	2,40	2,15
- Na	-	0,92	0,82	0,87
- Total	-	6,77	6,62	6,70

La comparaison des traitements individuels à l'aide du test t n'a été effectuée que si le test F avait révélé des effets significatifs (plus petite différence significative).

Les mêmes lettres après les résultats indiquent que ces valeurs ne diffèrent pas significativement selon ce test t au seuil de 5%. Parfois les lettres sont encore suivies de chiffres. Dans ce cas, la présentation des différences par les lettres n'est valable qu'à l'intérieur d'un groupe, caractérisé par le même chiffre.

Si le protocole expérimental ne permet pas une analyse de variance, les résultats des observations sont présentés par la valeur moyenne (\bar{X}) et l'écart-type (s). L'inégalité des distributions de fréquences de telles observations a été toujours testée par des tests non paramétriques. Un exemple du "two-sample" test de WILCOXON est fourni dans le tableau 14, et du "signed rank" test, également développé par WILCOXON, dans le tableau 36.

3.3.2 Mise en place et entretien des essais

Deux fois par an, une bande de 2000 à 3000 m² du terrain d'essai d'un hectare était défrichée au tracteur. La végétation, principalement graminéenne (*Panicum maximum* Jacq.), était coupée, séchée au soleil et broyée. Ensuite le terrain était labouré, en enfouissant la matière organique, et hersé.

Toutes les autres opérations comme le billonnage ou un éventuel deuxième labour superficiel (si la période entre défrichement et utilisation était longue) étaient effectuées à la houe.

La fertilisation était faite séparément pour chaque essai et comprenait en principe une application de 10t/ha de fumier de poules et/ou de 300 à 600 kg/ha d'engrais complet NPK 10-10-20 ou 12-15-18, en plusieurs doses pendant la période végétative. 100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque étaient souvent appliqués au début de la période productive. Les doses les plus élevées des engrais chimiques, mentionnées ci-dessus, ont été appliquées si la fumure organique n'était pas disponible.

Le fumier de poules, analysé à deux reprises par le Laboratoire central d'Analyses du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, contenait en moyenne 200 kg N, 185 kg P, 85 kg K, 895 kg Ca et 70 kg Mg par apport de 10 tonnes. Il était caractérisé par un rapport C/N de 9,4 et un pH (H₂O) de 7,3.

Les graines étaient parfois trempées dans l'eau avant le semis pendant une nuit, pour obtenir une levée rapide et homogène.

En fonction de leur superficie, les essais étaient arrosés à l'aide d'arroseurs ou irrigués par asperseurs selon les besoins.

La lutte contre les maladies et ennemis comprenait en principe un poudrage sur la ligne de semis au quintozone (3 g de matière active par mètre) contre la fonte des semis, des poudrages de HCH sur le pourtour de l'essai pendant les premières semaines contre l'invasion de grillons et de courtilières, et des traitements hebdomadaires des plantes contre les insectes et les maladies au manèbe + carbatène + parathion + carbaryl (180, 50, 25 et 120 g de matières actives par hectolitre respectivement) pendant la phase végétative. Pendant la phase générative, les plantes n'étaient qu'exceptionnellement traitées au manèbe + carbatène (160 et 40 g de matières actives par hectolitre respectivement). Ces poudres mouillables étaient appliquées à l'aide d'un pulvérisateur à dos. La lutte contre les mauvaises herbes se faisait par des sarclages réguliers.

La récolte de jeunes fruits ainsi que de fruits mûrs était effectuée trois fois par semaine.

3.3.3 Observations et présentation des résultats

On décrira ici brièvement les observations de routine, qui ont été faites dans la plupart des expérimentations. Les observations occasionnelles seront discutées séparément pour chaque essai concerné.

La levée des graines était observée journalièrement pendant une période maximale de 28 jours. Une plantule était considérée comme levée si les cotylédons étaient soulevés hors du sol. Ces observations permettent de calculer le pourcentage de levée (nombre total de plantules levées en pour cent du nombre total de graines semées) et la vitesse de levée (numéro du jour moyen de la levée; le jour de semis est numéroté 0). La vitesse de levée est alors exprimée en nombre de jours après le semis.

La croissance des plantes était représentée par la hauteur et par le nombre de noeuds formé. La hauteur est la distance entre le sol et l'extrémité de la tige principale. Chez les jeunes plantules, le nombre de noeuds à l'extrémité de la tige, difficile à distinguer

directement, a été estimé indirectement par un comptage des jeunes feuilles, bien visibles. Chez les plantes âgées, la taille des feuilles est de plus en plus réduite et ultérieurement il ne reste que des fleurs ou des boutons floraux situés dans une sorte de racème. Le nombre de noeuds dans ce racème a été estimé par le comptage des boutons floraux bien visibles individuellement. La longueur moyenne des internoeuds a été toujours obtenue en divisant la hauteur des plantes par le nombre de noeuds.

Quant à la transition de la phase végétative à la phase générative, on a fait une distinction entre l'apparition du premier bouton floral et l'apparition de la première fleur ouverte (l'anthèse). Toutes les plantes expérimentales étaient à cet effet contrôlées journallement, et l'apparition du premier bouton floral (visible macroscopiquement) et/ou de la première fleur, décrite en termes de la date et de la position sur la tige principale. La date était en général exprimée en nombre de jours après le semis, parfois en nombre de jours après la levée. Du fait que la plante porte des fleurs solitaires et axillaires, la position du premier bouton floral ou de la première fleur est indiquée par le numéro du noeud de l'épicotyle (le noeud d'implantation des cotylédons est numéroté 0, celui de la feuille la plus basse 1).

La récolte a été toujours effectuée trois fois par semaine. Dans la culture pour les jeunes fruits, le nombre de fruits et le poids total du produit frais étaient déterminés pour chaque récolte, et ceci séparément pour la tige principale et les ramifications.

Dans la culture pour les graines, on a observé de la même façon le nombre de fruits mûrs et, après enlèvement et séchage des graines, le poids total et le nombre de graines (ce dernier à l'aide d'un compteur de graines photo-électrique).

D'autres paramètres comme le poids moyen des fruits frais, le nombre de graines par fruit et le poids moyen des graines, dérivent de ces observations.

Les résultats sont exprimés par plante, si les observations visent à illustrer le comportement des plantes individuelles, et par unité de surface, si c'est plutôt la population qui nous intéresse.

Compte tenu de l'échelle des expérimentations, les rendements par unité de surface sont donnés en kg/100 m².

L'appendice 1 donne une liste des abréviations et symboles utilisés dans la présentation des résultats.

4 MATERIEL VEGETAL LOCAL¹

4.1 INTRODUCTION

Le nom gombo est invariablement associé au nom scientifique *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench ou son synonyme *Hibiscus esculentus* L.. En préférant le nom générique *Abelmoschus*, on suit la majorité des ouvrages botaniques récents (§ 4.2.1). Deux autres espèces du genre sont cultivées: *Abelmoschus manihot* (L.) Medikus comme légume-feuille et *Abelmoschus moschatus* Medikus pour ses graines odorantes qui sont utilisées dans la fabrication de certains parfums (BATES, 1968).

Des travaux cytogénétiques (§ 4.2.2), dont la majorité est de date relativement récente, paraissent indiquer qu'au niveau de l'espèce, la classification taxonomique est plus complexe que celle élaborée par VAN BORSSUM WAALKES (1966). Il semble que les espèces décrites par la taxonomie classique comme *Abelmoschus esculentus* et *Abelmoschus manihot* soient en réalité des complexes polyspécifiques ou des espèces comprenant des races chromosomiques à un tel degré divergentes qu'elles donnent lieu à des hybrides stériles.

On possède peu d'information sur la culture du gombo en Afrique de l'Ouest. La littérature existante montre toutefois qu'une étude approfondie du matériel végétal du gombo dans cette région paraît justifiée. CHEVALIER (1940) décrit une forme de *Hibiscus manihot* L. (= *Abelmoschus manihot* (L.) Medikus), donnant de jeunes fruits comestibles qui peuvent remplacer les fruits du gombo. SINGH & BHATNAGAR (1975) ont compté $2n = 194$ chromosomes dans un cultivar de gombo provenant du Ghana, le nombre le plus élevé jamais rapporté dans le genre. MARTIN & RUBERTE (1978) font mention de l'existence de cultivars primitifs pérennes en Afrique de l'Ouest. La présente étude met effectivement en évidence l'existence de deux types de gombo très différents sur les plans morphologique (§ 4.4), agronomique (§ 4.5) et cytogénétique (§ 4.6, 4.7 et 4.8).

¹ Ce chapitre a fait l'objet d'une communication présentée au "With African Horticultural Symposium" (19 à 25 juillet 1981, Ibadan, Nigeria), et d'un article publié dans *Euphytica* 31(1), 1982.

Etant donné la problématique taxonomique soulevée ci-dessus, et en conséquence de notre hypothèse (§ 4.9) que l'un des deux types dérive de l'autre par le processus d'hybridation interspécifique, il a paru préférable de décrire les deux types sous les noms de SOUDANAIS et de GUINEEN, comme proposé par SIEMONSMA (1979). Le type SOUDANAIS correspond à la description botanique d'*Abelmoschus esculentus*, tandis que le type GUINEEN a des caractéristiques intermédiaires entre celui-ci et *Abelmoschus manihot*.

L'existence longuement inaperçue du type GUINEEN pourrait être due au fait que la population locale ne fait guère de distinction entre les deux types. Les jeunes fruits sont vendus mélangés sur les marchés, les semences réservées pour la prochaine culture contiennent des graines des deux types, et en conséquence, on les rencontre mélangés dans les champs.

4.2 DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

4.2.1 Considérations taxonomiques et géographiques

4.2.1.1 Aperçu historique

Les caractéristiques morphologiques du genre *Abelmoschus* qui le distinguent d'autres *Malvaceae*, tiennent à la nature de son calice spathiforme, muni de cinq petites dents au sommet. Ce calice s'ouvre au moment de l'anthèse en général par une seule fente longitudinale, et se détache presque aussitôt circumscissilement, en tombant simultanément avec la corolle et le tube staminal, auxquels il est soudé à la base.

Le genre *Abelmoschus* a été établi par MEDIKUS (1787). Dans sa description il soulignait la nature de la capsule déhiscente, mais à cet égard *Abelmoschus* ne diffère pas vraiment de *Hibiscus*. Pour cette raison, la majorité des auteurs ont suivi DE CANDOLLE (1824) et ont traité *Abelmoschus* comme une section de *Hibiscus*. *Abelmoschus* a été rétabli comme genre par SCHUMANN (1890), en se basant sur la caducité du calice, mais ce caractère était en général considéré être de nature physiologique, ne justifiant pas la reconnaissance au niveau générique (HOCHREUTINER, 1900). Plus tard, HOCHREUTINER (1924) a découvert la concrescence du calice au tube formé par les

pétales et les étamines, donnant ainsi une explication morphologique du phénomène du calice caduc. Sa reconnaissance subséquente d'*Abelmoschus* au niveau générique, a été suivie dans la plupart des ouvrages botaniques récents.

4.2.1.2 Nombre d'espèces

Il est difficile d'estimer le nombre d'espèces dans ce genre. HOCHREUTINER (1924) distinguait 14 espèces et quelques variétés. Dans sa révision des Malvacées Malaises, VAN BORSSUM WAALKES (1966) a un point de vue plus conservateur et ne retient que six espèces (tableau 8).

Tableau 8. *Abelmoschus* spp. (VAN BORSSUM WAALKES, 1966)

Espèces d' <i>Abelmoschus</i>	Synonymes en <i>Hibiscus</i>	Spontané/cultivé
<i>A. moschatus</i> Medikus	<i>H. abelmoschus</i> L.	Spontané et cultivé
<i>A. manihot</i> (L.) Medikus	<i>H. manihot</i> L.	Spontané et cultivé
<i>A. esculentus</i> (L.) Moench	<i>H. esculentus</i> L.	Spontané(?) et cultivé
<i>A. ficulneus</i> (L.) Wight & Arnott ex Wight	<i>H. ficulneus</i> L.	Spontané
<i>A. crinitus</i> Wallich		Spontané
<i>A. angulosus</i> Wallich ex Wight & Arnott		Spontané

Ces espèces peuvent le plus facilement être distinguées par la morphologie de l'épicalice - notamment le nombre et les dimensions de ses segments -, la forme et les dimensions des capsules et les caractéristiques de l'indumentum.

Surtout les deux premières espèces, qui comprennent des formes spontanées et cultivées, sont caractérisées par un grand nombre de synonymes, qui ont été réduits par VAN BORSSUM WAALKES (1966) au niveau de sous-espèces et de variétés. *Abelmoschus esculentus* semble avoir échappé à cette tendance, n'ayant pas retenu l'attention de la taxonomie classique par suite de son caractère de cultigène.

Les travaux d'hybridation sur le genre et les observations sur les nombres chromosomiques (cf. § 4.2.2), justifient à mon avis la reconnaissance d'*Abelmoschus tuberculatus* Pal & Singh (PAL et al., 1952) en tant qu'espèce distincte. Il était considéré par VAN BORSSUM WAALKES (1966) comme une forme spontanée d'*Abelmoschus esculentus*. Ces travaux d'hybridation suggèrent également que des hybridations interspécifiques sont une cause importante du polymorphisme

dans certaines de ces espèces. Le type GUINEEN ouest-africain est un élément nouveau dans cette problématique de la classification au niveau de l'espèce.

4.2.1.3 Origine et répartition

Toutes les espèces et la plupart des formes, distinguées par VAN BORSSUM WAALKES (1966), sont présentes dans le sud-est de l'Asie (Birmanie, Thaïlande, Indochine et le sud de la Chine), qu'il considère comme le centre d'origine. C'est de là que plusieurs espèces auraient été introduites ailleurs. Les trois espèces cultivées sont devenues presque cosmopolites. La distribution géographique des espèces spontanées (*Abelmoschus tuberculatus* inclus) est limitée à l'Asie et l'Australie, à l'exception d'*Abelmoschus ficulneus*, qui est aussi présent en Afrique tropicale.

L'origine asiatique du genre ne semble guère être contestée, mais il y a plusieurs théories sur l'origine du cultigène *Abelmoschus esculentus*.

La "Flora of British India" (MASTERS, 1875) le considère comme probablement natif de l'Inde.

En se basant sur l'absence de tout nom sanscrit ou d'autres indices d'une culture ancienne en Asie et sur l'absence de rapportage sur des formes spontanées en Inde, DE CANDOLLE (1883) propose une origine africaine, où le gombo était déjà cultivé par les Egyptiens en 1216 (ABUL-ABBAS-ELNABATI, cité par DE CANDOLLE, 1883).

Les rares localités où l'on ait constaté la présence du gombo avec l'apparence d'une plante spontanée, sont situées dans la région du Nil (SWEINFURTH & ASCHERSON, cités par DE CANDOLLE, 1883) et au Mali (CHEVALIER, 1940). Selon ce dernier l'espèce dérive d'*Abelmoschus ficulneus*, que l'on trouve à l'état spontané dans la région sahélienne, et a dû être domestiquée puis cultivée par les populations agricoles du Sahara.

MURDOCK (1959) cherche son origine également en Afrique de l'Ouest, tôt dans l'histoire de l'agriculture de la région, tandis que VAVILOV (1951), en se basant sur des études phytogéographiques, conclut que le cultigène a pris naissance en Abyssinie.

Les travaux cytogénétiques suggèrent qu'*Abelmoschus esculentus* est un amphidiploïde qui a un génome en commun avec *Abelmoschus tu-*

berculatus, plante spontanée native de l'Inde. L'origine du génome complémentaire n'a pas encore été élucidée.

JOSHI et al. (1974) font mention de cultivars primitifs de gombo en provenance de l'Egypte et du Soudan, ayant certaines caractéristiques d'*Abelmoschus tuberculatus*.

Le type GUINEEN ne contribue pas à l'élucidation de l'origine d'*Abelmoschus esculentus*, parce qu'il dérive probablement de celui-ci.

4.2.1.4 Le genre *Abelmoschus* en Afrique de l'Ouest

CHEVALIER (1940), traitant encore *Abelmoschus* comme une section du genre *Hibiscus*, nommait cinq espèces en Afrique de l'Ouest. *Hibiscus esculentus*, *H. manihot* et *H. abelmoschus* sont généralement cultivés dans la région. *H. ficulneus* est présent à l'état spontané dans les pays sahéliens.

En 1920, CHEVALIER a distingué dans l'espèce *Hibiscus abelmoschus* la variété *hispidissimus*, qu'il a élevée au rang d'espèce en 1940 (*H. hispidissimus* Chev.). La distinction n'étant basée que sur la forme des feuilles, ce qui est un caractère très variable, *H. hispidissimus* est à mon avis synonyme de *H. abelmoschus*.

CHEVALIER (1940) décrit également la variété *caillei* dans l'espèce *Hibiscus manihot*. Il en dit que c'est une plante ayant les principaux caractères de *Hibiscus esculentus*, s'en distinguant par les feuilles profondément lobées et par ses grandes bractéoles persistantes de l'épicalice. Ses feuilles et ses fruits sont un substitut du gombo. Sa description est trop restrictive pour le type GUINEEN, mais son matériel en fait absolument partie.

Outre la Guinée, la "Flora of West Tropical Africa" (HUTCHINSON & DALZIEL, 1958), qui maintient la variété *caillei*, cite encore la Sierra-Leone et le Liberia comme aires de distribution.

4.2.2 Considérations cytogénétiques

4.2.2.1 Nombres chromosomiques

La bibliographie sur les nombres chromosomiques a été résumée dans le tableau 9. Les données ont été exprimées en nombres somati-

ques, les références ne donnant souvent pas d'indication sur la nature du matériel.

Les nombres rapportés pour *Abelmoschus esculentus* sont très variables. On a longuement cru que l'espèce ou la race chromosomique $2n = 72$, rapportée par TESHIMA (1933), avait disparu, mais son existence a été confirmée récemment par les rapports de UGALE et al.

Tableau 9. Nombres chromosomiques

Espèces	Nombres(2n)	Auteurs
<i>A. esculentus</i>	+ 66	FORD (1938)
	- 72	TESHIMA (1933); UGALE et al. (1976); KAMALOVA (1977)
	108	DATTA & NAUG (1968)
	118	KRENKE (cf. TISCHLER, 1931)
	120	KRENKE (cf. TISCHLER, 1931); PUREWAL & RANDHAWA (1947); DATTA & NAUG (1968)
	122	KRENKE (cf. TISCHLER, 1931)
	124	KUWADA (1957a, 1966)
	126-134	CHIZAKI (1934)
	130	SKOVSTED (1935); JOSHI & HARDAS (1953); GADWAL (cf. JOSHI & HARDAS, 1976); GADWAL et al. (1968); JOSHI et al. (1974); SINGH & BHATNAGAR (1975)
	132	MEDWEDEWA (1936); ROY & JHA (1958)
	+ 132	BRESLAVETZ et al. (1934); FORD (1938)
- 144	DATTA & NAUG (1968)	
<i>A. manihot</i>	60	TESHIMA (1933); CHIZAKI (1934)
	66	SKOVSTED (1935); KAMALOVA (1977)
	68	KUWADA (1957a, 1974)
<i>A. moschatus</i>	72	SKOVSTED (1935); GADWAL et al. (1968); JOSHI et al. (1974)
<i>A. ficulneus</i>	72	HARDAS & JOSHI (1954); GADWAL et al. (1968); JOSHI et al. (1974)
	78	SKOVSTED (1935)
<i>A. angulosus</i>	56	FORD (1938)
<i>A. tuberculatus</i>	58	JOSHI & HARDAS (1953); KUWADA (1966, 1974); GADWAL et al. (1968); JOSHI et al. (1974)
<u>Autres</u>		
Gombo du Ghana	194	SINGH & BHATNAGAR (1975)
<i>A. pungens</i> ¹	138	GADWAL (cf. JOSHI & HARDAS, 1976)
<i>A. tetraphyllus</i> ¹	130	UGALE et al. (1976)
	138	GADWAL (cf. JOSHI & HARDAS, 1976)
1 Considérés comme formes d' <i>Abelmoschus manihot</i> par VAN BORSSUM WAALKES (1966)		

(1976) et de KAMALOVA (1977). Etant donné les descriptions du matériel, fournies par ces auteurs, la morphologie de ces formes correspond le mieux à celle d'*Abelmoschus esculentus*, et une confusion avec d'autres espèces du genre qui ont été décrites semble peu probable. L'hypothèse qu'*Abelmoschus esculentus* $2n = 130$ est un amphidiploïde qui dérive d'*Abelmoschus tuberculatus* $2n = 58$ et une espèce inconnue $2n = 72$, fait de ce matériel le candidat le plus probable pour le génome complémentaire.

D'autre part, DATTA & NAUG (1968) suggèrent que les nombres $2n = 72, 108, 120, 132, 144$ constituent un indice pour une série régulière de polyploïdes avec $x = 12$. Dans cette optique, la perte de quelques chromosomes dans le processus de la polyploïdisation, donnant lieu à des aneuploïdes, pourrait expliquer certaines autres observations, comme le nombre $2n = 130$, fréquemment observé chez des cultivars indiens.

La légère variation ($2n = 60-68$) dans les nombres rapportés pour *Abelmoschus manihot*, n'est guère surprenante si on se rend compte de la grande variabilité morphologique de l'espèce, qui a mené VAN BORSSUM WAALKES (1966) à distinguer deux sous-espèces et deux variétés. Toutefois, les observations récentes de GADWAL (cité par JOSHI & HARDAS, 1976) et de UGALE et al. (1976) pour *Abelmoschus pungens* et *A. tetraphyllus*, tous deux considérés par VAN BORSSUM WAALKES (1966) comme formes d'*Abelmoschus manihot*, suggèrent qu'*A. manihot* au sens large comprend soit des races chromosomiques très divergentes, soit plusieurs espèces.

Les références pour la troisième espèce cultivée, *Abelmoschus moschatus*, et les espèces spontanées, sont moins nombreuses, mais assez uniformes. Il n'y a pas de références pour *Abelmoschus crinitus*.

Ne se prononçant pas sur sa classification taxonomique, SINGH & BHATNAGAR (1975) ont rapporté $2n = 194$ pour un cultivar de gombo en provenance de l'Afrique de l'Ouest. Ce nombre, le plus élevé jamais rapporté dans le genre, correspond aux observations sur le type GUINEEN (cf. § 4.6).

4.2.2.2 Hybridations interspécifiques

Malgré les nombres chromosomiques très divergents observés chez *Abelmoschus esculentus*, il n'existe aucune étude qui fasse mention

d'hybridations "intra"spécifiques n'ayant pas réussi ou ayant donné lieu à des hybrides stériles. Il faut toutefois souligner que des croisements entre les races $2n = 72$ et $2n = 108-144$ ne semblent jamais avoir été essayés.

Par contre, PAL et al. (1952) ont obtenu des hybrides stériles par croisement de différentes formes d'*Abelmoschus manihot*.

Dans le cadre de la recherche des éventuelles espèces parentales d'*Abelmoschus esculentus* $2n = 130$, plusieurs auteurs ont effectué des hybridations interspécifiques. Le tableau 10 présente les résultats des hybridations entre ces éventuelles espèces parentales.

Tableau 10. Résultats des hybridations entre espèces parentales potentielles d'*Abelmoschus esculentus* (positif = graines hybrides viables)

$\frac{\sigma}{\text{♀}}$	A. manihot	A. moschatus	A. ficulneus	A. tuberculatus
A. manihot		négatif (SKOVSTED, 1935)	négatif (PAL et al., 1952)	positif (PAL et al., 1952) négatif (KUWADA, 1974)
A. moschatus	négatif (SKOVSTED, 1935)		négatif (GADWAL et al., 1968)	
A. ficulneus	négatif (PAL et al., 1952)	négatif (GADWAL et al., 1968)		positif (JOSHI & HARDAS, 1956; JOSHI et al., 1974)
A. tuberculatus	positif (PAL et al., 1952; KUWADA, 1974)	négatif (GADWAL et al., 1968)	positif (JOSHI & HARDAS, 1956; JOSHI et al., 1974)	

Des hybrides viables, mais stériles ou d'une très faible fertilité n'ont été obtenus qu'entre *Abelmoschus manihot* $2n = 68$ et *A. tuberculatus* $2n = 58$, et entre *A. ficulneus* $2n = 72$ et *A. tuberculatus* $2n = 58$.

En étudiant la méiose des hybrides *A. ficulneus* × *A. tuberculatus*, JOSHI & HARDAS (1956) et JOSHI et al. (1974) ont observé 0-7 bivalents (moyenne = 1,6). Dans l'hybride *A. tuberculatus* × *A. manihot*, KUWADA (1974) a observé en général seulement des univalents et rare-

Tableau 11. Résultats des hybridations entre Abelmoschus esculentus et les autres espèces du genre (positif = graines hybrides viables)

Croisement	Nombres chromosomiques	Auteurs	Graines viables		Nombre de bivalents en méiose
			Croisement indiqué	réciproque	
A. <u>tuberculatus</u>	- 130x 58 124x 58	PAL et al. (1952) JOSHI & HARDAS (1956); JOSHI et al. (1974) KUWADA (1966)	positif positif positif	positif positif positif	28,8(27-29) 27-29
A. <u>manihot</u>	72x 60 (126-134)x 60 130x 66	TESHIMA (1933) CHIZAKI (1934) SKOVSTED (1935) USTINOVA (1937) SINGH et al. (1938) ¹ USTINOVA (1949) PAL et al. (1952) KUWADA (1957a)	positif positif positif positif positif positif positif positif	positif positif positif positif positif positif positif positif	0 0-7
A. <u>ficulneus</u>	- 130x 72	PAL et al. (1952) GADWAL et al. (1968); JOSHI et al. (1974)	positif positif	positif positif	7
A. <u>moschatus</u>	130x 72 130x 72	SKOVSTED (1935) GADWAL et al. (1968); JOSHI et al. (1974)	positif positif	positif positif	27,5(26-28) ²
Autres					
A. <u>pungens</u> ³	130x138	GADWAL (cf. JOSHI & HARDAS, 1976)	positif	positif	
A. <u>tetraphyllus</u> ³	130x138 72x130	GADWAL (cf. JOSHI & HARDAS, 1976) UGALE et al. (1976)	positif positif	positif positif	+ 36
Gombo du Ghana	130x194	SINGH (cf. JOSHI & HARDAS, 1976)	positif	positif	

1 Selon les auteurs il s'agit d'un croisement entre A. esculentus et A. ficulneus, mais la description de la dernière espèce correspond à A. manihot.

2 Hybrides obtenus par embryo- et/ou ovulo-culture.

3 Formes d'A. manihot selon la classification de VAN BORSSUM WAALKES (1966).

ment 1 à 2 bivalents. Les génomes de ces espèces semblent alors assez éloignés.

Le tableau 11 donne les résultats des hybridations entre *Abelmoschus esculentus* et les autres espèces du genre. Dans tous les cas où des hybrides étaient obtenus, ils étaient également stériles ou d'une très faible fertilité.

L'étude de la méiose de ces hybrides a révélé l'association quasi-parfaite du génome d'*Abelmoschus tuberculatus* $n = 29$, avec 29 chromosomes d'*A. esculentus* $n = 62, 65$. Concernant le génome complémentaire, l'affinité la plus grande, mais encore incomplète, a été trouvée chez *Abelmoschus ficulneus* $n = 36$. Comme indiqué ci-dessus, des hybrides *A. ficulneus* \times *A. tuberculatus* sont facilement obtenus. Toutefois, l'amphidiploïde artificiel $2n = 130$, réalisé par JOSHI et al. (1974), n'était pas bien balancé génétiquement, puisque complètement stérile. En conséquence de la confirmation de l'existence d'*Abelmoschus esculentus* $2n = 72$, les travaux devraient se concentrer sur l'étude du comportement de ce matériel.

UGALE et al. (1976) ont étudié l'hybridation entre *Abelmoschus esculentus* $2n = 72$ et *A. tetraphyllus* $2n = 130$. Des hybrides stériles étaient obtenus, mais une association quasi-parfaite du génome d'*A. esculentus* $n = 36$ avec 36 chromosomes de l'autre espèce a été observée. Cette race pourrait alors également être impliquée dans l'origine de certaines formes du complexe *Abelmoschus manihot* au sens large.

Les observations de SINGH & BHATNAGAR (1975) et de SINGH (cité par JOSHI & HARDAS, 1976) sur le comportement d'un cultivar de gombo en provenance du Ghana, se trouveront confirmées par nos propres travaux sur le matériel ivoirien.

Dans ce cadre, il est intéressant de noter que l'amphidiploïde artificiel $2n = 192$, entre *Abelmoschus esculentus* $2n = 124$ et *A. manihot* $2n = 68$, étudié par KUWADA (1957b, 1961) montre certaines caractéristiques qui le font correspondre à la description du type GUINEEN ouest-africain (cf. § 4.4).

4.3 MATERIEL ET METHODOLOGIE

L'Afrique de l'Ouest est mal représentée dans les collections de variabilité génétique du gombo, dont les plus importantes se trou-

vent aux Etats-Unis et en Inde. Une collection formée de matériel provenant du Nigeria et de quelques autres pays ouest-africains est maintenue par l'Institut National de Recherches Horticoles (NHRI) à Ibadan, Nigeria.

La présente étude est basée sur une collection de 325 numéros, établie par l'auteur au cours des années 1977 et 1978. 314 proviennent du territoire ivoirien, six des pays voisins (Haute-Volta, Niger et Mali), tandis que cinq sont des cultivars commerciaux de divers pays (Etats-Unis, Inde, Nouvelle-Zélande).

Les 314 numéros de la Côte d'Ivoire proviennent d'une centaine de différents villages, répartis régulièrement le long des grandes routes régionales (cf. figure 4). Chaque numéro était constitué d'un lot de graines, issu d'un seul fruit ou d'une seule plante, afin d'assurer une grande homogénéité, le gombo étant une plante autogame relativement stricte. Les villageois conservent en général les semences dans les fruits, ce qui a permis de choisir par lieu de collecte quelques fruits de différente physionomie.

Cette collection a été évaluée au champ en simples parcelles d'observation, selon le schéma indiqué dans le tableau 12.

Tableau 12. Evaluation de la collection

	Nombre de numéros	1ère Evaluation		2ème Evaluation
		A	B	Mars 1979
		Oct. 1977	Oct. 1978	
Lignées locales	320	123	197	320
Cultivars internationaux	5	5	5	5

Un herbier assez complet est présent à l'"Herbarium Vadense" (WAG), Laboratoire de Phytotaxonomie, Université Agronomique, B.P. 8010, Wageningen, Pays-Bas, où sont également gardés les préparats faits pour les observations sur les nombres chromosomiques.

La collection des graines est à présent conservée par le Laboratoire de Génétique du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé, B.P. V51, Abidjan, Côte d'Ivoire. L'appendice 2 donne la liste des numéros, leur origine et les références de l'herbier.

4.4 OBSERVATIONS MORPHOLOGIQUES ET GEOGRAPHIQUES

4.4.1 Introduction

Deux types morphologiques, que nous avons appelés respectivement SOUDANAIS et GUINEEN, peuvent être distingués dans le matériel végétal du gombo en Côte d'Ivoire. Ils sont très faciles à reconnaître par la morphologie de l'épicalice, le caractère discriminatoire le plus important dans les clefs de détermination des espèces du genre *Abelmoschus* (CHEVALIER, 1940; VAN BORSSUM WAALKES, 1966; BATES, 1968).

Les paragraphes suivants donnent une description botanique des deux types, leur fréquence et répartition géographique en Côte d'Ivoire et ailleurs, ainsi qu'une présentation numérique et graphique de la variation de certains caractères morphologiques.

4.4.2 Description botanique du matériel ivoirien

4.4.2.1 Type SOUDANAIS (herbier WAG, SIEMONSMA 1-148)

Plante herbacée, annuelle, vigoureuse, à port érigé, jusqu'à 4 m de haut, plus ou moins ramifiée. *Tiges* cylindriques, avec poils simples courts raides disséminés, souvent mêlés de quelques poils bifurqués, glabrescentes, souvent teintées de rouge, rarement entièrement rouges à pourpres; branches dressées à retombantes. *Feuilles* disposées en spirale, simples, stipulées, variables en forme et taille. *Stipules* filiformes, jusqu'à 20 mm de long, fréquemment fendues jusqu'à la base, avec poils simples raides, parfois mêlés de quelques poils bifurqués. *Pétioles* jusqu'à 50 cm de long, souvent teintés de rouge, avec une ligne de poils simples lisses sur la face supérieure, pour le reste avec poils simples raides disséminés, glabrescents. *Limbes* elliptiques transversalement à orbiculaires en contour, jusqu'à 50 cm de large, avec une nervure médiane jusqu'à 35 cm de long, cordés à la base, à 5-9 nervures, rarement à taches rouges, le plus souvent palmatilobés à palmatipartites en 3, 5 ou 7 segments, parfois entiers ou anguleux; segments triangulaires, ovales, elliptiques, obovales, oblongs, spatulés ou lancéolés, serrés à crénelés, acuminés; nervures sur les deux faces avec poils simples raides disséminés, parfois mêlés de quelques poils bifurqués,

glabrescentes. *Fleurs* axillaires, solitaires ou à racème par réduction ou avortement des feuilles supérieures; pédicelles jusqu'à 3 cm de long à l'anthèse, puis croissant jusqu'à 7 cm de long, avec poils simples raides disséminés, parfois mêlés de quelques poils bifurqués, glabrescents. *Ségements de l'épicalice* 7-15, libres, linéaires à lancéolés, aigus à acuminés, 5-25 mm de long, $\frac{1}{2}$ -3 mm de large, caducs à l'anthèse ou peu après, avec poils simples raides, parfois mêlés de quelques poils bifurqués. *Calice* spathiforme, avec 5 dents à l'apex, 2-6 cm de long, se fendant en général d'un côté à l'épanouissement de la corolle, adné et caduc avec la corolle et le tube staminal, strigieux à soyeux. *Corolle* jaune, virant parfois au rose après l'anthèse, avec un centre pourpre foncé, parfois présent aussi à l'extérieur; pétales 5, libres, obovales à orbiculaires, $3\frac{1}{2}$ - $7\frac{1}{2}$ cm de long, obtus à rétus à l'apex, charnus à la base, glabres. *Tube staminal* jusqu'à $2\frac{1}{2}$ cm de long, blanc, glabre; filets jusqu'à 3 mm de long; anthères dorsifixes, uniloculaires; pollen échinulé. *Ovaire* tomenteux, souvent aussi avec quelques poils simples raides sur les costae; style à 5-10 bras de 3-5 mm de long; stigmates pourpre foncé avec poils simples. *Capsules* érigées, cylindriques en contour, 5-35 cm de long, acuminées, 1-5 cm de diamètre, rondes ou anguleuses à 5-10 arêtes, concaves entre les costae, perdant graduellement l'indumentum initial, le plus souvent complètement loculicides, parfois seulement partiellement ou ne s'ouvrant pas du tout. *Graines* nombreuses, globuleuses à ovoïdes, 3-6 mm de diamètre, avec minuscules excroissances en rangs concentriques, portant rarement de longs poils rouges.

4.4.2.2 Type GUINEEN (herbier WAG, SIEMONSMA 149-377)

Plante herbacée, annuelle à bisannuelle, vigoureuse, à port érigé, jusqu'à 4 m de haut, en général fortement ramifiée. *Tiges* souvent ligneuses à la base, cylindriques, glabres ou avec poils simples raides disséminés, parfois mêlés de quelques poils bifurqués, glabrescentes, souvent teintées de rouge; branches dressées à retombantes. *Feuilles* disposées en spirale, simples, stipulées, variables en forme et taille. *Stipules* filiformes, jusqu'à 20 mm de long, avec poils simples raides, spécialement sur les bords, parfois mêlés de quelques poils bifurqués. *Pétioles* jusqu'à 60 cm de long, souvent

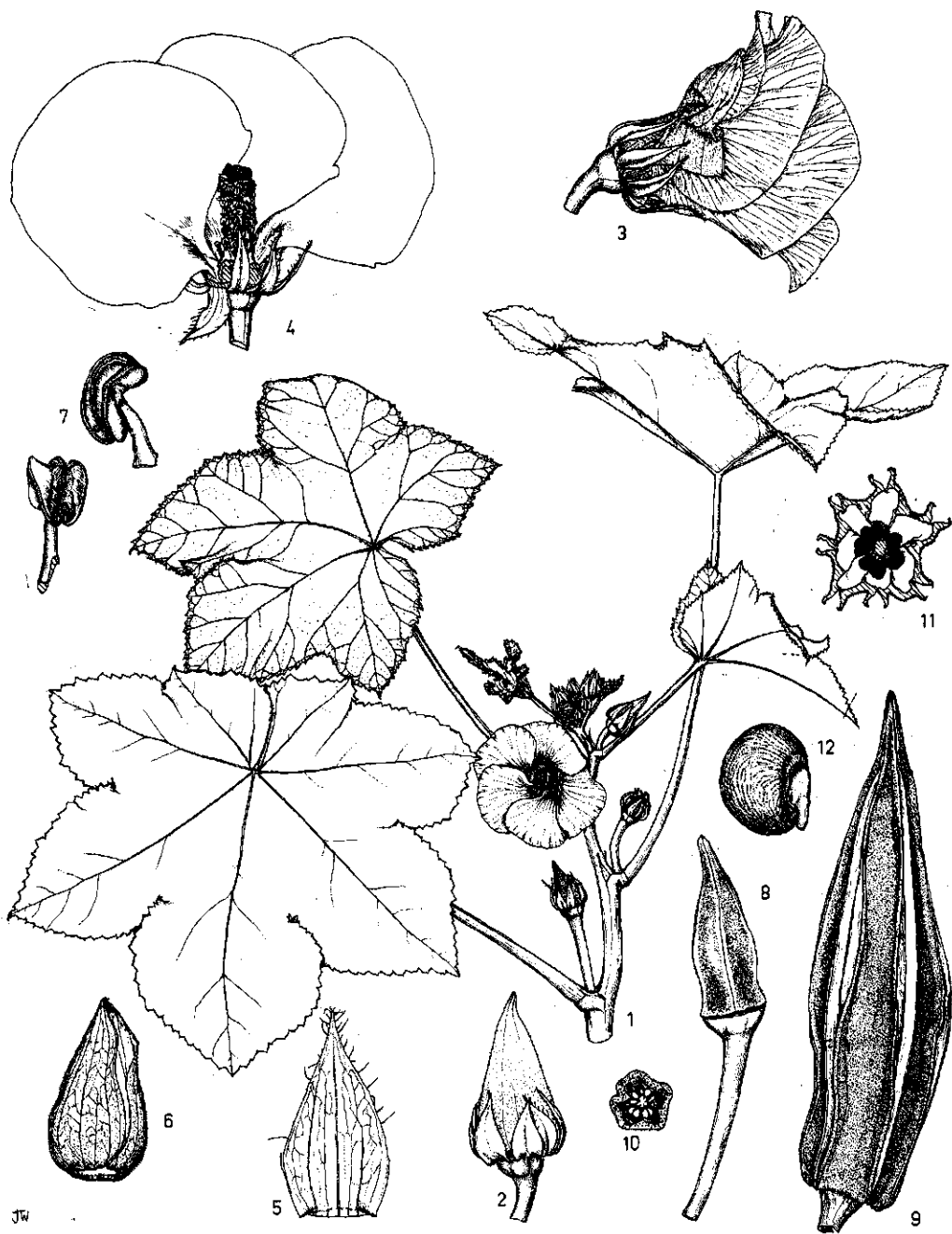


Figure 3. *Abelmoschus* sp., type GUINEEN (herb. WAG, SIEMONSMA 374).
 1. Partie apicale de la plante ($\times \frac{1}{2}$); 2. Bouton floral de profil ($\times \frac{1}{2}$);
 3. Fleur de profil ($\times \frac{1}{2}$); 4. Fleur (calice et deux pétales enlevés)
 ($\times \frac{1}{2}$); 5. Segment de l'épicalice ($\times 1 \frac{1}{2}$); 6. Calice ($\times \frac{1}{2}$); 7. Anthères
 déhiscentes ($\times 6$); 8. Jeune fruit ($\times \frac{1}{2}$); 9. Capsule mûre ($\times \frac{1}{2}$);
 10. Jeune fruit en coupe transversale ($\times \frac{1}{2}$); 11. Capsule mûre en
 coupe transversale ($\times \frac{1}{2}$); 12. Graine ($\times 3$).

teintés de rouge, avec une ligne de poils simples lisses sur la face supérieure, pour le reste glabres ou avec poils simples raides disséminés, glabrescents. *Limbes* elliptiques transversalement à orbiculaires en contour, jusqu'à 50 cm de large, avec une nervure médiane jusqu'à 35 cm de long, cordés à la base, à 5-9 nervures, le plus souvent palmatilobés à palmatipartites en 3, 5 ou 7 segments, parfois entiers ou anguleux; segments triangulaires, ovales, elliptiques, obovales, oblongs, spatulés ou lancéolés, serrates à crénelés, acuminés; nervures sur les deux faces avec poils simples raides disséminés, parfois mêlés de quelques poils bifurqués, glabrescentes. *Fleurs* axillaires, solitaires ou à racème par réduction ou avortement des feuilles supérieures; pédicelles jusqu'à 4¹/₂ cm de long à l'anthèse, puis croissant jusqu'à 13 cm de long, glabres ou avec poils simples raides disséminés, parfois mêlés de quelques poils bifurqués, glabrescents. *Segments de l'épicalice* 5-10, libres, ovales à oblongs, aigus à acuminés, 10-35 mm de long, 4-13 mm de large, en général caducs bien après l'anthèse, avec poils simples raides, spécialement sur les bords, parfois mêlés de quelques poils bifurqués. *Calice* spathiforme, avec 5 dents à l'apex, 2-7 cm de long, se fendant en général d'un côté à l'épanouissement de la corolle, adné et caduc avec la corolle et le tube staminal, soyeux à l'extérieur, souvent mêlé de poils courts simples et radiés, strigieux à soyeux à l'intérieur. *Corolle* jaune, virant souvent au rose après l'anthèse, avec un centre pourpre foncé, rarement présent aussi à l'extérieur; pétales 5, libres, obovales à orbiculaires, 4-9 cm de long, obtus à rétus à l'apex, charnus à la base, glabres. *Tube staminal* jusqu'à 3¹/₂ cm de long, blanc, glabre; filets jusqu'à 3 mm de long; anthères dorsifixes, uniloculaires; pollen échinulé. *Ovaire* tomenteux, souvent aussi avec quelques poils simples raides sur les costae; style à 5-12 bras de 3-5 mm de long; stigmates pourpre foncé avec poils simples. *Capsules* érigées à pendantes, ovoïdes, 5-25 cm de long, acuminées, 1-5 cm de diamètre, rondes ou anguleuses à 5-12 arêtes, concaves entre les costae, perdant graduellement l'indumentum initial, complètement ou partiellement loculicides ou ne s'ouvrant pas du tout. *Graines* nombreuses, globuleuses à ovoïdes, 3-5 mm de diamètre, avec minuscules excroissances en rangs concentriques, portant rarement de longs poils rouges.

4.4.3 Fréquence et répartition géographique

La fréquence des deux types dans la collection de 325 cultivars/lignées est présentée dans le tableau 13.

Tableau 13. Fréquence des deux types

Origine	Nombre de cultivars/lignées	Type	
		SOUDANAIS	GUINEEN
Côte d'Ivoire	314	79	235
Pays sahéliens	6	6	-
Cultivars internationaux	5	5	-
Total	325	90	235

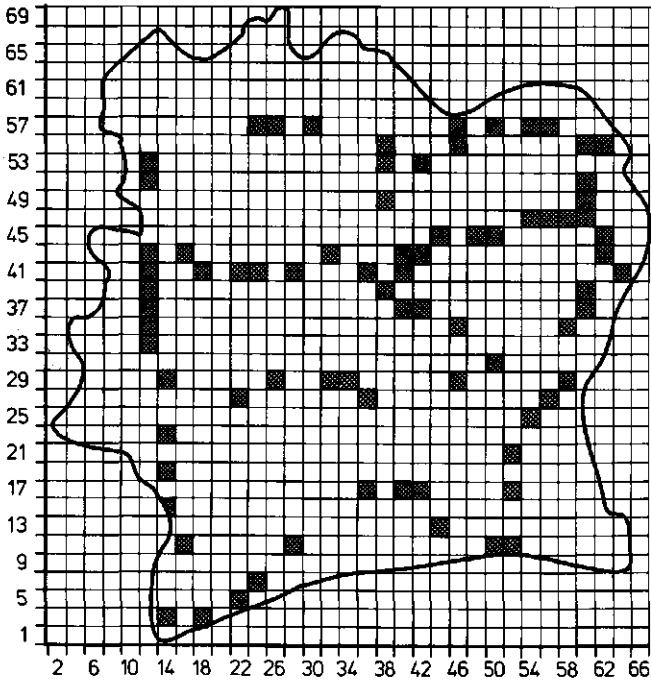
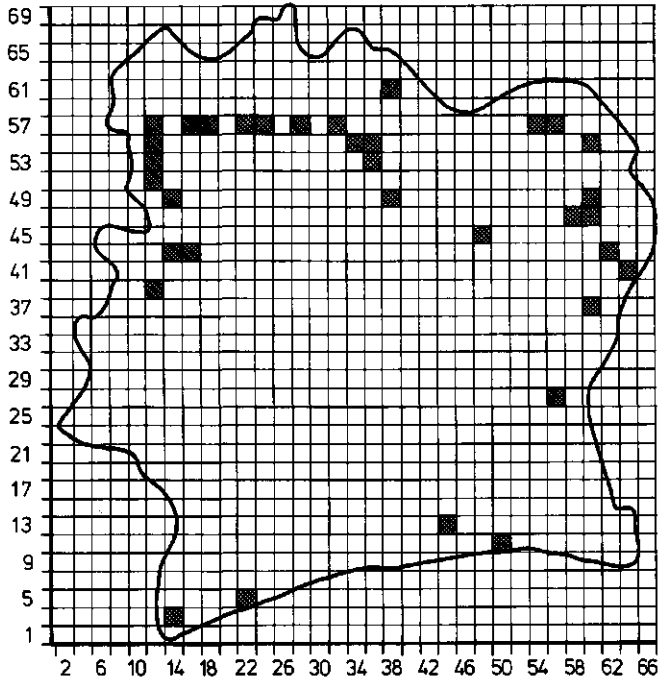
La collection, il convient de le souligner, a été établie sans prescience de l'existence des deux types, mais ces données montrent qu'un des types, le GUINEEN, est beaucoup plus fréquent en Côte d'Ivoire que le type SOUDANAIS.

La figure 4 donne la répartition géographique des 314 lignées locales. Bien qu'il puisse y être cultivé, le type SOUDANAIS est peu fréquent dans la zone forestière, ce qui permet de penser que le type GUINEEN a ici des avantages sur le plan agronomique. Le fait que le type SOUDANAIS se maintient dans le nord, est entre autres raisons lié aux besoins écologiques du type GUINEEN, notamment en ce qui concerne la photopériode (cf. chapitre 6).

Si on inclut *Hibiscus manihot* L. var. *callei* Chev. (cf. § 4.2.1.4), le type GUINEEN a été rapporté jusqu'à présent en Guinée, Sierra-Leone et Liberia (HUTCHINSON & DALZIEL, 1958), Côte d'Ivoire (présente étude), Ghana (SINGH & BHATNAGAR, 1975; MARTIN & RUBERTE, 1978) et Nigeria (observation personnelle). Il semble donc que le type GUINEEN soit une plante des climats Guinéens, selon la nomenclature d'AUBREVILLE (1949). Toutes ces références concernent des plantes cultivées: le type GUINEEN est apparemment un cultigène comme le type SOUDANAIS.

Figure 4.
Répartition géographique

Type SOUDANAIS
(79 lignées)



Type GUINEEN
(235 lignées)

4.4.4 Variation de quelques caractères morphologiques

4.4.4.1 Protocole expérimental

Pour compléter les descriptions morphologiques, la variation de quelques caractères morphologiques a été quantifiée.

Les observations concernant l'épicalice et le pédicelle ont été effectuées sur les spécimens d'herbier (appendice 2). Le nombre de bractées de l'épicalice a été observé sur une fleur ouverte ou presque ouverte, les dimensions des segments sur une bractée prise au hasard sur la même fleur. La longueur du pédicelle a été mesurée sur une fleur ouverte et sur une capsule mûre.

Les autres observations ont été effectuées sur du matériel vivant pendant les évaluations au champ. La longueur du calice a été mesurée sur une fleur ouverte, la longueur de la corolle sur un pétale pris au hasard sur la même fleur.

Pour des raisons de maintien de la collection, une plante par lignée était réservée pour la production de semences dans les parcelles d'observation. Les observations concernant les capsules et les graines ont été effectuées sur ces plantes. Les dimensions des fruits ont été mesurées sur les quatre capsules les plus longues. Le poids de la graine est la moyenne de vingt graines prises au hasard, provenant de ces capsules.

Pour la méthodologie des tests statistiques, on se référera au § 3.3.

4.4.4.2 Résultats

Les résultats font l'objet du tableau 14. La variation du caractère discriminatoire le plus sûr, à savoir la morphologie de l'épicalice, est représentée graphiquement sur la figure 5. Les positions des cultivars internationaux (type SOUDANAIS) ont été indiquées dans les histogrammes.

Les deux types sont différents dans presque tous les caractères observés. Les histogrammes montrent que l'appartenance d'une plante quelconque à l'un ou l'autre des types, se fait sûrement constater par la morphologie de l'épicalice, notamment la largeur de ses bractées. Le type GUINEEN a des pédicelles très longs, de sorte que ses

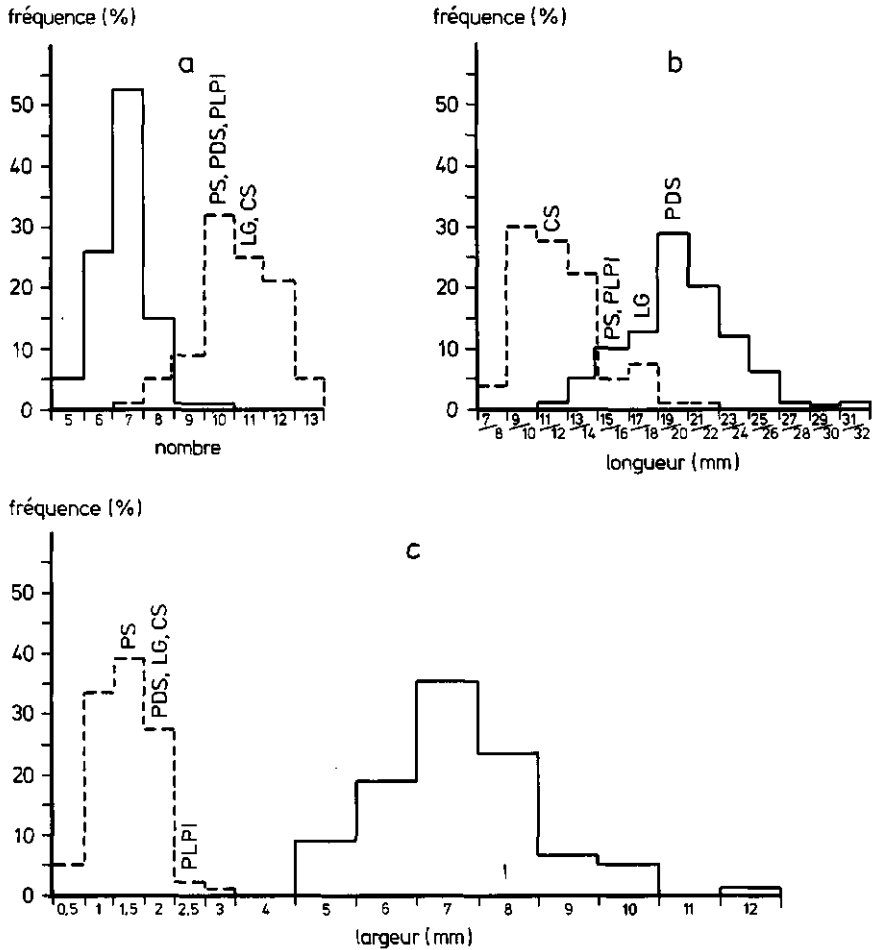


Figure 5. Variation dans le nombre (a), la longueur (b) et la largeur (c) des bractées de l'épicalice.
 Ligne tiretée: type SOUDANAIS. Ligne continue: type GUINEEN.
 CS = 'Clemson Spineless'; PS = 'Pusa Sawani'; LG = 'Long Green';
 PDS = 'Perkins Dwarf Spineless'; PLPI = 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

fruits se trouvent souvent en position pendante. Il a des fleurs plus grandes que le type SOUDANAIS. Ses capsules s'en distinguent plutôt par la forme (ovoïde plutôt que cylindrique) que par les dimensions. Ses graines sont un peu plus petites.

Tableau 14. Variation de quelques caractères morphologiques

Caractères	Type SOUDANAIS		Type GUINEEN		"Two-sample" test WILCOXON	Nbre de lignées observées	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s		SOUD.	GUIN.
<u>Bractées d'épicalice</u>							
- nombre	10,6	1,28	6,8	0,83	**	79	132
- longueur (mm)	12,1	2,75	20,1	3,61	**	79	132
- largeur (mm)	1,4	0,48	7,2	1,30	**	79	132
<u>Pédicelle</u>							
- longueur en fleur (mm)	11,8	5,46	17,7	6,43	**	49	74
- longueur en fruit (mm)	30,6	10,23	63,6	24,41	**	49	74
<u>Calice</u>							
- longueur (cm)	3,8	0,70	4,2	0,91	*	71	79
<u>Pétales</u>							
- longueur (cm)	5,3	0,83	6,8	1,14	**	71	79
<u>Capsule</u>							
- longueur (cm)	14,1	4,31	11,7	2,88	**	85	218
- largeur (cm)	3,0	0,59	3,0	0,60	n.s.	85	218
- rapport longueur/largeur	5,0	2,06	4,2	1,84	**	85	218
<u>Graines</u>							
- poids (mg)	63,4	9,92	52,9	8,87	**	85	218

4.4.5 Discussion et conclusions

Le matériel végétal du gombo en Côte d'Ivoire comprend deux types morphologiques très distincts. Le type SOUDANAIS correspond aux descriptions d'*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Le type GUINEEN fait penser à *Abelmoschus manihot* (L.) Medikus, par la forme et les dimensions des bractées de l'épicalice.

Il se distingue toutefois de ce taxon notamment par le nombre plus élevé de bractées de l'épicalice, par les dimensions de ses fruits et graines, et par l'absence sur les fruits de poils hispides qui les rendent inestomposables. *Abelmoschus manihot* est cultivé comme légume-feuille (TERRA, 1966).

Malgré un très grand nombre d'observations chez les cultivateurs, nous n'avons jamais rencontré les formes typiques d'*Abelmoschus manihot* en Côte d'Ivoire.

En 1940, CHEVALIER a décrit la variété *caillei* de l'espèce *Abelmoschus manihot*. L'auteur indique clairement que le nombre de bractées de l'épicalice (6-8) est plus élevé que dans les autres formes de l'espèce (4-6). Il en dit que c'est une plante ayant les principaux caractères d'*Abelmoschus esculentus*, et qu'elle est cultivée par la population locale de la Guinée pour ses jeunes fruits.

Il la décrit ainsi: "Plante glabre ou glabrescente; feuilles profondément divisées en 3-5 lobes lancéolés, irrégulièrement dentés; pédoncules floraux courts (10-15 mm), glabres; bractéoles 6-8, ovales-lancéolées, longues de 15 à 20 mm, glabres, mais longuement ciliées sur les bords" (Herb. Chev. no. 14910). Cette description assez restrictive ne représente qu'une partie de la variation observée chez le type GUINEEN, mais elle en fait partie.

Si l'on résume les observations morphologiques, les résultats suggèrent que le type GUINEEN pourrait être un hybride interspécifique entre *Abelmoschus esculentus* et *A. manihot*. Sa distribution géographique semble être limitée aux régions humides de l'Afrique de l'Ouest.

4.5 OBSERVATIONS AGRONOMIQUES

4.5.1 Introduction

Dans les systèmes traditionnels d'horticulture, le type GUINEEN est plus fréquent que le type SOUDANAIS, surtout en zone forestière. Les maraîchers professionnels par contre, cultivent souvent les cultivars internationaux du type SOUDANAIS, dont les semences sont distribuées par les vulgarisateurs.

L'hypothèse que le type GUINEEN dérive du type SOUDANAIS et d'*Abelmoschus manihot* par le processus d'hybridation interspécifique, suggère qu'il est plus jeune que le type SOUDANAIS. Le fait qu'il l'ait toutefois remplacé, pourrait être lié à des atouts sur le plan agronomique.

4.5.2 Protocole expérimental

Les observations rapportées ci-dessous ont été effectuées dans la première évaluation de la collection (cf. tableau 12). La partie

A a été semée le 10 octobre 1977, la partie B le 18 octobre 1978, dates permettant la culture sous des conditions de courte photopériode. La deuxième évaluation sera discutée au chapitre 6. Elle a été effectuée sous des conditions de jours longs, pour évaluer l'influence de la photopériode sur la date de floraison.

Chaque numéro (il s'agit ici des lots de graines, collectés dans les villages), était semé dans une parcelle de 1,80 à 2,80 m, qui comprenait trois lignes à un intervalle de 60 cm, et sept poquets sur la ligne à 40 cm de distance. En fonction de la quantité disponible, deux ou trois graines étaient semées par poquet, le démariage à une seule plante par poquet était fait trois semaines après le semis.

Les observations ont porté sur la levée, la floraison, le rendement et ses composants, et la hauteur des plantes à la fin de la culture. Le rendement est la production en jeunes fruits comestibles.

Pour la méthodologie des observations et des tests statistiques, on se reportera au § 3.3.

4.5.3 Résultats

Les résultats sont présentés dans le tableau 15.

Les pourcentages de levée sont relativement bons, si on prend en compte les méthodes de conservation assez primitives dans les villages (plein air, température et humidité élevées). Le type GUINEEN semble avoir des graines un peu plus dures que le type SOUDANAIS, ce dont résulte une levée légèrement plus tardive.

La plus importante différence entre les deux types concerne la floraison. Le type SOUDANAIS est très précoce, et est caractérisé par une grande homogénéité entre les lignées (CV = 11%). Le type GUINEEN est en moyenne environ quatre semaines plus tardif. La variation dans la floraison est présentée graphiquement sur la figure 6. Les positions des cultivars internationaux ont été indiquées dans les histogrammes.

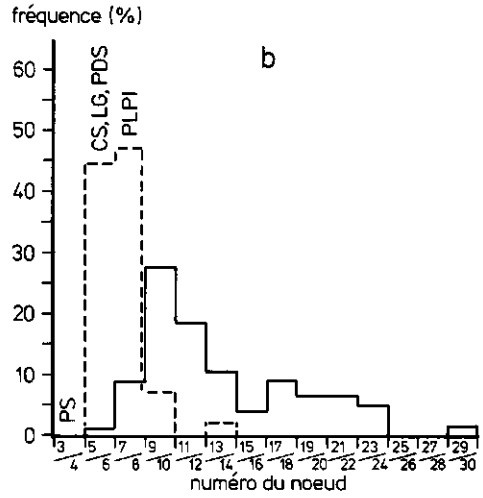
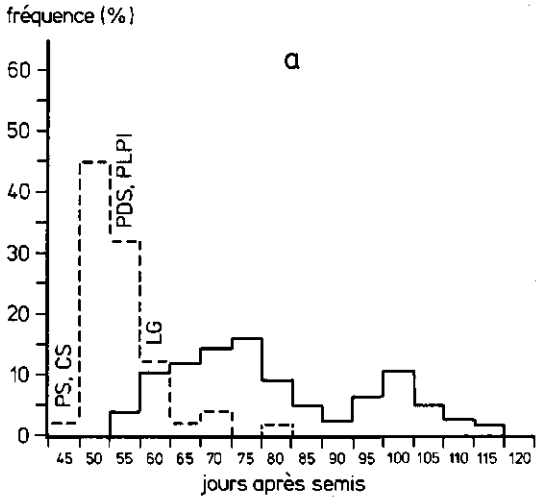
Les jeunes fruits comestibles du type GUINEEN sont plus légers que ceux du type SOUDANAIS, mais les rendements en grammes pendant l'évaluation 1 A sont comparables, à cause du nombre plus élevé de fruits par plante. Pendant l'évaluation 1 B, le type GUINEEN était atteint d'une fusariose qui a fortement influencé les rendements. Le type SOUDANAIS semble échapper à cette maladie par sa précocité.

Tableau 15. Variation de quelques caractères agronomiques

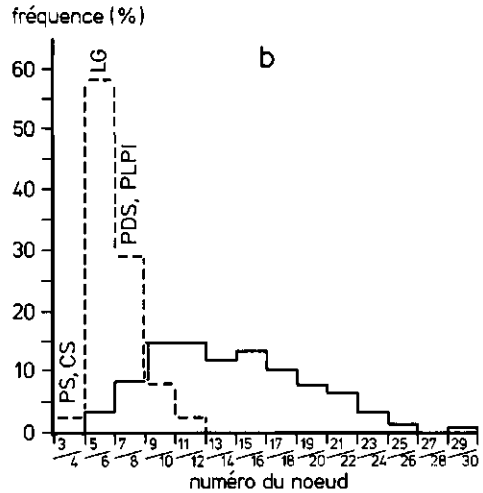
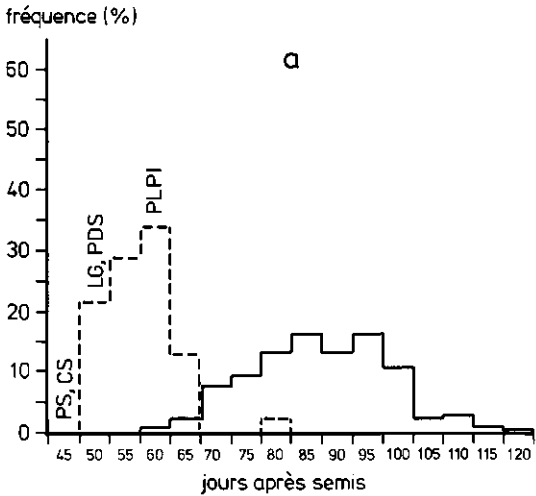
Caractères	Evaluation IA			Evaluation IB		
	Type SOUDANAIS (47 lignées) \bar{X} s	Type GUINEEN (64/76 lignées) \bar{X} s	"Two-sample" test WILCOXON	Type SOUDANAIS (36/38 lignées) \bar{X} s	Type GUINEEN (96/159 lignées) \bar{X} s	"Two-sample" test WILCOXON
<u>Levée</u>						
- pourcentage	64,4	26,14	n.s.	65,9	22,61	n.s.
- vitesse (jrs après semis)	5,5	0,73	**	6,5	0,94	**
<u>Floraison</u>						
- date (jrs après semis)	54,5	6,42	**	58,0	6,28	**
- numéro du noeud	6,8	1,37	**	6,5	1,54	**
<u>Production</u>						
- grammes par plante	233	114,94	n.s.	421	234,79	**
- fruits par plante	8,7	2,97	**	15,0	8,10	*
- poids du fruit (g)	25,9	6,34	**	28,3	5,05	**
- production des branches (% du total)				27,2	18,45	n.s.
<u>Taille de la plante</u>						
- hauteur finale (cm)	85,2	35,76	**	94,8	42,80	n.s.

Figure 6. Variation dans la date de floraison (a) et dans la position de la première fleur (b)
 Ligne tiretée: type SOUDANAIS. Ligne continue: type GUINEEN.
 CS = 'Clemson Spineless'; PS = 'Pusa Sawani'; LG = 'Long Green';
 PDS = 'Perkins Dwarf Spineless'; PLPI = 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

Evaluation IA



Evaluation IB



La durée de la culture de ces lignées s'est située entre trois et demi et cinq mois. Cette variation était plutôt due aux différences dans la durée de la phase végétative.

4.5.4 Discussion et conclusions

Sous les conditions de culture relativement intensive (fumure, traitements phytosanitaires) pratiquées pendant ces évaluations, les résultats ne mettent pas en évidence que le type GUINEEN présente des avantages par rapport au type SOUDANAIS, mais comme il sera montré plus tard (cf. chapitre 9), le type SOUDANAIS profite mieux des traitements phytosanitaires que le type GUINEEN. Dans le cas de maraîchers professionnels, en général mieux équipés pour la lutte anti-parasitaire que les cultivateurs traditionnels, le choix du type SOUDANAIS est justifié par le seul fait de sa précocité.

Bien que le type GUINEEN soit relativement tardif, les évaluations sous conditions de courte photopériode, dénie le prétendu caractère pérenne du type GUINEEN (MARTIN & RUBERTE, 1978). Toutefois, l'écart entre le jour le plus long et le plus court, assez faible dans un pays presque équatorial comme la Côte d'Ivoire, est suffisamment grand pour influencer de façon importante sur la durée de la période végétative du type GUINEEN (cf. chapitre 6).

4.6 OBSERVATIONS SUR LES NOMBRES CHROMOSOMIQUES

4.6.1 Introduction

L'introduction du gombo dans les diverses régions de l'ancien monde ne semble pas de date récente, et la variation dans les nombres chromosomiques constatée dans divers pays, plaide en faveur de sa nature polyphylétique.

Il n'y a que peu de travaux cytogénétiques effectués sur le matériel ouest-africain. SINGH & BHATNAGAR (1975) ont observé $2n = 194$ chromosomes dans un cultivar de gombo en provenance du Ghana. D'après leur description, il s'agit d'une lignée du type GUINEEN.

4.6.2 Protocole expérimental

Les observations consignées dans ce paragraphe ont été effectuées par VAN DER LAAN & DEKKERS¹. Elles portent sur cinq lignées du type SOUDANAIS et quatre lignées du type GUINEEN, choisies au hasard parmi les numéros de notre collection.

Les comptages ont été effectués sur du matériel somatique (extrémité des racines). Les racines étaient prétraitées à 8-hydroxy-quinoline et colorées à l'acète-orcéine, comme décrit par ARENDS (1976).

4.6.3 Résultats

Les résultats des treize préparats font l'objet du tableau 16. Les nombres sont difficiles à déterminer étant donné les faibles dimensions des chromosomes (4 à 11 Ångstrom) et leur nombre élevé, ce qui pourrait être à l'origine de la variation observée par lignée et entre lignées du même type.

Tableau 16. Observations sur les nombres chromosomiques (2n)

Type SOUDANAIS		Type GUINEEN			
Lignées	Nombre	Lignées	Nombre		
			prép. 1	prép. 2	prép. 3
Bécédi 1 a	134	Adiopodoumé 1 b	194-199	185	
Boundiali 7	131-135	Bouaflé 1 b	188-198		
Mindiadougou 5	135	Fouenan 2	195-196	192-193	
Mindiadougou 6 b	138-140	Nanbanakaha 1	189-190	194	194
Tiémé 1	135-143				

Les valeurs jointes par un trait d'union, indiquent que le nombre chromosomique se situe entre ces extrêmes.

La figure 7 donne une représentation graphique des préparats de Tiémé 1 et de Fouenan 2 (préparat 2). Les éléments incertains des préparats ont été indiqués en noir.

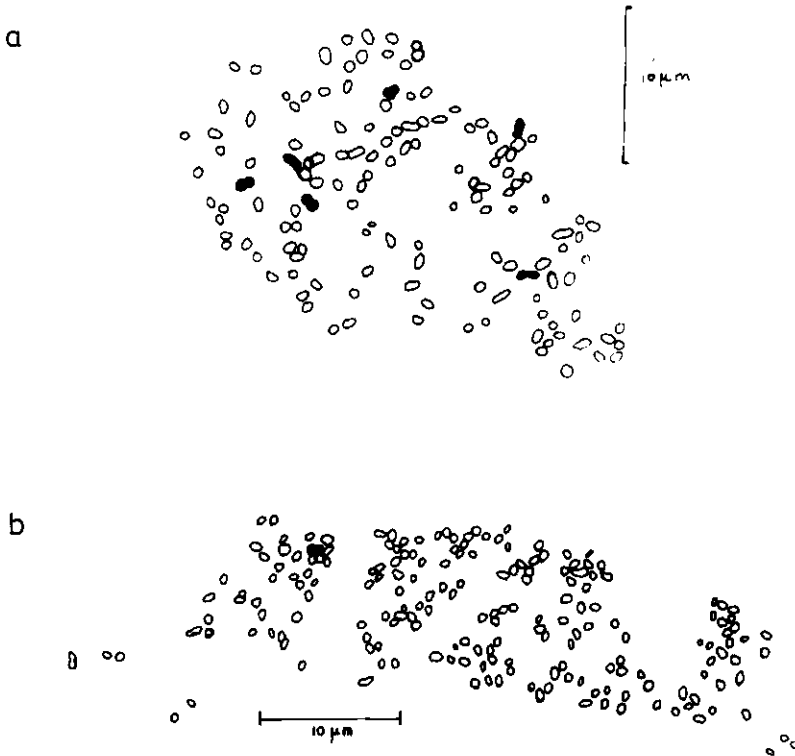
Malgré la variation intra-type, la différence entre les deux types est très claire. Les nombres observés pour le type SOUDANAIS sont légèrement plus élevés que le nombre $2n = 130$, fréquemment observé

¹ Laboratoire de Phytotaxonomie, Université Agronomique, B.P. 8010, Wageningen, Pays-Bas.

Figure 7. Représentation graphique de deux préparats chromosomiques

a. Type SOUDANAIS: Tiémé 1, $2n = 135-143$

b. Type GUINEEN: Fouenan 2, $2n = 192-193$



dans les cultivars indiens d'*Abelmoschus esculentus*. Les observations de SINGH & BHATNAGAR (1975) sont confirmées par ces observations sur le type GUINEEN. Ce sont les nombres les plus élevés jamais constatés dans le genre.

4.6.4 Discussion et conclusions

S'ajoutant aux observations morphologiques, les nombres chromosomiques comptés chez le type GUINEEN, renforcent l'hypothèse qu'il dérive d'*Abelmoschus esculentus* (= type SOUDANAIS) et d'*Abelmoschus manihot* ($2n = 60-68$) par hybridation interspécifique.

Des hybrides viables, mais stériles ou d'une très faible fertilité, entre *Abelmoschus esculentus* et *A. manihot* sont facilement obtenus (cf. § 4.2.2.2), surtout si *A. esculentus* est le parent femelle. L'étude de la méiose de ces hybrides a révélé qu'il n'y a que peu d'affinité entre les génomes de ces espèces parentales. Un amphidiploïde artificiel fertile ($2n = 192$) a été réalisé entre *Abelmoschus esculentus*, $2n = 124$, et *A. manihot*, $2n = 68$ (KUWADA, 1957b, 1961).

4.7 HYBRIDATION TYPE SOUDANAIS × TYPE GUINEEN

4.7.1 Introduction

Les observations ci-dessus ont mis en évidence que les deux types de gombo ouest-africains, sont bien distincts sur les plans morphologique, agronomique et cytogénétique, mais, étant donné qu'ils sont souvent cultivés mélangés, la question de leur capacité d'hybridation se pose alors.

SINGH (cité par JOSHI & HARDAS, 1976) a observé que les hybrides entre un cultivar de gombo ghanéen (type GUINEEN) et des cultivars indiens d'*Abelmoschus esculentus*, $2n = 130$, étaient partiellement fertiles.

KUWADA (1957b, 1961) a rapporté sur le comportement de l'amphidiploïde artificiel ($2n = 192$) entre *Abelmoschus esculentus*, $2n = 124$, et *A. manihot*, $2n = 68$. Cet amphidiploïde se croise facilement et réciproquement avec l'espèce parentale *A. esculentus*, et les descendances sont partiellement fertiles. Notre hypothèse étant que le type GUINEEN est l'équivalent naturel de cet amphidiploïde, l'hybridation entre le type SOUDANAIS et le type GUINEEN a donc fait l'objet d'une étude plus affinée.

4.7.2 Programme de croisements

4.7.2.1 Protocole expérimental

Un diallèle complet a été réalisé entre trois cultivars/lignées du type SOUDANAIS ('Clemson Spineless', 'Perkins Long Pod' Ivoirien, Fonsebougou 4) et deux lignées du type GUINEEN (Djiroutou 1, Sinanvessou 1).

Le choix de ce matériel était basé sur leur période végétative relativement courte. Comme il était nécessaire que la floraison soit simultanée, les semis ont été étalés dans le temps, entre le 13 septembre et le 4 octobre 1979, d'après les résultats obtenus auparavant pour ces lignées.

La technique d'émasculatation est illustrée sur la photo 4. Les fleurs sur les parents femelles sont émasculées le soir avant l'anthèse, et enveloppées, comme les fleurs non émasculées du parent mâle, d'un sachet de papier contre la contamination par insectes. Le jour de l'anthèse, les anthères déhiscentes d'une fleur du parent mâle, sont frottées contre le stigmate d'une fleur émasculée. Le sachet protecteur est enlevé quand le pistil s'est fané, en général trois jours après la pollinisation. Les plantes maternelles, portant un fruit issu d'un croisement contrôlé, sont débarrassées des autres fruits et fleurs, afin de limiter la concurrence dont pourrait résulter l'avortement.

Les 25 combinaisons du diallèle ont été toutes testées vingt fois. Afin d'éliminer une éventuelle influence de l'émasculatation sur les données, celle-ci a été pratiquée également dans les autopollinisations.

Sur chaque lignée, la technique d'émasculatation a été contrôlée par 20 émasculations sans pollinisation et 20 autopollinisations sans émasculatation (fleur hermaphrodite, enveloppée d'un sachet).

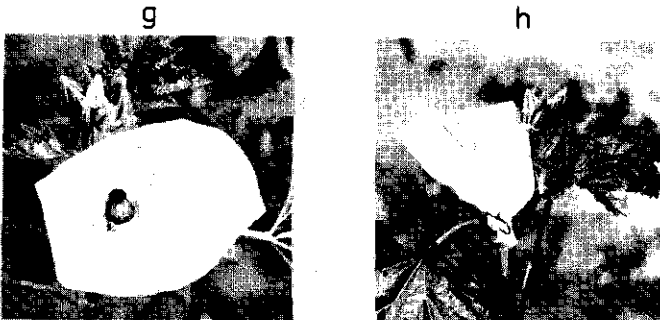
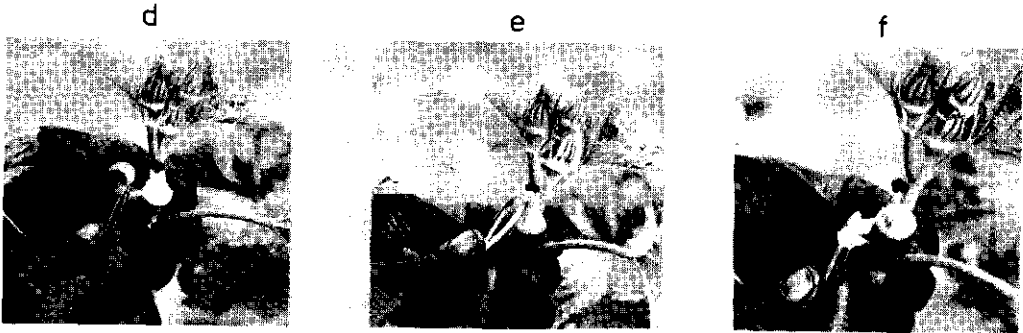
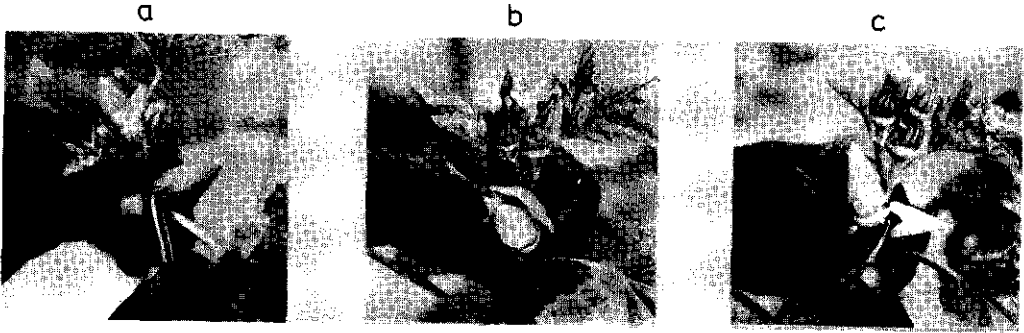
Ce programme a été réalisé entre le 12 novembre et le 14 décembre 1979. Les observations ont porté sur le pourcentage de réussite des croisements (nombre de fruits récoltés contenant des graines d'apparence normale, en pour cent du nombre de croisements), sur le nombre de graines par fruit et sur le poids des graines.

Les résultats indiqués sont les moyennes des six groupes suivants:

Lignées parentales	S = type SOUDANAIS	3 lignées
(autopollinisations)	G = type GUINEEN	2 lignées
Hybrides intra-type	S×S = SOUDANAIS × SOUDANAIS	6 combinaisons
	G×G = GUINEEN × GUINEEN	2 combinaisons
Hybrides inter-types	S×G = SOUDANAIS × GUINEEN	6 combinaisons
	G×S = GUINEEN × SOUDANAIS	6 combinaisons

Photo 4. Technique d'émasculatation

Enlèvement successif des bractées de l'épicalice (a), du calice (b), des pétales (c et d) et du tube staminal (e et f). Placement du sachet protecteur (g et h).



4.7.2.2 Résultats

Les croisements inter-types réussissent sans problèmes dans les deux sens (tableau 17). On s'attend à l'influence prédominante du parent femelle sur le nombre de graines par fruit et sur le poids des graines, le fruit (nombre d'ovules) et le tégument de la graine étant tissus maternels.

Tableau 17. Résultats des croisements

Groupes	Autopollinisation sans émasculatation			(Auto)pollinisation avec émasculatation		
	% de réussite	Graines par fruit	Poids de la graine (mg)	% de réussite	Graines par fruit	Poids de la graine (mg)
<u>Lignées parentales</u>						
- S	97	75	54	63	79	53
- G	53	25	51	85	38	47
<u>Hybrides intra-type</u>						
- S×S	-	-	-	58	79	54
- G×G	-	-	-	73	42	45
<u>Hybrides inter-types</u>						
- S×G	-	-	-	61	72	55
- G×S	-	-	-	60	30	40

Toutes les 100 fleurs émasculées et non pollinisées avortaient très rapidement, preuve de l'efficacité de la technique pour éliminer l'autofécondation et la contamination de l'extérieur.

La comparaison des deux modes d'autopollinisation, suggère une interaction entre méthode et matériel végétal. L'émasculatation semble influencer négativement sur le pourcentage de réussite chez le type SOUDANAIS, ce qui peut être expliqué par le fait que le pistil est facilement endommagé pendant cette opération délicate. Le type GUI-NEEN semble profiter de la pollinisation contrôlée, étant donné le pourcentage de réussite et le nombre de graines par fruit, ce qui nous mène à l'hypothèse que les insectes pourraient jouer un rôle assez important dans la pollinisation du type GUINEEN. Cette hypothèse est renforcée par les deux observations qui suivent. Si on cultive plusieurs lignées côte à côte, les descendance des lignées

du type GUINEEN sont plus hétérogènes que celles du type SOUDANAIS. De plus, au moment de l'anthèse chez le type SOUDANAIS, les anthères déhiscentes sont toujours en contact avec le stigmate, tandis que dans le cas du type GUINEEN, cette synchronisation est souvent moins parfaite.

4.7.3 Analyse des descendance

4.7.3.1 Protocole expérimental

Les 25 combinaisons du diallèle ont été comparées dans un essai de cinq blocs randomisés à 25 parcelles par bloc. Chaque parcelle comprenait 25 plantes semées à 25 cm de distance sur une ligne de 6,25 m de longueur. La distance entre les lignes était de 1 m, la densité en résultant était de 40 000 pieds/ha.

Le 12 février 1980, deux graines par poquet ont été semées. A l'âge de trois semaines, une seule plante par poquet était laissée par démariage.

Chaque jour, les boutons floraux, prêts à s'ouvrir le lendemain, étaient enveloppés d'un sachet pour empêcher l'allogamie. Après un grand nombre de ces autopollinisations contrôlées, les autres fleurs n'étaient plus enveloppées, afin de pouvoir comparer l'autopollinisation stricte à la pollinisation libre.

Les observations ont porté sur le nombre de fruits récoltés (contenant des graines d'apparence normale), sur le nombre de graines par fruit et sur le poids des graines.

Outre ces observations sur la fertilité, des données ont été recueillies sur la levée, sur le port des plantes trois semaines après la levée et à la fin de la culture, sur la floraison et sur la morphologie de l'épicalice.

Par suite des différences systématiques dans la vitesse de levée, dues au parent femelle, les observations sur la croissance initiale ont été effectuées à des dates différentes, mais toujours trois semaines après la date de levée moyenne des combinaisons dérivées d'une certaine lignée maternelle.

Pour la même raison, la date de floraison a été exprimée en jours après la levée.

Le nombre de bractées de l'épicalice a été compté sur la première fleur de chaque plante, les dimensions ont été mesurées sur une bractée, prise au hasard sur cette même fleur.

On s'est limité à une comparaison entre les populations des lignées parentales (S et G), des hybrides intra-type (S×S et G×G) et des hybrides inter-types (S×G et G×S).

Pour la méthodologie des tests statistiques, on se référera au § 3.3.

4.7.3.2 Résultats

Les observations sur la fertilité sont résumées dans le tableau 18.

Tableau 18. Observations sur la fertilité

Groupes	Autopollinisations contrôlées				Pollinisations libres		
	Nombre effectué	Nombre de fruits récoltés	Nombre de graines par fruit	Poids de la graine (mg)	Nombre de fruits récoltés	Nombre de graines par fruit	Poids de la graine (mg)
<u>Lignées parentales</u>							
- S	425	63	25	31	26	24	35
- G	476	97	22	38	514	48	39
<u>Hybrides intra-type</u>							
- S×S	1125	405	35	32	23	30	25
- G×G	553	209	18	37	658	48	39
<u>Hybrides inter-types</u>							
- S×G	2222	5	1,6	18	110	7,7	24
- G×S	1658	2	2,5	21	200	8,0	25

Les plantes issues des hybridations inter-types ont une apparence normale, mais les résultats des autopollinisations contrôlées montrent leur quasi-stérilité. Le pollen de ces hybrides est de dimensions très variables. Outre les sept fruits récoltés, contenant des graines d'apparence normale, ces hybrides ont également donné un certain nombre de petits fruits sans aucune graine. Ce phénomène de développement de fruits vides, a été régulièrement observé chez les hybrides interspécifiques du genre *Abelmoschus*.

Les treize graines F2, obtenues sur les hybrides inter-types par autopollinisation contrôlée, ont été semées le 21 juillet 1980. Seule une graine germaît, produisant une plante également stérile.

Un grand nombre de fruits et graines ont été obtenus sur les hybrides inter-types sous conditions de pollinisation libre, probablement par suite d'apport par insectes du pollen normal des lignées parentales et des hybrides intra-type.

Au moment de l'arrêt des autopollinisations contrôlées, il restait peu de feuilles et de boutons floraux sur les plantes du groupe S et du groupe S×S, ce qui explique le faible nombre de fruits récoltés sous pollinisation libre.

La comparaison entre l'autopollinisation contrôlée et la pollinisation libre, sur les lignées parentales du type GUINEEN et leurs hybrides intra-type (G×G), renforce encore l'hypothèse de l'importance des insectes dans la pollinisation chez ce type: le nombre de graines par fruit est beaucoup plus élevé sous conditions de pollinisation libre.

Le tableau 19 donne les résultats des observations agronomiques et morphologiques.

Les populations des lignées des deux types sont significativement différentes pour tous les caractères observés, sauf pour le numéro du noeud de la première fleur ouverte.

Les valeurs moyennes pour les populations d'hybrides intra-type, reflètent presque parfaitement les moyennes des lignées parentales. Les plantules hybrides S×S présentent un pourcentage de levée légèrement plus élevé, elles sont un peu plus longues et légèrement plus précoces que celles des lignées parentales S.

Les populations d'hybrides inter-types sont en général intermédiaires entre les deux types parentaux, bien que le type GUINEEN semble dominant en ce qui concerne la longueur des bractées de l'épicalice. Un effet du sens du croisement est en général présent.

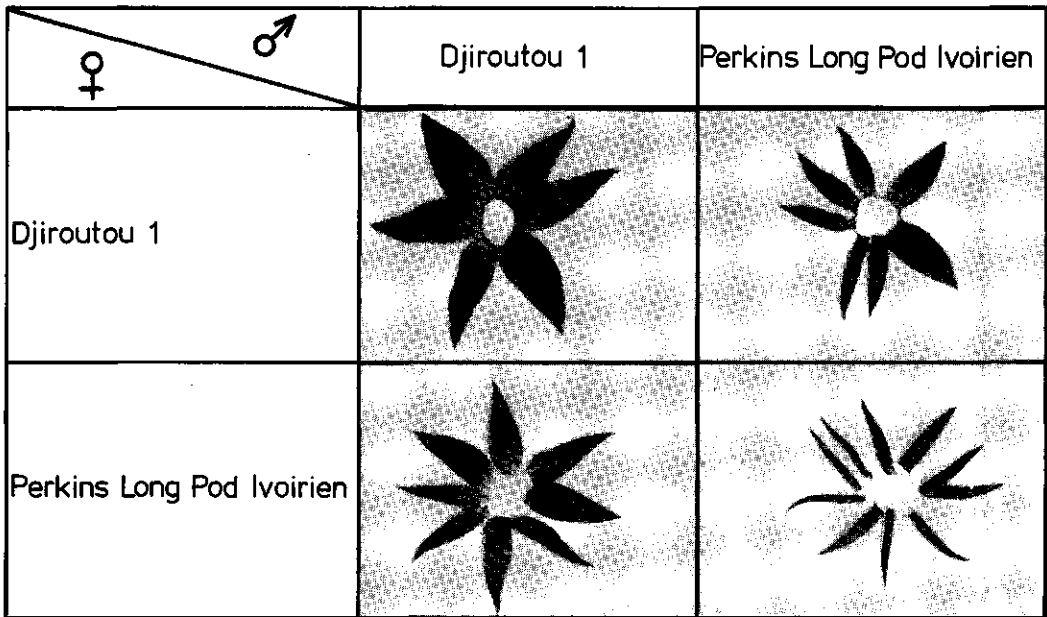
Le parent femelle prédomine notamment dans le cas du pourcentage et de la vitesse de levée, le tégument des graines hybrides étant tissu maternel.

Les données sur le nombre de noeuds ou feuilles formé pendant les trois semaines qui suivent la levée ne mettent pas en évidence une plus grande vigueur des hybrides par rapport aux parents. Les données sur le port de la plante à la fin de la culture ne peuvent

pas servir de critère de la vigueur, étant donné la différence dans la distribution de la matière sèche entre plantes fertiles et stériles.

La photo 5 montre la transmission des caractéristiques morphologiques de l'épicalice dans le croisement entre Djiroutou 1 (type GUINEEN) et 'Perkins Long Pod' Ivoirien (type SOUDANAIS).

Photo 5. Morphologie de l'épicalice chez les hybrides inter-types par rapport aux parents



4.7.4 Discussion et conclusions

Les résultats de l'hybridation type GUINEEN × type SOUDANAIS ressemblent à ceux que donne l'amphidiploïde artificiel *Abelmoschus esculentus* × *A. manihot*, hybridé avec *A. esculentus*. Les deux types se croisent facilement dans les deux sens, les hybrides ont l'air normal, mais sont caractérisés par une fertilité fortement réduite. Ils peuvent toutefois donner des descendance, surtout par rétro-croisement avec les types parentaux.

Les deux types étant souvent cultivés mélangés, l'hybridation doit se produire régulièrement dans les champs des cultivateurs,

surtout avec le type GUINEEN comme parent femelle, les insectes semblant jouer un rôle assez important dans sa pollinisation. Etant donné leur fertilité très réduite, il y a toutefois peu de chances que ces plantes hybrides soient sélectionnées par le cultivateur pour fournir les semences (graines F2 ou BC1) de la prochaine culture.

Les conséquences que cette capacité de s'hybrider peut avoir pour la génération spontanée d'autres polyploïdes sont difficiles à prévoir à ce niveau de polyploïdie et chez une plante soumise à la sélection par l'homme.

4.8 HYBRIDATION TYPE GUINEEN × ABELMOSCHUS MANIHOT (L.) MEDIKUS

4.8.1 Introduction

La "Flora of West Tropical Africa" (HUTCHINSON & DALZIEL, 1958), donne plusieurs références témoignant de la présence des formes typiques d'*Abelmoschus manihot* en Afrique de l'Ouest. Malgré un très grand nombre d'observations chez les cultivateurs, nous ne les avons jamais rencontrées en Côte d'Ivoire. L'hybridation rapportée ci-dessous, a été effectuée avec une lignée d'*A. manihot* d'origine asiatique.

SINGH (cité par JOSHI & HARDAS, 1976) a constaté que les hybrides entre un cultivar ghanéen de gombo (type GUINEEN) et *Abelmoschus tetraphyllus* ($2n = 138$), étaient complètement stériles. Comme indiqué ci-avant, cette dernière espèce est considérée par VAN BORSSUM WAALKES (1966) comme une forme d'*Abelmoschus manihot*, mais son nombre chromosomique et les travaux de UGALE et al. (1976), suggèrent qu'il s'agit d'un produit d'hybridation interspécifique.

L'amphidiploïde artificiel, $2n = 192$, (KUWADA, 1957b, 1961) entre *Abelmoschus esculentus* et *A. manihot*, se croise facilement avec *A. manihot*, si l'amphidiploïde est le parent femelle. Les descendances sont partiellement fertiles. Le croisement réciproque ne donne que des graines vides.

4.8.2 Programme de croisements

4.8.2.1 Protocole expérimental

Des croisements ont été effectués entre une lignée locale du type GUINEEN (Djiroutou 1), et une lignée d'*Abelmoschus manihot* (L.) Medikus, obtenue du Centre Biologique de l'Université de Groningen, Pays-Bas (herbier WAG, SIEMONSMA 378-380).

Les lignées ont été semées le 2 juillet 1980. La technique de croisement a été décrite au § 4.7.2.1.

Par lignée 150 émasculations ont été effectuées, destinées à 50 autopolinisations et 100 croisements inter-types. De plus, sur chaque lignée, la technique d'émasculation a été vérifiée par 50 émasculations sans pollinisation et 50 autopolinisations sans émasculation (fleur hermaphrodite, enveloppée d'un sachet). Ce programme a été réalisé entre le 11 et le 18 septembre 1980.

Les observations ont porté sur le pourcentage de réussite des croisements (nombre de fruits récoltés contenant des graines d'apparence normale), sur le nombre de graines par fruit et sur le poids et les dimensions des graines. Le nombre et le poids des graines ont été observés séparément pour chaque fruit récolté. Le diamètre des graines a été mesuré sur un échantillon de 20 graines par combinaison.

4.8.2.2 Résultats

Les résultats font l'objet du tableau 20.

Les 100 fleurs émasculées et non pollinisées ont toutes avorté rapidement. La comparaison des deux modes d'autopolinisation montre que le pourcentage de réussite et le nombre de graines par fruit chez *A. manihot*, sont plus élevés sous conditions de pollinisation contrôlée. Les très grandes fleurs de cette lignée, corroborent également l'impression que les insectes pourraient jouer un rôle important dans la pollinisation. Cette même tendance, bien que moins prononcée, avait déjà été constatée chez le type GUINEEN. Ceci constitue donc encore un caractère du type GUINEEN, intermédiaire entre le type SOUDANAIS et *Abelmoschus manihot*.

Tableau 20. Résultats des croisements

Groupes	Autopollinisation sans émasculatation				(Auto)pollinisation avec émasculatation			
	% de réussite	Graines par fruit	Poids (mg)	Dia- mètre (mm)	% de réussite	Graines par fruit	Poids (mg)	Dia- mètre (mm)
<u>Lignées parentales</u>								
- GUINEEN	56	25	47	4,5	64 a	29	45 a	4,5 a
- A.manihot	4	16	17	3,5	24 b	33	16 c	3,4 d
<u>Hybrides</u>								
- G × man.	-	-	-	-	70 a	26	23 b	3,9 b
- man. × G	-	-	-	-	40 b	25	10 d	3,6 c
s ²					2217,57	395,61	9,47	0,048
Test F					**	n. s.	**	**

Des graines hybrides d'apparence normale ont été obtenues dans les deux sens. Elles ressemblent à celles du parent maternel quant à la forme: réniformes pour *Abelmoschus manihot* et à peu près sphériques pour le type GUINEEN (photo 6). En ce qui concerne les dimensions, elles sont environ intermédiaires entre les deux parents. Quant au poids, les graines du croisement A. *manihot* × type GUINEEN, sont trop légères par rapport à leurs dimensions. Elles se sont avérées vides. On peut ajouter que, outre les 40 fruits classés positifs dans ce croisement, neuf fruits secs ont été récoltés dont les graines n'étaient pas mûres.

Les descendance ont été étudiées par CHARRIER & VRANCKEN-JAHAE¹ (comm. pers.). Aucune graine du croisement A. *manihot* × type GUINEEN n'a germé. Les graines du croisement réciproque ont mal germé et n'ont donné que des plantules chétives.

4.8.3 Discussion et conclusions

Le type GUINEEN se comporte comme l'amphidiploïde entre A. *esculentus* et A. *manihot*, lors d'hybridation avec *Abelmoschus manihot*.

¹ ORSTOM, Centre d'Adiopodoumé, B.P. V51, Abidjan, Côte d'Ivoire.

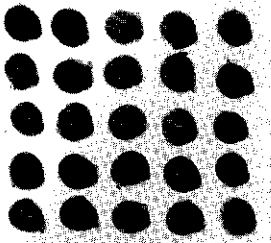
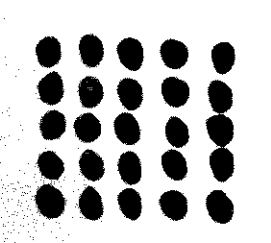
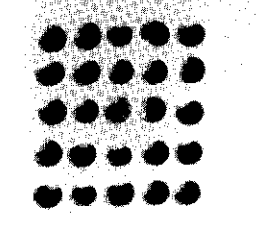
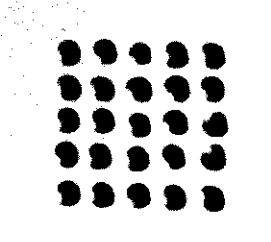
♀ / ♂	Djiroutou 1	Abelmoschus manihot
Djiroutou 1		
Abelmoschus manihot		

Photo 6. Morphologie des graines hybrides par rapport aux parents

Il est difficile d'évaluer les chances que ces hybridations type GUINEEN × *Abelmoschus manihot* se produisent en Afrique de l'Ouest, faute d'information sur l'importance d'*A. manihot*, qui est en tout cas absent ou très rare en Côte d'Ivoire.

4.9 CONCLUSIONS

Le matériel végétal du gombo en Côte d'Ivoire comprend deux taxons très distincts sur les plans morphologique, agronomique et cytogénétique.

La morphologie du taxon, appelé SOUDANAIS, correspond à la description botanique d'*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Son nombre chromosomique se situe entre les extrêmes rapportés pour cette espèce.

Le taxon, appelé GUINEEN, a des caractéristiques morphologiques intermédiaires entre *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench et *A. manihot* (L.) Medikus. Son nombre chromosomique, le plus élevé rapporté dans

le genre, renforce l'hypothèse qu'il pourrait s'agir d'un amphidiploïde entre ces deux espèces. Le comportement du type GUINEEN dans les hybridations avec les espèces supposées parentales, ressemble à celui de l'amphidiploïde artificiel *A. esculentus* × *A. manihot*, réalisé au Japon.

La population locale ne fait guère de distinction entre les deux types. Ils sont souvent cultivés mélangés et les fruits sont vendus mélangés sur les marchés.

Le type GUINEEN a presque complètement remplacé le type SOUDANAIS dans la culture traditionnelle en zone forestière, ce qui est probablement dû au fait qu'il est moins sensible aux maladies et ennemis que le type SOUDANAIS (cf. chapitre 9). Ses besoins écologiques, notamment en ce qui concerne la photopériode (cf. chapitre 6) semblent avoir été un obstacle à sa dissémination vers le nord (pays sahéliens).

5 ANALYSE DE CROISSANCE

5.1 INTRODUCTION

A part des études sur la biologie florale et des études de corrélation entre composants du rendement et caractères structuraux des plantes, des données bibliographiques sur la croissance végétative et générative du gombo sont peu nombreuses. Il est toutefois bien connu que la croissance végétative et le nombre de fruits par plante sont négativement influencés plus on laisse grossir et mûrir les fruits sur la plante (WOODROOF, 1927; HARVEY, 1931; PERKINS et al., 1952; MADHAVA RAO, 1953; KOLHE & CHAVAN, 1967).

Une étude de la production et de la distribution de la matière sèche a paru utile pour mieux comprendre le comportement des plantes en fonction des conditions écologiques (cf. chapitre 6) et des méthodes culturales (cf. chapitre 8).

Plusieurs études ont montré que le nombre de fruits est en général le composant le plus important du rendement du gombo (RAO & RAMU, 1975; ROY & CHHONKAR, 1976). La plante portant des fruits solitaires et axillaires, le rendement est hautement corrélé au nombre de noeuds génératifs formé. Pour qu'un grand nombre de ces noeuds soit formé, il faut que la croissance végétative se continue pendant la phase générative.

Les plantes annuelles sont en général caractérisées par une synchronisation entre la sénescence des parties végétatives et la maturation des fruits (WEAVER, 1972). L'enlèvement régulier des jeunes fruits devrait en principe plus retarder la sénescence que si la culture est faite pour les graines.

Dans cette optique, deux essais ont été effectués. Le premier avait pour but d'observer en détail la croissance du cultivar 'Clemson Spineless' qui a servi comme cultivar de référence dans la plupart des expérimentations. Le deuxième essai comportait une comparaison de quatre cultivars, trois du type SOUDANAIS et un du type GUINEEN, cultivés chacun séparément pour les jeunes fruits et pour les graines.

5.2 MATERIEL ET METHODOLOGIE

Quatre cultivars étaient impliqués dans cette étude. Les graines de 'Clemson Spineless' et de 'Perkins Long Pod' Ivoirien avaient été obtenues par voie commerciale. Le premier provient des Etats-Unis, l'autre est vulgarisé en Côte d'Ivoire. Darhala 1 (type SOUDANAIS) et Djiroutou 1 (type GUINEEN) sont deux lignées locales relativement précoces, et assez prometteuses lors des évaluations de notre collection.

Pour les définitions et la méthodologie des observations non destructives et pour la méthodologie des tests statistiques, on se référera au § 3.3.

Pendant la période entre deux prélèvements faits pour déterminer la matière sèche, les parties avortées (feuilles, parties florales) étaient régulièrement ramassées et, de même que la récolte, cumulativement ajoutées à la matière sèche présente au moment du prélèvement.

Les plantes, divisées en racines, tiges, feuilles, produit récolté et autres parties génératives, étaient séchées pendant au moins 48 heures dans une étuve à 70°C.

La superficie foliaire était calculée en comparant le poids sec total des feuilles (sans pétioles) au poids sec d'un échantillon de superficie connue, obtenu à l'aide d'un perçoir.

5.3 PREMIER ESSAI: CROISSANCE VEGETATIVE ET GENERATIVE DE 'CLEMSON SPINELESS' DANS LA CULTURE POUR LES JEUNES FRUITS

5.3.1 Introduction

'Clemson Spineless' est un cultivar américain attractif. Il est précoce, a des feuilles profondément divisées, et des fruits verts d'environ 15 cm de long et 2 à 2,5 cm de large. Sa hauteur moyenne dépasse rarement 1,50 m.

On dispose d'un grand nombre de données bibliographiques sur ce cultivar et le fait qu'il se comporte relativement bien dans les régions tropicales, nous a mené à le choisir comme cultivar de référence dans les expérimentations.

5.3.2 Protocole expérimental

Deux parcelles de 'Clemson Spineless' ont été établies en saison sèche, le 20 décembre 1976 et le 28 février 1977 respectivement.

Chaque parcelle comprenait 325 poquets en treize lignes de 25 poquets. L'écartement entre les lignes était de 1 m, et la distance entre les poquets sur la ligne de 50 cm. Trois graines par poquet étaient semées. Une densité de 20 000 pieds/ha était obtenue par démariage trois semaines après le semis.

Deux niveaux de croissance ont été induits par différentes méthodes culturales en ce qui concerne la fumure et l'évaporation de l'eau d'arrosage. La parcelle 1 était fertilisée avec 600 kg/ha d'engrais complet NPK 10-10-20, en quatre doses de 150 kg, le premier avant le semis et les autres à des intervalles de deux semaines. Les treize lignes de semis étaient établies sur des billons d'une vingtaine de cm de hauteur. La parcelle 2 a reçu en plus un apport élevé de fumure organique (10 t/ha de fumier de poules, enfouies avant le semis), la culture était en plat et le sol était couvert de paille sèche.

Les plantes étaient arrosées selon les besoins.

Les observations non destructives ont été effectuées sur des plantes qui se trouvaient entourées d'autres plantes pendant toute la durée de l'essai (parcelle 1: 66 plantes; parcelle 2: 81 plantes).

A des intervalles d'une à deux semaines, quatre plantes, désignées au hasard avant le début de l'essai, ont été prélevées pour la détermination de la matière sèche.

5.3.3 Résultats

5.3.3.1 Phase végétative

Les résultats présentés dans le tableau 21 montrent que les deux parcelles ne diffèrent pas en ce qui concerne la vitesse de levée, de sorte que la durée de la phase végétative a été définie ici comme la période entre le semis et le jour où le premier bouton floral est visible à l'oeil.

L'initiation florale est en premier lieu sous contrôle génétique, mais son expression est souvent influencée par l'environnement de

Tableau 21. Levée, durée de la phase végétative et vigueur initiale

Caractères	Parcelle 1		Parcelle 2		"Two-sample" test WILCOXON
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	
<u>Levée</u>					
- pourcentage	85,7		92,7		n. s.
- vitesse (jours après semis)	3,9	0,81	4,0	0,52	
<u>Apparition du premier bouton floral</u>					
- date (jours après semis)	25,2	2,37	23,5	2,77	**
- numéro du noeud	3,8	0,63	6,8	1,49	**
<u>Vigueur initiale</u> (3 semaines après semis)					
- matière sèche totale (mg/plante)	186		901		
- hauteur des plantules (cm)	-		10,2	1,42	
- superficie foliaire (cm ²)	-		171	60,65	

façon importante. La vernalisation et la réaction qualitative à la photopériode en sont les exemples les plus spectaculaires.

Les deux parcelles ne diffèrent guère quant à la date d'apparition du premier bouton floral. Importante est toutefois la différence dans le nombre de noeuds végétatifs.

La relation entre croissance et initiation florale a été observée en détail sur la parcelle 2. En tant que paramètres de croissance, la hauteur et la superficie foliaire des plantules individuelles ont été mesurées trois semaines après le semis. La superficie foliaire d'une plantule était calculée d'après la longueur de ses feuilles, en supposant qu'à ce stade les feuilles sont rondes. Cette supposition a été vérifiée sur un certain nombre de plantules prélevées pendant le démariage. La superficie foliaire (Y), calculée comme décrit ci-dessus, constitue une bonne approximation de la superficie foliaire (X) calculée par comparaison du poids sec total des feuilles au poids sec d'un échantillon de superficie connue: $Y \text{ (cm}^2\text{)} = 0,953 X + 4,14$; $s_{y.x}$ (écart-type résiduel) = 11,0; $r = 0,967^{**}$ (d.l. = 47).

Les coefficients de corrélation et les équations de régression entre les paramètres de croissance et de développement font l'objet du tableau 22.

Tableau 22. Corrélations (d.l. = 79) et régressions linéaires entre paramètres de croissance et de développement (parcelle 2)

X \ Y		Apparition 1er bouton floral		Croissance
		Date	Noeud	Superficie foliaire (cm ²)
Croissance	Hauteur (cm)	-0,261* Y=-0,508X + 28,67	+0,085 n.s. Y=0,089X + 5,86	+0,769** Y=32,831X - 163,68
	Superficie foliaire (cm ²)	-0,336** Y=-0,015X + 26,11	+0,005 n.s. Y=0,000X + 6,75	
1er bouton floral	Numéro du noeud	+0,868** Y=1,617X + 12,56		

Il ressort des résultats que le nombre de noeuds végétatifs est indépendant de la croissance. La durée de la phase végétative est positivement corrélée au nombre de noeuds végétatifs et négativement, bien que faiblement, corrélée à la croissance.

L'influence des facteurs écologiques sur l'initiation florale sera élaborée au chapitre 6.

5.3.3.2 Phase générative

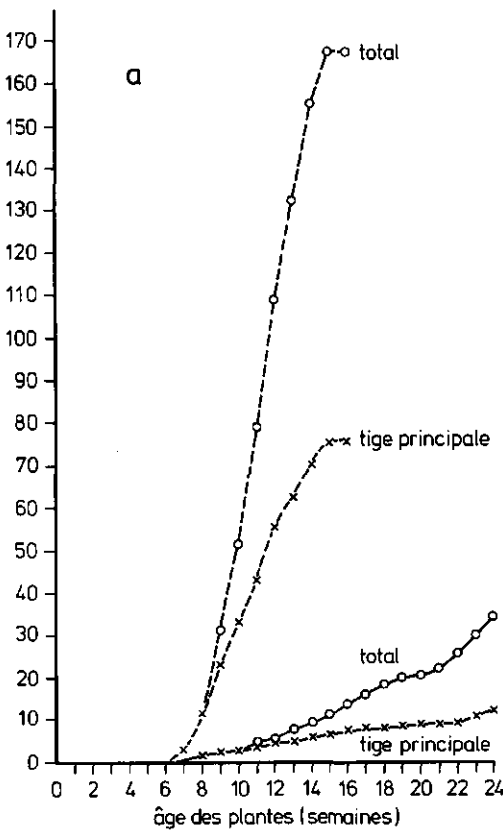
Les deux parcelles représentent deux niveaux de productivité très extrêmes (tableau 23 et figure 8). Sur la parcelle 1 le rendement en fruits comestibles atteint 33,7 kg/100 m² en 24 semaines de culture et sur la deuxième parcelle 167,7 kg/100 m² en 15 semaines.

Au moment de l'apparition du premier bouton floral, le nombre potentiel de branches primaires est connu. Parfois le premier noeud génératif est encore suivi d'un ou deux noeuds végétatifs et exceptionnellement une pousse se développe à côté d'une fleur ou fruit, mais en général il n'est suivi que de noeuds génératifs.

Les plantes se sont ramifiées fortement par suite de la faible densité de 20 000 pieds/ha, de sorte que la production des branches dépasse la production de la tige principale. Le nombre de branches primaires productives s'élevait dans les deux parcelles à environ la moitié du nombre potentiel de branches primaires. Ce sont les derniers noeuds végétatifs qui se développent le mieux. Les premiers

Tableau 23. Rendements

Caractères	Parcelle 1		Parcelle 2		"Two-sample" test WILCOXON
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	
Nombre de fruits par plante					
- tige principale	4,4	2,99	28,5	5,36	**
- branches	7,6	5,72	35,7	15,92	**
- total	12,0	8,09	64,2	19,17	**
Poids du fruit (g)	14,0		13,1		
Rendement en kg/100 m ²	33,7		167,7		
Nombre de branches primaires productives	2,3	1,24	3,8	1,07	**

rendement (kg/100m²)

hauteur (cm)

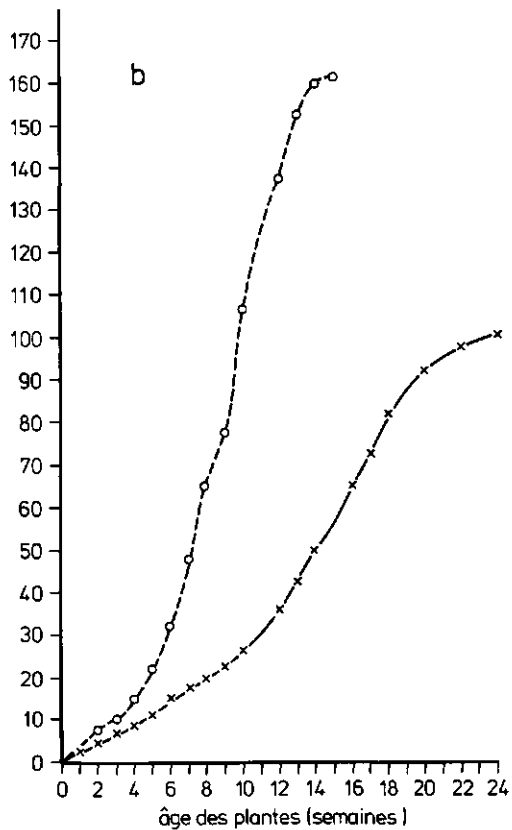


Figure 8. Rendements cumulés (a) et hauteur de la plante (b).
Ligne continue: parcelle 1. Ligne tiretée: parcelle 2.

noeuds (1 à 4) des branches sont également végétatifs. THAMBURAJ & KAMALANATHAN (1973) ont trouvé des résultats semblables chez le cultivar populaire indien 'Pusa Sawani'. Dans la parcelle 1, en conséquence de la longue durée de la culture, un quart environ de la production des branches provenait des branches secondaires.

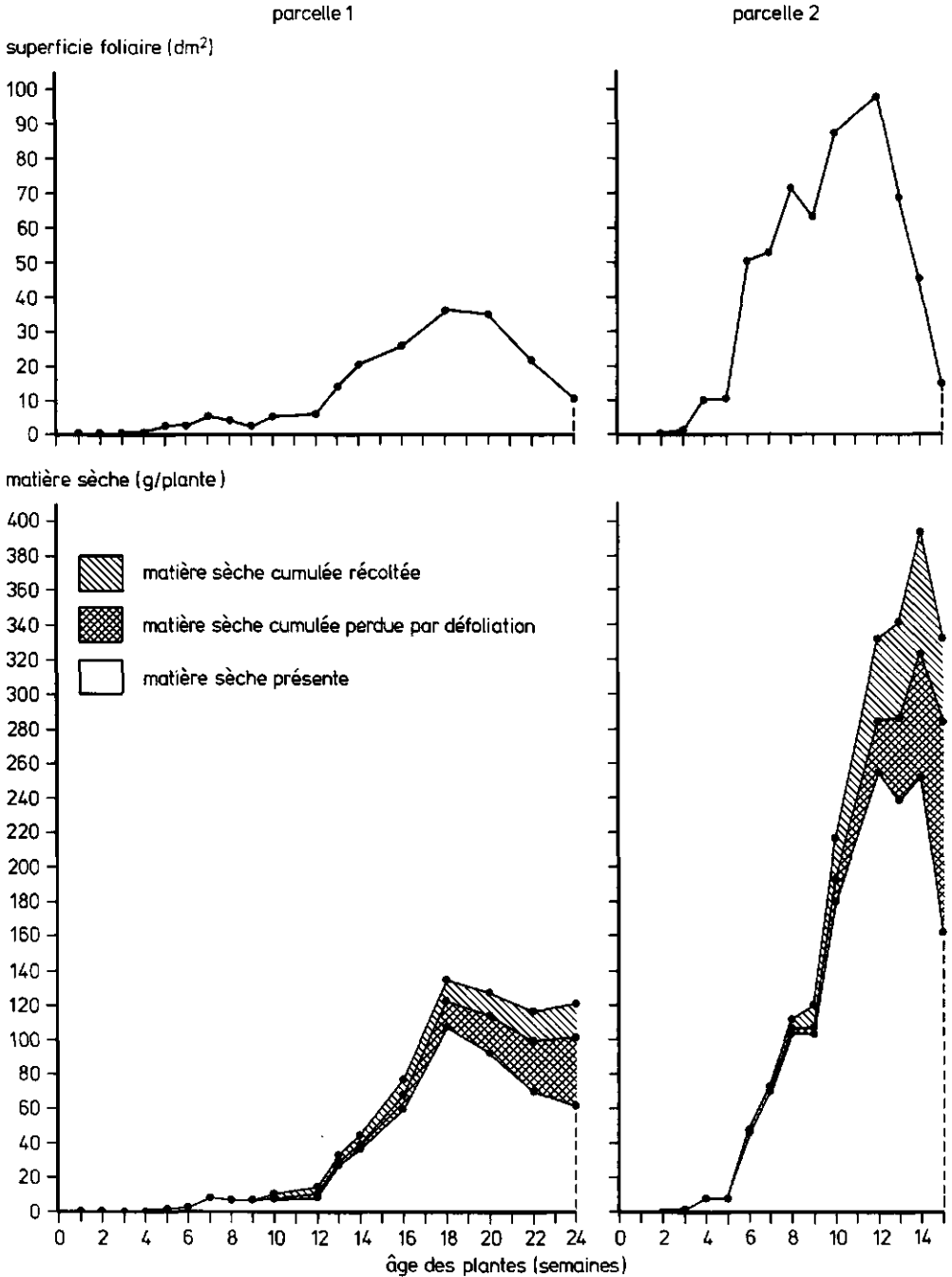
La hauteur des plantes est hautement corrélée au nombre de noeuds de la tige principale. Dans le cas d'un cultivar précoce comme 'Clemson Spineless', la grande majorité de ces noeuds est générative. La comparaison de la hauteur finale avec la productivité de la tige principale (figure 8) suggère que la grande différence dans les rendements des deux parcelles n'est pas exclusivement due au nombre de noeuds génératifs formés; il y a apparemment une grande différence dans le taux d'avortement de boutons floraux et de petits fruits.

Tableau 24. Développement des fleurs et des fruits

Caractères	Parcelle 1		Parcelle 2	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s
<u>Premier bouton floral</u>				
- date d'apparition (jours après semis)	25,2	2,37	23,5	2,77
- numéro du noeud	3,8	0,63	6,8	1,49
<u>Première fleur ouverte</u>				
- date (jours après semis)	46,0	3,41	43,0	2,98
- numéro du noeud	4,1	0,75	6,9	1,40
<u>Premier fruit récolté</u>				
- date (jours après semis)	61,6	15,06	47,7	2,91
- numéro du noeud	6,0	2,48	7,0	1,53
<u>Rapport fruits/noeuds sur la tige principale</u>				
- nombre de noeuds génératifs jusqu'au dernier fruit récolté	12,6	6,83	31,6	5,48
- nombre de fruits récoltés	4,4	2,99	28,5	5,36

Cet aspect est illustré par les données du tableau 24, qui indiquent la date d'apparition et le numéro du noeud du premier bouton floral, ainsi que de la première fleur ouverte et du premier fruit récolté. Il y est également mentionné le nombre de noeuds génératifs utilisés jusqu'au dernier fruit récolté sur la tige principale. Ces données montrent que la parcelle 1 est caractérisée par une haute fréquence d'avortement de fleurs et surtout de jeunes fruits. Seule-

Figure 9. Evolution de la superficie foliaire et de la matière sèche



ment un sur trois boutons floraux arrive au stade de fruit récoltable. Apparemment la production de matière sèche est trop faible pour alimenter simultanément plusieurs "sinks" génératifs. Dans la parcelle 2 par contre, le phénomène d'avortement est pratiquement absent. On a régulièrement récolté le même jour deux ou trois fruits sur la tige principale de la plante.

On peut déduire des données de la parcelle 2, que les boutons floraux se développent en fleur adulte en 19 à 20 jours, et que des fruits d'un poids de 13 grammes peuvent être récoltés cinq jours environ après l'anthèse.

5.3.3.3 Production de matière sèche

L'évolution de la superficie foliaire et la production cumulée de matière sèche font l'objet de la figure 9. La parcelle 2 montre une courbe de croissance assez idéale. Les plantes atteignent vite leur maturité. Le processus de sénescence commence à se manifester après 12 semaines. La parcelle 1 est caractérisée par un taux de croissance très bas pendant les 12 premières semaines de la culture. La sénescence est retardée par rapport à l'autre parcelle et ne devient très prononcée qu'après 18 semaines de culture.

Il est inadéquat de représenter la croissance jusqu'à la maturité des plantes par une seule équation mathématique étant donné la discontinuité dans l'évolution de la matière sèche. Cette discontinuité est due d'une part à la défoliation, qui est déjà appréciable avant la maturité, et d'autre part à la récolte périodique des jeunes fruits. On a donc divisé la période de croissance active en périodes de deux semaines pour permettre de tenir compte de la matière sèche perdue (figure 10).

Le tableau 25 donne pour chaque période de deux semaines la moyenne du taux de croissance ($GR = \text{Growth Rate}$), du taux relatif de croissance ($RGR = \text{Relative Growth Rate}$), et du taux net d'assimilation ($NAR = \text{Net Assimilation Rate}$). La superficie foliaire relative ($LAR = \text{Leaf Area Ratio}$) est représentée par les valeurs observées aux dates d'échantillonnage. Pour les définitions de ces paramètres, on se référera à RADFORD (1967). L'auteur donne plusieurs équations pour le taux net d'assimilation (NAR) en fonction de la relation entre superficie foliaire et matière sèche totale. Dans notre cas cette relation a été supposée être linéaire (parcelle 1: $r = 0,979$, d.l. = 13; parcelle 2: $r = 0,938$, d.l. = 8).

Figure 10. Taux de croissance par période de deux semaines

matière sèche (g/plante)

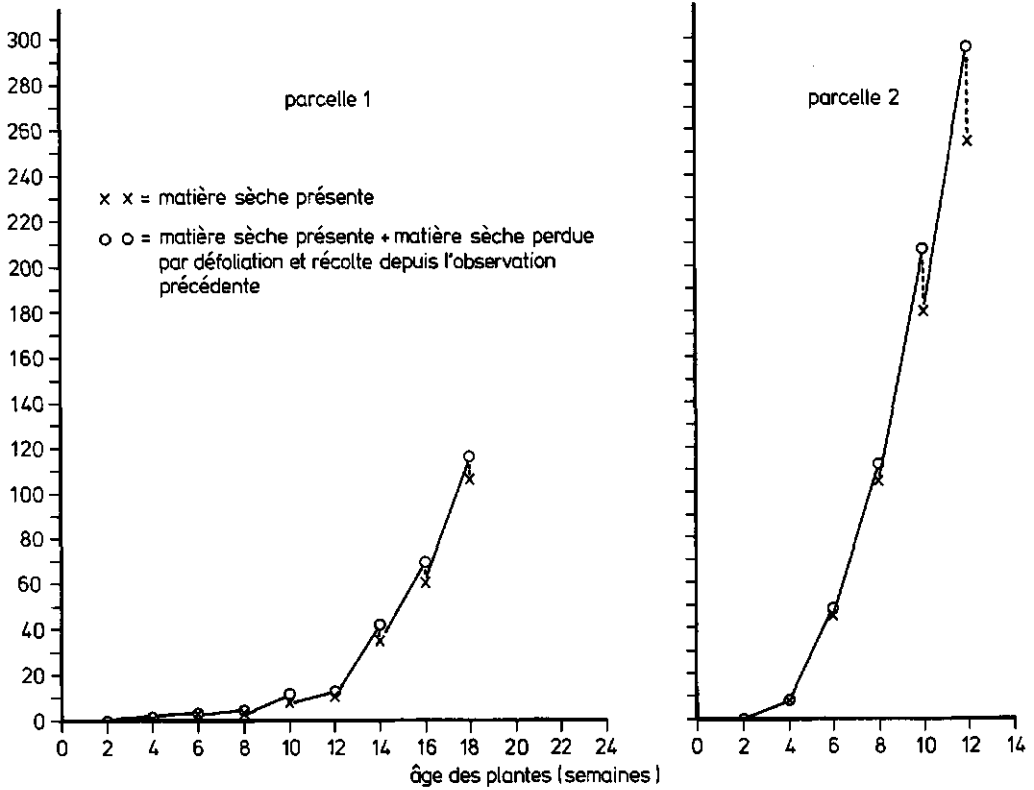


Tableau 25. Paramètres de croissance

Paramètres	Par- celle	Semaines									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	
\overline{GR} (g.jour ⁻¹)	1	0,02	0,12	0,30	0,32	0,19	2,25	2,35	4,06		
	2	0,50	2,92	4,62	7,42	8,18	-	-	-		
\overline{RGR} (g.g ⁻¹ .jour ⁻¹)	1	0,09	0,12	0,08	0,04	0,02	0,10	0,05	0,05		
	2	0,25	0,13	0,06	0,05	0,04	-	-	-		
\overline{NAR} (mg.cm ⁻² .jour ⁻¹)	1	0,57	0,94	1,05	0,75	0,35	1,88	1,00	1,30		
	2	1,65	1,17	0,77	0,93	0,88	-	-	-		
\overline{LAR} (cm ² .g ⁻¹)	1	182	133	120	56	57	57	57	44	34	
	2	183	140	105	68	49	39	-	-	-	

Les résultats montrent que pour les 12 premières semaines, les valeurs des paramètres \overline{RGR} , \overline{NAR} et LAR diffèrent peu dans les deux parcelles à l'exception de la période entre 2 et 4 semaines. La superficie foliaire relative (LAR) semble plutôt liée à l'âge des plantules qu'au niveau de la matière sèche présente. La différence entre les deux parcelles dans le taux de croissance pendant la période entre 4 et 12 semaines est en majeure partie une simple conséquence de la différence dans la quantité de matière sèche présente à l'âge de quatre semaines.

La plus longue durée de la période de croissance active dans la parcelle 1 ne peut compenser ce retard. Bien que le taux net d'assimilation (NAR) soit d'un bon niveau pendant la période entre 12 et 18 semaines, la superficie foliaire relative (LAR) diminue progressivement.

5.3.3.4 Distribution de la matière sèche

La distribution procentuelle de la matière sèche totale cumulée pendant la période de croissance active, fait l'objet de la figure 11.

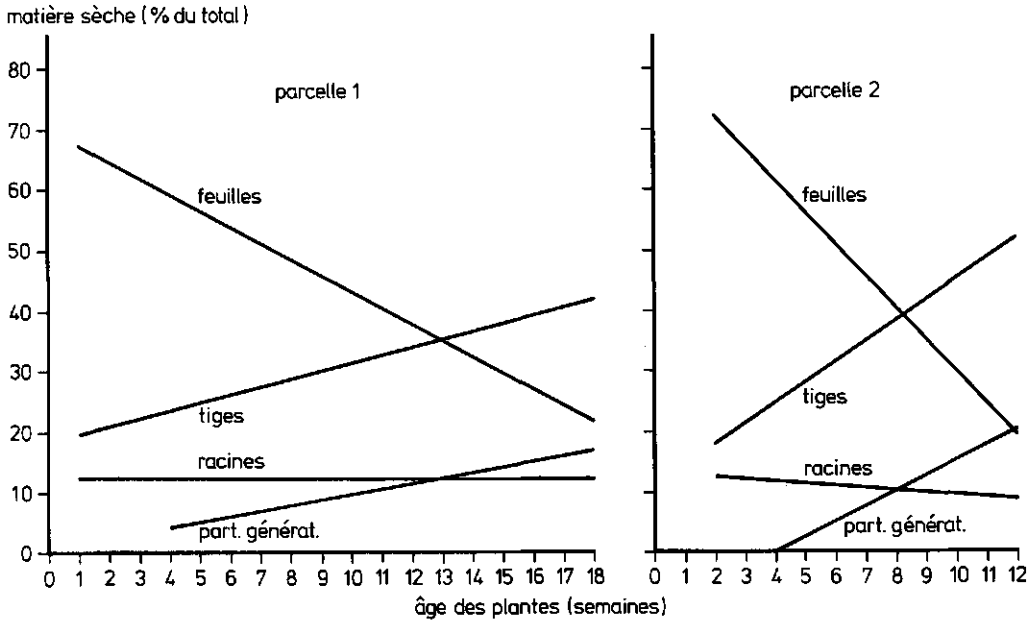
L'évolution procentuelle de la matière sèche des différentes parties de la plante peut être représentée adéquatement par des régressions linéaires en fonction du temps. Le système racinaire représente à toute époque environ 9 à 13% de la matière sèche totale. La part des tiges et des parties génératives augmente tandis que la part des feuilles diminue.

Malgré le fort écart dans la production de matière sèche entre les deux parcelles, sa distribution à la fin de la période de croissance active ne diffère guère. Environ 15 à 20% de la matière sèche totale ont été canalisés vers les parties génératives. Il faut toutefois souligner que dans la parcelle 1, une partie appréciable de cette matière sèche a été perdue par avortement.

5.3.4 Discussion et conclusions

La présente étude a permis de comparer deux niveaux extrêmement différents de la croissance végétative et générative du cultivar 'Clemson Spineless'.

Figure 11. Distribution procentuelle de la matière sèche totale cumulée



Organes	Régressions linéaires	Corrélations	Régressions linéaires	Corrélations
feuilles	$y = -2,755 x + 72,13$	-0,970 **	$y = -5,302 x + 83,04$	-0,958 **
tiges	$y = 1,353 x + 17,80$	0,956 **	$y = 3,450 x + 10,92$	0,937 **
racines	$y = 0,052 x + 12,09$	0,223 n.s.	$y = -0,359 x + 13,37$	-0,795 **
part.générat.	$y = 1,282 x - 1,14$	0,941 **	$y = 2,586 x - 10,62$	0,937 **

Les résultats suggèrent que le passage de la phase végétative à la phase générative est peu influencé par la vitesse de croissance de la plante. Cet aspect sera élaboré plus tard (cf. chapitre 6).

L'analyse des paramètres de croissance a montré que l'origine de la forte différence de taux de croissance entre les deux parcelles, se situait dans le premier mois de culture. Etant donné les différences dans les méthodes culturales, il semble que les dispositions prises pour la rétention de l'eau d'arrosage soient à l'origine de l'écart important dans les taux relatifs de croissance (RGR) des deux parcelles pendant ce premier mois.

Ultérieurement la matière sèche est distribuée entre les différentes parties de la plante de façon identique dans les deux parcelles.

les. Environ 15 à 20% de la matière sèche totale ont été canalisés vers les parties génératives. Toutefois dans la parcelle 1, une partie appréciable de cette matière sèche dans les parties génératives a été perdue par avortement.

5.4 DEUXIEME ESSAI: COMPARAISON DE LA CROISSANCE DE QUATRE CULTIVARS DANS LA CULTURE SOIT POUR LES JEUNES FRUITS SOIT POUR LES GRAINES

5.4.1 Introduction

Le premier essai a donné une idée du comportement très variable que peut présenter un seul et même génotype en fonction des facteurs écologiques et des soins cultureux.

Ce deuxième essai a deux objectifs. Premièrement la comparaison de différents génotypes, notamment en vue de l'existence des deux taxons SOUDANAIS et GUINEEN. Deuxièmement la comparaison de la culture pour les jeunes fruits avec la culture pour les graines. Comment l'enlèvement régulier de "sinks" génératifs dans la culture pour les jeunes fruits se répercute-t-elle sur la production et la distribution de la matière sèche?

5.4.2 Protocole expérimental

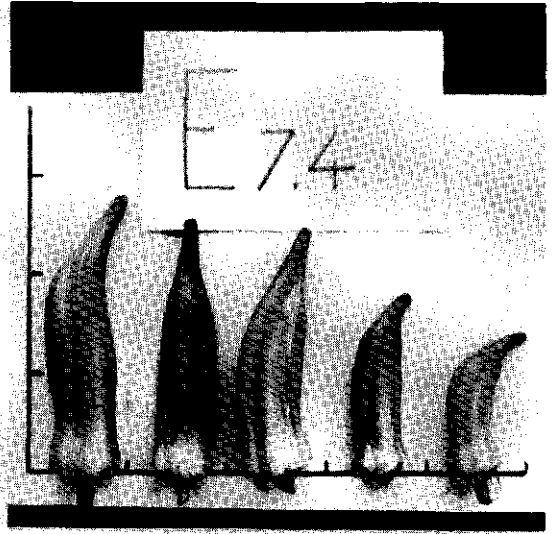
Deux cultivars commerciaux, 'Clemson Spineless' (CS) et 'Perkins Long Pod' Ivoirien (PLPI), ont été comparés avec deux lignées locales, Darhala 1 (DAR) et Djiroutou 1 (DJIR). Les trois premiers sont du type SOUDANAIS, le dernier du type GUINEEN (photo 7).

L'essai était un schéma "split-plot" avec quatre blocs, les cultivars occupant les parcelles d'ordre primaire et le type de culture - jeunes fruits ou graines - les parcelles d'ordre secondaire.

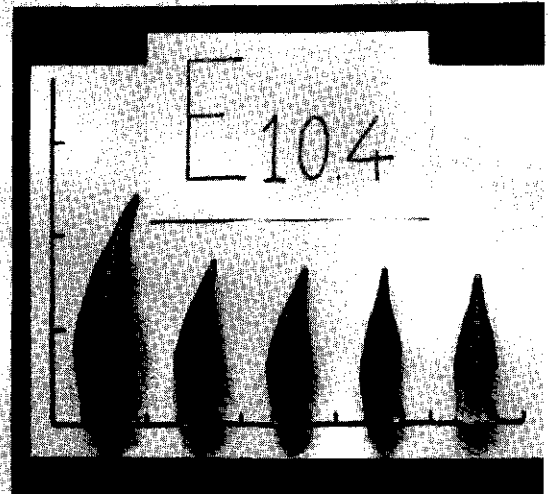
Les dimensions des parcelles d'ordre secondaire étaient 6,30 × 3,00 m, comprenant sept lignes à un écartement de 90 cm, et 20 poquets par ligne à intervalles de 15 cm, donnant une densité de 74 000 poquets/ha. Chacune de ces parcelles comprenait 48 plantes expérimentales disposées en six groupes de huit plantes, destinées aux prélèvements pour les analyses destructives. Chaque groupe de huit plantes était complètement entouré de plantes de bordure.

Photo 7. Habitus et type de fruits de Darhala 1 (a) et de Djiroutou 1 (b)

a



b



L'essai a été mis en place le 22 juin 1979. Les quantités de semences des lignées locales étant limitées, le cultivar 'Perkins Long Pod' Ivoirien a été utilisé pour les plantes de bordure dans toutes les parcelles. Trois graines par poquet étaient semées directement en place. Pour assurer une bonne levée, les plantes expérimentales étaient semées le même jour en pépinière (deux graines par pot pressé "Jiffy-7"). Les pots étaient installés sur le champ quatre jours après le semis. Trois semaines après le semis, une seule plantule par poquet était obtenue par démariage.

Le terrain d'essai a été fertilisé par deux apports de 300 kg/ha d'engrais complet NPK 12-15-18, appliqués deux et six semaines après le semis, et par un apport de 100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque au début de la période générative (neuf semaines après le semis).

Les observations non destructives ont été faites sur un minimum de 16 plantes expérimentales par parcelle.

Les prélèvements pour la détermination de la matière sèche ont été effectués quatre et huit semaines après le semis et ensuite à des intervalles de trois semaines. Pendant la phase végétative, chaque prélèvement consistait en un échantillon de huit plantes pour chaque parcelle d'ordre primaire (cultivars). Après la floraison, qui marque le début du traitement "type de culture", un échantillon de huit plantes était prélevé dans chaque parcelle d'ordre secondaire.

Etant donné les différences entre les cultivars en ce qui concerne la durée de la phase végétative et de la phase générative, le nombre de prélèvements s'élevait à quatre pour CS et DAR, à cinq pour PLPI, et à sept pour DJIR.

Les résultats des observations faites pendant la phase végétative ont été analysés statistiquement selon le schéma de quatre blocs randomisés à quatre parcelles par bloc. Pour certaines observations pendant la phase générative (notamment en ce qui concerne les rendements) une comparaison directe des deux types de culture présente peu de valeur. Dans ce cas, les résultats ont été analysés séparément pour chaque type de culture.

Figure 12. Production cumulée dans la culture pour les jeunes fruits et dans la culture pour les graines

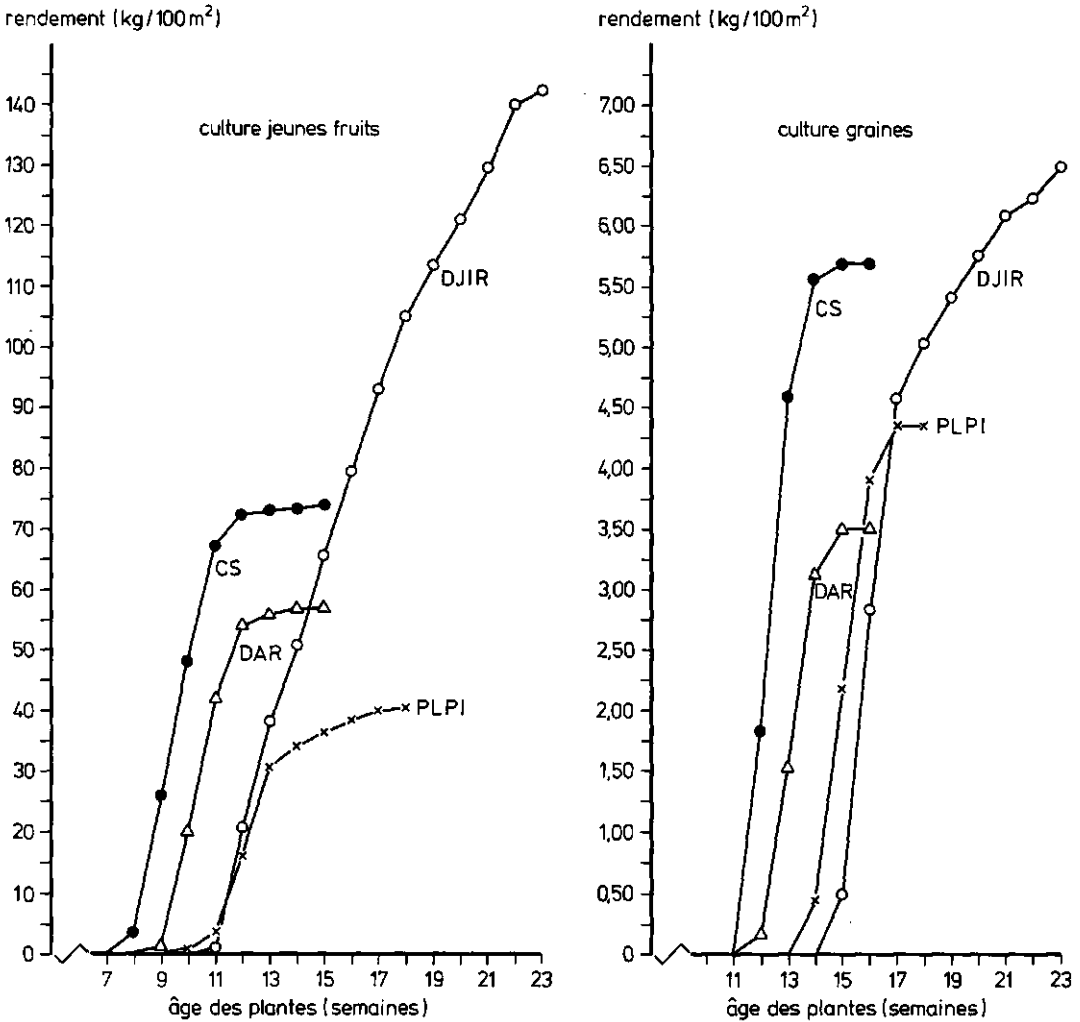
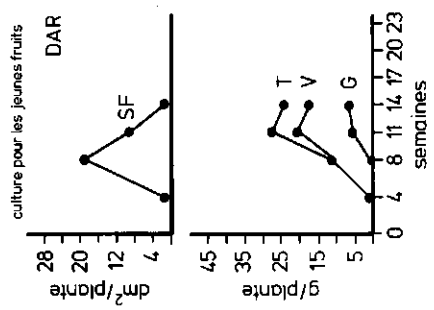
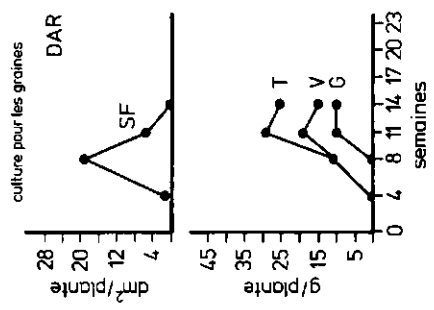
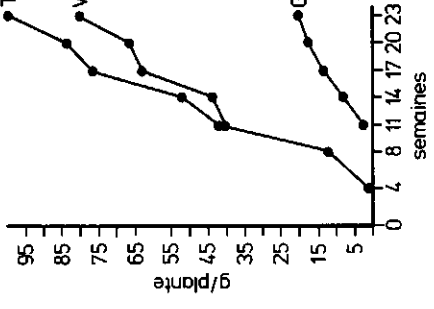
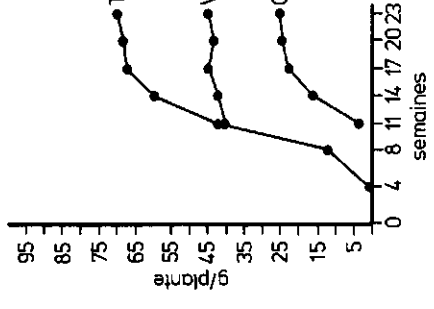
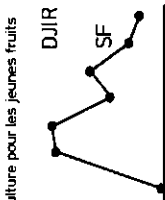
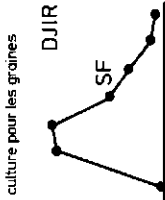
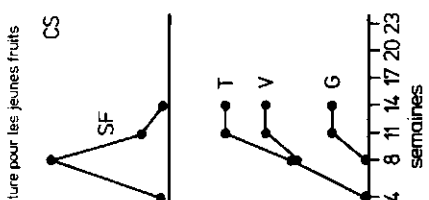
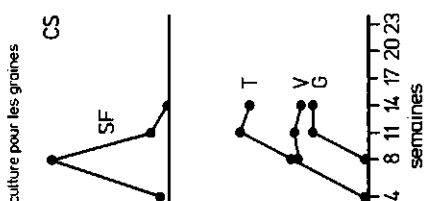
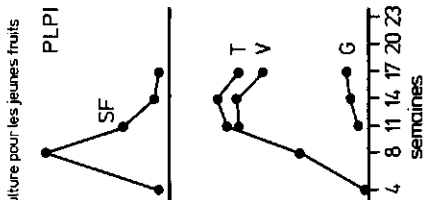
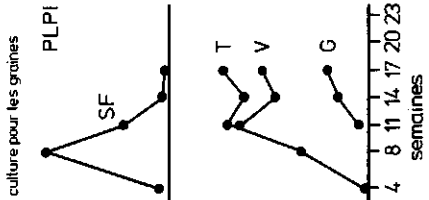
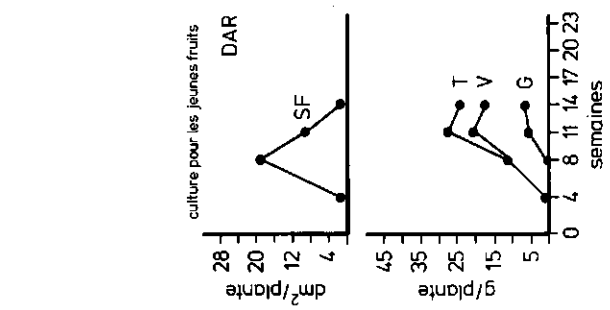
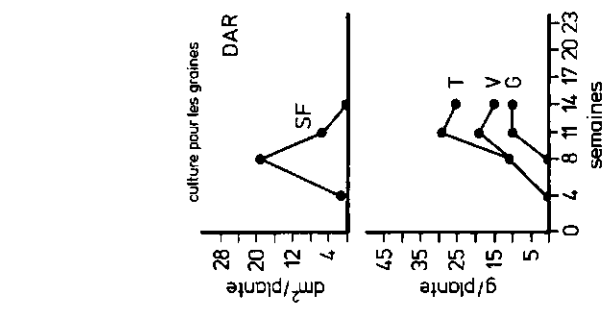
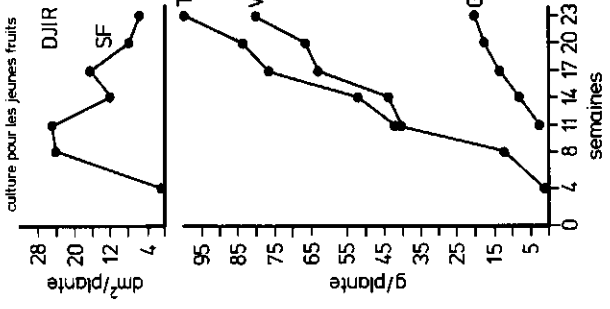
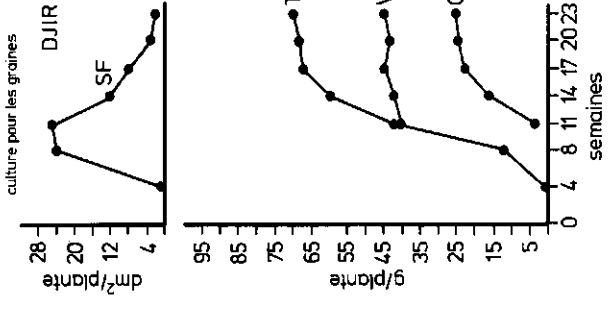
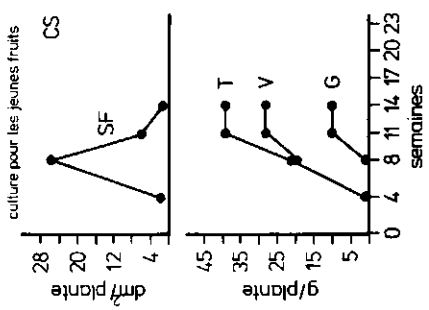
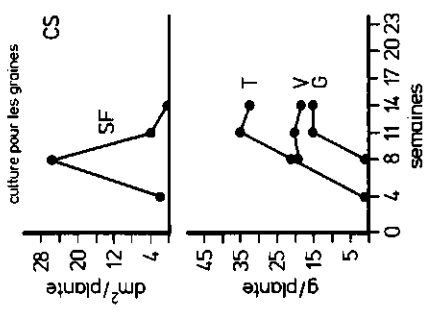
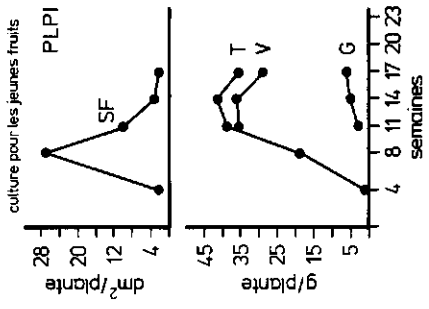
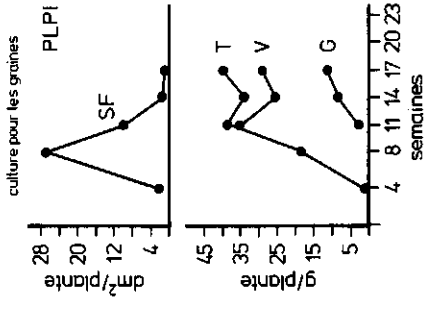


Figure 13. - page suivante -

Evolution de la superficie foliaire et de la matière sèche cumulée chez les quatre cultivars dans la culture pour les jeunes fruits et dans la culture pour les graines.
 SF = superficie foliaire; T = matière sèche totale cumulée; V = m.s. parties végétatives; G = m.s. parties génératives



PLPI et DJIR sont des cultivars de grande taille par rapport aux autres, PLPI à cause de ses internoeuds très longs, DJIR à cause du nombre élevé de noeuds. Sauf pour DJIR, l'analyse de variance ne met pas en évidence une plus grande hauteur des plantes dans la culture pour les jeunes fruits (JF) que dans la culture pour les graines (GR) mais le nombre de noeuds est plus élevé et les internoeuds un peu plus courts.

Tableau 28. Port final des plantes

Caractères	Cul-ture	Cultivars				Moy.	s ²	Test F
		SOUDANAIS			GUINEEN			
		CS	DAR	PLPI	DJIR			
Hauteur (cm)	JF	70,4 a1	58,1 a2	109,9 a3	131,2 a4	92,4	s _{JF} ² =600,00 s _{GR} ² =173,55	Cultivar: ** Culture: n.s. Interact.: *
	GR	66,5 a1	59,3 a2	120,8 a3	96,3 b4	85,7		
	Moy.	68,5	58,7	115,4	113,8	89,1		
Nbre de noeuds	JF	14,5	14,9	18,2	32,3	20,0 a2	s _{JF} ² = 17,79 s _{GR} ² = 2,25	Cultivar: ** Culture: ** Interact.:n.s.
	GR	10,8	12,2	15,5	26,6	16,3 b2		
	Moy.	12,7 b1	13,6 b1	16,9 b1	29,5 a1	18,1		
Longueur inter-noeuds (cm)	JF	4,6 b1	3,7 b2	5,7 b3	4,0 a4	4,5	s _{JF} ² = 0,54 s _{GR} ² = 0,20	Cultivar: ** Culture: ** Interact.:**
	GR	5,6 a1	4,5 a2	7,3 a3	3,5 a4	5,2		
	Moy.	5,1	4,1	6,5	3,8	4,9		

5.4.3.3 Production de matière sèche

Les courbes de croissance et l'évolution de la superficie foliaire font l'objet de la figure 13.

Les quatre cultivars se ressemblent quant au taux de croissance pendant les 11 premières semaines, bien que DAR reste un peu en arrière. Après 11 semaines, seul DJIR montre une croissance qui se poursuit, ce qui se reflète dans l'évolution de la superficie foliaire. Les trois cultivars du type SOUDANAIS sont caractérisés par une défoliation rapide après huit semaines, tandis que DJIR a une défoliation plus tardive et plus graduelle.

Les courbes de croissance, notamment celles de CS et de DJIR, montrent que dans la culture pour les graines presque toute la matière sèche produite après la floraison est canalisée vers les parties génératives. Dans la culture pour les jeunes fruits, un certain niveau de croissance végétative se maintient. Les "sinks" végétatifs

peuvent concurrencer les "sinks" génératifs, dont la capacité est artificiellement réduite par la récolte périodique. Malgré la continuation de la croissance végétative, l'évolution de la superficie foliaire ne semble pas indiquer que la durée de la culture est sensiblement prolongée par rapport à la culture pour les graines. Ceci est confirmé par les courbes de production de la figure 12.

Tableau 29. Production cumulée de matière sèche et distribution entre parties végétatives et génératives

Caractères	Cult- ture	Cultivars				Moy.	s ²	Test F
		SOUDANAIS		GUINEEN				
		CS	DAR	PLPI	DJIR			
Matière sèche totale (g/pl.)	JF	38,4	24,1	34,6	100,1	49,3	s ₁ ² =259,79 s ₂ ² =143,72	Cultivar: ** Culture: n.s. Interact.: n.s.
	GR	32,8	24,6	40,2	70,7	42,1		
	Moy.	35,6 b	24,4 b	37,4 b	85,4 a	45,7		
Parties génératives (% de la m.s. totale)	JF	27,5	27,4	17,3	19,5	22,9 b2	s ₁ ² = 9,03 s ₂ ² = 22,34	Cultivar: ** Culture: ** Interact.: n.s.
	GR	44,9	38,4	30,3	37,1	37,7 a2		
	Moy.	36,2 a1	32,9 a1	23,8 c1	28,3 b1	30,3		

Au sujet de la matière sèche totale cumulée (tableau 29), l'analyse de variance ne met en évidence qu'une différence entre les cultivars du type SOUDANAIS d'un côté et DJIR de l'autre. Il n'y a pas une différence significative entre les deux types de culture, bien que l'écart semble assez important chez DJIR, la lignée à phase générative longue.

La proportion de la matière sèche totale canalisée vers les parties génératives est beaucoup plus élevée dans la culture pour les graines que dans la culture pour les jeunes fruits. A cet égard, il y a également des différences entre les cultivars. La proportion est la plus élevée pour les deux cultivars précoces, CS et DAR, par suite de leur courte période végétative. L'écart dans la durée de la période générative est à l'origine de la différence entre PLPI et DJIR.

5.4.3.4 Distribution de la matière sèche

Le paragraphe précédent a mis en évidence l'effet du cultivar et du type de culture sur la distribution de la matière sèche entre parties végétatives et génératives.

Tableau 30. Distribution de la matière sèche

Caractères	Cul- ture	Cultivars							Moy.	s ²	Test F
		Soudanais			Guineen						
		CS	DAR	PLPI	DJIR	DJIR	DJIR	DJIR			
Racines (% de la m.s. des parties végétatives)	JF	12,5	13,9	11,3	11,6			12,3	s ₁ ² = 2,55 s ₂ ² = 4,55	Cultivar: n.s. Culture: n.s.	
	GR	12,1	12,2	13,6	10,2			12,0			
	Moy.	12,3	13,1	12,5	10,9			12,2	Interaction:n.s.		
Feuilles (% de la m.s. des parties végétatives aériennes)	JF	56,7	50,9	54,1	51,5			53,3	s ₁ ² = 37,69 s ₂ ² = 164,94	Cultivar: n.s. Culture: n.s.	
	GR	59,9	60,8	52,8	60,2			58,4			
	Moy.	58,3	55,9	53,5	55,9			55,9	Interaction:n.s.		
Pétioles (% de la m.s. des feuilles)	JF	21,6	14,1	15,2	18,2			17,3	s ₁ ² = 3,74 s ₂ ² = 2,96	Cultivar: ** Culture: n.s.	
	GR	22,5	14,6	16,2	17,8			17,8			
	Moy.	22,1 a	14,4 c	15,7 c	18,0 b			17,5	Interaction:n.s.		
Produit récolté (% de la m.s. des parties généralives)	JF	87,4	86,4	77,3	82,6			83,4	s ₁ ² = 130,85 s ₂ ² = 104,84	Cultivar: n.s. Culture: n.s.	
	GR	87,4	71,5	89,9	88,2			84,3			
	Moy.	87,4	79,0	83,6	85,4			83,8	Interaction:n.s.		
Graines (% de la m.s. du produit récolté)	GR	60,1 a	54,4 a	57,6 a	40,6 b			53,2	s ² = 24,95	Cultivar: **	
	JF	24,1	23,7	13,4	16,1			19,3	s ₁ ² = 6,03 s ₂ ² = 12,36	Cultivar: ** Culture: n.s.	
Produit récolté utile (% de la m.s. totale)	GR	23,5	20,5	15,7	13,5			18,3		Interaction:n.s.	
	Moy.	23,8 a	22,1 a	14,6 b	14,8 b			18,8		Interaction:n.s.	

Le tableau 30 montre qu'ultérieurement la matière sèche canalisée vers les parties végétatives est uniformément distribuée entre racines, tiges et feuilles, indépendamment du cultivar et du type de culture. Il y a par contre des différences entre les cultivars en ce qui concerne la répartition entre pétioles et limbes des feuilles.

La matière sèche dans les parties génératives peut être divisée en matière sèche dans le produit récolté et dans les parties génératives avortées. Les résultats montrent que les cultivars et les deux types de culture ne diffèrent pas quant au taux d'avortement.

Dans la culture pour les jeunes fruits, le produit récolté est synonyme de produit utile. Dans la culture pour les graines par contre, le produit récolté comprend les graines comme produit utile et le péricarpe. Le tableau 30 montre que DJIR a un rapport graines/péricarpe très bas, ce qui est lié au petit nombre de graines par fruit (cf. tableau 27).

Si l'on ne tient compte que du produit utile, la matière sèche utile en pour cent de la matière sèche totale est la plus élevée chez les deux cultivars précoces, CS et DAR. On ne constate pas de différence entre les deux types de culture.

5.4.4 Discussion et conclusions

La présente étude a permis d'établir une comparaison entre d'une part deux cultivars précoces, 'Clemson Spineless' et Darhala 1, et d'autre part deux cultivars relativement tardifs, 'Perkins Long Pod' Ivoirien et Djiroutou 1.

La lignée du type GUINEEN, Djiroutou 1, a donné les meilleurs rendements. Il s'est distingué des autres cultivars notamment par la plus longue durée de sa phase générative.

Le nombre de fruits par plante est le composant le plus important du rendement, notamment dans la culture pour les jeunes fruits. Dans la culture pour les graines, le rendement est également influencé par le poids de la graine et le nombre de graines par fruit.

Les courbes de croissance ont montré que la grande différence dans la production de matière sèche entre Djiroutou 1 et les autres cultivars se reflète dans l'évolution de la superficie foliaire après huit semaines. Djiroutou 1 est caractérisé par une défoliation plus tardive et plus graduelle que les autres cultivars. Les deux

types de culture ne diffèrent pas quant à la quantité totale de matière sèche produite, bien que chez les cultivars à phase générative longue cette quantité totale ait tendance à être plus élevée dans la culture pour les jeunes fruits que dans la culture pour les graines.

La quantité relative de matière sèche dans les parties génératives est plus élevée dans la culture pour les graines que dans la culture pour les jeunes fruits. Si l'on permet la maturation des fruits, la croissance végétative s'arrête très vite après la floraison et presque toute la matière sèche produite est canalisée vers les parties génératives. Dans la culture pour les jeunes fruits, la récolte périodique permet le maintien d'un certain niveau de croissance végétative, mais l'essai n'a pas mis en évidence que ceci prolonge de façon importante la durée de la culture. Les différences entre les cultivars dans le rapport parties génératives/parties végétatives semblent en majeure partie être liées à la durée de la phase végétative.

Si l'on ne tient compte que du produit utile, la matière sèche utile en pour cent de la matière sèche totale s'élève à environ 23% pour les deux cultivars précoces et à environ 15% pour les deux cultivars tardifs. Il n'y a pas de différence entre les deux types de culture.

5.5 CONCLUSIONS

La position sur la tige principale du premier bouton floral est en tout premier lieu sous contrôle génétique. L'expression de la valeur génotypique semble être indépendante de la vitesse de croissance de la plante. Les interactions génotype-environnement seront étudiées en détail au chapitre 6.

Le premier essai a montré que le premier mois peut être décisif pour la réussite de la culture. Le taux relatif de croissance (RGR) diminue en général avec l'âge des plantes et un retard dans la croissance initiale peut être difficilement rattrapé. La fragilité des jeunes plantules les rend très susceptibles à des modifications dans les méthodes culturales. La croissance initiale aura donc toute notre attention pendant les expérimentations.

La comparaison des quatre cultivars dans le deuxième essai a mis en évidence que le rendement élevé de la lignée du type GUINEEN,

Djiroutou 1, était lié à sa capacité de garder, plus longtemps que les autres cultivars, suffisamment de feuilles. La longue durée de sa phase générative semble très intéressante pour les jardins familiaux, où l'objectif est plutôt une production étalée dans le temps.

Le deuxième essai n'a pas mis en évidence qu'il y ait une différence significative dans la production de matière sèche entre les deux types de culture, bien que chez les cultivars à phase générative longue cette production ait tendance à être plus élevée dans la culture pour les jeunes fruits que dans la culture pour les graines.

Dans la culture pour les graines une plus grande proportion de la matière sèche se trouve canalisée vers les parties génératives. On peut en déduire que pour le meilleur rendement en jeunes fruits, il faut récolter aussi tard que possible et que le permettent les exigences concernant la qualité du produit.

Les différences entre les cultivars quant au rapport parties génératives/parties végétatives étaient principalement dues aux durées différentes de la phase végétative et de la phase générative. Floraison précoce et sénescence tardive sont d'importants objectifs de sélection.

La distribution ultérieure entre racines, feuilles et tiges, de la matière sèche présente dans les parties végétatives, était indépendante du cultivar et du type de culture (jeunes fruits ou graines). Des différences entre les cultivars ont été constatées plutôt à l'intérieur des organes principaux de la plante, à l'intérieur des feuilles entre pétiole et limbe par exemple, et à l'intérieur des fruits mûrs entre graine et péricarpe.

La matière sèche utile en pour cent de la matière sèche totale s'élevait à 23% pour les cultivars précoces et à 15% pour les cultivars tardifs. Il n'y avait pas de différence entre les deux types de culture.

6 INFLUENCE DE FACTEURS ECOLOGIQUES

6.1 INTRODUCTION

L'ensemble des facteurs climatologiques, édaphiques et biotiques constitue le milieu naturel, dont l'influence sur la plante fait l'objet de la phyto-écologie.

Le sol et les facteurs biotiques, notamment les maladies et ravageurs, et l'influence de l'homme par ses méthodes culturales, seront décrits ultérieurement.

Ce chapitre se bornera à l'influence des facteurs climatologiques les plus importants, lumière, température et eau.

6.2 DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

6.2.1 Généralités

L'aire de culture du gombo de type SOUDANAIS est très large et comprend presque toutes les régions tropicales et subtropicales.

Aux latitudes les plus élevées, la saison culturale dépend principalement du régime thermique, et les rendements du gombo sont en général négativement influencés par des températures au-dessous de 20°C (SPIVEY et al., 1957; RANDHAWA, 1967; KAMALANATHAN et al., 1970b; GADZHONOV, 1977a).

Dans les régions qui ont une saison des pluies très prononcée, les meilleurs résultats sont en général obtenus lorsque le semis a été fait tôt dans la saison, de sorte que les plantes se sont bien établies avant les fortes précipitations. L'effet négatif de semis trop tardif est attribué aux maladies et ennemis ainsi qu'au lessivage des sels minéraux (LAL & SINGH, 1969; SHARMA & RATHORE, 1971 a,b; GREWAL et al., 1972, 1973, 1974).

En étudiant la date de semis optimale dans le Sud de l'Inde (11°N) THAMBURAJ (1972) a trouvé des corrélations positives entre croissance et rendements d'une part, et température et durée de la photopériode d'autre part.

On ne possède que peu d'information sur l'influence des conditions équatoriales (deux saisons des pluies; températures et photopériodes relativement constantes), et c'est pourquoi le comportement de deux cultivars du type SOUDANAIS a été examiné dans un essai de plantations mensuelles sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire (§ 6.4).

La répartition géographique du type GUINEEN est beaucoup moins large et semble se limiter aux régions les plus humides de l'Afrique de l'Ouest. Il semble graduellement y remplacer le type SOUDANAIS par suite de sa plus grande résistance ou tolérance aux maladies et ravageurs. Les observations sur son comportement floral (§ 6.5) montrent que sa répartition limitée peut être expliquée par ses besoins photopériodiques.

6.2.2 Lumière

En conséquence de sa répartition géographique, le type SOUDANAIS est cultivé sous des conditions photopériodiques très diverses, et il existe de grandes différences dans la réaction photopériodique entre les cultivars de différentes origines.

Il est nécessaire de faire une distinction entre la formation de boutons floraux et l'anthèse, parce que la photopériode n'influe pas seulement sur l'initiation florale, mais aussi sur le développement subséquent des boutons floraux.

En ce qui concerne l'initiation florale, des réactions qualitatives (pas d'initiation florale sous photopériodes longues) ont été observées dans des lignées locales au Nigeria (NJOKU, 1958) et au Brésil (CHURATA-MASCA, 1975). La majorité des cultivars étudiés réagit de façon quantitative (sous photopériodes longues, l'initiation florale se présente mais elle est retardée), tandis que des réactions neutres ont été rapportées par ARULRAJAH & ORMROD (1973) et CHURATA-MASCA (1975), entre autres pour 'Clemson Spineless' et 'Pusa Sawani', deux cultivars généralement cultivés sous conditions de jours longs.

La période entre l'apparition du premier bouton floral et l'anthèse devient en général plus longue lorsque la photopériode s'allonge. ARULRAJAH & ORMROD (1973) attribuent ce phénomène à l'influence de la photopériode sur la vitesse de croissance des boutons

floraux, tandis que les observations de PEREIRA et al. (1971) et de MIZUBUTI (1972) suggèrent que les retards sont dus à l'avortement des boutons floraux. Malgré la formation de boutons floraux, certains cultivars ont une photopériode critique en ce qui concerne l'anthèse (CHURATA-MASCA, 1975).

NJOKU (1958) a étudié deux cultivars appartenant à deux groupes distingués par les cultivateurs au Nigeria comme gombo précoce et gombo tardif. La description et les photos présentées par l'auteur montrent qu'il s'agit ici du type SOUDANAIS (gombo précoce) et du type GUINEEN (gombo tardif).

Sous conditions contrôlées, les deux cultivars réagissaient qualitativement en ce qui concerne la formation de boutons floraux, le cultivar SOUDANAIS ayant une photopériode critique entre 12 heures et demie et 12 heures trois-quarts, le cultivar GUINEEN entre 12 heures et quart et 12 heures et demie.

L'initiation florale se produisait normalement chez le cultivar SOUDANAIS sous conditions naturelles de 12 heures et demie entre le lever et le coucher du soleil à Ibadan (07°26'N), suggérant que la durée du crépuscule qui est encore inductive ne dépasse pas 15 minutes. A cette latitude, le laps de temps entre le lever et le coucher du soleil majoré de 15 minutes de crépuscule, correspond à une intensité de lumière théorique minimale d'environ 100 lux (FRANCIS, 1972).

Les observations de NJOKU (1958) ont été confirmées par OYOLU (1977) et, leurs conséquences pratiques pour la culture étant importantes, elles seront traitées aux § 6.4 et 6.5 (conditions naturelles) et § 6.6 (conditions contrôlées).

Sauf les indications concernant l'intensité minimale nécessaire pour l'initiation florale, il y a peu d'information en ce qui concerne l'influence de l'intensité de lumière sur la croissance du gombo. En tant que culture secondaire fréquemment associée aux cultures vivrières, le gombo est souvent plus ou moins fortement ombragé pendant une partie ou pendant toute la durée de sa culture. L'influence d'un ensoleillement réduit a été étudiée dans un essai d'ombrage (§ 6.7).

6.2.3 Température

ALBREGTS & HOWARD (1973a) ont observé un pourcentage de levée optimal dans les limites de 20 à 30°C et une baisse si les températures atteignent 15 ou 35°C. La vitesse de levée devient optimale quand les températures se rapprochent de 30°C (EDMOND & DRAPALA, 1958, 1959; ALBREGTS & HOWARD, 1973a).

Selon SINGH & DHALI WAL (1972), les graines du gombo ne lèvent pas à des températures du sol de 5, 10, 15 et 45°C. Le pourcentage de levée était optimal entre 25 et 35°C et suboptimal à 20 et 40°C. La vitesse de levée était optimale à 35°C et négativement influencée par des températures plus basses ou plus élevées.

Sous les conditions climatologiques de la Côte d'Ivoire, la température de la couche superficielle du sol, dépasse fréquemment les 40°C, ce qui pourrait alors avoir des conséquences pour la levée (§ 6.4.3.3).

Selon WINTERS & MISKIMEN (1967), des températures entre 20 et 30°C sont nécessaires pour une bonne croissance et un développement normal du gombo. A une température constante de 15°C, il ne se développe guère (MIZUBUTI, 1972), tandis que l'exposition de plantes de trois à six semaines à des températures de 10 et 5°C pendant 48 à 144 heures cause la mort ou un dépérissement sérieux (OMRAM & POWELL, 1971).

Comme la photopériode, la température influe sur le comportement floral. La formation des boutons floraux et l'anthèse sont retardées par des températures élevées, même chez un cultivar comme 'Pusa Sawani', caractérisé par une réaction photopériodique à peu près neutre (ARULRAJAH & ORMROD, 1973). La relation entre le comportement floral et la température a été évaluée dans l'essai de plantations mensuelles (§ 6.4.3.4).

6.2.4 Eau

La quantité d'eau et sa distribution sont d'importants facteurs écologiques et les essais d'irrigation donnent quelques indications sur les conditions optimales pour la culture du gombo.

Les recommandations formulées aux Etats-Unis et en Inde concernant la quantité d'eau optimale, sont de l'ordre de 350 à 500 mm

pour une culture d'une durée d'environ quatre mois et d'un rendement de 10 à 15 t/ha de fruits frais (MC FERRAN et al., 1963; ABROL & DIXIT, 1972; SHARMA & PRASAD, 1973a, b).

Sur la base des résultats de l'analyse de croissance (cf. chapitre 5), une production de 12,5 t/ha de fruits frais correspond approximativement à une production de matière sèche totale de 6,25 t/ha (matière sèche fruits = 10% du poids frais = 20% de la matière sèche totale). En négligeant l'évaporation et l'eau percolée, 425 mm d'eau pour 6,25 t/ha de matière sèche correspondent à un coefficient de transpiration de 680 ml/g.

La quantité d'eau la plus faible, mentionnée ci-dessus, se rapporte à l'irrigation goutte à goutte ("drip irrigation"), qui limite les pertes par évaporation et percolation (ABROL & DIXIT, 1972; SIVANAPPAN et al., 1974).

Les recommandations pour l'espacement des arrosages (irrigation de surface ou aspersion) en l'absence des pluies, sont de l'ordre de 7 à 15 jours avec des apports de 25 à 50 mm d'eau par arrosage (THOMAS, 1961; MC FERRAN et al., 1963; CARREKER & COBB, 1963; ABROL & DIXIT, 1972; SHARMA & PRASAD, 1973a, b).

Des intervalles plus longs provoquent en général de fortes tensions hydriques dans le sol, qui influent négativement sur la croissance (ABROL & DIXIT, 1972; SHARMA & PRASAD, 1973a, b).

Des effets négatifs d'apports d'eau élevés et très fréquents ont été observés par SHARMA & PRASAD (1973a, b) et attribués au lessivage des sels minéraux, en se basant sur une baisse de la teneur en azote des plantes.

6.3 MATERIEL ET METHODOLOGIE

Sauf les observations sur la température et l'humidité du sol qui ont été toujours faites dans les parcelles expérimentales, les données climatologiques proviennent de la station météorologique de l'ORSTOM à Adiopodoumé. Cette station se trouve à environ 300 m du terrain d'essai.

Pour les définitions et la méthodologie des observations et pour la méthodologie des tests statistiques, on se reportera au § 3.3.

Les expérimentations décrites au § 6.6 ont été exécutées en serre à Wageningen, Pays-Bas.

6.4 ESSAI DE PLANTATIONS MENSUELLES

6.4.1 Introduction

Les données concernant la meilleure date de semis sont en général obtenues par voie empirique. Malgré ce que l'on sait de l'influence des facteurs écologiques sur la croissance et le développement, l'interaction de tous ces facteurs est difficile à simuler et le résultat cumulé de leurs effets pendant les différentes phases de la croissance et du développement est difficile à prévoir.

6.4.2 Protocole expérimental

Pendant la période mars 1978 - janvier 1980, vingt parcelles des cultivars SOUDANAIS 'Clemson Spineless' et 'Perkins Long Pod' Ivoirien ont été mises en place à des intervalles d'environ un mois.

Le sol était labouré à la houe et égalisé à l'aide d'un râteau. Les cultures étaient en plat. 10 t/ha de fumier de poules et 300 kg/ha d'engrais complet NPK 12-15-18 étaient enfouis avant le semis. Un deuxième apport de 300 kg/ha d'engrais complet était appliqué six semaines après le semis.

Une parcelle de 'Clemson Spineless' consistait en 196 poquets sur sept lignes de 28 poquets. L'écartement entre les lignes était de 60 cm et la distance entre les poquets sur la ligne de 40 cm (environ 42 000 poquets/ha).

'Perkins Long Pod' Ivoirien, un cultivar plus robuste, était semé à une densité de 20 000 poquets/ha. Les huit lignes à un écartement de 1 m comprenaient 22 poquets à des distances de 50 cm.

Trois graines par poquet étaient semées, un démariage à une seule plantule étant ensuite effectué à l'âge de trois semaines.

Pendant les trois premières semaines, l'humidité du sol a été mesurée à l'aide de deux tensiomètres (marque: Gallenkamp). Le bloc poreux d'une longueur d'environ 10 cm était placé directement sous la surface du sol. A une tension hydrique d'environ 25 cm de mercure ($pF = 2,5$), les parcelles ont été abondamment arrosées. A partir de l'âge de trois semaines, aucun arrosage n'a été fait.

Dans les 12 premières parcelles, la température du sol a été mesurée chaque jour entre 14h et 15h à 5 cm de profondeur, pendant la levée (les quatre premiers jours suivant le semis).

Tableau 31. Croissance et développement de 'Clemson Spineless' en fonction de la date de semis

Parcelle	Date de semis	Levée		Croissance initiale (3 semaines)		Apparition 1er bouton floral		Port final		Rendements		Durée culture (sem.)	
		Pourcentage	Vitesse (jours)	Hauteur (cm)	Nbre de noeuds	Date (jours)	Numéro noeud	Hauteur (cm)	Nbre de noeuds	Fruits/plante	Poids du fruit (g)		Grammes/plante
1	17/03/78	59	8,0	4,7	4,0	32,5	6,5	126	28	24,7	32	784	16
2	14/04/78	92	4,6	7,5	4,9	22,7	4,7	71	19	8,8	22	193	19
3	12/05/78	87	4,6	8,2	5,5	23,4	5,3	91	22	16,7	24	399	22
4	23/06/78	81	7,3	5,9	4,8	20,3	3,5	77	22	18,3	21	381	24
5	21/07/78	88	6,3	5,9	4,2	20,2	3,1	53	18	8,5	17	141	21
6	25/08/78	70	6,8	6,9	3,6	21,2	3,2	83	22	14,8	23	336	16
7	13/10/78	76	6,5	5,1	3,4	24,8	3,2	63	20	14,2	19	272	16
8	10/11/78	78	6,2	7,6	4,3	20,6	3,9	66	18	9,2	19	176	14
9	15/12/78	58	5,2	6,7	4,1	22,8	4,5	43	20	8,6	13	113	23
10	19/01/79	58	5,6	7,0	4,0	25,3	5,2	86	29	25,3	19	484	21
11	02/03/79	72	4,6	8,1	4,7	26,2	6,1	105	29	23,6	20	472	17
12	30/03/79	52	5,9	6,2	3,7	28,4	6,1	61	22	4,8	19	91	13
13	11/05/79	63	7,1	5,9	3,7	28,2	4,5	29	13	2,0	16	31	18
14	15/06/79	85	4,1	9,0	4,8	19,1	4,1	72	17	7,7	22	170	14
15	27/07/79	85	4,1	11,7	5,3	17,7	4,8	117	26	14,1	25	353	17
16	24/08/79	62	13,0	4,7	2,9	25,9	4,4	91	24	9,3	22	204	13
17	05/10/79	80	4,3	11,5	5,7	20,8	6,2	61	18	6,7	17	111	13
18	07/12/79	71	4,3	10,5	5,2	17,8	4,9	45	16	3,6	18	65	10
19	11/01/80	87	4,1	11,4	6,3	17,0	5,4	22	11	0,2	6	1	8
20	25/01/80	60	7,1	7,8	4,8	20,7	5,2	15	8	0,1	4	0	8
\bar{X}		73	6,0	7,6	4,5	22,8	4,7	69	20	11,1	19	239	16
s		12,4	2,07	2,21	0,86	4,06	1,04	29,7	5,6	7,72	6,2	197,8	4,7

Seules les plantes qui se trouvaient entourées d'autres plantes pendant toute la durée de l'essai, ont été considérées comme plantes expérimentales. Les observations ont porté sur la levée, la croissance initiale, l'initiation florale, le port final des plantes, les rendements et la durée de la culture.

Toutes les parcelles ont été suivies en principe pendant 24 semaines, mais la durée de la culture a été définie comme étant la période entre le semis et le moment où 95% du rendement total étaient atteints.

6.4.3 Résultats

6.4.3.1 Comparaison des deux cultivars

Les résultats des observations font l'objet des tableaux 31 ('Clemson Spineless') et 32 ('Perkins Long Pod' Ivoirien).

Si on range les 20 parcelles par ordre décroissant de leurs résultats, l'ordre de succession des parcelles diffère peu chez les deux cultivars, ainsi qu'en témoignent les coefficients de corrélation pour les différentes observations (tableau 33).

Tableau 33. Coefficients de corrélation entre les deux cultivars (d.l. = 18)

Caractères	r	Caractères	r
Levée		Port final	
-pourcentage	0,763**	-hauteur	0,905**
-vitesse	0,906**	-nbre de noeuds	0,859**
Croissance		Rendements	
initiale (3 sem.)		-fruits/plante	0,776**
-hauteur	0,910**	-poids/fruit	0,909**
-nbre de noeuds	0,903**	-g/plante	0,753**
Apparition 1er		Durée culture	
bouton floral		-semaines	0,926**
-date	0,782**		
-numéro du noeud	0,639**		

La corrélation la plus basse est constatée pour le numéro du noeud du premier bouton floral (cf. § 6.4.3.4).

'Clemson Spineless' est en moyenne deux semaines plus précoce que 'Perkins Long Pod' Ivoirien en ce qui concerne l'initiation florale. La différence dans la durée de la culture est du même ordre.

A l'âge de trois semaines, les plantules de 'Clemson Spineless' sont plus longues que celles de 'Perkins Long Pod' Ivoirien, ce qui n'est pas une question de vigueur (comparer les nombres de noeuds), mais tient à l'élongation de l'hypocotyle.

Les données sur le port final montrent que 'Perkins Long Pod' Ivoirien est un cultivar de grande taille. Ceci est d'une part dû au grand nombre de noeuds et d'autre part à la longueur des internoeuds.

En tenant compte de la différence dans la densité de semis, les rendements moyens en g/plante, correspondent à 10,0 t/ha pour 'Clemson Spineless' et à 9,0 t/ha pour 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

6.4.3.2 Croissance en fonction de la climatologie

La hauteur finale des plantes est hautement corrélée au rendement (CS: $r = 0,874^{**}$; PLPI: $r = 0,788^{**}$). Cette hauteur finale dépend de ce qu'on peut appeler la "vitesse moyenne de croissance en hauteur" et de la durée de la culture. La figure 14 présente la hauteur finale comme résultat de ces deux paramètres, joints aux facteurs climatologiques les plus importants pendant la période de l'essai.

Sur la base des résultats de NJOKU (1958), la période entre le lever et le coucher du soleil à 05°00'N a été majorée de 15 minutes de crépuscule pour obtenir la photopériode effective.

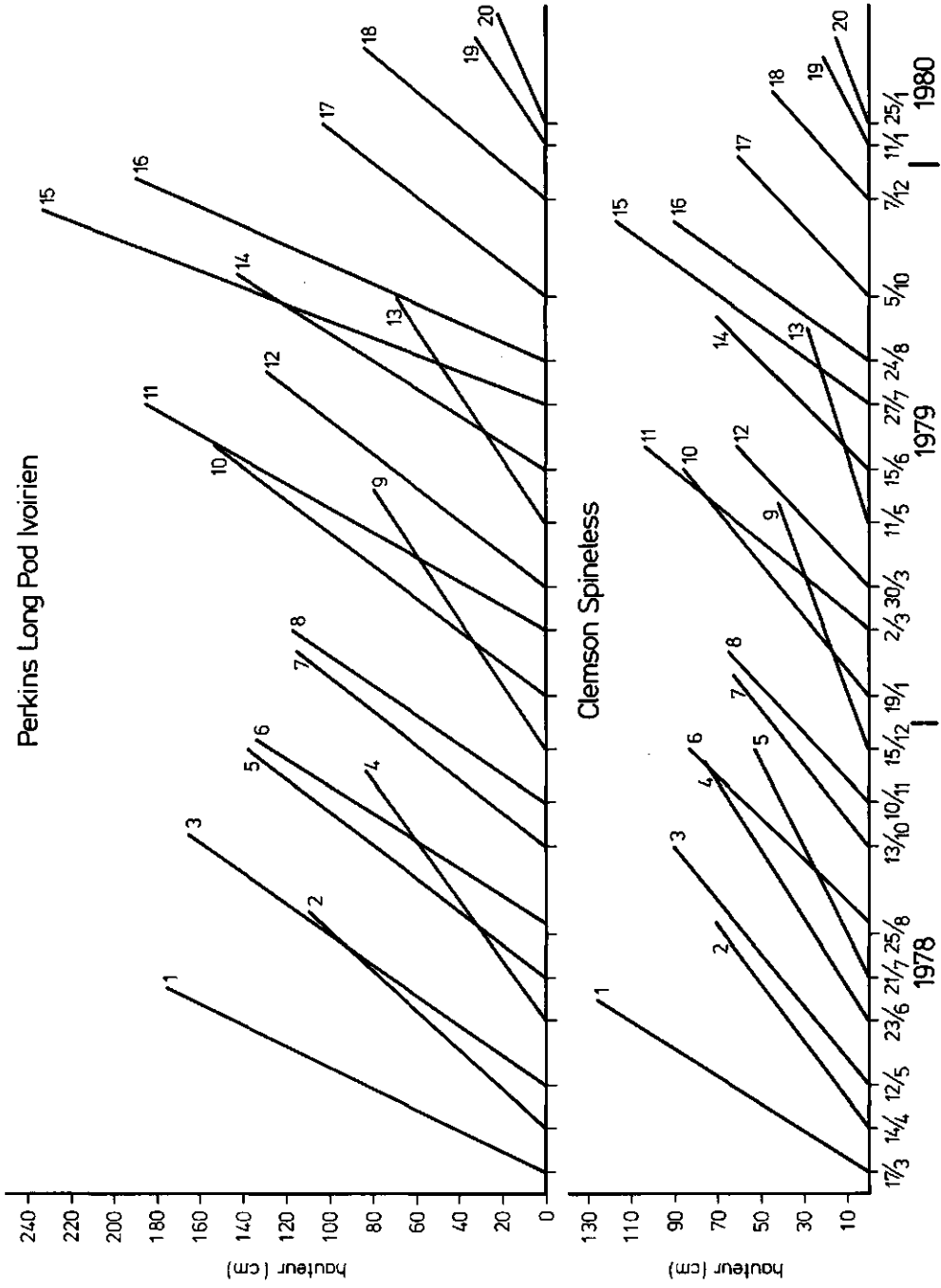
Les chiffres de l'évapotranspiration potentielle pendant la période de l'essai n'étaient pas disponibles. Les valeurs utilisées sont les moyennes des années 1956-1976 (MONTENY & ELDIN, 1977).

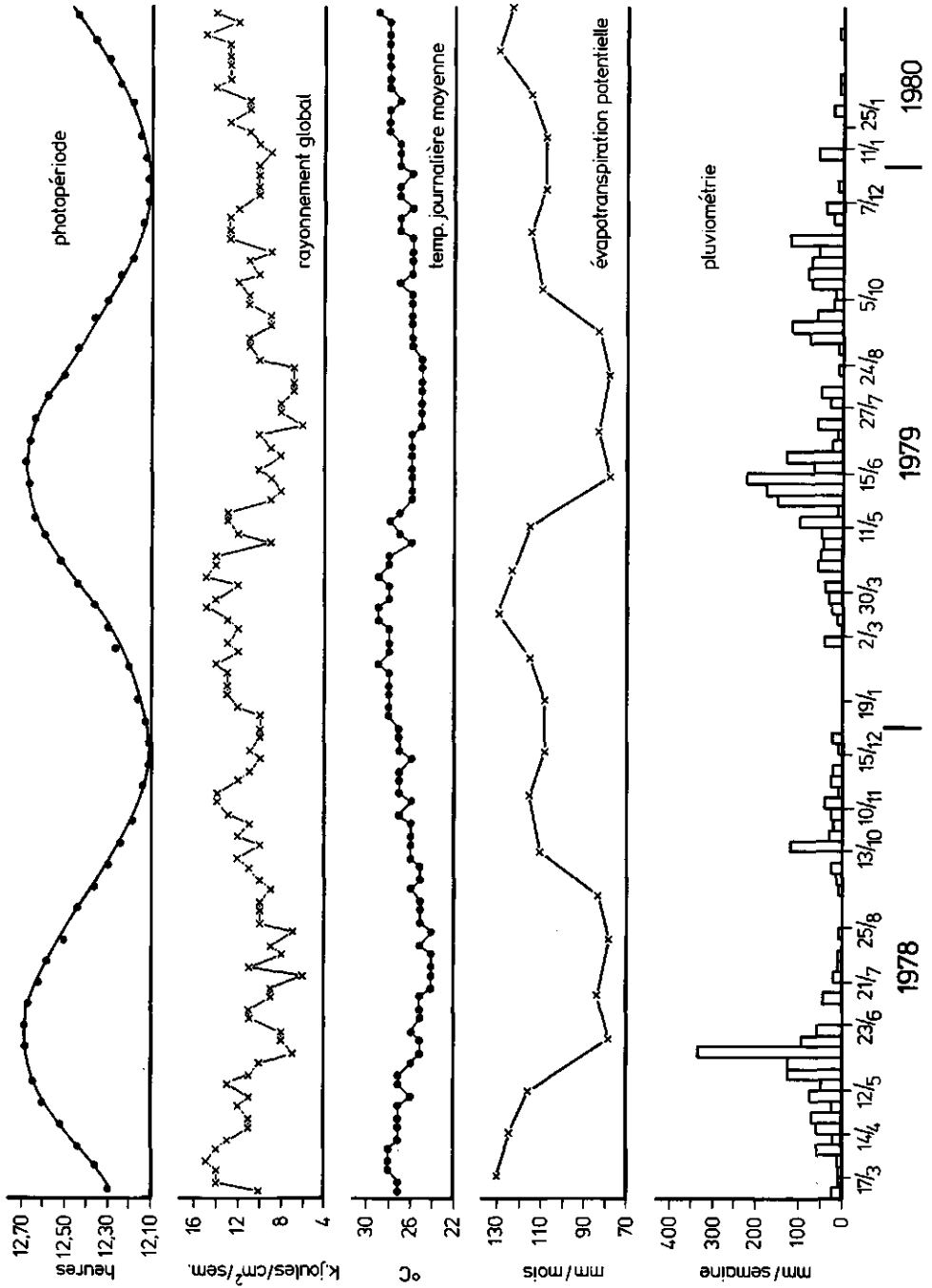
Comparée aux moyennes recueillies à la station météorologique de l'ORSTOM pour la période 1948-1976 (MONTENY & ELDIN, 1977), on peut remarquer que la petite saison des pluies a été anormalement sèche en 1978 et relativement très humide en 1979.

Les meilleurs périodes de semis se placent nettement en mars et en août. La "vitesse moyenne de croissance en hauteur" est bonne au début de la grande saison des pluies, diminue ensuite progressivement, reprend au début de la petite saison des pluies avant de diminuer rapidement pendant la grande saison sèche. Il est encore souligné ici que sauf dans les trois premières semaines, les cultures n'ont pas été arrosées.

La variation dans la durée de la culture est due à plusieurs facteurs dont les plus importants sont les périodes de sécheresse et le parasitisme. Malgré une bonne "vitesse moyenne de croissance en hauteur", le semis d'août 1978 (parcelle 6) n'atteint pas le niveau des parcelles 1, 11 et 15, ce qui peut être attribué à la courte

Figure 14. Croissance en fonction de la climatologie





durée de sa culture par suite des pluies déficitaires pour la période de l'année. La saison des pluies apporte en général un taux de parasitisme très élevé, et la cercosporiose (*Cercospora abelmoschi* Ell. & Everh.) notamment est difficile à maîtriser. La parcelle 12 de 'Clemson Spineless' était fortement atteinte de la maladie "Leaf Curl", transmise par l'aleurode *Bemisia tabaci* (Genn.).

Les périodes optimales de semis semblent avoir peu de relation avec les autres paramètres climatologiques. Le rayonnement global, la température journalière moyenne et l'évapotranspiration potentielle sont positivement corrélées et ont leurs valeurs maximales en mars et leurs valeurs minimales en août.

L'effet négatif de plantation tardive peut également être dû à un excès d'eau qui provoque le lessivage des sels minéraux. Des plantes de couleur vert pâle ont été observées notamment dans la parcelle 2, où les fortes précipitations de début juin se sont produites tout de suite après le deuxième apport d'engrais (six semaines après le semis).

6.4.3.3 Levée

La température du sol et la tension hydrique ont été mesurées pendant la levée dans les 12 premières parcelles, entre 14h et 15h.

La température (moyenne des quatre premiers jours suivant le semis) variait de 30 à 43°C selon la date de semis, la tension hydrique de 8 à 18 cm de mercure.

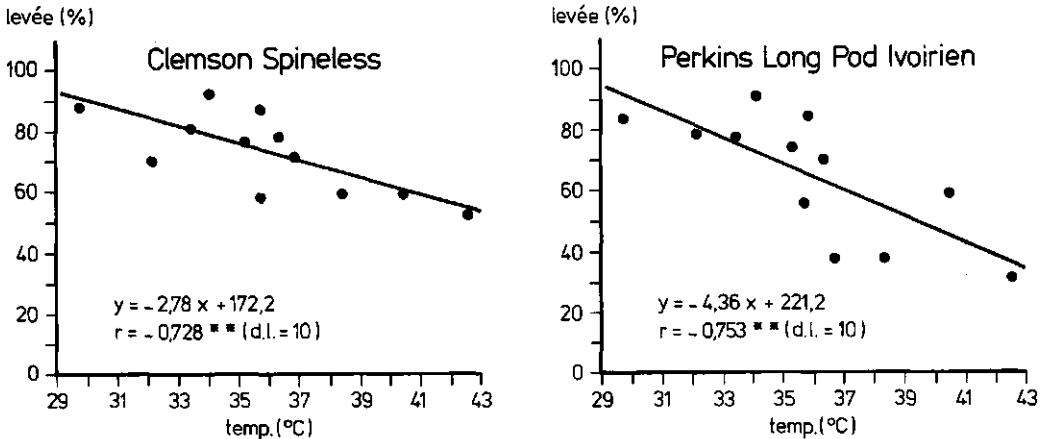
La température du sol suit en principe la même périodicité que la température de l'air, mais atteint des valeurs maximales beaucoup plus élevées. Selon les données bibliographiques (cf. § 6.2.3), des températures du sol de plus de 30 à 35°C ont des effets négatifs sur le pourcentage et la vitesse de levée.

Parmi les corrélations entre le pourcentage et la vitesse de levée d'une part et la température et la tension hydrique d'autre part, une corrélation significative n'a été observée qu'entre le pourcentage de levée et la température du sol (figure 15). Les relations entre ces paramètres ont été sûrement perturbées par une fonte des semis, due à *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby, qui a causé parfois d'importants dégâts.

Les températures du sol les plus élevées se produisent au début de la grande saison des pluies et à ce moment une action bénéfique

sur la levée et la croissance initiale semble possible par des méthodes culturales qui ont un effet dépressif sur la température du sol (cf. chapitre 8).

Figure 15. Relation entre pourcentage de levée et température du sol



6.4.3.4 Initiation florale

Le premier bouton floral apparaît en moyenne trois semaines après le semis dans le cas de 'Clemson Spineless' et cinq semaines après le semis dans le cas de 'Perkins Long Pod' Ivoirien. La variation entre les parcelles est toutefois considérable.

Tableau 34. Corrélations (d.l. = 18) entre paramètres de croissance et de développement

			Croissance initiale (3 semaines)		Apparition 1er bouton floral
			Hauteur (cm)	Nbre de noeuds	Numéro du noeud
Apparition 1er bouton floral	Date (jours après semis)	CS PLPI	- 0,701** - 0,542*	- 0,621** - 0,655**	0,382 n.s. 0,483*
	Numéro du noeud	CS PLPI	0,305 n.s. 0,212 n.s.	0,347 n.s. 0,066 n.s.	

En ce qui concerne la relation entre l'initiation florale et la croissance initiale (tableau 34), les données consignées auparavant sont confirmées (cf. tableau 22).

Le numéro du noeud du premier bouton floral est indépendant de la croissance, tandis que la date d'apparition est négativement corrélée à la croissance et positivement corrélée au numéro du noeud. En comparant des plantes d'un même champ (cf. tableau 22), la date d'apparition est plutôt liée au numéro du noeud du premier bouton floral. Dans le présent essai, en conséquence de la grande variation dans la croissance entre les parcelles, la corrélation la plus élevée est observée entre date d'apparition et croissance.

Tableau 35. Corrélations totales et partielles entre le numéro du noeud du premier bouton floral, la photopériode, et la température

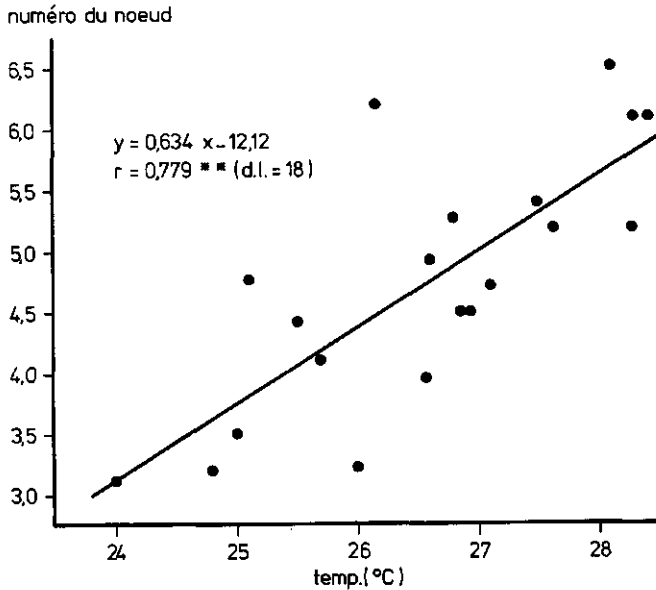
		Corrélations totales		Corrélations partielles	
		Photopériode	Température	Photopériode (Temp. constante)	Température (Photop. constante)
Noeud du 1er bouton floral	CS	- 0,235 n.s.	0,779**	0,211 n.s.	0,776**
	PLPI	0,254 n.s.	0,351 n.s.	0,528*	0,569*

L'initiation florale, en termes de numéro du noeud, semble alors sous contrôle extérieur. Sa relation avec la durée de la photopériode et la température journalière moyenne fait l'objet du tableau 35. Etant donné la date moyenne d'apparition du premier bouton floral, les valeurs utilisées sont la photopériode et la température moyenne des trois premières semaines chez 'Clemson Spineless' et des cinq premières semaines chez 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

Les résultats confirment les données bibliographiques sur le comportement de 'Clemson Spineless': l'initiation florale est indépendante de la photopériode, mais retardée par des températures élevées (figure 16).

Dans le cas de 'Perkins Long Pod' Ivoirien les corrélations totales ne sont pas significatives. Les corrélations partielles suggèrent que l'initiation florale est influencée aussi bien par la température que par la photopériode. La réaction quantitative de 'Perkins Long Pod' Ivoirien à des photopériodes d'une durée s'étendant entre 12 et 13 heures sera confirmée par les observations en serre (cf. § 6.6.4).

Figure 16. Relation entre le numéro du noeud du premier bouton floral et la température chez 'Clemson Spineless'



6.4.4 Discussion et conclusions

Les deux cultivars SOUDANAIS 'Clemson Spineless' (d'origine subtropicale) et 'Perkins Long Pod' Ivoirien (d'origine tropicale) diffèrent peu dans leur réaction à la date de semis en Basse-Côte d'Ivoire.

Les meilleures dates de semis en culture non irriguée se situent tout au début de la grande et de la petite saison des pluies (mars et août). La deuxième saison des pluies est toutefois moins sûre que la première et certaines années on risque que la pluviométrie soit insuffisante pour un résultat optimal.

Les semis tardifs pendant la grande saison des pluies semblent être négativement affectés par des excès d'eau et par un taux de parasitisme élevé. Le semis au début de la petite saison des pluies doit être le plus précoce possible pour éviter les périodes de sécheresse ultérieures.

Par suite de l'influence prédominante de ces facteurs, aucune relation n'est apparente avec d'autres paramètres tels que température ou rayonnement global. Ces paramètres ont leurs valeurs maximales en mars et leurs valeurs minimales en août.

Les données concernant la levée laissent penser qu'il est possible de l'améliorer, notamment au début de la grande saison des pluies, par des méthodes culturales d'un effet dépressif sur la température du sol (cf. chapitre 8).

Le numéro du noeud où apparaît le premier bouton floral est indépendant de la croissance, mais positivement corrélé à la température chez 'Clemson Spineless' et à la température et photopériode chez 'Perkins Long Pod' Ivoirien. La date d'apparition est positivement corrélée au numéro du noeud et négativement à la croissance.

La combinaison de ces facteurs est à l'origine des différences dans la date d'apparition du premier bouton floral qui sont de l'ordre de deux semaines pour 'Clemson Spineless' et de trois semaines et demie pour 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

6.5 FLORAISON DU MATERIEL VEGETAL LOCAL EN FONCTION DE LA SAISON

6.5.1 *Introduction*

Les travaux au Nigeria (NJOKU, 1958; OYOLU, 1977) ont mis en évidence que les légères variations de la durée de la photopériode dans les régions subéquatoriales sont suffisamment grandes pour influencer de façon importante sur la durée de la période végétative du gombo. Certaines lignées locales ont une photopériode critique située entre 12 et 13 heures.

Il fallait vérifier l'importance de ce phénomène sur un grand nombre de lignées locales sous conditions naturelles en Basse-Côte d'Ivoire. A cette fin, la collection de matériel végétal ivoirien a été évaluée à deux époques, pendant la grande saison des pluies (photopériodes longues) et pendant la grande saison sèche (photopériodes courtes).

6.5.2 *Protocole expérimental*

Le schéma des évaluations de la collection a été présenté dans le tableau 12.

La première évaluation (saison sèche) était divisée en deux parties. L'évaluation 1A comprenait 123 lignées locales et cinq cultivars internationaux, dont la date de semis était le 10 octobre 1977. L'évaluation 1B était mise en place une année plus tard, le 18 octobre 1978, et comprenait 197 nouvelles lignées d'origine locale, les cinq cultivars internationaux et de nouveau 25 des lignées locales déjà présentes dans l'évaluation 1A.

Les lignées étaient semées en simples parcelles d'observation de $2,80 \times 1,80$ m, comprenant trois lignes à un écartement de 60 cm et sept poquets par ligne à des distances de 40 cm (environ 40 000 poquets/ha).

La deuxième évaluation, qui comprenait toutes les 320 lignées locales et les cinq cultivars internationaux, a été mise en place le 21 mars 1979. Chaque lignée était semée sur une ligne de 6 m de longueur comprenant 20 poquets distants de 30 cm; l'écartement entre les lignes était de 1 m (environ 33 000 poquets/ha).

Pour toutes les évaluations, deux ou trois graines étaient semées par poquet en fonction de la quantité disponible. Le démariage à une seule plantule par poquet a été effectué trois semaines après le semis.

Les observations rapportées ici ne concernent que la date moyenne de l'anthèse et le numéro du noeud de la première fleur ouverte.

6.5.3 Remarques sur la température et la photopériode

Les évaluations ont été mises en place sous conditions photopériodiques à peu près semblables (12 heures et demie), mais en saison sèche (évaluations 1A et 1B) les jours raccourcissent vite et la durée de la photopériode la plus courte est atteinte environ deux mois après le semis (cf. figure 14). En saison des pluies (évaluation 2) les jours deviennent plus longs et atteignent leur durée maximale environ trois mois après le semis.

Le régime de la température est modéré pendant les premiers mois de la culture en saison sèche, alors que la date de semis de l'évaluation 2 se situe dans la période la plus chaude de l'année.

6.5.4 Résultats

Les évaluations 1A et 1B avaient en commun 30 lignées: 9 lignées locales du type SOUDANAIS, 16 du type GUINEEN et les 5 cultivars internationaux.

Les résultats du tableau 36 montrent que le comportement floral de ces lignées était à peu près identique dans les évaluations du 10 octobre 1977 et du 18 octobre 1978. Cette même réaction des évaluations 1A et 1B est également confirmée par les données présentées dans le tableau 15, bien qu'il s'agisse d'autres lignées.

Sur la base de ces résultats, il devenait permis de grouper les observations des évaluations 1A et 1B, pour simplifier la comparaison avec la culture en saison des pluies (évaluation 2).

Tableau 36. Comportement floral de 30 lignées dans les évaluations 1A et 1B

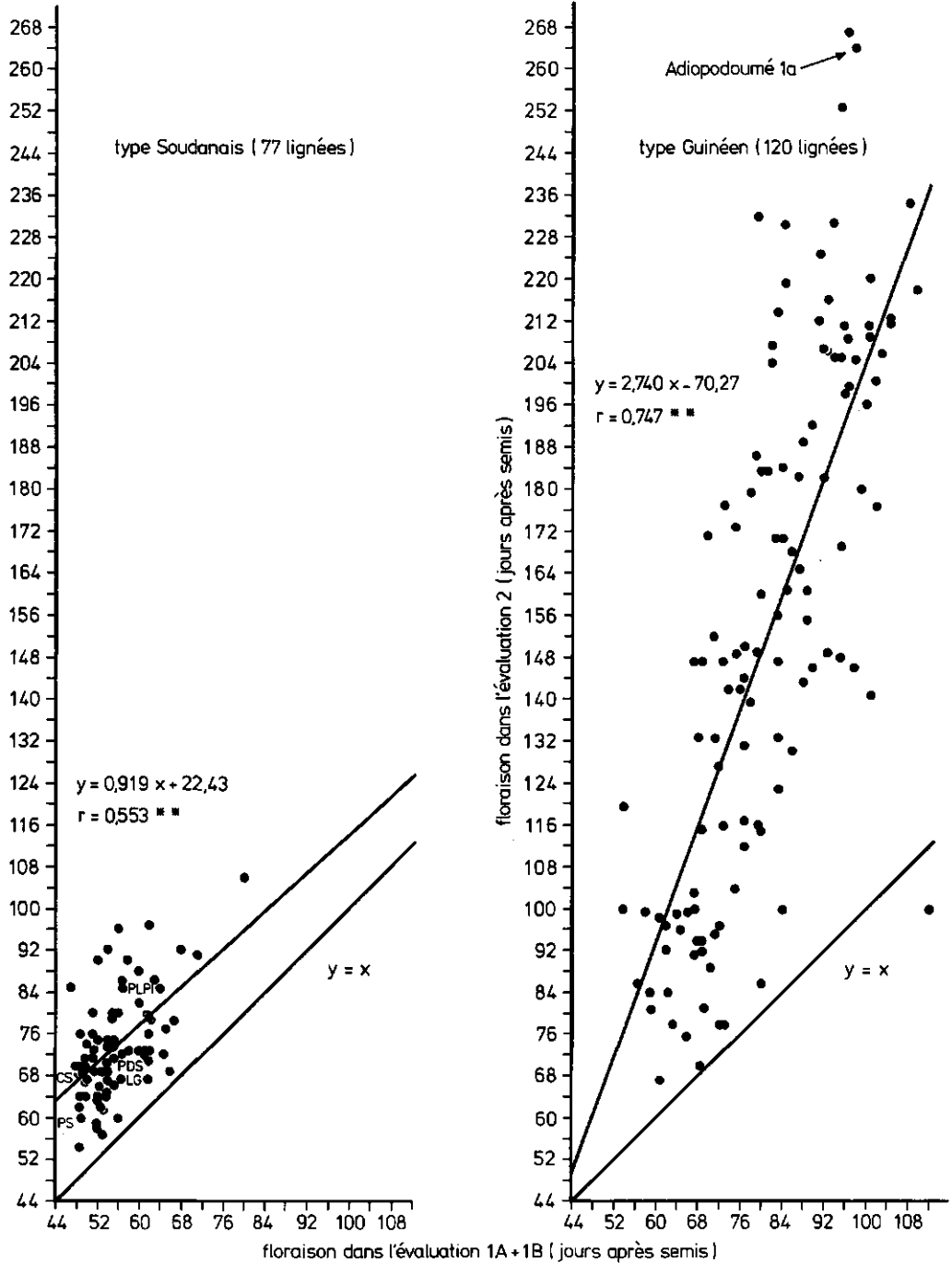
Caractères	Evaluation				"Signed rank" test WILCOXON	Equation de régression	Coeff. de corrél. (d.l.=28)
	1A		1B				
	\bar{X}	s	\bar{Y}	s			
<u>Anthèse</u>							
- date (jrs après semis)	66,6	13,82	68,5	15,50	n.s.	$Y=0,983X+2,97$	0,876**
- numéro du noeud	9,7	4,46	9,6	4,67	n.s.	$Y=0,937X+0,58$	0,894**

Les résultats de cette comparaison font l'objet du tableau 37 et de la figure 17. Les cinq cultivars internationaux n'ont pas été inclus dans le groupe SOUDANAIS: leur comportement a été indiqué séparément sur la figure.

La floraison du type SOUDANAIS, en termes de date ou de numéro du noeud, est légèrement plus tardive en saison des pluies qu'en saison sèche. Les retards observés dans des lignées individuelles sont d'un ordre tel qu'aucune d'elles ne semble avoir une photopériode critique inférieure à 12 heures et demie. Les retards doivent être mis au compte de réactions quantitatives à la photopériode et/ou à la température.

L'influence de la photopériode sur l'initiation florale et l'anthèse de quatre cultivars du type SOUDANAIS a été évaluée plus en détail sous conditions contrôlées en serre (cf. § 6.6.2 et 6.6.4).

Figure 17. Comportement floral des cultivars locaux en saison sèche (évaluation 1A et 1B) et en saison des pluies (évaluation 2)



L'influence de la date de semis sur la floraison du type GUINEEN est beaucoup plus marquée. Des périodes préflorales allant jusqu'à huit à neuf mois ont été observées en saison des pluies, ce qui suggère que sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire, un grand nombre de lignées se trouvent confrontées à leur photopériode critique.

Tableau 37. Comportement floral des cultivars locaux en saison sèche (évaluations 1A et 1B) et en saison des pluies (évaluation 2)

Caractère/ Type	Evaluation				"Signed rank" test WILCOXON	Equation de régression	Coeff. de corrél.
	1A + 1B \bar{X}	s	2 \bar{Y}	s			
<u>Anthèse (jrs après semis)</u>							
- SOUDANAIS (77 lignées)	55,9	6,12	73,8	10,18	**	$Y=0,919X+22,43$	0,553**
- GUINEEN (120 lignées)	81,4	13,62	152,9	49,93	**	$Y=2,740X-70,27$	0,747**
<u>Numéro du noeud</u>							
- SOUDANAIS (77 lignées)	6,6	1,23	9,3	2,86	**	$Y=1,269X+ 0,90$	0,546**
- GUINEEN (120 lignées)	12,9	4,58	24,3	11,20	**	$Y=1,404X+ 6,16$	0,575**

La réaction d'une de ces lignées tardives, Adiopodoumé 1a, dont le comportement pendant les évaluations est indiqué sur la figure 17, a été observée plus en détail en serre (cf. § 6.6.3).

6.5.5 Discussion et conclusions

La durée de la photopériode (intensité minimale de 100 lux) varie de 12 heures et 7 minutes à 12 heures et 41 minutes en Basse-Côte d'Ivoire (5°N) et de 11 heures et 49 minutes à 12 heures et 58 minutes dans le nord du pays (10°N), les jours les plus longs se plaçant dans la saison des pluies.

Aucune lignée du type SOUDANAIS ne semble avoir une photopériode critique inférieure à 12 heures et demie, de sorte qu'en Basse-Côte d'Ivoire le comportement floral n'est que peu influencé par la photopériode.

Des photopériodes critiques entre 12 heures et demie et 12 heures trois quarts, observées par NJOKU (1958) au Nigeria, auraient par contre des conséquences pour la culture dans le nord du pays. En effet, dans le nord on a constaté plusieurs fois, que des plantes du type SOUDANAIS avaient atteint 3 m de hauteur avant de fleurir (photo 8).

Le type GUINEEN est caractérisé par des photopériodes critiques plus courtes que celles du type SOUDANAIS. Même en Basse-Côte d'Ivoire, le semis au début de la grande saison des pluies, peut provoquer des périodes végétatives de huit à neuf mois.

Cette sensibilité à la photopériode, dont résulte une longue durée de la culture, semble une explication logique du fait que la répartition géographique du type GUINEEN est limitée aux régions les plus humides de l'Afrique de l'Ouest.



Photo 8.
Gombo du type SOUDANAIS:
haut de trois mètres, mais
encore végétatif (juillet
1980, région de Korhogo)

6.6 OBSERVATIONS SUR LE PHOTOPERIODISME EN SERRE

6.6.1 Introduction

Pour une évaluation plus fine de l'influence de la photopériode, trois essais ont été conduits en serre à Wageningen, Pays-Bas. Ils ont été organisés et supervisés par J.P.M. BINK¹, avec l'assistance de Mme P.M.J. COOLS-VAN SCHEEPSTAL.

Le premier avait pour but d'observer la réaction de quatre cultivars du type SOUDANAIS, dont trois sont largement cultivés dans différentes régions subtropicales, tandis que le quatrième, 'Perkins Long Pod' Ivoirien, est distribué en Côte d'Ivoire. Son origine est un peu obscure, mais il provient probablement du Nigeria.

Le deuxième essai était centré sur une lignée du type GUINEEN, dont le comportement pendant les évaluations au champ en Basse-Côte d'Ivoire, avait fait présumer qu'elle réagit de façon qualitative aux photopériodes naturelles.

Le premier essai en serre montrera que le cultivar 'Perkins Long Pod' Ivoirien a une photopériode critique qui se situe entre 12 et 14 heures. Les conséquences pour la culture en Côte d'Ivoire ont été étudiées plus en détail dans le troisième essai.

Les essais ont été exécutés dans une serre spécialement aménagée pour les expérimentations photopériodiques au Département de Phytotechnie Tropicale de l'Université Agronomique de Wageningen.

6.6.2 Premier essai: réaction photopériodique de quatre cultivars du type SOUDANAIS

6.6.2.1 Protocole expérimental

Les cultivars 'Clemson Spineless' (Etats-Unis), 'Pusa Sawani' (Inde), 'Long Green' (Nouvelle-Zélande) et 'Perkins Long Pod' Ivoirien (Côte d'Ivoire) ont été soumis à des photopériodes de 10, 12, 14 et 18 heures.

¹ Dép. de Phytotechnie Tropicale, Université Agronomique, B.P. 341, Wageningen, Pays-Bas.

Les plantes ont reçu environ neuf heures de lumière naturelle (de 7h45 à 16h45) et une à neuf heures de lumière artificielle, dont une demi-heure le matin (de 7h15 à 7h45) et le reste le soir (à partir de 16h45).

Par surface expérimentale de 1,9 m², la lumière artificielle consistait en deux tubes fluorescents Philips TL-55 et deux lampes à incandescence Philips 40 Watt, placées à environ 1 m au-dessus des plantes.

Un grand nombre de graines ont été semées le 30 avril 1977 et maintenues jusqu'au 9 mai sous conditions photopériodiques de 18 heures. A cette dernière date, les plantules expérimentales d'une grande homogénéité étaient choisies, repiquées individuellement dans des seaux d'environ 13,5 litres de contenance et soumises aux traitements photopériodiques.

L'essai était un schéma "split-plot" avec quatre répétitions, les traitements photopériodiques étant appliqués aux parcelles d'ordre primaire, alors que les cultivars occupaient les parcelles d'ordre secondaire.

Chaque parcelle d'ordre secondaire (cultivars) consistait en quatre plantes expérimentales placées sur une ligne, à des distances de 30 cm.

Une parcelle d'ordre primaire (photopériodes) comprenait alors 16 plantes disposées en quatre lignes de quatre plantes. L'écartement entre les lignes était de 40 cm.

Les observations ont porté sur l'apparition et le développement des boutons floraux et des fleurs, et sur la croissance végétative.

L'essai était terminé 76 jours après le début des traitements. Dix jours plus tôt, quatre plantes de chaque combinaison photopériode-cultivar (une plante par répétition) étaient récoltées pour la détermination de la matière sèche des parties aériennes. Elles étaient séchées pendant 48 heures dans une étuve à 100°C.

Tableau 38. Température et humidité relative pendant la période de l'essai

	\bar{X}	s	dispersion
Température journalière maximale (°C)	33,4	4,32	25 - 43
Température journalière minimale (°C)	23,3	2,41	15 - 27
Humidité relative journalière maximale (%)	86,2	14,10	44 - 100
Humidité relative journalière minimale (%)	62,7	16,73	29 - 88

Le tableau 38 donne la moyenne des température et humidité relative journalières maximales et minimales pendant la période d'essai.

6.6.2.2 Résultats: initiation florale et anthèse

Chaque jour les plantes ont été inspectées pour constater la présence de boutons floraux (bien visibles à l'oeil) et de fleurs.

'Perkins Long Pod' Ivoirien ne forme pas de boutons floraux sous des photopériodes de 14 et de 18 heures (tableau 39). Sa photopériode critique est située entre 12 et 14 heures et il semble réagir encore de façon quantitative en-dessous de la durée critique.

Toutes les plantes expérimentales de 'Clemson Spineless', 'Pusa Sawani' et 'Long Green' ont formé des boutons floraux sous toutes les photopériodes. L'analyse statistique s'est limitée à ces trois cultivars, étant donné la réaction qualitative de 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

Les résultats montrent que 'Pusa Sawani' est le cultivar le plus précoce et que l'initiation florale des trois cultivars subtropicaux n'est que peu influencée par la photopériode. Les observations sur le numéro du noeud du premier bouton floral permettent la même constatation. La date d'apparition et le numéro du noeud sont hautement corrélés ($r = 0,937$).

L'influence de la durée de la photopériode sur la date d'anthèse est beaucoup plus prononcée. L'anthèse de 'Clemson Spineless', 'Pusa Sawani' et 'Long Green' est considérablement plus tardive sous des photopériodes de 14 et 18 heures que sous des photopériodes de 10 et 12 heures. Ces retards sont même sous-estimés pour certains traitements (CS-14, CS-18, LG-14 et LG-18), car environ un quart des plantes expérimentales soumises à ces traitements n'avaient pas encore produit de fleurs à la fin de l'essai de 76 jours.

L'anthèse de 'Perkins Long Pod' Ivoirien est déjà retardée lorsque la photopériode passe de 10 à 12 heures.

Comme pour le premier bouton floral, la date d'anthèse et le numéro du noeud de la première fleur sont hautement corrélées ($r = 0,987$).

Les données sur le numéro du noeud du premier bouton floral et de la première fleur montrent que l'avortement des boutons floraux est une cause importante des différences dans la date d'anthèse,

Tableau 39. Apparition boutons floraux et fleurs

Caractères	Photo-périodes (heures)	Cultivars			Moy.	Culti-var PLPI	s ²	Test F
		CS	PS	LG				
Date ¹ d'apparition du 1er bouton floral	10	24,7	21,9	23,8	23,4 ab2	28,5	s ₁ ² = 1,93 s ₂ ² = 4,38	Ph ² : ** C.: ** I.: n.s.
	12	24,1	22,0	23,4	23,1 a2	32,0		
	14	24,9	22,6	26,4	24,6 bc2	-		
	18	27,2	22,3	26,8	25,4 c2	-		
	Moy.	25,2 b1	22,2 a1	25,1 b1	24,2			
Numéro du noeud du 1er bouton floral	10	3,1	2,1	3,2	2,8	6,1		
	12	3,0	2,2	3,5	2,9	6,7		
	14	3,2	2,1	4,1	3,1	-		
	18	3,5	2,1	3,8	3,1	-		
	Moy.	3,2	2,1	3,7	3,0			
Date ¹ d'an-thèse	10	42,2 a1	38,3 a2	41,3 a3	40,6	46,5	s ₁ ² =21,55 s ₂ ² =12,54	Ph.: ** C.: ** I.: **
	12	47,1 a1	40,8 a2	46,1 a3	44,6	57,6		
	14	63,6 b1	48,3 b2	66,8 b3	59,6	-		
	18	64,4 b1	52,8 b2	64,0 b3	60,4	-		
	Moy.	54,3	45,0	54,6	51,3			
Numéro du noeud de la première fleur	10	4,2	3,4	4,0	3,8	6,1		
	12	5,4	3,6	5,6	4,8	8,8		
	14	11,1	5,0	12,1	9,4	-		
	18	11,4	6,5	11,9	9,9	-		
	Moy.	8,0	4,6	8,4	7,0			

1 Date en nombre de jours après le début des traitements

2 Ph. = photopériode; C. = cultivar; I. = interaction

mais les boutons floraux qui persistent ont également une croissance plus lente sous des photopériodes longues. L'importance relative des deux causes de floraison retardée est illustrée par le tableau 40.

Les réactions de 'Clemson Spineless' et 'Long Green' se ressemblent. Le taux d'avortement des boutons floraux augmente fortement si la durée de la photopériode atteint 14 heures ou plus. La réaction de 'Pusa Sawani' est plus graduelle. De plus, les boutons floraux persistants se développent moins vite en fleur adulte sous les photopériodes longues.

Le retard dans la floraison dû à ces deux effets est d'environ deux semaines et demie chez les trois cultivars subtropicaux, si la photopériode passe de 10 à 18 heures.

Tableau 40. Avortement et croissance des boutons floraux

Caractères	Photo-périodes (heures)	Cultivars			Moy.	Cultivar PLPI	s ²	Test F
		CS	PS	LG				
Période (jrs) entre l'apparition du 1er bouton floral et l'anthèse	10	17,5 a1	16,5 a2	17,6 a3	17,2	18,0	s ₁ ² =16,65 s ₂ ² = 9,25	Ph.: ** C.: ** I.: **
	12	23,0 b1	18,8 a2	22,7 a3	21,5	25,6		
	14	38,9 c1	25,7 b2	42,4 b3	35,6	-		
	18	38,8 c1	30,5 b2	39,9 b3	36,4	-		
	Moy.	29,5	22,9	30,6	27,7			
Période (jrs) entre l'apparition du 1er bouton floral et du 1er bouton persistant	10	2,4 a1	2,7 a2	1,6 a3	2,3	0,0	s ₁ ² =10,14 s ₂ ² = 5,70	Ph.: ** C.: ** I.: **
	12	5,4 a1	3,8 ab2	4,8 a3	4,7	4,2		
	14	16,6 b1	7,5 bc2	18,1 b3	14,1	-		
	18	15,6 b1	9,9 c2	18,5 b3	14,7	-		
	Moy.	10,0	6,0	10,8	8,9			
Période (jrs) entre l'apparition du 1er bouton floral persistant et l'anthèse	10	15,1 a1	13,7 a2	15,9 a3	14,9	18,0	s ₁ ² = 3,63 s ₂ ² = 1,83	Ph.: ** C.: ** I.: *
	12	17,6 b1	15,0 a2	17,9 a3	16,8	21,4		
	14	22,3 c1	18,2 b2	24,3 c3	21,6	-		
	18	23,1 c1	20,6 b2	21,4 b3	21,7	-		
	Moy.	19,5	16,9	19,9	18,8			

1 Ph. = photopériode; C. = cultivar; I. = interaction

6.6.2.3 Résultats: croissance végétative

La hauteur des plantes a été mesurée à deux reprises: le 37ème jour et le 66ème jour après le début des traitements.

A 37 jours, juste avant que les plantes les plus précoces commencent à fleurir, on ne constate pas de différences résultant des divers traitements photopériodiques (tableau 41). La légère tendance des photopériodes les plus longues à donner des plantes un peu plus grandes, pourrait être attribuée à une faible activité photosynthétique sous la lumière artificielle.

Un mois plus tard, les différences dans la taille des plantes sont plus prononcées, ce que confirment également les données sur la matière sèche des parties aériennes. Les fortes différences dans

la date de floraison et le développement subséquent des fruits sont probablement à l'origine des différences dans la croissance de la plante.

L'analyse de croissance (cf. chapitre 5) a montré que si on laisse mûrir les fruits, la croissance végétative s'arrête très vite après la floraison et que presque toute la matière sèche produite est canalisée vers les parties génératives. Au moment de l'échantillonnage, les plantes soumises à des photopériodes de 10 et 12 heures avaient déjà des fruits presque mûrs, tandis que les plantes des autres traitements n'avaient guère commencé à leur floraison. Cet aspect est illustré par les données sur le pourcentage de la matière sèche totale présente dans les fruits.

Tableau 41. Croissance végétative

Caractères	Photo-périodes (heures)	Cultivars				Moy.	s ²	Test F
		CS	PS	LG	PLPI			
Hauteur (cm) à 37 jours	10	22,3	28,3	24,7	19,6	23,7	s ₁ ² = 40,59 s ₂ ² = 11,63	Ph ¹ : n.s. C.: ** I.: n.s.
	12	22,9	25,2	24,9	21,6	23,7		
	14	27,9	30,5	27,5	25,6	27,9		
	18	25,0	34,5	28,6	30,6	29,7		
	Moy.	24,5 a	29,6 b	26,4 a	24,3 a	26,2		
Hauteur (cm) à 66 jours	10	60,5 a1	72,9 a2	67,6 a3	84,0 a4	71,2	s ₁ ² = 394,94 s ₂ ² = 131,94	Ph.: ** C.: ** I.: *
	12	65,1 a1	80,8 a2	74,5 ab3	109,5 b4	82,5		
	14	82,7 a1	116,6 b2	93,0 bc3	126,8 bc4	104,8		
	18	79,2 a1	129,9 b2	98,4 c3	132,7 c4	110,0		
	Moy.	71,9	100,0	83,4	113,2	92,1		
Matière sèche (g/plante) à 66 jours (racines non incluses)	10	34	29	38	64	41		
	12	43	34	50	94	55		
	14	55	63	53	97	67		
	18	54	70	61	101	72		
	Moy.	47	49	51	89	59		
Matière sèche des fruits (% du total) à 66 jours	10	27%	49%	37%	37%	38%		
	12	30	42	38	10	30		
	14	6	21	2	0	7		
	18	6	20	3	0	7		
	Moy.	17	33	20	12	21		

1 Ph. = photopériode; C. = cultivar; I. = interaction

6.6.3 Deuxième essai: réaction photopériodique d'une lignée du type GUINEEN

6.6.3.1 Protocole expérimental

La lignée du type GUINEEN, Adiopodoumé 1a, a été soumise à 11 différents régimes photopériodiques (tableau 42), dans le but de déterminer sa photopériode critique avec une précision de 40 minutes et d'obtenir des informations sur la sensibilité des plantules en fonction de leur âge.

La réalisation des différentes photopériodes et les méthodes culturales étaient identiques à celles décrites pour le premier essai.

Les graines étaient semées à la même date que celles du premier essai (30 avril 1977), mais par suite d'une levée très tardive et hétérogène, les traitements n'ont commencé que le 29 mai. Jusqu'à cette date, les plantules ont été maintenues sous conditions de jours longs.

Chaque traitement comprenait huit plantes expérimentales.

Pour les données sur la température et l'humidité relative pendant la période de l'essai, on se reportera au tableau 38.

Les observations ont porté sur l'apparition et le développement des boutons floraux et des fleurs.

L'essai était terminé 97 jours après le début des traitements.

Tableau 42. Schéma des traitements photopériodiques à partir du 29 mai

Photopériode principale	Photopériode principale, précédée (à partir du 29 mai) d'une photopériode de 18 heures pendant:			
	0 jours	5 jours	10 jours	15 jours
10 heures	1a	-	1b	1c
12 heures	2a	2b	2c	2d
12 heures 40 minutes	3	-	-	-
13 heures 20 minutes	4	-	-	-
14 heures	5	-	-	-
18 heures	6	-	-	-

6.6.3.2 Résultats: initiation florale et anthèse

Adiopodoumé 1a a sa photopériode critique entre 12 heures et 12 heures 40 minutes (tableau 43), ce qui explique la variation dans

les dates de floraison observées sous conditions naturelles (cf. § 6.5). Une réaction quantitative apparaît en-dessous de la photopériode critique.

La période entre l'apparition du premier bouton floral et l'anthèse semble également influencée par la photopériode. Le retard dû à l'avortement de boutons floraux est négligeable, mais la croissance des boutons est plus lente sous 12 heures que sous 10 heures de photopériode.

Tableau 43. Apparition des boutons floraux et des fleurs

Caractères		Photopériodes					
		10 heures		12 heures		12 heures 40 minutes et plus	
		\bar{X}	s	\bar{X}	s		
Apparition 1er bouton floral	-date(jrs après début traitements)	27,9	3,91	37,4	3,07	-	
	-numéro du noeud	7,6	2,00	10,1	2,42	-	
Anthèse	-date(jrs après début traitements)	54,4	5,85	72,6	6,23	-	
	-numéro du noeud	7,6	2,00	10,8	2,25	-	
Période entre l'apparition du 1er bouton floral et du 1er bouton floral persistant (jrs)		0,0		0,9	1,25	-	
Période entre l'apparition du 1er bouton floral persistant et l'anthèse (jrs)		26,5	2,39	34,4	3,93	-	

6.6.3.3 Résultats: sensibilité des plantules en fonction de leur âge

Par suite de la levée hétérogène, la période entre la levée et le début des traitements (29 mai 1977) n'est pas exactement connue, mais sa durée moyenne était de l'ordre d'une dizaine de jours.

Les résultats font l'objet des tableaux 44 et 45.

Le délai de 10 et 15 jours avant le début du traitement photopériodique de 10 heures a eu pour conséquence un retard dans l'apparition du premier bouton floral de 6,5 et 9,1 jours respectivement, laissant penser que les plantules étaient déjà sensibles à des photopériodes de 10 heures au moment du début des traitements.

Sous un régime photopériodique de 12 heures, des délais allant jusqu'à 15 jours avant le début du traitement n'ont guère eu d'influence sur la date d'apparition du premier bouton floral. S'ajoutant

Tableau 46. Réaction photopériodique de 'Perkins Long Pod' Ivoirien

Caractères	Photopériodes							
	10 heures \bar{X} s	11 heures \bar{X} s	12 heures \bar{X} s	12 heures et demie \bar{X} s	12 heures trois quarts \bar{X} s	13 heures \bar{X} s	13 heures et quart \bar{X} s	13 heures et demie \bar{X} s
<u>Apparition 1er bouton floral</u>								
- nombre de plantes	16	16	16	16	16	16	16	13
- date ¹	18,9 0,85	19,6 0,50	20,9 0,34	22,8 0,83	22,0 1,37	24,9 1,65	26,1 1,45	29,5 1,81
- numéro du noeud	7,4 0,50	7,1 0,25	7,3 0,48	7,8 0,40	8,1 0,57	8,2 0,54	8,4 0,73	8,5 0,66
<u>Anthèse</u>								
- nombre de plantes	16	16	16	6	6	2	0	0
- date ¹	38,0 1,37	39,6 1,41	42,7 2,24	44,2 1,47	44,2 2,04			
- numéro du noeud	7,5 0,52	7,1 0,25	7,4 0,51	7,8 0,41	8,2 0,41			
<u>Fruits persistants</u>								
- nombre de plantes	16	16	16	1	1	1	0	0
- numéro du noeud du 1er fruit	8,7 2,09	7,3 0,48	8,9 1,54					
1 Date en nombre de jours après le début des traitements								

En-dessous de la photopériode critique, 'Perkins Long Pod' Ivoirien réagit de façon quantitative, ce qui est en accord avec les observations dans l'essai de plantations mensuelles (cf. § 6.4) et dans le premier essai en serre (cf. § 6.6.2).

Le fait que dans ce troisième essai la période jusqu'à l'apparition du premier bouton floral est beaucoup plus courte que dans les deux autres essais, est principalement dû à la méthode d'observation (inspection des plantes à l'aide d'une loupe).

L'anthèse et la formation de fruits ne se produisent de façon normale qu'à des photopériodes de 10 à 12 heures. La photopériode critique pour la formation de fleurs et de fruits se situe entre 13 heures et 13 heures et quart, mais ces processus sont déjà négativement affectés sous des photopériodes de plus de 12 heures à 12 heures et demie. Les six plantes qui ont fleuri aux photopériodes de 12 heures et demie et 12 heures trois quarts, l'ont fait dans un délai normal, tandis que les autres plantes n'ont pas formé de fleurs adultes avant que l'essai ait pris fin.

6.6.5 Discussion et conclusions

L'initiation florale des trois cultivars subtropicaux 'Clemson Spineless', 'Pusa Sawani' et 'Long Green' est peu influencée par des photopériodes entre 10 et 18 heures, mais ces cultivars montrent une réaction quantitative en ce qui concerne l'anthèse. En prolongeant la photopériode, le taux d'avortement des boutons floraux augmente et les boutons qui persistent ont une croissance plus lente.

'Perkins Long Pod' Ivoirien, le cultivar vulgarisé en Côte d'Ivoire, réagit qualitativement comme plante de jours courts, avec des photopériodes critiques entre 13 heures et demie et 14 heures pour l'initiation florale et entre 13 heures et 13 heures et quart pour la formation de fleurs et fruits. Floraison et fructification sont déjà négativement affectées à partir d'une photopériode située quelque part entre 12 heures et 12 heures et demie. Le phénomène d'avortement de boutons floraux, de fleurs et de jeunes fruits a été régulièrement observé dans ce cultivar sous conditions naturelles en Basse-Côte d'Ivoire, mais pas sous la forme extrême observée dans cet essai en serre. L'essai de plantations mensuelles a montré que ce cultivar se comporte relativement bien en Basse-Côte d'Ivoire.

Il semble toutefois risqué de le vulgariser sur la totalité du territoire ivoirien.

Une photopériode critique entre 12 heures et 12 heures 40 minutes, qui constituent approximativement les limites de la photopériode naturelle en Basse-Côte d'Ivoire, a été observée chez Adiopodoumé 1a, une lignée du type GUINEEN. Compte tenu des résultats décrits au § 6.5, on peut conclure qu'un grand nombre de lignées du type GUINEEN sont confrontées à leur photopériode critique sous les conditions naturelles dans le sud de la Côte d'Ivoire.

Sous une photopériode de 12 heures, la sensibilité apparente des plantules de cette lignée commence au moins une dizaine de jours plus tard que sous une photopériode de 10 heures.

6.7 ESSAI D'OMBRAGE

6.7.1 *Introduction*

Le gombo est souvent cultivé en association avec des cultures vivrières. Il est en général semé après la mise en place de la culture principale et est en conséquence, pendant une partie ou pendant la durée totale de sa culture, plus ou moins fortement ombragé. Ceci est notamment le cas dans les associations avec l'igname et le bananier plantain.

Dans cet essai, une attention spéciale a été donnée aux conséquences de l'ombrage pendant la phase initiale de la croissance.

6.7.2 *Protocole expérimental*

Le cultivar 'Clemson Spineless' a été soumis à six différents régimes d'intensité de lumière (tableau 47).

Les six traitements ont été comparés dans un essai de six blocs randomisés à six parcelles par bloc.

Chaque parcelle de 3,60 × 2,20 m comprenait six lignes à équidistance de 60 cm avec par ligne 11 poquets distants de 20 cm, formant 36 poquets expérimentaux, entourés d'une ligne de bordure.

Une seule graine par poquet a été semée, le 21 novembre 1977. Trois semaines après le semis, la moitié environ des plantules a été enlevée de façon à obtenir 16 plantes expérimentales à un écartement de 60 × 40 cm.

Tableau 47. Régimes d'intensité de lumière

Traitement	Taux d'ombrage (%)	
	trois premières semaines	reste du cycle
1.1	0	0
1.2	0	25
2.1	25	0
2.2	25	25
3.1	50	0
3.2	50	25

Les plantules expérimentales enlevées (20 par parcelle au maximum) étaient destinées à la détermination de la matière sèche. A cet effet, elles ont été divisées en racines, tiges et feuilles, et séchées dans une étuve à 70°C pendant 48 heures.

Les traitements d'ombrage ont été réalisés à l'aide de claies en feuilles de palmier (photo 9).

Photo 9. Réduction de l'ensoleillement à l'aide de claies en feuilles de palmier



Le terrain d'essai a été fertilisé à raison de 10 t/ha de fumier de poules et 300 kg/ha d'engrais complet NPK 10-10-20, le tout enfoui avant le semis. On a arrosé abondamment si nécessaire.

Pendant les trois premières semaines, la température et l'humidité du sol ont été déterminées chaque jour entre 14h et 15h dans chacune des parcelles. La température était mesurée à 5 cm de profondeur. Pour la détermination de l'humidité du sol, des échantillons de l'horizon 0-5 cm ont été pris à l'aide d'une sonde de volume connu, et pesés avant et après séchage dans une étuve à 105°C pendant 48 heures.

6.7.3 Résultats

6.7.3.1 Remarques sur le microclimat

Le tableau 48 donne les résultats des observations sur la température et sur l'humidité du sol pendant la levée (moyennes des quatre premiers jours) et pendant toute la période de croissance initiale (moyennes des trois premières semaines).

Tableau 48. Influence de l'ombrage sur la température et l'humidité du sol

Caractères		Taux d'ombrage			s ²	Test F ¹	
		0%	25%	50%		L	Q
Période de levée	- température (°C)	38,5	35,9	34,1	0,19	**	*
	- humidité (vol. %)	13,3	13,1	13,6	0,55	n.s.	n.s.
Période totale de croissance initiale	- température (°C)	36,6	34,3	32,4	0,063	**	*
	- humidité (vol. %)	12,6	12,7	12,8	0,44	n.s.	n.s.

1 L: composant linéaire; Q: composant quadratique

Les précipitations ayant été suffisantes et bien réparties, les traitements d'ombrage n'ont pas causé de différences dans l'humidité du sol. La tension hydrique, observée à l'aide de deux tensiomètres (marque: Gallenkamp), placés dans deux parcelles non ombragées (bloc poreux dans l'horizon 0-10 cm), n'a jamais dépassé 20 cm de mercure, ce qui correspond à un pF de 2,4.

Malgré le régime hydrique très uniforme, la réduction de l'ensoleillement abaisse considérablement la température diurne du sol.

6.7.3.2 Phase initiale de la croissance

Les résultats des observations sur la levée, l'apparition du premier bouton floral et quelques paramètres de croissance, font l'objet du tableau 49. Les paramètres de croissance ont été observés sur les plantes âgées de trois semaines.

Tableau 49. Influence de l'ombrage sur la phase initiale de croissance et le développement

Caractères	Taux d'ombrage			s ²	Test F ¹	
	0%	25%	50%		L	Q
<u>Levée</u>						
- vitesse (jrs après semis)	4,5	4,3	4,0	0,15	**	n.s.
<u>Apparition 1er bouton floral</u>						
- date (jrs après semis)	21,5	21,9	21,8	2,32	n.s.	n.s.
- numéro du noeud	4,7	4,5	4,2	0,089	**	n.s.
<u>Production de matière sèche</u>						
- matière sèche totale (mg/plante)	661	577	460	41754,94	*	n.s.
<u>Distribution de la matière sèche</u>						
- racines (% du total)	6,8	7,0	7,7	1,34	n.s.	n.s.
- tiges (% du total)	17,9	19,6	21,6	0,32	**	n.s.
- feuilles (% du total)	75,4	73,4	70,6	1,07	**	n.s.
- rapport parties aériennes/racines	13,9	13,5	12,3	3,74	n.s.	n.s.
<u>Port des plantules</u>						
- hauteur (cm)	8,8	10,3	11,9	0,97	**	n.s.
1 L: composant linéaire; Q: composant quadratique						

La levée est légèrement accélérée sous ombrage. Etant donné les données microclimatiques du sol pendant la levée, ceci suggère un effet bénéfique d'un abaissement de la température.

Le numéro du noeud où apparaît le premier bouton floral est également légèrement influencé, ce qui peut aussi être expliqué par les différences de température.

En réduisant l'ensoleillement, la production de matière sèche diminue linéairement.

L'ombrage influe de façon importante sur la distribution de la matière sèche dans les parties aériennes. Sous ombrage, une plus grande partie de la matière sèche est canalisée vers la tige au dépens des feuilles, des plantules plus longues en résultant.

6.7.3.3 Reste du cycle

Le tableau 50 présente les rendements, le port final de la plante et la matière sèche présente à la fin de la culture.

La durée de culture était identique dans les six traitements. La première récolte a été effectuée 46 jours après le semis, la dernière récolte 93 jours après le semis. A ce moment, il restait peu de surface foliaire et les données sur la matière sèche ne concernent donc que les tiges et les racines.

Les résultats montrent que les traitements d'ombrage pendant les trois premières semaines ont relativement peu d'effet résiduel sur les caractéristiques des plantes à la fin de la culture. Ils influent toutefois négativement sur les rendements, notamment sur le nombre de fruits par plante.

Sous un taux d'ombrage de 25% pendant le reste du cycle, le nombre de fruits par plante est légèrement plus bas qu'en plein soleil, et la cause en est une moindre production en provenance des branches. La réduction de l'ensoleillement de 25% n'a pas de conséquences sur le développement de la tige principale, mais, jointe à la réduction qui se produit à l'intérieur du couvert végétal, elle semble freiner le développement de la ramification.

La distribution de la matière sèche entre feuilles et tiges qui, sous ombrage, est en faveur des tiges, se manifeste également à la fin de la culture, ainsi qu'en témoigne la différence dans la longueur des internoeuds.

6.7.4 Discussion et conclusions

Cet essai d'ombrage a permis de constater qu'une réduction de l'ensoleillement, allant jusqu'à 50% pendant les trois premières semaines, influe négativement sur les rendements.

Tableau 50. Influence de l'ombrage sur les rendements et la croissance

Caractères	Ombrage reste du cycle	Ombrage trois premières semaines			Moy.	s ²	Test F ¹		
		0%	25%	50%			Phase initiale	Reste cycle	Inter- action
Rendements (kg/100 m ²)	0%	74,6	74,4	65,3	71,4	519,50	L: *	L:n.s.	L×L:n.s.
	25%	75,3	49,3	44,3	56,3		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	75,0	61,9	54,8	63,9				
Fruits/plante (total)	0%	8,8	8,5	7,3	8,2	4,97	L: *	L: *	L×L:n.s.
	25%	8,6	5,6	5,5	6,6		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	8,7	7,1	6,4	7,4				
Fruits/plante (tige princi- pale)	0%	7,0	7,0	6,3	6,8	3,18	L: *	L:n.s.	L×L:n.s.
	25%	7,9	5,0	5,1	6,0		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	7,5	6,0	5,7	6,4				
Fruits/plante (branches)	0%	1,7	1,2	1,0	1,3	0,33	L: *	L: **	L×L:n.s.
	25%	0,7	0,7	0,4	0,6		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	1,2	0,9	0,7	0,9				
Poids du fruit (g)	0%	20,0	20,3	21,3	20,5	3,07	L:n.s.	L:n.s.	L×L:n.s.
	25%	20,9	20,8	19,2	20,3		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	20,4	20,5	20,2	20,4				
Matière sèche (g/plante) des tiges et racines	0%	20,2	19,3	19,9	19,8	29,78	L:n.s.	L:n.s.	L×L:n.s.
	25%	19,6	18,5	15,4	17,8		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	19,9	18,9	17,7	18,8				
Matière sèche: rapport tiges/ racines	0%	3,7	3,8	3,6	3,7	0,11	L:n.s.	L:n.s.	L×L:n.s.
	25%	3,7	3,7	4,0	3,8		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	3,7	3,8	3,8	3,7				
Hauteur (cm) tige princi- pale	0%	68,5	65,8	69,3	67,9	97,31	L:n.s.	L:n.s.	L×L:n.s.
	25%	74,5	75,7	72,0	74,1		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	71,5	70,8	70,7	71,0				
Nombre de noeuds tige principale	0%	21,1	20,5	21,5	21,0	3,50	L:n.s.	L:n.s.	L×L:n.s.
	25%	21,5	21,4	19,3	20,7		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	21,3	21,0	20,4	20,9				
Longueur (cm) internoeuds	0%	3,3	3,2	3,2	3,2	0,059	L:n.s.	L: **	L×L:n.s.
	25%	3,4	3,5	3,7	3,6		Q:n.s.		Q×L:n.s.
	Moy.	3,3	3,4	3,5	3,4				

¹ L: composant linéaire; Q: composant quadratique

Les différences dans la vitesse de levée et dans le numéro du noeud du premier bouton floral peuvent être expliquées par l'influence de l'ombrage sur la température.

Un effet évident de l'ombrage concerne la distribution de la matière sèche entre feuilles et tiges. Sous ombrage, une plus grande partie est canalisée vers les tiges, ce qui donne des internoeuds plus longs.

Un taux d'ombrage de 25% pendant le reste du cycle a tendance à influencer également de façon négative sur les rendements mais ceci n'a pu être mis en évidence statistiquement.

6.8 CONCLUSIONS

Les meilleures périodes de semis en culture non irriguée pour le type SOUDANAIS se situent tout au début de la grande et de la petite saison des pluies (mars et août). Les résultats suboptimaux de semis dans d'autres périodes semblent principalement dus à la pluviométrie (excès ou manque d'eau) et aux maladies et ravageurs. La deuxième saison des pluies est toutefois moins sûre que la première et certaines années, le semis en août risque de souffrir d'une pluviométrie insuffisante.

La levée peut être améliorée, notamment au début de la grande saison des pluies, par des méthodes culturales d'un effet dépressif sur la température du sol.

Le numéro du noeud du premier bouton floral est indépendant de la vitesse de croissance de la plante, mais il est positivement corrélé à la durée de la photopériode et/ou à la température. La réaction à la photopériode se manifeste en Basse-Côte d'Ivoire de façon quantitative, étant donné qu'aucune lignée du type SOUDANAIS de notre collection n'a une photopériode critique inférieure à 12 heures et demie. Des photopériodes critiques situées entre 12 heures et demie et 12 heures trois quarts telles qu'on les a constatées au Nigeria, auraient par contre des conséquences pour la culture dans le nord du pays.

Le type GUINEEN a en moyenne des photopériodes critiques plus courtes que le type SOUDANAIS, et le semis au début de la grande saison des pluies en Basse-Côte d'Ivoire, peut donner lieu à des

périodes végétatives de huit à neuf mois. La longue durée de la culture qui en résulte explique le fait que sa répartition géographique est limitée aux régions les plus humides de l'Afrique de l'Ouest.

Les essais en serre ont montré que 'Clemson Spineless', 'Pusa Sawani' et 'Long Green' sont à peu près insensibles à des photopériodes de 10 à 18 heures en ce qui concerne l'initiation florale, mais ces cultivars montrent une réaction quantitative en ce qui concerne l'anthèse. Les retards dans la date d'anthèse sous des photopériodes longues sont dus à l'avortement de boutons floraux et à une croissance plus lente des boutons persistants.

'Perkins Long Pod' Ivoirien, le cultivar vulgarisé en Côte d'Ivoire, a sa photopériode critique entre 13 heures et demie et 14 heures pour l'initiation florale et entre 13 heures et 13 heures et quart pour l'anthèse et la fructification. En-dessous de la photopériode critique, il réagit de façon quantitative et l'anthèse et la fructification sont déjà négativement affectées de façon importante sous des photopériodes de plus de 12 heures à 12 heures et demie. Quoiqu'il se comporte relativement bien en Basse-Côte d'Ivoire, il semble risqué de le vulgariser sur la totalité du territoire ivoirien.

En conformité avec le comportement floral sous conditions naturelles, une photopériode critique située entre 12 heures et 12 heures 40 minutes a été constatée pour Adiopodoumé 1a, une lignée du type GUINEEN. Sous conditions photopériodiques de 12 heures, la sensibilité apparente des plantules commence au moins une dizaine de jours plus tard que sous une photopériode de 10 heures.

Une réduction de l'ensoleillement de 50% pendant les trois premières semaines influe négativement sur les rendements. Un taux d'ombrage de 25% pendant le reste du cycle a tendance à influencer également de façon négative sur les rendements mais ceci n'a pu être mis en évidence statistiquement.

7 SOL ET FERTILISATION

7.1 INTRODUCTION

Après les maladies et ennemis, la nutrition minérale est probablement le facteur limitant le plus important de la culture du gombo en Côte d'Ivoire. La majorité des sols ivoiriens est chimiquement pauvre et la fertilisation n'est guère pratiquée.

Les paragraphes suivants résument les données bibliographiques à ce sujet. L'application de macro-éléments et les courbes de réponse du gombo ont été l'objet de nombreuses études, mais il y a peu d'information sur les quantités d'éléments assimilées pendant les différentes phases de la culture et exportées dans le produit utile.

Dans ce cadre, la partie expérimentale du présent chapitre se limite à une évaluation détaillée de l'assimilation des macro-éléments, basée sur l'analyse de croissance traitée au chapitre 5 (deuxième essai).

7.2 DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

7.2.1 Généralités

Les manuels horticoles et les aperçus synoptiques sur la culture du gombo constatent en général que le gombo préfère des sols relativement légers, bien drainants, enrichis par des apports élevés de fumures organiques (KROLL, 1957; BOSWELL & REED, 1960; TINDALL, 1968b; IRVINE, 1969; SCHMIDT, 1971; VAN EPENHUIJSEN, 1974; MESSIAEN, 1975; MARTIN & RUBERTE, 1978).

La plupart recommandent une fumure de fond à forte teneur en phosphore (WILSON et al., 1953; BOSWELL & REED, 1960; SCHMIDT, 1971; MARTIN & RUBERTE, 1978), tandis que HERKLOTS (1972) et MESSIAEN (1975) soulignent l'importance du potassium.

Des applications additionnelles d'azote sont recommandées au cours de la culture (WILSON et al., 1953; TINDALL, 1968b; SCHMIDT, 1971; MARTIN & RUBERTE, 1978).

Pour la culture commerciale en Côte d'Ivoire, la SODEFEL (1975) applique 400 kg/ha d'engrais complet NPK 12-15-18, 10-10-18 ou 10-10-20 en deux doses égales, avant le semis et un mois après. Au début de la période productive, environ deux mois après le semis, on apporte 100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque.

Le gombo est cultivé dans les régions tropicales sur des sols très divers, ce qui suggère qu'il est assez tolérant à l'acidité. ROBERTSON & YOUNG (1965) ont toutefois obtenu des rendements de plus du double en relevant le pH de 5,4 à 6,4 par application de chaux sur un sable fin limoneux.

D'après la classification américaine de sensibilité à la salinité, le gombo est modérément tolérant (MORGAN, 1966). Bien que la croissance et les rendements soient négativement affectés, des résultats raisonnables semblent possibles sur des sols dont la conductivité électrique de l'extrait de saturation ne dépasse pas 5 à 6 mmhos/cm (MORGAN, 1966; PALIWAL & MALIWAL, 1972; SINGH & MANGAL, 1974).

7.2.2 Courbes de réponse

7.2.2.1 Fumures organiques

Après un apport de fond de 10 t/ha de fumier d'étable, VERMA et al. (1970) ont observé des effets encore bénéfiques d'apports additionnels d'azote jusqu'à 90 kg N/ha, et de phosphore jusqu'à 35 kg P/ha. Des doses de l'ordre de 25 t/ha de ce type de fumure organique semblent nécessaires pour fournir l'essentiel des éléments minéraux (KAMALANATHAN et al., 1970a; CHANDRASEKHARAN & GEORGE, 1970).

KOAY & CHUA (1978) n'ont obtenu aucun effet dû à NPK après application de 13 t/ha de fumier de poules (243 kg N, 188 kg P, 143 kg K). 22 t/ha de boue d'égouts (243 kg N, 181 kg P, 13 kg K) donnaient des résultats identiques, mais l'inconvénient de ce matériau est son acidité et le risque d'accumulation de métaux toxiques.

Un apport de fond de 10 t/ha de fumier de poules (200 kg N, 185 kg P, 85 kg K; cf. § 3.3.2) a été appliqué dans la plupart de nos propres expérimentations. Le niveau des rendements dans ces essais était en moyenne assez élevé, malgré le terrain d'essai de teneur très basse en matière organique et chimiquement pauvre (cf. tableau 7).

7.2.2.2 Fumures minérales

Le gombo répond en général bien aux apports d'azote. La quantité optimale dépend en grande partie de la teneur en matière organique du sol et des conditions écologiques, la pluviométrie notamment.

WINDHAM (1966, 1969) recommande des doses entre 25 et 50 kg N/ha. Des doses entre 50 et 100 kg N/ha sont rapportées comme étant optimales par SUTTON (1964), RANDHAWA & PANNUN (1969), CHIOTAN et al. (1971), SAIMBHI et al. (1975, 1977) et MC LAURIN (1979) et entre 100 et 150 kg N/ha par AHMAD & TULLOCH-REID (1968), SAIMBHI & PADDA (1970), ASIF & GREIG (1972), SHARMA & SHUKLA (1973), VERMA et al. (1974) et LEELA et al. (1975).

Des doses trop élevées d'azote peuvent influencer négativement sur la croissance et les rendements (SINGH & SINGH, 1965a; AHMAD & TULLOCH-REID, 1968; RANDHAWA & PANNUN, 1969; VERMA et al., 1970; SAIMBHI & PADDA, 1970; LEELA et al., 1975). AHMAD & TULLOCH-REID (1968) attribuent ce phénomène à l'acidification du sol par des doses élevées de sulfate d'ammoniaque, mais le même effet a été constaté pour d'autres engrais azotés. Il est plus probable qu'une absorption élevée d'azote influe négativement sur l'absorption d'autres éléments, notamment du phosphore (CHHONKAR & SINGH, 1963).

SUTTON (1964) a observé que des apports élevés d'azote pendant la phase végétative ont une influence négative sur la précocité de la production. Il recommande une fumure de fond riche en phosphore et relativement pauvre en azote, en combinaison avec des apports additionnels d'azote pendant la période productive. Des effets bénéfiques d'applications d'azote fractionnées dans le temps ont été également rapportés par TAI et al. (1969).

En comparant entre eux différents engrais azotés à un niveau de 60 kg N/ha, SINGH & SINGH (1965b) ont obtenu de meilleurs résultats avec l'urée qu'avec le sulfate d'ammoniaque, ou le chlorure d'ammoniaque, ou l'ammonitrate de calcium. Pour obtenir des résultats comparables à ceux que donnaient 60 kg N/ha sous forme d'urée, il était nécessaire d'appliquer une double quantité d'azote (140 kg N/ha) sous forme de sulfate d'ammoniaque ou d'ammonitrate de calcium (SINGH & SINGH, 1965a). Ce fait est remarquable étant donné les pertes par volatilisation, qui peuvent se présenter en cas d'utilisation d'urée. L'efficacité de l'urée par rapport au sulfate d'ammoniaque a été confirmée par BID et al. (1971).

De bons résultats avec l'application foliaire d'azote sous forme d'urée (concentrations de 0,5 à 2%) ont été rapportés par RAMU & MUTHUSWAMY (1964), DHURIA & SHUKLA (1972), VERMA et al. (1974) et LEELA et al. (1975). Malgré les problèmes pratiques liés aux quantités d'eau nécessaires pour ce type d'application et au danger de brûlure, ils recommandent que 50 à 75% de la dose totale d'azote soient appliqués par traitement foliaire. Leurs études ne permettent pas d'évaluer quelle partie de l'avantage est attribuable à la différence entre un apport unique (application dans le sol) et des apports répétés fractionnés dans le temps (application foliaire).

Le phosphore et, dans un moindre mesure, le potassium, sont moins sujets au lessivage que l'azote et la relation de la courbe de réponse avec la teneur du sol en P et K est plus évidente. Peu de réponse est à attendre, si les teneurs dans la couche superficielle du sol (0-20 cm) sont de l'ordre de 15 kg P assimilable/ha et 150 kg K échangeable/ha (SAIMBHI & PADDA, 1970; BID et al., 1971; ASIF & GREIG, 1972; CHAUHAN & GUPTA, 1973).

WINDHAM (1966) recommande des doses de 20 kg P/ha et 40 kg K/ha sur les sols légers et la moitié sur les sols relativement riches en ces éléments.

Les doses les plus élevées sont recommandées par AHMAD & TULLOCH-REID (1968) qui ont observé des apports optimaux de 73 kg P/ha et de 232 kg K/ha sur des sols pauvres.

Les effets dépressifs d'apports de fumure au-delà d'un certain seuil (niveau optimal) sont moins prononcés pour le phosphore et le potassium que pour l'azote, mais ils ont été toutefois observés par SAIMBHI & PADDA (1970) pour le phosphore et par KAMALANATHAN et al. (1970a) pour le potassium.

Dans un certain nombre d'essais, SUTTON (1966) a observé que le rapport le meilleur entre N, P et K est 1 : 0,6 : 1,1.

Il existe peu d'information sur les autres macro-éléments et sur les micro-éléments.

Sur un sol riche en magnésium (\pm 275 kg Mg/ha dans la couche 0-15 cm), AHMAD & TULLOCH-REID (1968) obtenaient encore une réponse à des doses atteignant 70 kg Mg/ha et l'optimum ne semblait pas encore atteint.

Sur des sols à une teneur en zinc extractible inférieure à 6 ppm, SCHMIDT (1964) a obtenu des résultats remarquables par application de 15 kg/ha de zinc sous forme de sulfate.

7.2.3 Composition chimique des plantes

7.2.3.1 Variations dans les teneurs

La teneur en éléments minéraux varie largement en fonction des organes de la plante. Les données présentées dans le tableau 51 sont empruntées à ASIF & GREIG (1972). Les analyses ont été effectuées sur des échantillons pris à la fin de la culture dans un essai de fumure dont le rendement moyen était de l'ordre de 18 t/ha.

Tableau 51. Teneurs en macro-éléments en fonction de l'organe de la plante (ASIF & GREIG, 1972)

Organes	Teneurs (% de la matière sèche)					Somme
	N	P	K	Ca	Mg	
Fruits	2,19	0,49	2,10	0,80	0,33	5,91
Feuilles adultes	3,16	0,30	1,54	2,32	0,22	7,54
Tiges vertes	0,40	0,20	1,53	1,72	0,38	4,23
Tiges lignifiées	0,33	0,14	0,91	1,06	0,39	2,83
Racines	0,37	0,11	0,73	1,19	0,23	2,63

Des différences importantes se présentent toutefois en fonction du matériel végétal. En comparant deux cultivars, COSTA et al. (1972a) ont observé que l'un accumulait - et ceci dans tous les organes - une teneur en potasse de plus du double que l'autre.

Les teneurs varient également avec l'âge de la plante. SUTTON (1964) et AHMAD & TULLOCH-REID (1968) ont constaté d'importantes différences dans les teneurs des feuilles adultes, comparables quant à leur stade de développement, mais formées à différentes époques.

Ces variations dépendent de la disponibilité des éléments dans le sol, mais également de l'absorption sélective, de la distribution et de la redistribution dans la plante en fonction de l'état physiologique.

La teneur d'un certain élément dans la plante est en général étroitement liée à sa disponibilité dans le sol, mais il existe des interactions. En améliorant exclusivement l'approvisionnement d'azote, et en conséquence son absorption, l'absorption de phosphore et de calcium est négativement influencée, et celle du potassium l'est positivement (ASIF & GREIG, 1972; CHHONKAR & SINGH, 1963). Par contre, de meilleurs approvisionnement et absorption de phosphore ou de potassium n'ont pas d'influence sur la teneur en azote.

La meilleure croissance ne correspond pas nécessairement aux teneurs les plus élevées. En variant les concentrations de N, P et K dans la solution nutritive, CHHONKAR & SINGH (1963) ont observé des teneurs très variables dans les parties aériennes des plantes âgées de trois mois, mais les meilleurs résultats étaient obtenus si le rapport entre les teneurs de N, P et K dans la plante était à peu près 10 : 1 : 10.

COSTA et al. (1972b) ont étudié le développement des symptômes de carence sur de jeunes plantules après omission d'un élément dans la solution nutritive. Les résultats de l'analyse chimique des feuilles des plantes avec et sans symptômes de carence sont présentés dans le tableau 52.

Tableau 52. Teneurs en éléments minéraux des feuilles des plantes avec et sans symptômes de carence (COSTA et al., 1972b)

Élément manquant	Age des plantules (jours)	Teneurs (% ou ppm de la matière sèche)	
		Feuilles des plantes carencées	Feuilles des plantes non carencées
N	40	1,82	3,71
P	60	0,17	0,41
K	60	1,05	2,00
Ca	60	2,94	3,73
Mg	40	0,24	0,86
S	60	0,14	0,34
B	60	40,4 (ppm)	107,1 (ppm)

Les teneurs dans les feuilles des plantes carencées correspondent assez bien aux valeurs critiques chez d'autres cultures, à l'exception du calcium dont la teneur nous paraît élevée.

Les auteurs ont observé que la croissance des plantes était initialement peu influencée par la carence en magnésium bien que les symptômes en soient déjà bien visibles. La réduction de la production de matière sèche en l'absence des autres éléments, était la plus prononcée pour l'azote, puis, en ordre décroissant, pour Ca, B, S, P et K. La fructification ne se produisait pas pendant la période d'observation, sauf dans le cas d'absence de potassium.

Les teneurs élevées dans les parties génératives et les feuilles supérieures par rapport à la tige et aux feuilles inférieures, témoignent de la grande mobilité dans la plante de l'azote, du phosphore, du potassium et du soufre. Le calcium, le magnésium et le bore sont relativement immobiles.

Pour les descriptions des symptômes de carence, on se référera à COSTA et al. (1972b) pour les macro-éléments. Le bore, le zinc et le manganèse ont fait l'objet d'études de SCHMIDT (1964), SARIN & SAXENA (1965) et AL-BADRAWY & BUSSLER (1977).

7.2.3.2 Quantités d'éléments minéraux assimilés

Il y a peu de références contenant des évaluations précises de l'assimilation des éléments minéraux par une culture de gombo.

HESTER & SHELDON (1949) donnent les quantités de quelques éléments présents dans 11,5 t de matière fraîche de plantes en pleine production (racines non incluses).

COSTA et al. (1972a) ont effectué une analyse détaillée des plantes de deux cultivars, âgées de 70 jours et en pleine production (racines non incluses).

Sur la base des résultats de l'analyse de croissance (cf. chapitre 5), une culture de gombo, d'un rendement de 10 t/ha de fruits frais, a produit approximativement 5 t/ha de matière sèche (matière sèche fruits = 10% du poids frais = 20% de la matière sèche totale). Basées sur ce niveau de production, les informations de HESTER & SHELDON (1949) et de COSTA et al. (1972a) mènent aux estimations de l'assimilation indiquées dans le tableau 53.

Etant donné la complexité des influences sur la teneur en éléments minéraux de la plante, une bonne compréhension des besoins au cours des différentes phases de la culture n'est possible que par la combinaison de l'analyse chimique et de l'analyse de croissance.

Tableau 53. Estimations de l'assimilation des éléments minéraux basées sur une production de 5 t/ha de matière sèche

Elément	Assimilation (kg/ha) basée sur les informations de:	
	HESTER & SHELDON (1949)	COSTA et al. (1972a) ¹
N	91	127
P	19	23
K	222	141
Ca	143	82
Mg		23
S		14
Micro-éléments (B, Mn, Zn, Fe, Cu, Mo)		1,1
1 Moyenne des deux cultivars		

Afin d'obtenir des données plus précises à ce sujet, on a effectué cette élaboration pour un cultivar du type SOUDANAIS et une lignée du type GUINEEN, cultivés l'un et l'autre pour les jeunes fruits et pour les graines (§ 7.3).

7.3 EVALUATION DE L'ASSIMILATION ET DE L'EXPORTATION DE MACRO-ELEMENTS

7.3.1 Introduction

La présente étude est basée sur l'analyse de croissance rapportée au § 5.4.

L'assimilation des macro-éléments (N, P, K, Ca et Mg) par 'Clemson Spineless' (type SOUDANAIS) et Djiroutou 1 (type GUINEEN), cultivés l'un et l'autre pour les jeunes fruits et pour les graines, a été évaluée en détail par l'analyse chimique des échantillons prélevés pour la détermination de la matière sèche.

7.3.2 Protocole expérimental

Le protocole expérimental de l'analyse de croissance et les méthodes de prélèvement et de traitement des échantillons ont été décrits aux § 5.2 et 5.4.2.

Après la détermination de la matière sèche, les échantillons des quatre blocs étaient mis ensemble et moulus. Environ 50 g par échantillon composé étaient gardés pour les analyses chimiques, qui ont été effectuées au Laboratoire d'analyses du Département de Chimie Agricole de l'Université Agronomique de Wageningen.

Les échantillons étaient soumis à la digestion humide par l'acide sulfureux et l'eau oxygénée, puis analysés au Technicon pour déterminer les teneurs en azote et phosphore (colorimétrie), en potassium et calcium (photométrie de flamme) et en magnésium (absorption atomique).

7.3.3 Terrain d'essai

Le tableau 54 donne une idée des quantités des macro-éléments disponibles dans le sol et des quantités suppléées par fertilisation dans les cultures expérimentales.

Les quantités dans le sol (couche 0-20 cm; 3×10^6 kg/ha) sont basées sur les analyses présentées sur le tableau 7 (valeurs moyennes) et concernent N total, P assimilable et K, Ca et Mg échangeables.

Tableau 54. Disponibilités en macro-éléments dans les cultures expérimentales

Elément	Sol (kg/ha)	Fertilisation (kg/ha)		
		2 semaines	6 semaines	9 semaines
N	1770	36	36	20
P	120	20	20	
K	12	45	45	
Ca	174			
Mg	44			

Le terrain d'essai a été fertilisé par deux apports de 300 kg/ha d'engrais complet NPK 12-15-18 appliqués deux et six semaines après le semis, et par un apport additionnel de 100 kg/ha de sulfate d'ammoniaque au début de la période productive (neuf semaines après le semis).

Le sol est chimiquement très pauvre, sauf en phosphore. La disponibilité de l'azote pour les plantes dépend de la vitesse du processus de minéralisation de la matière organique.

7.3.4 Résultats

7.3.4.1 Généralités

Dans l'essai concerné, les plantes étaient cultivées à une densité de 74 000 pieds/ha.

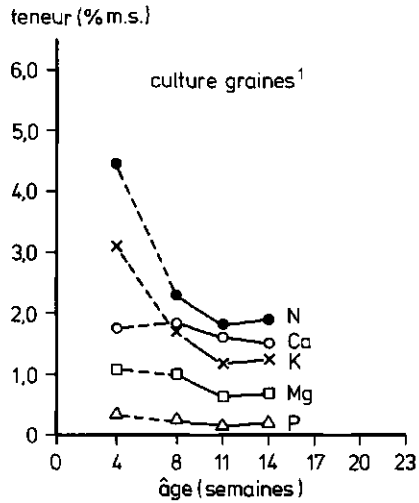
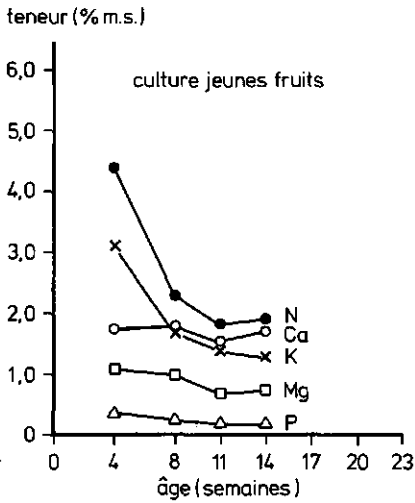
'Clemson Spineless' a fleuri en moyenne 51 jours après le semis et produit 7,37 t/ha de fruits frais ou 569 kg/ha de graines en 14 semaines de culture.

L'anthèse de Djiroutou 1 a eu lieu 72 jours après le semis et le rendement a été de 14,28 t/ha de fruits frais ou 648 kg/ha de graines en 23 semaines de culture.

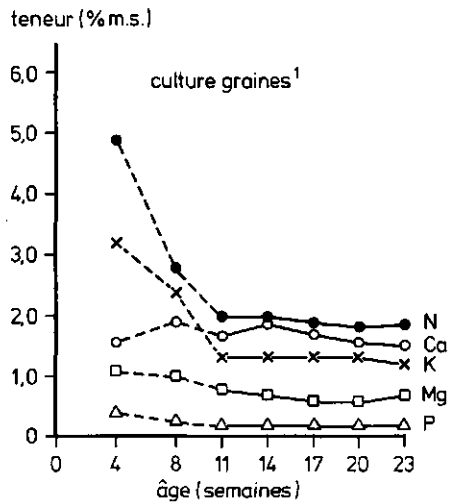
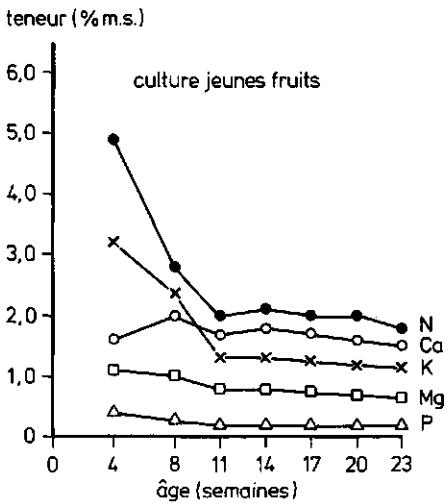
Pour une description détaillée de la production et de la distribution de la matière sèche, on se reportera au § 5.4.

Figure 18. Teneurs en macro-éléments de la matière sèche totale cumulée, à différents moments pendant la culture

Clemson Spineless



Djiroutou 1



¹ Les valeurs pendant la phase végétative (4 et 8 semaines chez 'Clemson Spineless'; 4, 8 et 11 semaines chez Djiroutou 1) sont identiques à celles de la culture pour les jeunes fruits, étant donné qu'elles proviennent des mêmes échantillons végétaux.

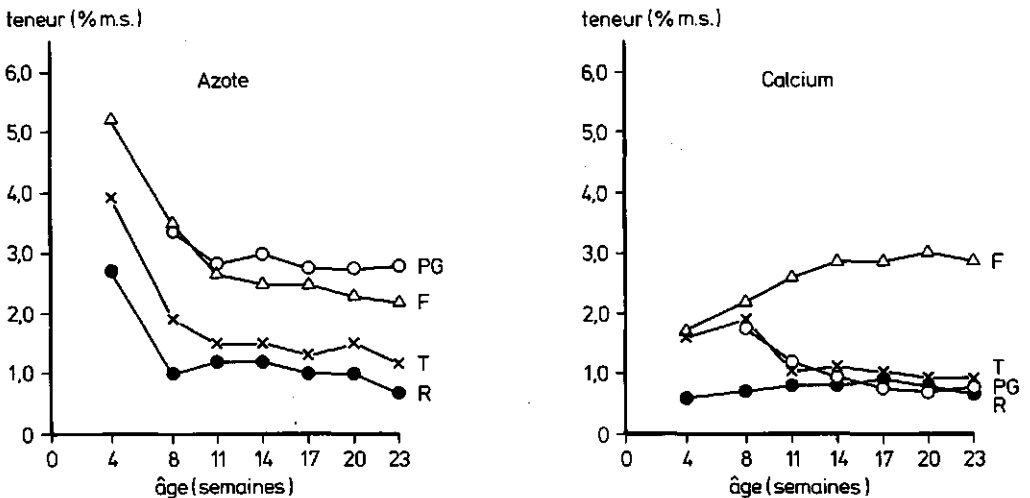
7.3.4.2 Composition chimique

Les teneurs en macro-éléments de la matière sèche totale cumulée (c'est-à-dire y inclus la matière sèche perdue par défoliation ou enlevée par la récolte), à différents moments pendant la culture, sont présentées dans la figure 18.

La somme des teneurs des cinq éléments est la plus élevée dans les jeunes plantes, diminue ensuite avec l'âge de la culture, mais se stabilise à peu près à partir de 11 semaines. A partir de ce moment, les teneurs des éléments individuels ne se modifient pratiquement pas.

La plus importante conclusion est toutefois que les deux cultivars, et même les deux types de culture, ne diffèrent guère quant aux teneurs en macro-éléments. Dans cette étude, ces teneurs à la fin de la culture s'élevaient approximativement à 1,9% pour l'azote, 0,2% pour le phosphore, 1,2% pour le potassium, 1,6% pour le calcium et 0,7% pour le magnésium. L'assimilation des éléments nutritifs de ces cultures est alors une simple fonction de la quantité de matière sèche produite (§ 7.3.4.3).

Figure 19. Teneurs en azote et calcium de différents organes de Djiroutou 1, cultivé pour les jeunes fruits (R = racines; T = tiges; F = feuilles; PG = parties génératives)



En ce qui concerne la distribution des éléments entre les différents organes, on peut distinguer deux groupes d'éléments en fonction de leur mobilité dans la plante. Un exemple du comportement des deux groupes est présenté dans la figure 19.

Pour les éléments mobiles, l'azote, le phosphore et le potassium, l'évolution des teneurs dans le temps au niveau des différents organes ressemble à l'évolution des teneurs de la matière sèche totale (cf. figure 18). Les teneurs sont toujours les plus élevées dans les jeunes plantules, diminuent ensuite, avant de rester plus ou moins constantes à partir de 11 semaines.

Pour les éléments relativement immobiles, le calcium et le magnésium, l'image est différente. Ces éléments s'accumulent dans les feuilles, mais diminuent dans d'autres parties de la plante, de sorte que les teneurs dans la matière sèche totale restent à peu près constantes pendant toute la durée de la culture.

Tableau 55. Teneurs en macro-éléments de la matière sèche totale cumulée des différents organes à la fin de la culture

Cultivar	Type de culture	Organes	Teneurs (%)					Somme
			N	P	K	Ca	Mg	
Clemson Spineless	Jeunes fruits	Racines	1,14	0,08	0,96	0,41	0,48	3,07
		Tiges	1,51	0,10	0,75	0,88	0,59	3,83
		Feuilles	1,79	0,20	0,89	3,48	1,17	7,53
		Parties génér.	2,73	0,37	2,51	0,67	0,40	6,68
		Plante complète	1,91	0,21	1,30	1,72	0,74	
	Graines	Racines	0,82	0,05	0,79	0,40	0,40	2,46
		Tiges	0,73	0,04	0,92	0,80	0,55	3,04
		Feuilles	1,71	0,20	0,65	4,04	1,35	7,95
		Parties génér.	2,69	0,39	1,90	0,37	0,35	5,70
		Plante complète	1,90	0,24	1,27	1,53	0,68	
Djiroutou 1	Jeunes fruits	Racines	0,67	0,06	0,71	0,63	0,43	2,50
		Tiges	1,14	0,08	0,74	0,88	0,32	3,16
		Feuilles	2,22	0,24	0,88	2,88	1,22	7,44
		Parties génér.	2,77	0,36	2,24	0,77	0,43	6,57
		Plante complète	1,80	0,19	1,08	1,53	0,66	
	Graines	Racines	1,03	0,08	0,40	0,76	0,52	2,79
		Tiges	1,43	0,09	0,80	1,18	0,51	4,01
		Feuilles	2,15	0,22	0,86	3,03	1,19	7,45
		Parties génér.	2,13	0,26	1,92	0,50	0,33	5,14
		Plante complète	1,91	0,20	1,19	1,57	0,69	

La situation finale des teneurs dans les différentes parties de la plante, est donnée dans le tableau 55.

La teneur totale en macro-éléments est la plus élevée dans les feuilles, notamment par l'accumulation du calcium et du magnésium. Il est encore souligné qu'à la fin de la culture, il ne reste guère de feuilles vivantes, et qu'il s'agit ici principalement de la composition de feuilles avortées. Comparées aux feuilles vivantes, elles sont moins riches en éléments mobiles, mais plus riches en calcium et en magnésium.

Les parties génératives sont les plus exigeantes en ce qui concerne l'azote, le phosphore et le potassium.

Dans la culture pour les jeunes fruits, les parties génératives forment presque totalement le produit utile, autrement dit les jeunes fruits comestibles. Par contre, dans la culture pour les graines, les parties génératives consistent principalement en fruits mûrs, comprenant d'une part les graines et d'autre part le péricarpe. La grande différence dans la composition chimique de ces deux parties ressort du tableau 56. Comparées au péricarpe, les graines sont très riches en azote, en phosphore et en magnésium, et pauvres en potassium et en calcium.

Tableau 56. Teneurs en macro-éléments des graines et du péricarpe de fruits mûrs

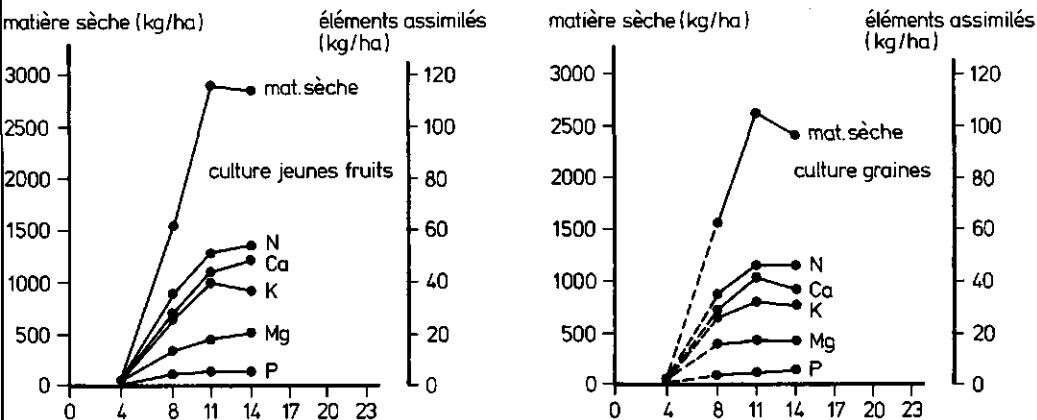
Cultivar	Organes	Teneurs (%)					
		N	P	K	Ca	Mg	Somme
Clemson Spineless	Graines	3,95	0,63	1,49	0,10	0,44	6,61
	Péricarpe	1,10	0,08	2,46	0,59	0,18	4,41
Djiroutou 1	Graines	3,42	0,55	1,61	0,19	0,40	6,17
	Péricarpe	1,32	0,08	2,20	0,67	0,27	4,54

7.3.4.3 Assimilation et exportation

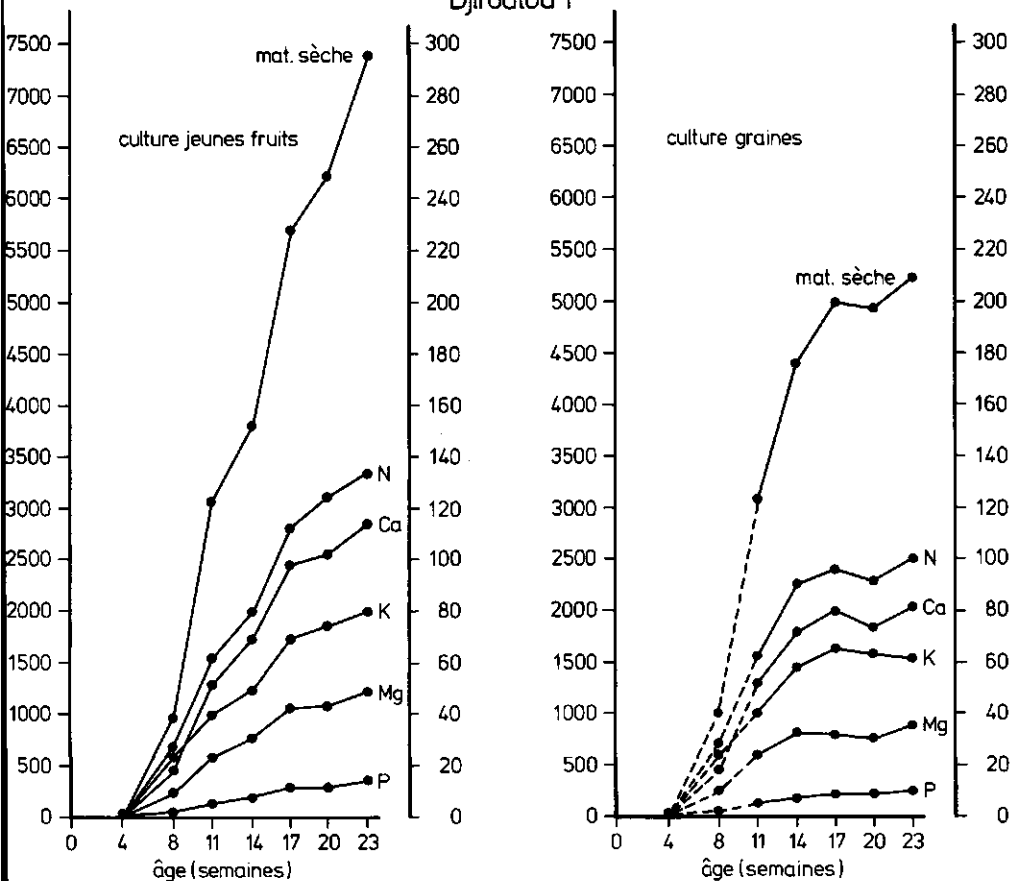
Le paragraphe précédent a mis en évidence que d'éventuelles différences dans les besoins en éléments minéraux entre les deux cultivars ou entre les deux types de culture, sont à attribuer aux différences dans la production de matière sèche. De ce point de vue, les cultivars et les deux types de culture différaient fortement. La figure 20 présente les quantités de matière sèche produites et

Figure 20. Production de matière sèche et assimilation des macro-éléments

Clemson Spineless



Djiroutou 1



les quantités d'éléments assimilées pendant les différentes phases de la culture.

Très peu d'éléments sont absorbés pendant le premier mois de la culture et, sous conditions de forte pluviométrie, l'enfouissement de fumures minérales avant le semis semble peu efficace par suite des pertes par lessivage.

Dans la pratique, pour la culture du gombo, les applications de fumures minérales sont en général limitées à la phase préflorale. Ce système semble justifié dans le cas des cultivars dont la phase générative est relativement courte, comme 'Clemson Spineless' tant dans la culture pour les jeunes fruits que dans la culture pour les graines. Chez les cultivars à phase générative longue cultivés pour les graines, la production de matière sèche étant fortement freinée dès la maturation des fruits, qui débute à peu près un mois après l'anthèse, une dernière application au début de la période productive devrait également suffire.

Dans le cas de production de matière sèche qui se continue pendant la période générative, comme observé pour Djiroutou 1, cultivé pour les jeunes fruits, des apports pendant cette période productive pourraient avoir un avantage.

En comparant les quantités maximales assimilées (Djiroutou 1, culture jeunes fruits) aux quantités disponibles dans le sol du terrain d'essai et suppléées par la fertilisation (§ 7.3.3), il est évident que cette culture a eu besoin de l'azote libéré par la matière organique, que l'approvisionnement de phosphore et de calcium était largement assuré, mais que celui de potassium et de magnésium était marginal.

Pour le bilan apport-exportation, il est important de savoir comment les éléments minéraux sont distribués entre parties végétatives, qui retournent dans le sol sous forme de matière organique, et produit récolté, qui constitue en général la seule partie de la plante qui quitte le lieu de culture.

Dans le tableau 57 les besoins totaux en éléments minéraux sont comparés à l'exportation dans le produit utile. Dans la culture pour les graines, on a présumé que le péricarpe reste également sur place.

Les données montrent que, par rapport à la matière sèche, des quantités plus que proportionnelles d'azote, de phosphore et de potassium sont exportées dans le produit utile, et que les jeunes

fruits comestibles et les graines sont relativement pauvres en calcium et en magnésium.

Contrairement aux besoins totaux en macro-éléments, l'exportation d'éléments dans le produit utile n'est pas étroitement liée à la quantité totale de matière sèche produite, du fait que la proportion de la matière sèche canalisée vers le produit utile varie largement en fonction du cultivar et du type de culture (cf. § 5.4).

7.4 CONCLUSIONS

Deux cultivars, l'un du type SOUDANAIS, l'autre du type GUINEEN, ont été comparés quant à leurs besoins en macro-éléments N, P, K, Ca et Mg, et ceci dans la culture pour les jeunes fruits et pour les graines.

Les données ont clairement montré que les différences dans les besoins de ces quatre cultures peuvent s'expliquer par les différences dans les quantités de matière sèche produites. Aucune absorption sélective d'un certain élément en fonction du cultivar ou du type de culture n'était évidente.

La teneur en macro-éléments de la matière sèche est élevée dans les jeunes plantules, diminue avec l'âge de la culture, mais se stabilise à peu près à partir de 11 semaines. Dans cette étude, la matière sèche totale produite pendant toute la durée de la culture, contenait en moyenne 1,9% d'azote, 0,2% de phosphore, 1,2% de potassium, 1,6% de calcium et 0,7% de magnésium.

L'assimilation des macro-éléments est donc la plus élevée pendant les périodes d'augmentation maximale de la matière sèche. Malgré les teneurs élevées dans les jeunes plantules, les besoins sont négligeables jusqu'à l'âge de quatre à cinq semaines.

Djiroutou 1, cultivé pour les jeunes fruits, a produit la plus grande quantité de matière sèche (7,4 t/ha), contenant 133 kg d'azote, 14 kg de phosphore, 80 kg de potassium, 114 kg de calcium et 49 kg de magnésium. Plus de la moitié de ces quantités ont été absorbées pendant la période générative.

L'évolution des besoins en éléments minéraux montre que l'enfouissement avant le semis des éléments qui sont facilement lessivés comme l'azote et le potassium est peu efficace, l'assimilation étant négligeable pendant le premier mois de la culture.

Même après le premier mois, la durée de la culture rend préférables des apports fractionnés, qui peuvent toutefois être limités à la phase préflorale chez les cultivars à phase générative relativement courte (type SOUDANAIS). Chez les cultivars à phase générative longue (type GUINEEN), cultivés pour les graines, la baisse de la production de matière sèche dès la maturation des fruits, environ un mois après l'anthèse, permet de penser qu'une dernière application au début de la période productive devrait également suffire. Des applications après l'anthèse semblent justifiées dans le cas de besoins soutenus pendant la période productive, comme observé pour Djiroutou 1, cultivé pour les jeunes fruits.

Les quantités d'éléments exportés dans le produit utile sont moins étroitement liées à la production totale de matière sèche que le sont les besoins totaux de la culture. L'analyse de croissance (cf. chapitre 5) a montré que la proportion de la matière sèche totale canalisée vers les parties génératives dépend largement du cultivar et du type de culture.

Comparé au reste de la plante qui retourne dans le sol comme matière organique, le produit utile, à savoir les jeunes fruits comestibles ou les graines, est riche en azote, en phosphore et en potassium, et pauvre en calcium et en magnésium. Dans le cas d'un cultivar précoce comme 'Clemson Spineless', qui canalise à peu près 25% de la matière sèche totale vers le produit utile, l'exportation d'azote, de phosphore et de potassium peut facilement s'élever à 50% des besoins totaux de la culture.

8 METHODES CULTURALES

8.1 INTRODUCTION

Mises à part la nutrition minérale et la lutte anti-parasitaire, qui sont abordées dans d'autres chapitres, nous traitons ici des pratiques culturales visant à influencer sur la croissance et le développement afin d'améliorer le rendement.

Prenant pour base les données bibliographiques (§ 8.2) et nos propres observations rapportées aux chapitres précédents, les expérimentations ont été concentrées sur la levée et la croissance initiale ainsi que sur la densité et l'écartement des plantes.

8.2 DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

8.2.1 Reproduction

Le gombo se reproduit par graines. Son caractère de plante autogame et le fait qu'il est cultivé principalement pour ses fruits explique le manque d'information sur les possibilités de multiplication végétative.

Celle-ci aurait probablement retenu davantage l'attention si l'utilisation du gombo en tant que légume-feuille ou plante textile était plus répandue. On aurait alors essayé de retarder ou d'empêcher la floraison, ce qui est facile à réaliser en dehors des régions équatoriales étant donné les réactions photopériodiques observées chez le matériel végétal provenant de ces régions (cf. chapitre 6).

Dans ce contexte il est intéressant de noter que *Abelmoschus manihot* (L.) Medikus, probablement une des espèces parentales du gombo du type GUINEEN (cf. chapitre 4), est important comme légume-feuille en Papouasie et Nouvelle Guinée, où il est généralement reproduit par boutures de la tige (STANDAL et al., 1974).

BHATTACHARYA et al. (1978) ont observé que les boutures prises sur la partie apicale de la tige du gombo du type SOUDANAIS ne forment pas spontanément de racines adventices, mais que la formation

racinaire est abondante après traitement aux substances de croissance (auxines, gibberellines).

Si la saison culturale est trop courte pour deux cultures successives sur le même terrain, une deuxième récolte peut être obtenue par culture de repousses. La tige principale est alors coupée à une hauteur de 30 à 45 cm pour stimuler le bourgeonnement (WILSON et al., 1953).

De la même façon il semble en principe possible de profiter de la légère tendance du gombo du type GUINEEN à être pérenne sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire. Semées au début de la grande saison des pluies (mars/avril), les lignées qui ont une photopériode critique plus courte que 12 heures et demie, n'entrent en production qu'à la fin de la saison des pluies (octobre/novembre). A cette époque, elles ont atteint un énorme développement végétatif et les parties inférieures de la tige sont lignifiées, de sorte qu'elles sont capables de survivre pendant la grande saison sèche dans une condition plus ou moins dormante, et peuvent repousser au début des pluies. Ce phénomène a été observé régulièrement dans les jardins familiaux.

8.2.2 *Levée et croissance initiale*

8.2.2.1 Généralités

L'analyse de croissance (cf. chapitre 5) a montré que le premier mois peut être décisif pour la réussite de la culture. Le taux relatif de croissance (RGR) diminue en général avec l'âge des plantes et un retard dans la croissance initiale peut être difficilement rattrapé. La fragilité des jeunes plantules les rend très susceptibles à des modifications du milieu par des méthodes culturales.

Les graines du gombo sont suffisamment grandes pour être semées directement en place, ce qui est généralement pratiqué. Les graines ont un diamètre d'environ 5 mm et pèsent à peu près 50 mg. La meilleure profondeur de semis est de l'ordre de 2 à 4 cm (MEDINA et al., 1974).

Le gombo est toutefois renommé pour sa germination capricieuse de sorte qu'il est généralement recommandé de semer au moins trois graines par poquet pour obtenir la densité désirée.

Quelques méthodes pour améliorer l'établissement de la culture ont été résumées ci-dessous.

8.2.2.2 Conservation et traitement des semences

Le pourcentage de germination minimal exigé pour les semences commercialisées est assez bas pour le gombo. Il est en général de l'ordre de 50 à 60% (SUNDARARAJ et al., 1965).

Un des facteurs en cause est la rapide détérioration du pouvoir germinateur lors du stockage sous conditions naturelles. RAO (1974) a observé que les semences sont très peu viables après stockage pendant une année à une température de 27°C et une humidité relative de 90%. Sous conditions naturelles au Liban, la longévité des graines stockées à une altitude de 1000 m était plus du double de celles stockées à basse altitude, par suite des température et humidité plus basses (ABU-SHAKRA et al., 1969).

La meilleure étude sur la conservation des semences du gombo a été effectuée par MARTIN et al. (1960). Si la teneur en eau des graines est supérieure à 20%, la longévité des graines est de moins d'une année à la température ambiante (20-37°C) et d'une à deux années en réfrigérateur (1-5°C). Par contre si la teneur en eau est maintenue inférieure à 10%, les graines peuvent être stockées, sans perte de viabilité, pendant cinq années à la température ambiante, et pendant au moins 11 années en réfrigérateur. A des teneurs en eau entre 10 et 20%, la réaction est intermédiaire.

BACCHI (1959) a étudié l'équilibre hygroscopique des semences du gombo en fonction de l'humidité relative (à la température ambiante à Sao Paulo, Brésil). La relation entre la teneur en eau des graines (Y) et l'humidité relative (X) pourrait être adéquatement représentée par l'équation de régression $Y = 0,164 X + 2,79$ ($r = 0,981^{**}$; d.l. = 7). Dans les régions tropicales humides, on ne peut garder une teneur en eau inférieure à 10% que si on conserve les graines, après séchage dans des récipients hermétiquement clos (DA SILVA et al., 1976).

Même si les conditions pendant le stockage et la germination des semences ont été satisfaisantes, la levée est souvent tardive et hétérogène, ce qui est attribué à la dureté des téguments de la graine.

Le testa des graines du gombo a une structure complexe et il est en général riche en subérine, en lignine et en corps gras, de sorte que l'eau d'imbibition ne pénètre que lentement (ANDERSON et al., 1953; MITIDIÉRI & FERRAZ, 1961).

ANDERSON et al. (1953) ont observé que les quantités de ces substances dans le testa et l'épaisseur du testa peuvent varier entre graines du même lot d'un certain cultivar, ce qui est probablement à l'origine de la germination hétérogène. De telles variations peuvent également expliquer les différences systématiques dans le pourcentage et la vitesse de germination de différents cultivars, dont les semences ont été multipliées, stockées et mises à germer sous les mêmes conditions.

Un certain nombre de méthodes physiques et chimiques sont à disposition pour améliorer la perméabilité du testa.

La méthode la plus simple, qui est généralement recommandée, est de faire tremper les graines dans l'eau pendant 12 à 24 heures avant le semis (ANDERSON et al., 1953; SINGH & SINGH, 1969; MEDINA et al., 1972; ABDELAZIZ ABDELFAH, 1972).

Le trempage dans l'eau permet également d'éliminer les graines flottantes, qui ont un pouvoir germinateur plus faible que les graines d'une densité relative supérieure à 1 (MANOHAR, 1969). SINGH (1963a, b) remarque toutefois qu'à peu près 50% des graines flottantes lèvent normalement.

Parmi les méthodes physiques, GURGEL & MITIDIÉRI (1955) ont observé de bons résultats avec la scarification mécanique. Le traitement radio-électrique diminue fortement le pourcentage de graines dures, probablement par la génération de stress thermique à l'intérieur des graines (NELSON et al., 1970). Par contre, ONWUEME (1975) a observé des effets plutôt négatifs du traitement thermique (24 heures à 40-60°C) sur les graines sèches, mais l'immersion dans l'eau chaude (1-5 heures à 45°C) s'avérait effective.

Un grand nombre de substances chimiques ont été testées avec plus ou moins de succès, pour améliorer la germination du gombo. Les substances les plus efficaces sont l'acide sulfurique, l'acétone et l'éthanol (JOHNSTON, 1949; ANDERSON et al., 1953; GURGEL & MITIDIÉRI, 1955; EDMOND & DRAPALA, 1959; SINGH & SINGH, 1969; ABDELAZIZ ABDELFAH, 1972; MEDINA et al., 1972). La durée du traitement dépend de la dureté des graines, mais elle est en général de l'ordre d'une trentaine de minutes.

Après traitement, les graines peuvent être séchées et stockées de nouveau. Un délai de 40 jours entre traitement et semis n'avait pas d'influence sur l'efficacité du traitement (ANDERSON et al., 1953). L'amélioration de la perméabilité du testa semble être permanente.

8.2.2.3 Méthodes influençant le microclimat

La température est un des facteurs climatiques qui joue un rôle très important, soit direct soit indirect, pendant la phase initiale de la croissance (cf. § 6.2.3 et § 6.4.3.3).

Dans les régions subtropicales les températures sont souvent sub-optimales en hiver et au printemps. La culture tôt dans la saison est toutefois intéressante par suite des prix élevés des primeurs. Pour compenser l'effet négatif des températures basses sur le pourcentage de levée, il est recommandé de doubler la densité normale de semis pour obtenir ultérieurement la densité de plantes désirée (SPIVEY et al., 1957).

Le gombo est généralement cultivé sur des billons ou des buttes. La température de la couche superficielle du sol peut largement varier entre les différents flancs de ces billons en fonction de leur orientation vers le soleil. EL HASSAN (1978) a mis en évidence que semer sur le flanc nord des billons orientés est-ouest pendant la saison hivernale au Soudan (températures maximales du sol de l'ordre de 17 à 25°C) avait un important effet dépressif sur la croissance par rapport au semis sur le flanc sud ou sur les flancs est et ouest des billons orientés nord-sud. La différence dans la température maximale du sol entre les positions nord et sud était en moyenne de l'ordre de 3°C pendant le premier mois de la culture.

De la même façon l'orientation des poquets de semis pourrait être utile pour abaisser les températures supra-optimales du sol, qui sont fréquentes sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire (§ 8.3).

Une autre méthode pour influencer sur le microclimat du sol est le "mulch" ou le paillage. Les effets bénéfiques du "mulch" plastique dans la culture du gombo ont été mis en évidence par RAMAN (1964), BRYAN (1967) et ALBREGTS & HOWARD (1973b). Sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire, le paillage pendant la phase initiale de la

croissance pourrait se montrer effectif par son effet dépressif sur la température diurne du sol (§ 8.4). La couverture du sol réduit également le lessivage des éléments minéraux, empêche le développement des mauvaises herbes et diminue les dégâts par maladies et ennemis.

8.2.2.4 Pépinière

Par la réduction de la superficie cultivée, la pépinière permet des soins culturaux qui seraient trop coûteux ou impraticables à l'échelle du plein champ. Les coûts de la pépinière sont compensés par des économies au niveau des coûts des semences, du démariage et, en fonction de la durée de la phase en pépinière, des traitements phytosanitaires et des sarclages.

Etant donné les problèmes déjà mentionnés qui se posent pour obtenir une levée et une croissance initiale satisfaisantes, auxquels s'ajoutent les dégâts aux jeunes plantules dus aux insectes et aux maladies (cf. chapitre 9), on se demande pourquoi le semis en pépinière suivi de repiquage est si peu pratiqué.

LOOMIS (1925), qui a étudié le repiquage d'un grand nombre de plantes légumières, conclut que toutes ces plantes peuvent être repiquées sans dégâts notables quand elles sont très jeunes. La faculté de supporter le repiquage à des stades plus avancés serait liée aux quantités de cutine et de subérine formées dans les racines. Ces substances entravent l'absorption d'eau et l'émission de nouvelles racines latérales. Le groupe le plus apte au repiquage tardif comprend des plantes comme la tomate, la laitue et le chou. Les haricots et la pastèque par contre supportent très mal le repiquage tardif.

Les travaux de TEWFIK & SAKR (1962) suggèrent que le gombo a une réaction plus ou moins intermédiaire entre ces deux groupes. La croissance est moins affectée par le repiquage tardif que chez la pastèque, mais subit cependant un retard considérable. Le repiquage jusqu'à l'âge de deux semaines semble acceptable.

Pour obtenir plus d'information à ce sujet, un essai de repiquage a été effectué afin d'évaluer l'influence sur la croissance et les rendements (§ 8.5).

Le semis en pots pressés, qui peuvent facilement être fabriqués localement, permet de diminuer la perturbation du système racinaire. Cette méthode a dû être employée une fois lors d'un essai faute de semences en nombre suffisant (cf. § 5.4.2), et on a pu se rendre compte qu'elle permettait d'obtenir des plantations très homogènes et sans manquants. Les dimensions des pots doivent être choisies en fonction de la durée de la phase en pépinière. Le gombo a un fort pivot qui s'enfonce rapidement en direction verticale (WEAVER & BRUNER, 1927).

8.2.3 Densité et écartement

8.2.3.1 Culture pour les jeunes fruits

Les manuels horticoles et les articles synoptiques sur la culture du gombo sont peu concordants dans leurs recommandations concernant la densité des plantes.

En majorité ils recommandent des densités situées entre 10 000 et 50 000 pieds/ha (WILSON et al., 1953; GURGEL & MITIDIERI, 1954; KROLL, 1957; BOSWELL & REED, 1960; TERRA, 1966; IRVINE, 1969; SCHMIDT, 1971; HERKLOTS, 1972).

Des densités allant de 50 000 à 100 000 pieds/ha sont mentionnées par SPIVEY et al. (1957), PERLASCA (1965), TINDALL (1968a, b), GRUBBEN (1971) et MESSIAEN (1975).

La variation dans les recommandations est en partie due à la nature du matériel végétal utilisé. Il est généralement reconnu que la densité optimale pour les cultivars locaux tardifs et robustes est beaucoup plus faible que celle des cultivars modernes commerciaux tels que 'Clemson Spineless' ou 'Pusa Sawani'.

La densité peut également varier en fonction de la saison culturale. JOSHI et al. (1960) recommandent une densité de l'ordre de 50 000 pieds/ha si 'Pusa Sawani' est cultivé pendant la saison des pluies dans le nord de l'Inde, mais de l'ordre de 300 000 pieds/ha s'il est cultivé tôt dans la saison au printemps. Ce phénomène pourrait être lié au fait que les températures plus basses au printemps donnent une culture très précoce et réduisent la croissance des plantes individuelles. SINGH & SIKKA (1955) en arrivent même sous ces conditions à une recommandation de l'ordre de 600 000 pieds/ha pour le cultivar 'Pusa Makhmali'.

La majorité des essais de densité a été exécutée avec les cultivars modernes, à des densités inférieures à 100 000 pieds/ha. Les résultats de ces essais sont peu concluants, parce qu'en général l'optimum n'est pas atteint: les meilleurs rendements sont obtenus aux densités les plus élevées (MC FERRAN et al., 1963; TAI et al., 1969; KAMALANATHAN et al., 1970a; SINGH & PANDEY, 1975; GONZALEZ, 1976; BRUNEI, DEP.AGRIC., 1977; LEE & LEONG, 1979).

Les résultats de RAZVI & JAGIRDAR (1973) forment une exception. Ils n'ont pas observé de différences significatives entre des densités allant de 45 000 à 75 000 pieds/ha, mais les résultats sont indiqués sans mention de la nature du matériel végétal utilisé.

Des études sur l'influence des densités nettement supérieures à 100 000 pieds/ha sont relativement rares. SUTTON & ALBREGTS (1970) ont constaté que le rendement de 'Clemson Spineless' augmentait de façon linéaire dans le trajet de 40 000 à 170 000 pieds/ha. RANDHAWA (1967) et RANDHAWA & PANNUN (1969) ont obtenu un résultat semblable chez le cultivar 'Punjab-13' à des densités allant de 75 000 à 150 000 pieds/ha.

Dans le trajet de 160 000 à 640 000 pieds/ha, le rendement de 'Clemson Spineless' augmente de façon asymptotique ($Y = 178 D^{0,35}$; $Y =$ rendement en g/m^2 ; $D =$ densité en pieds/m²) d'après les résultats de ALBREGTS & HOWARD (1974). Il faut toutefois remarquer que les rendements étaient faibles (4 à 7 t/ha) dans leur étude.

Dans un essai semblable sous des conditions plus favorables (rendements de l'ordre de 20 t/ha), il n'y avait pas de différences significatives entre les densités dans le trajet de 220 000 à 1 300 000 pieds/ha, et ceci pour tous les quatre cultivars commerciaux compris dans l'essai (ALBREGTS & HOWARD, 1976).

L'influence de la densité sur les caractéristiques du produit récolté, par exemple le poids ou les dimensions des fruits, est peu prononcée, parce que les fruits sont en général récoltés avant d'avoir atteint leurs dimensions maximales. La taille des fruits dépend plutôt de la méthode de récolte, qui est très variable selon les préférences du cultivateur. Les seules références qui font mention d'une faible réduction du poids des fruits en augmentant la densité, sont ALBREGTS & HOWARD (1974, 1976) dans les limites de 160 000 à 1 300 000 pieds/ha.

Dans tout le trajet couvert par les expérimentations mentionnées ci-dessus (10 000 à 1 300 000 pieds/ha), le nombre de fruits par

plante diminue quand la densité augmente, mais le nombre de plantes par unité de surface compense largement cette diminution, jusqu'à une densité de 150 000 à 200 000 pieds/ha.

Il semble donc que la densité optimale pour les cultivars modernes précoces soit plutôt de l'ordre de 150 000 pieds/ha qu'en dessous de 100 000 pieds/ha.

Afin de pouvoir récolter et entretenir facilement la culture, l'écartement minimal entre les lignes doit être de l'ordre de 1 m. En conséquence, une densité de 150 000 pieds/ha nécessite une distance entre les plantes sur la ligne de 6,5 cm. Les données de SUTTON & ALBREGTS (1970) ont mis en évidence que 'Clemson Spineless' supporte bien ce court espacement sur la ligne.

Les densités supérieures à 200 000 pieds/ha, étudiées par ALBREGTS & HOWARD (1974, 1976) ont été réalisées sur des planches distantes de 1,20 m, comprenant deux lignes jumelées à un écartement de 30 cm.

Le fait que ces densités élevées soient peu pratiquées semble être lié à des considérations pratiques. TAI et al. (1969) remarquent que le cultivar 'Six Weeks' est déjà difficile à récolter à un espacement de 90 × 30 cm. Les plantes sur la ligne s'entrelacent ce qui rend les fruits invisibles et est cause de la brisure des pétioles et des ramifications pendant la récolte.

L'écartement entre les lignes est souvent maintenu à plus de 1 m, pour éviter que les parties dénudées du corps soient en contact avec les plantes poilues lors de la récolte. Ce contact peut causer une irritation désagréable de la peau.

Le cultivar 'Perkins Long Pod' Ivoirien, vulgarisé en Côte d'Ivoire, est plus tardif et plus robuste que la majorité des cultivars commerciaux. La SODEFEL (1975) recommande pour ce cultivar des lignes largement espacées (1,4 m) et un semis serré sur la ligne (7 à 8 plantes/m), ce dont résulte une densité de l'ordre de 50 000 pieds/ha.

L'influence qu'ont la densité et la disposition des plantes sur la croissance, le développement et les rendements de ce cultivar a fait l'objet de l'essai rapporté au § 8.6.

TAI et al. (1969), SUTTON & ALBREGTS (1970), KAMALANATHAN et al. (1970a) et ALBREGTS & HOWARD (1974) ont étudié l'interaction "densité × fertilisation". Dans aucune de ces études n'ont été mises en évidence des interactions significatives.

8.2.3.2 Culture pour les graines

Le fait que la maturation des fruits réduise le développement végétatif des plantes (cf. chapitre 5), laisse penser que la culture pour les graines pourrait supporter des densités plus élevées que la culture pour les jeunes fruits. Il n'a pas été trouvé de données bibliographiques sur l'interaction "densité \times type de culture (jeunes fruits/graines)".

Dans le trajet 50 000 à 150 000 pieds/ha, les meilleurs rendements chez le cultivar 'Pusa Sawani' sont obtenus aux densités les plus élevées (GREWAL et al., 1972, 1973, 1974; PANDEY & SINGH, 1979).

Le nombre de fruits par plante diminue quand la densité augmente, mais le nombre de graines par fruit et le poids de la graine n'étaient guère affectés dans les études citées.

Le rendement d'un cultivar bulgare n'était pas amélioré en augmentant la densité de 150 000 à 250 000 pieds/ha, de sorte que GADZHONOV (1977b) recommande une densité de 150 000 pieds/ha.

MANGUAL-CRESPO & MARTIN (1980) ont observé un rendement record de l'ordre de 4 t/ha de graines chez 'Clemson Spineless', à une densité de 85 000 pieds/ha.

8.2.4 Récolte

8.2.4.1 Culture pour les jeunes fruits

Le stade auquel les jeunes fruits doivent être récoltés dépend d'une part des exigences concernant la qualité du produit récolté et d'autre part des répercussions sur la capacité fructifère de la plante.

Il est bien connu que la croissance végétative et le nombre de fruits par plante sont négativement influencés plus on laisse grossir et mûrir les fruits sur la plante (WOODROOF, 1927; HARVEY, 1931; PERKINS et al., 1952; MADHAVA RAO, 1953; KOLHE & CHAVAN, 1967).

Toutefois, l'analyse de croissance (cf. chapitre 5) n'a pas mis en évidence que la production totale de matière sèche diffère significativement entre la culture pour les jeunes fruits et la culture pour les graines. De plus, si on laisse grossir les fruits, une plus grande proportion de la matière sèche totale est canalisée

vers les parties génératives. Pour le meilleur rendement en fruits comestibles (en termes de matière sèche), on peut en déduire qu'il faut récolter aussi tard que possible et que les exigences concernant la qualité du produit le permettent.

La qualité du produit dépend principalement de la consistance fibreuse. Les jeunes fruits ont une croissance rapide et atteignent à peu près leurs dimensions maximales à l'âge de huit à dix jours, leur poids frais étant de l'ordre d'une trentaine de grammes (PUREWAL & RANDHAWA, 1947; SINGH & JOHARI, 1950; VENKATARAMANI, 1953; SISTRUNK et al., 1960; KOLHE & CHAVAN, 1967; CHAUHAN et al., 1968).

Ensuite la teneur en matière sèche des fruits augmente graduellement, ce qui est lié à la formation de fibres (SISTRUNK et al., 1960)

Les fruits de plus de dix jours d'âge sont en général trop fibreux pour être consommés, mais jusqu'à l'âge de huit jours, la teneur en fibres se modifie peu (PUREWAL & RANDHAWA, 1947; BARTHAKUR & BAROOAH, 1961; LONGO, 1968; CHAUHAN & BHANDARI, 1971; SINGH et al., 1974; GOPALAKRISHNA RAO & SULLADMATH, 1977; PARTHASARATHY & SAMBANDAM, 1979).

Le fait qu'en Côte d'Ivoire les très jeunes fruits sont toutefois commercialisés comme étant de meilleure qualité semble être lié à leur caractère extrêmement mucilagineux, fort apprécié en Afrique de l'Ouest.

Si la récolte des fruits est faite quelques jours avant qu'ils aient atteint l'âge de huit jours, on ne profite pas de la période de croissance maximale des fruits, et ceci mène inévitablement à une réduction du rendement en termes de poids, même si le nombre de fruits par plante est plus élevé (PUREWAL & RANDHAWA, 1947). Il est toutefois utile de se rendre compte que dans les pays en voie de développement la vente au détail se fait souvent plutôt au nombre de fruits qu'au poids exact.

La fréquence de récolte doit être choisie en fonction des exigences concernant l'uniformité du produit récolté. Si on veut minimiser la variation dans l'âge ou dans la taille des fruits, il faut récolter tous les jours.

La fréquence de récolte peut être réduite, si une certaine variation est permise dans les caractéristiques des fruits. Etant donné le fait que l'âge des fruits ne doit pas dépasser huit jours, la

fréquence minimale, parfois pratiquée en Côte d'Ivoire, est d'une fois par semaine, à condition que l'on récolte tous les fruits sans tenir compte de leur taille. La fréquence la plus pratiquée est de trois fois par semaine.

RICHARDSON (1971, 1972, 1977) et RICHARDSON & GRAIG (1977) ont montré que la mécanisation de la récolte des jeunes fruits est possible. Par suite de la position axillaire des fruits, la coupe d'un fruit implique toutefois la perte de la feuille accompagnante, ce qui influe négativement sur les rendements (MC FERRAN & BOWDEN, 1971).

Les longs pédicelles du gombo du type GUINEEN (cf. § 4.4.4), qui donnent souvent aux fruits une position pendante, sous la feuille accompagnante, pourraient être intéressants dans ce contexte.

8.2.4.2 Culture pour les graines

En fonction des conditions culturales, les graines atteignent la viabilité de 20 à 40 jours après l'anthèse (MITIDIÉRI & FERRAZ, 1962; MANOHAR, 1969; CHAUHAN & BHANDARI, 1971; EWETE, 1980). La récolte prématurée réduit le pouvoir germinateur des graines.

La fréquence de récolte est beaucoup moins critique que dans la culture pour les jeunes fruits. Toutefois, quand les capsules sont sèches, elles s'ouvrent en général par des fentes longitudinales, et on risque la perte des graines. Si le caractère déhiscent de la capsule est absent, ce que nous avons fréquemment observé chez le matériel végétal local en Côte d'Ivoire, les fruits mûrs peuvent rester sur la plante jusqu'à la fin de la culture, et peuvent être récoltés en une seule fois.

Dans ce cas pratiquement toute l'opération de récolte, comprenant le fauchage, le battage et le vannage, peut être mécanisée (GADZHONOV, 1977c), mais il faut éviter l'inclusion de fruits non mûrs.

KOLHE & CHAVAN (1967) et GREWAL et al. (1972, 1973, 1974) ont étudié la combinaison de la culture pour les jeunes fruits et de la culture pour les graines. Il semble profitable de faire précéder la maturation des fruits par quelques récoltes de jeunes fruits. 'Pusa Sawani' semble supporter deux enlèvements de jeunes fruits sans influence appréciable sur la production de graines.

8.2.5 Traitements aux substances de croissance

Les recherches sur les phytohormones révèlent graduellement les mécanismes de régulation des processus de croissance et de développement. Sur un grand nombre de plantes agricoles, ces processus peuvent être influencés au profit de l'homme par l'application de substances de croissance exogènes.

Les expérimentations sur le gombo sont assez nombreuses. Nous n'avons pas l'intention de nous étendre sur ce sujet, mais les références citées ci-dessous permettront aux intéressés d'approfondir la matière. Les abréviations des noms chimiques sont conformes à la liste de WEAVER (1972).

L'application des gibberellines (GA) et des auxines naturelles (IAA) et synthétiques (NAA, BNOA, POA, IPA, 2,4-D) donne en général une amélioration du pourcentage et de la vitesse de germination, ainsi que de la croissance et des rendements (SRIVASTAVA, 1965; SINGH & UPADHYAY, 1967; SRIVASTAVA & SINGH, 1968; SEN & SEN, 1968; NANDPURI et al., 1969; PAL et al., 1970; SRIVASTAVA & SACHAN, 1971; DAS & PATTANAİK, 1971; GUJAR & SRIVASTAVA, 1972; CHAUHAN, 1971; SINGH et al., 1973; SINGH et al., 1976; SINGH & SINGH, 1977; PAWAR et al., 1977).

Par contre, la taille des plantes peut être réduite par des substances d'inhibition comme MH, phosfon, CCC, SADH, ethephon et chlороflurenol (SEN & SEN, 1968; MEHROTRA et al., 1970; DAS & PATTANAİK, 1971; GUJAR & SRIVASTAVA, 1972; SHUKLA & TEWARI, 1973, 1974a, b; JASA et al., 1975; BISARIA & BISARIA, 1976; CHHONKAR et al., 1977; GODFREY-SAM-AGGREY & NDOLEH, 1978).

Certaines de ces substances d'inhibition semblent influencer sur la distribution de la matière sèche entre parties végétatives et génératives. La réduction de la taille des parties végétatives est souvent accompagnée d'un meilleur rendement.

La concentration optimale est souvent étroitement définie et varie en fonction de la méthode d'application (traitement des graines, application dans le sol, application foliaire) et de l'âge des plantes.

8.3 ORIENTATION DES POQUETS DE SEMIS

8.3.1 Introduction

Sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire, les températures suboptimales sont très rares, mais les températures supra-optimales, par contre, sont très fréquentes, notamment au début de la grande saison des pluies.

ONWUEME (1975) remarque que les graines doivent souvent lever, dans les régions tropicales, à des températures du sol qui dépassent 50°C pendant plusieurs heures par jour.

En nous basant sur les observations de EL HASSAN (1978)(§ 8.2.2.3), un essai fut effectué aux fins d'évaluer l'action de la position des graines sur les billons sur l'abaissement des températures du sol supra-optimales.

8.3.2 Protocole expérimental

Cet essai a été mis en place le 29 décembre 1976, le soleil se trouvant à son éloignement maximal en direction sud, et il comprenait quatre traitements: (1) semis sur le flanc sud des billons orientés est-ouest, (2) semis sur le flanc nord des billons orientés est-ouest, (3) semis au sommet des billons orientés est-ouest, (4) culture en plat (lignes orientées est-ouest).

Les parcelles étaient disposées selon un schéma de carré latin 4 × 4. Chaque parcelle comprenait cinq billons ou lignes à un écartement de 1 m, et dix poquets par ligne distants de 50 cm. Deux graines du cultivar 'Clemson Spineless' ont été semées par poquet.

La température du sol a été mesurée chaque jour pendant deux semaines, à 7h30 et à 13h, à 5 cm de profondeur et tout près des poquets de semis.

L'essai s'est terminé deux semaines après le semis faute d'eau d'irrigation, mais pendant la durée de l'essai, les parcelles ont été abondamment arrosées.

Les observations ne concernent que le pourcentage et la vitesse de levée.

8.3.3 Résultats et conclusions

Les résultats des observations font l'objet du tableau 58.

Bien que significatives, les différences dans les températures mesurées tôt le matin sont faibles et ne correspondent pas aux différences dans la levée. Quant aux températures mesurées l'après-midi, la plus grande différence était de l'ordre de 4°C et se produisait entre les positions sud et nord.

Tableau 58. Températures du sol et levée

Observations	Orientation des poquets de semis				s ²	Test F
	Sud	Nord	Sommet	En plat		
<u>Température (°C)</u>						
- 7h30	24,3 b	24,2 b	23,9 c	24,6 a	0,028	**
- 13h	37,1 a	33,4 c	34,6 b	35,6 b	0,42	**
<u>Levée</u>						
- pourcentage	49,5 b	79,0 a	79,3 a	70,0 a	54,65	**
- vitesse (jours après semis)	6,9 b	5,9 a	5,7 a	5,3 a	0,17	**

Selon les données bibliographiques (cf. § 6.2.3), le pourcentage et la vitesse de levée sont suboptimales à des températures supérieures à 35°C. La température mesurée sur le flanc sud des billons est apparemment supra-optimale et correspond à une baisse importante du pourcentage de levée et à une levée plus tardive.

Les trois autres traitements ne diffèrent pas significativement quant à la levée. Les températures les plus basses mesurées se trouvant sur le flanc nord des billons, cette position pourrait être toutefois avantageuse lorsque les conditions thermiques sont encore plus extrêmes.

8.4 PAILLAGE ET REGIME D'ARROSAGE PENDANT LA CROISSANCE INITIALE

8.4.1 Introduction

La température et l'humidité du sol sont en général étroitement corrélées. Le paillage a un effet dépressif sur la température diurne du sol, de sorte que l'eau est mieux retenue par suite de la réduc-

tion de l'évaporation. Inversement, on peut influencer sur la température du sol par le régime d'arrosage.

Ces deux aspects ont été étudiés dans le présent essai, mis en place pendant la période la plus chaude de l'année (fin saison sèche/début saison des pluies).

8.4.2 Protocole expérimental

Les traitements proprement dits de l'essai étaient les six indiqués ci-dessous, qui n'ont été appliqués que pendant la phase initiale de la croissance (les trois premières semaines).

Paillage (P)	Heure d'arrosage (A)		
	8h	13h	16h
Sol nu	POA1	POA2	POA3
Sol couvert	P1A1	P1A2	P1A3

L'influence de ces traitements pendant la phase initiale de la croissance a été évaluée dans la culture pour les jeunes fruits ainsi que dans la culture pour les graines. L'essai était un schéma de cinq blocs randomisés, comprenant donc 12 parcelles par bloc.

Le "mulch" consistait en paille sèche de *Panicum maximum* Jacq.. Les arrosages étaient effectués une fois par jour, soit à 8h du matin, soit à 13h de l'après-midi, soit à 16h du soir. La quantité d'eau appliquée était de l'ordre de 5 mm par arrosage, ce qui correspond approximativement à l'évapotranspiration potentielle journalière pendant cette période de l'année (mois de mars).

Le terrain d'essai a été abondamment arrosé au moment du semis. La différenciation entre les trois traitements d'arrosage a débuté le jour suivant.

Après trois semaines, toutes les parcelles ont été traitées de façon identique: les parcelles à sol nu (P0) ont été couvertes de paille sèche comme les parcelles P1, et il n'y avait plus de différence dans l'heure d'arrosage.

Chaque parcelle comprenait trois lignes à un écartement de 60 cm et cinq poquets sur la ligne distants de 40 cm. Par suite des quantités limitées d'eau d'irrigation, il n'y avait pas de lignes de bordure.

Les semences du cultivar 'Clemson Spineless' ont été immergées dans l'eau pendant une nuit avant le semis. Trois graines par poquet ont été semées le 7 mars 1977. Les démariages à deux et à une plante par poquet ont été effectués respectivement 14 et 18 jours après le semis.

La culture était en plat. Le terrain d'essai a été fertilisé à raison de 15 t/ha de fumier d'étable, enfouies avant le semis, et de 450 kg/ha d'engrais complet NPK 10-10-20 en trois doses égales, appliquées une, trois et cinq semaines après le semis.

L'essai s'est terminé le 25 juin, 110 jours après le semis.

Pendant les vingt premiers jours, la température et l'humidité du sol ont été mesurées trois fois par jour sur les 12 parcelles d'un seul bloc, chaque jour à tour de rôle un autre bloc. Les mesurages étaient effectués juste avant les arrosages, à 8h, 13h et 16h.

La température a été mesurée à 2,5 cm de profondeur à l'aide de simples thermomètres à mercure. Pour la détermination de l'humidité du sol, des échantillons de la couche 0-5 cm ont été pris à l'aide d'une sonde de volume connu, et pesés avant et après séchage dans une étuve à 105°C pendant 48 heures. L'humidité a été exprimée en pour cent du volume.

Les observations pendant la période d'application des traitements ont porté sur la levée, la taille des plantules à l'âge de trois semaines et sur l'apparition du premier bouton floral. Ces observations sur la croissance et le développement des plantules, ainsi que les observations microclimatiques, ont été analysées selon le schéma de six traitements en cinq blocs randomisés à 12 parcelles par bloc. Etant donné la duplication des six traitements dans chacun des cinq blocs (parcelles "culture jeunes fruits" et parcelles "culture graines", qui ne se différencient qu'après la floraison) les degrés de liberté de s^2 dans l'analyse de variance s'élèvent à 50.

Les observations pendant la période générative n'ont porté que sur le rendement et ses composants. Par suite du caractère totalement différent du produit utile, une comparaison directe des deux types de culture présente peu de valeur, et les résultats ont été analysés comme s'il s'agissait de deux essais séparés, comprenant chacun cinq blocs randomisés à six parcelles par bloc.

8.4.3 Résultats

8.4.3.1 Observations microclimatiques

Pendant la période d'application des traitements (vingt premiers jours), l'évapotranspiration potentielle s'élevait à 83 mm, la pluviométrie à 41 mm.

Pour obtenir une idée de la capacité de rétention d'eau de la couche superficielle (0-5 cm) du sol du terrain d'essai, une courbe pF a été déterminée par le Laboratoire central d'Analyses du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé. Un pF de 4,2 correspondait à 4,5 volume % d'eau, un pF de 2,5 à 5,8% d'eau. D'après nos constatations avec des tensiomètres, placés dans la couche 0-10 cm, un pF de 2,0 correspond approximativement à 15 volume % d'eau.

Les influences des traitements sur la température et l'humidité du sol sont représentées sur la figure 21.

L'influence sur la température tôt le matin est nulle, mais pendant les heures les plus chaudes de la journée, le paillage a un important effet dépressif (de l'ordre de 2 à 3°C) sur la température.

L'influence de l'heure d'arrosage ne se fait sentir qu'en fin d'après-midi. Sur sol nu, la température est sensiblement abaissée si l'on arrose juste avant la période d'insolation maximale. Par contre, sur les parcelles sous "mulch", les traitements d'arrosage ne jouent qu'un rôle très modeste par suite de l'effet prédominant du paillage.

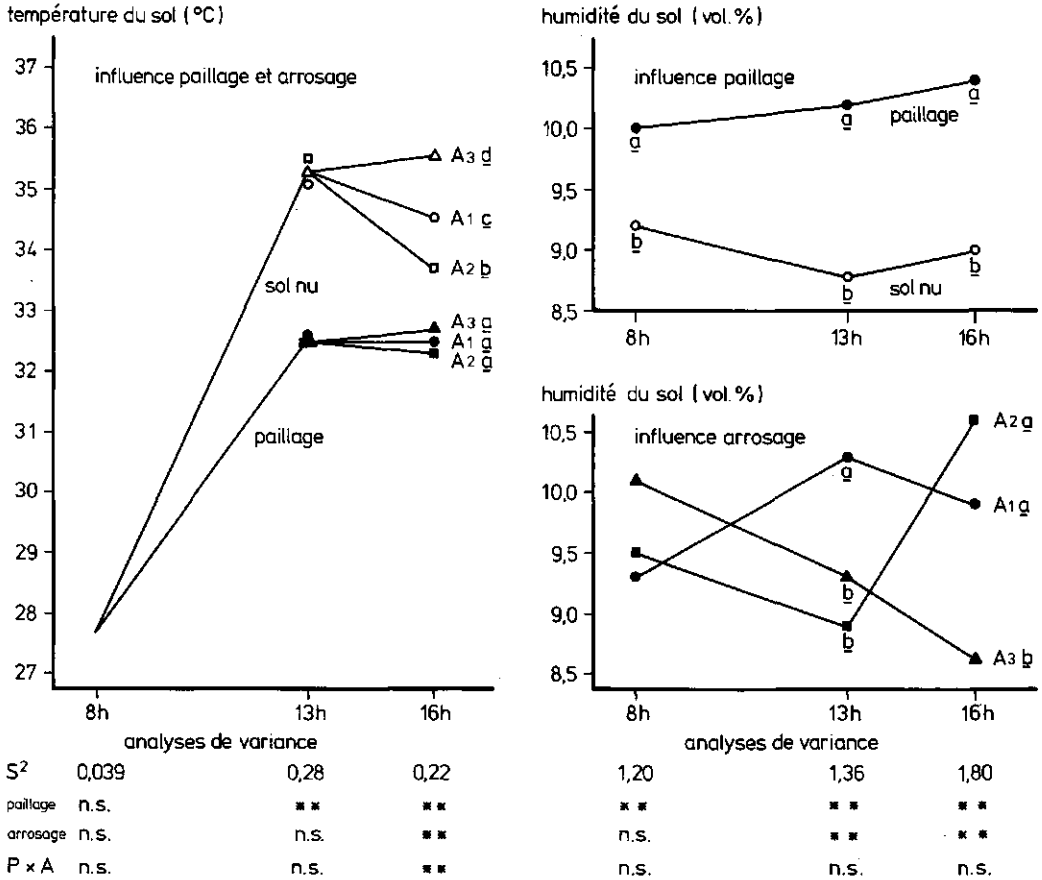
Les différences dans la température se reflètent dans l'humidité du sol. L'eau est mieux retenue sous "mulch" et la meilleure réserve en eau pendant les heures les plus chaudes est assurée par l'arrosage au cours des heures matinales.

8.4.3.2 Croissance et développement initiaux

L'influence des traitements sur la levée, sur la taille des plantes à l'âge de trois semaines et sur l'initiation florale a été résumée dans le tableau 59.

Le pourcentage de levée n'est pas influencé à l'exception du traitement POA3 (sol nu, arrosage du soir). La cause en est probablement le fait que les traitements d'arrosage n'ont commencé que le jour

Figure 21. Influence des traitements sur la température et l'humidité du sol



Note: les lettres qui accompagnent les valeurs dans la figure sont basées sur le test t, au seuil de 5%. Les mêmes lettres indiquent que ces valeurs ne révèlent pas de différences significatives.

suivant le semis. Après l'arrosage au moment du semis, ce traitement a subi deux après-midi chauds avant l'arrosage suivant. Les données illustrent que ce délai entre les deux premiers arrosages est bien supporté sous "mulch".

Les graines, qui avaient été trempées dans l'eau avant le semis, ont très vite germé. Les petites différences observées en fonction des traitements ont peu d'importance pratique.

Tableau 59. Levée, croissance initiale et initiation florale

Caractères	Pail- lage	Heure d'arrosage			Moy.	s ²	Test F		
		A1	A2	A3			Pail- lage	Arro- sage	P×A
Pourcentage de levée	P0	88,4 a	86,9 a	76,4 b	83,9	29,93	*	**	**
	P1	87,6 a	88,0 a	87,1 a	87,6				
	Moy.	88,0	87,5	81,8	85,7				
Vitesse de levée (jours après le semis)	P0	5,0 c	4,7 ab	5,0 c	4,9	0,068	n.s.	n.s.	*
	P1	4,6 a	4,8 ac	4,9 bc	4,8				
	Moy.	4,8	4,7	4,9	4,8				
Hauteur à l'âge de trois semaines (cm)	P0	11,0	10,5	9,8	10,4 b1	0,79	**	**	n.s.
	P1	13,1	12,9	12,2	12,7 a1				
	Moy.	12,1 a2	11,7 a2	11,0 b2	11,6				
Longueur 3ème feuille à l'âge de trois semaines (cm)	P0	7,2	6,8	6,4	6,8 b1	0,85	**	**	n.s.
	P1	9,0	8,4	7,7	8,4 a1				
	Moy.	8,1 a2	7,6 a2	7,0 b2	7,6				
Date d'apparition du 1er bouton floral (jours après le semis)	P0	23,3	23,5	24,1	23,6	0,49	n.s.	*	n.s.
	P1	23,0	23,5	23,5	23,3				
	Moy.	23,1 a	23,5 ab	23,8 b	23,5				
Numéro du noeud du 1er bouton floral	P0	5,2 a	5,0 a	5,1 a	5,1	0,076	**	n.s.	**
	P1	5,6 b	5,9 c	5,5 b	5,6				
	Moy.	5,4	5,4	5,3	5,4				

La croissance initiale a été caractérisée par la hauteur des plantules et par la longueur de la troisième feuille à l'âge de trois semaines. Le paillage présente un important effet bénéfique sur la croissance initiale. Bien que la différence soit moins prononcée, l'arrosage du soir s'avère inférieur aux autres régimes d'arrosage.

Etant donné les conclusions antérieures (cf. § 6.4.3.4) concernant les relations entre l'initiation florale d'une part et la croissance initiale et les facteurs climatiques de l'autre, les petites différences dans la date d'apparition du premier bouton floral entre les trois régimes d'arrosage peuvent être expliquées par les différences dans la croissance initiale.

Les différences dans le numéro du noeud du premier bouton floral, dues au paillage, semblent à première vue contredire les résultats antérieurs: la baisse de la température du sol sous "mulch" mène ici à un numéro du noeud plus élevé (corrélation négative). Auparavant il a été constaté à plusieurs reprises que le numéro du noeud est positivement corrélé à la température de l'air.

L'explication de ce phénomène pourrait être le fait que la paille sèche absorbe une grande partie de la chaleur et constitue une couche très chaude qui entoure les parties aériennes des plantules pendant la croissance initiale.

8.4.3.3 Rendement dans la culture pour les jeunes fruits

La première récolte de jeunes fruits a eu lieu 42 jours après le semis. Les résultats présentés dans le tableau 60 montrent que les

Tableau 60. Rendement et ses composants dans la culture pour les jeunes fruits

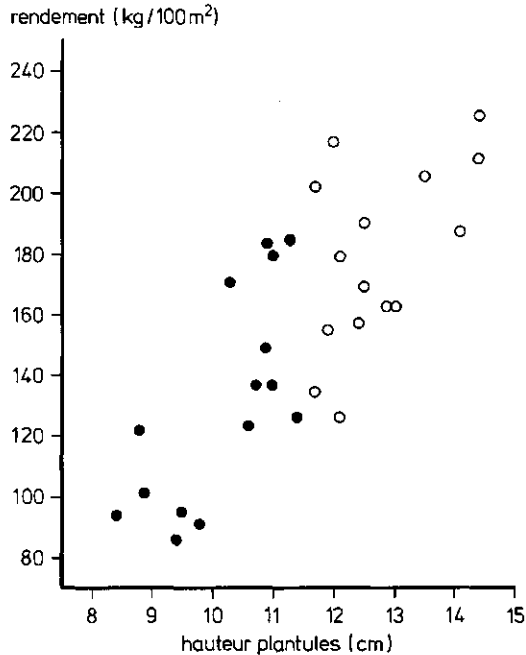
Caractères	Pail- lage	Heure d'arrosage			Moy.	s ²	Test F		
		A1	A2	A3			Pail- lage	Arro- sage	P×A
Rendement en kg/100 m ²	P0	147	121	128	132 b	538,93	**	n.s.	n.s.
	P1	189	175	173	179 a				
	Moy.	168	148	151	155				
Nombre de fruits par plante	P0	26,9	21,9	22,8	23,8 b	13,90	**	n.s.	n.s.
	P1	33,5	31,2	31,3	32,0 a				
	Moy.	30,2	26,6	27,0	27,9				
Poids du fruit (g)	P0	13,0	13,2	13,3	13,2	0,22	n.s.	n.s.	n.s.
	P1	13,5	13,5	13,2	13,4				
	Moy.	13,2	13,3	13,3	13,3				

parcelles qui ont été sous "mulch" pendant les trois premières semaines de la culture, ont donné un rendement qui s'élève en moyenne à 135% des parcelles non couvertes. La différence est due au nombre de fruits par plante, le poids du fruit n'étant pas affecté.

Les différences dans la croissance initiale, dues aux régimes d'arrosage, ont été apparemment trop faibles pour se répercuter sur les rendements.

La relation entre la hauteur des plantules à l'âge de trois semaines et le rendement s'avère assez étroite (figure 22), ce qui témoigne de l'importance de la phase d'établissement pour la réussite de la culture.

Figure 22
Relation entre la hauteur des plantules à l'âge de trois semaines et le rendement (30 parcelles)
● parcelles à sol nu
○ parcelles couvertes



8.4.3.4 Rendement dans la culture pour les graines

La première récolte de fruits mûrs a été effectuée 71 jours après le semis. Le tableau 61 montre que le rendement n'est guère influencé par les traitements. Sous "mulch", le nombre de fruits par plante est légèrement plus élevé que sur les parcelles à sol nu.

La différence dans l'effet des traitements sur la production des jeunes fruits et des graines peut être expliquée par les résultats de l'analyse de croissance (cf. chapitre 5).

Les faibles différences (en chiffres absolus) dans la croissance initiale deviennent de plus en plus grandes au fur et à mesure que la culture progresse.

L'analyse de croissance a mis en évidence que, dans la culture pour les graines, la croissance végétative s'arrête très vite après la floraison, dès la maturation des fruits. C'est alors l'appareil photosynthétique, présent au moment de la floraison, qui est décisif pour le niveau du rendement. 'Clemson Spineless' est un cultivar très précoce, de sorte que les plantules n'ont pas eu le délai nécessaire pour tirer profit des différences dans la croissance initiale de façon à ce qu'elles se répercutent sur les rendements.

Tout au contraire, dans la culture pour les jeunes fruits, l'enlèvement régulier des jeunes fruits permet le maintien d'un certain niveau de croissance végétative pendant la phase générative.

La relation entre la hauteur des plantules à l'âge de trois semaines et le rendement est par conséquent beaucoup plus faible dans la culture pour les graines que dans la culture pour les jeunes fruits.

Tableau 61. Rendement et ses composants dans la culture pour les graines

Caractères	Pail- lage	Heure d'arrosage			Moy.	s ²	Test F		
		A1	A2	A3			Pail- lage	Arro- sage	P×A
Rendement en kg/100 m ²	P0	13,5	13,6	13,7	13,6	6,79	n.s.	n.s.	n.s.
	P1	14,6	16,7	12,9	14,7				
	Moy.	14,0	15,2	13,3	14,2				
Nombre de fruits par plante	P0	9,6	9,5	9,8	9,6 b	1,83	*	n.s.	n.s.
	P1	10,4	12,1	9,5	10,7 a				
	Moy.	10,0	10,8	9,6	10,1				
Poids de la graine (mg)	P0	57	55	57	56	2,21	n.s.	n.s.	n.s.
	P1	56	55	55	55				
	Moy.	57	55	56	56				
Nombre de graines par fruit	P0	58	63	59	60	41,00	n.s.	n.s.	n.s.
	P1	60	60	60	60				
	Moy.	59	61	59	60				

8.4.4 Discussion et conclusions

Par le paillage et, dans un moindre mesure, par le moment d'arrosage (ce dernier surtout sur sol nu), la température et l'humidité diurnes du sol peuvent être influencées de façon importante.

La meilleure croissance initiale correspond aux traitements qui abaissent le plus la température du sol, ce qui se reflète dans une humidité du sol plus élevée.

Ces résultats suggèrent de nouveau que, sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire, les températures sont souvent supra-optimales, et influent directement ou indirectement sur la croissance des jeunes plantules du gombo.

Dans la culture pour les jeunes fruits, le paillage pendant les trois premières semaines de la culture a donné un rendement supérieur de 35% au rendement des parcelles sans "mulch". La hauteur des plantules à l'âge de trois semaines était assez étroitement liée au rendement.

Dans la culture pour les graines, les différences dans la croissance initiale ne se sont pas répercutées sur les rendements, ce qui est attribué à la précocité du cultivar utilisé. L'avantage initial ne peut pas se manifester, du fait que la croissance végétative s'arrête très vite après la floraison, dès la maturation des fruits.

8.5 REPIQUAGE A RACINES NUES

8.5.1 Introduction

L'objectif du présent essai était d'évaluer jusqu'à quel âge les plantules du gombo peuvent être repiquées à racines nues, sans effet négatif important sur la croissance et les rendements.

L'essai a été mis en place pendant la petite saison sèche (au mois d'août), ce qui est théoriquement la période la plus favorable de l'année pour l'opération de repiquage, par suite des valeurs faibles de l'évapotranspiration potentielle (cf. tableau 6).

8.5.2 Protocole expérimental

L'essai comprenait quatre traitements: (R0) témoin (plantes non repiquées), (R10) repiquage 10 jours après le semis, (R17) repiquage à 17 jours, (R24) repiquage à 24 jours.

Les traitements étaient disposés selon un schéma de carré latin 4 x 4. Chaque parcelle comprenait dix lignes à un écartement de 60 cm, et 13 poquets par ligne distants de 20 cm.

Une seule graine par poquet du cultivar 'Clemson Spineless' a été semée le premier août 1977. Un éclaircissage a été effectué après la levée pour obtenir 40 plantules expérimentales par parcelle, avec un écartement de 60 x 40 cm, et entourées d'une ligne de bordure.

Les repiquages ont été effectués entre 8 et 11h du matin. Toutes les plantules d'une parcelle à repiquer ont été arrachées avec soin, secouées pour que la terre tombe des racines, laissées à racines nues pendant une dizaine de minutes, puis repiquées à la même place.

Le terrain d'essai a été fertilisé à raison de 10 t/ha de fumier de poules, enfouies avant le semis, et de 600 kg/ha d'engrais complet NPK 10-10-20 en trois doses égales, appliquées avant le semis, et 5 et 10 semaines après.

La culture était en plat.

L'essai s'est terminé le 23 novembre 1977, 115 jours après le semis.

Les observations ont porté sur l'apparition des boutons floraux, les rendements, et la matière sèche présente à la fin de la culture (tiges + racines). Le poids sec des plantes a été déterminé après séchage dans une étuve à 70°C pendant 48 heures.

8.5.3 Résultats et conclusions

'Clemson Spineless' est un cultivar très précoce. Dans cette étude, le premier bouton floral était bien visible macroscopiquement 20 jours après le semis en moyenne (tableau 62). Il était presque uniformément situé dans l'aisselle de la troisième feuille.

Le repiquage n'a pas une influence importante sur l'initiation florale. Les repiquages à 10 et 17 jours ne retardent que légèrement l'apparition du premier bouton floral. Le repiquage à 24 jours intervient après l'apparition du premier bouton floral, et ce traitement ne donne pas de différence avec le témoin. Par contre, ce repiquage tardif influe sur le développement subséquent des boutons floraux, ce dont témoigne le nombre de boutons avortés avant la récolte du premier fruit (différence entre le numéro du noeud du premier bouton floral et celui du premier fruit récolté).

En ce qui concerne le rendement par unité de surface, les résultats du repiquage à 10 jours ne diffèrent pas significativement de ceux du témoin, mais les repiquages tardifs (R17 et R24) donnent

Tableau 62. Influence du repiquage sur la croissance, le développement et les rendements

Caractères	Repiquages				s ²	Test F
	R0	R10	R17	R24		
<u>Apparition premier bouton floral</u>						
- date (jrs après semis)	19,6 a	21,4 b	22,3 c	19,8 a	0,17	**
- numéro du noeud	3,0 a	3,0 a	3,1 b	3,0 a	0,00083	*
<u>Premier fruit récolté</u>						
- numéro du noeud	5,3 a	5,5 a	5,6 a	6,1 b	0,067	*
<u>Rendement</u>						
- nbre de fruit/plante	14,6 a	13,2 ab	11,2 c	11,6 bc	1,13	*
- poids du fruit (g)	25,2 a	24,9 a	24,1 ab	23,2 b	0,65	*
- kg/100 m ²	153 a	137 a	112 b	113 b	150,42	**
<u>Matière sèche à la fin de la culture (g/plante)</u>						
	48,7 a	44,6 a	34,5 b	36,6 b	20,09	*

une réduction de l'ordre de 25 à 30%. Le composant le plus affecté est le nombre de fruits par plante.

La matière sèche présente à la fin de la culture (racines et tiges) donne la même image que les rendements.

Ce ne sont donc que les très jeunes plantules de gombo qui supportent assez bien le repiquage à racines nues. Aux stades plus avancés, la croissance et les rendements sont fortement affectés dans le sens négatif.

Les résultats seront probablement encore moins satisfaisants pendant les autres périodes de l'année, caractérisées par une évapotranspiration potentielle plus élevée.

Si la période pendant laquelle les plantules restent en pépinière doit de préférence ne pas dépasser dix jours, les avantages économiques du semis en pépinière par rapport au semis en plein champ (traitements phytosanitaires, sarclages) seront négligeables.

8.6 DENSITE ET ECARTEMENT

8.6.1 Introduction

La présente expérimentation a eu pour objectif d'évaluer l'influence qu'ont la densité et l'écartement des plantes sur la croissance et le développement du cultivar 'Perkins Long Pod' Ivoirien, cultivé pour les jeunes fruits.

Comparé à un cultivar moderne comme 'Clemson Spineless', qui a été inclus dans l'essai aux fins de comparaison, le 'Perkins Long Pod' Ivoirien, qui est vulgarisé en Côte d'Ivoire, est en moyenne deux semaines plus tardif sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire, et il est beaucoup plus robuste (cf. § 6.4).

La SODEFEL (1975) recommande pour ce cultivar une densité de 47 000 à 57 000 pieds/ha. Pour faciliter la récolte et l'entretien, les billons sont largement espacés (1,4 m). Les poquets sur la ligne sont distants de 25 à 30 cm. On laisse deux plantes par poquet.

8.6.2 Protocole expérimental

L'essai comprenait 32 traitements. Les cultivars 'Perkins Long Pod' Ivoirien (PLPI) et 'Clemson Spineless' (CS) ont été cultivés à quatre densités et à quatre dispositifs par densité.

Les quatre dispositifs sont identiques pour chaque densité en termes du rapport distance inter- et intra-ligne, qui varie de 1 : 1 (R1) à 6 : 1 (R6). Les 16 écartements indiqués sur le tableau 63 en résultent.

L'essai était un schéma "split-plot" avec quatre blocs, les cultivars (C) occupant les parcelles d'ordre primaire, les densités (D) les parcelles d'ordre secondaire et les dispositifs (R) les parcelles d'ordre tertiaire.

La surface nette (sans les lignes de bordure) des parcelles d'ordre tertiaire était plus ou moins constante et s'élevait en moyenne à 6 m², comprenant un minimum de 15 plantes expérimentales.

L'essai a été mis en place le 22 août 1978. Trois graines par poquet ont été semées. Deux semaines après le semis, on a démarié à deux plantes par poquet, et une semaine plus tard à une plante par poquet. L'essai était terminé le 10 novembre, 110 jours après le semis.

Tableau 63. Détails des traitements

Code du traitement	Densité (D) (pieds/ha)	Rapport (R) distance inter- et intra-ligne	Ecartement (cm)
D1 R1	20 000	1 : 1	71 × 71
D1 R2		2 : 1	100 × 50
D1 R4		4 : 1	141 × 35
D1 R6		6 : 1	173 × 29
D2 R1	40 000	1 : 1	50 × 50
D2 R2		2 : 1	71 × 35
D2 R4		4 : 1	100 × 25
D2 R6		6 : 1	122 × 20
D3 R1	60 000	1 : 1	41 × 41
D3 R2		2 : 1	58 × 29
D3 R4		4 : 1	82 × 20
D3 R6		6 : 1	100 × 17
D4 R1	80 000	1 : 1	35 × 35
D4 R2		2 : 1	50 × 25
D4 R4		4 : 1	71 × 18
D4 R6		6 : 1	87 × 14

Pour les données climatiques pendant la période expérimentale, on se référera à la figure 14. L'essai a été irrigué par asperseurs selon les besoins.

Le terrain d'essai a été fertilisé par deux apports de 300 kg/ha d'engrais complet NPK 12-15-18, appliqués avant le semis et six semaines après.

Les observations ont porté sur la croissance (hauteur, nombre de noeuds), le développement (date d'apparition et position de la première fleur) et les composants du rendement. Pour la méthodologie d'observation et les tests statistiques, on se reportera au § 3.3.

8.6.3 Résultats

8.6.3.1 Généralités

L'essai était caractérisé par un niveau de production très élevé, la moyenne de tous les traitements s'élevant à 21,6 t/ha, ceci confirmant la conclusion de l'essai de plantations mensuelles (cf. § 6.4) à savoir que le mois d'août constitue une des meilleures périodes de semis de l'année.

Le dispositif (R) n'avait que rarement une influence sur les caractères observés. Lorsque l'effet R et les interactions avec les autres facteurs (C×R, D×R, C×D×R) n'étaient pas significatives, on a omis les données des parcelles d'ordre tertiaire dans les tableaux des résultats pour simplifier la présentation.

8.6.3.2 Floraison

Outre le fait déjà connu que 'Clemson Spineless' fleurit à peu près deux semaines plus tôt que 'Perkins Long Pod' Ivoirien, les traitements n'ont pas d'influence importante sur la date d'apparition et la position de la première fleur (tableau 64).

La floraison légèrement plus tardive de D2 chez 'Clemson Spineless' était due à une plus forte incidence de la fonte des semis, liée à la position accidentelle de deux parcelles D2 tout près des asperseurs pendant les irrigations. Ceci fut cause d'une croissance initiale légèrement retardée.

Tableau 64. Date d'apparition et position de la première fleur

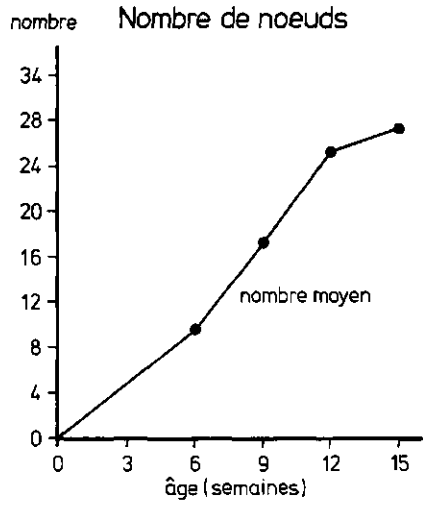
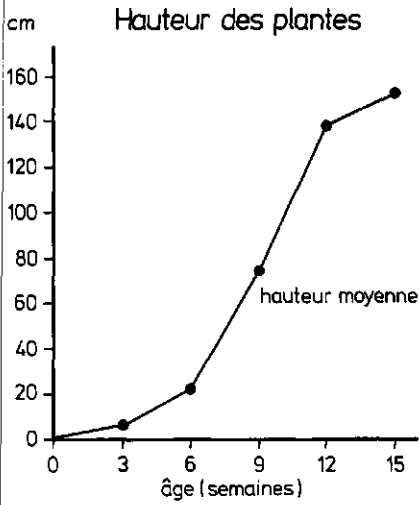
Floraison	Cultivars	Densités				Moy.	s ²	Test F
		D1	D2	D3	D4			Effets sign.
Date (jrs après semis)	CS	45,9 a1	48,1 b1	46,0 a1	45,9 a1	46,5	s ₁ ² = 14,68	Cultivar: ** C × D: *
	PLPI	58,8 a2	58,5 a2	58,6 a2	59,1 a2	58,8	s ₂ ² = 2,66	
	Moy.	52,3	53,3	52,3	52,5	52,6	s ₃ ² = 2,70	
Numéro du noeud	CS	3,8	3,9	3,8	3,8	3,8 a	s ₁ ² = 0,71	Cultivar: **
	PLPI	7,3	7,4	6,9	7,5	7,3 b	s ₂ ² = 0,44	
	Moy.	5,5	5,6	5,3	5,7	5,5	s ₃ ² = 0,20	

8.6.3.3 Croissance

La hauteur et le nombre de noeuds de la tige principale ont été observés à des intervalles de trois semaines.

Les résultats sont représentés sur la figure 23. Celle-ci donne en premier lieu la hauteur moyenne et le nombre de noeuds moyen de tout l'essai. Les analyses de variance montrent que ces deux caractères varient seulement en fonction du cultivar et de la densité, et ceci sans interaction sauf dans le cas du nombre de noeuds à l'âge de 15 semaines.

Figure 23. Influence des traitements sur la hauteur des plantes et le nombre de noeuds de la tige principale

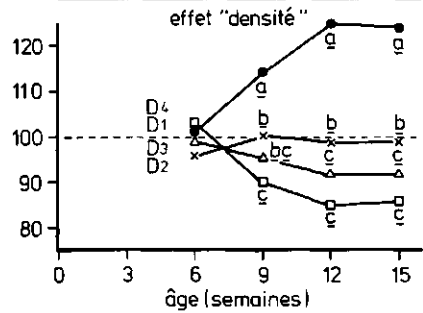
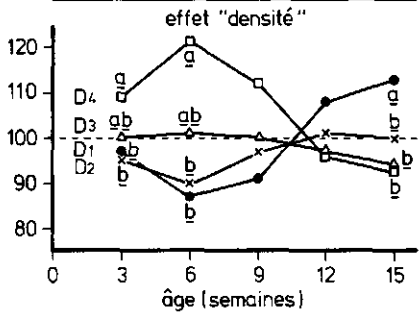
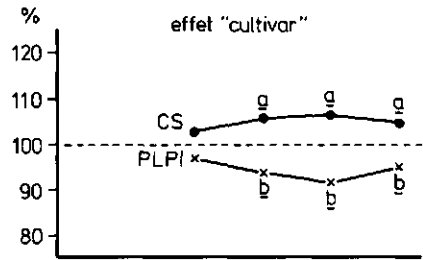
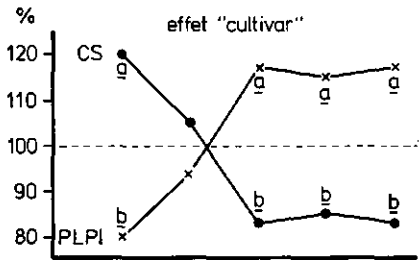


analyses de variance

S ₁ ²	0,72	36,52	482,13	240,38	16755
S ₂ ²	1,41	90,23	445,03	690,99	602,16
S ₃ ²	0,40	15,17	105,95	222,20	216,58
C	**	n.s.	**	**	**
D	**	n.s.	n.s.	n.s.	**
R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C x D	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C x R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
D x R	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

analyses de variance

	1,55	2,69	11,60	8,50
	2,08	5,89	9,81	8,35
	0,64	2,04	4,10	4,19
	n.s.	**	**	*
	n.s.	**	**	**
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	n.s.	n.s.	n.s.	*
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.



Les effets "cultivar" et "densité" ont été représentés sur la figure de façon procentuelle: les valeurs absolues ont été transformées en pour cent de la moyenne de tout l'essai pour chaque date d'observation. Les lettres qui accompagnent les valeurs sont basées sur le test t à un seuil de 5%.

Quant aux différences entre les deux cultivars, on note qu'à l'âge de trois semaines, les plantules de CS sont plus grandes que celles de PLPI. Ceci est principalement dû à la longueur de l'hypocotyle. A l'âge de six semaines, le PLPI a pratiquement rattrapé le CS, pour ensuite le dépasser largement en hauteur. Les données sur le nombre de noeuds montrent que la grande taille de PLPI n'est pas la conséquence d'un nombre de noeuds plus grand que CS, mais qu'elle est liée à la longueur des internoeuds.

L'influence de la densité sur la hauteur des plantes se fait déjà sentir à l'âge de trois semaines. Jusqu'à neuf semaines, les plus fortes densités donnent les plantes les plus grandes, mais ensuite la situation s'inverse.

La hauteur des plantes dépend du nombre de noeuds et de la longueur des internoeuds. Jusqu'à l'âge de six semaines, le nombre de noeuds ne diffère pas d'après les densités. Les différences dans la hauteur sont donc dues à la longueur des internoeuds.

Après six semaines, le nombre de noeuds joue un rôle plus important. Les faibles densités forment beaucoup plus de noeuds, de sorte qu'elles donnent finalement les plantes les plus grandes, malgré les internoeuds courts.

Les résultats des observations sur la hauteur, le nombre de noeud et leur quotient (la longueur des internoeuds), à la fin de la culture, sont résumés sur le tableau 65.

PLPI est un cultivar de grande taille, ce qui rend la récolte difficile à la fin de la culture.

Le dispositif des plantes (R) influe sur la longueur des internoeuds (R1 = 5,4 a; R2 = 5,5 ab; R4 = 5,6 b; R6 = 5,9 c), sans avoir toutefois de conséquences sur la hauteur des plantes et le nombre de noeuds.

8.6.3.4 Rendement

Le rendement et ses composants font l'objet du tableau 66.

'Clemson Spineless' a donné un peu plus de fruits que 'Perkins

Tableau 65. Port des plantes à la fin de la culture (15 semaines)

Tige principale	Cultivars	Densités				Moy.	s ²	Test F Effets sign. ¹					
		D1	D2	D3	D4								
Hauteur (cm)	CS	143	122	122	120	126	b1	s ₁ ² =167,65	Cult.: ** Dens.: **				
	PLPI	202	182	164	164	178	a1	s ₂ ² =602,16					
	Moy.	173	a2	152	b2	143	b2	142		b2	152	s ₃ ² =216,58	
Nbre de noeuds	CS	36,7	a1	27,9	b1	26,3	bc1	25,3	c1	29,0	s ₁ ² = 8,50	Cult.: * Dens.: **	
	PLPI	31,6	a2	27,0	b2	24,2	c2	22,1	c2	26,2	s ₂ ² = 8,35		
	Moy.	34,2		27,4		25,2		23,7		27,6	s ₃ ² = 4,19		C × D: *
Longueur inter-noeuds (cm)	CS	3,9		4,4		4,6		4,7		4,4	a1	s ₁ ² = 0,81	Cult.: ** Dens.: **
	PLPI	6,4		6,7		6,8		7,4		6,8	b1	s ₂ ² = 0,41	
	Moy.	5,2	a2	5,5	ab2	5,7	b2	6,1	c2	5,6		s ₃ ² = 0,098	

1 Cult. = cultivar; Dens. = densité; Disp. = dispositif.

Long Pod' Ivoirien. Le nombre de fruits par plante diminue quand la densité augmente. On constate également une faible influence sur le poids du fruit, qui se manifeste différemment chez les deux cultivars (interaction C × D). Il est toutefois évident que le nombre de fruits (par unité de surface) représente le composant le plus étroitement corrélé au rendement.

En ce qui concerne le rendement par unité de surface, les deux cultivars réagissent différemment aux densités. Selon l'attente, étant donné les informations bibliographiques, CS a donné le rendement le plus élevé à la plus forte densité, et sans que l'optimum soit encore atteint.

Le rendement de PLPI, par contre, n'augmente plus si la densité dépasse 60 000 pieds/ha.

La production de D4 s'élève pour CS et PLPI respectivement à 170% et 140% de celle de D1. Il est alors évident que ces cultivars sont capables de mettre à profit le grand espace offert à chaque plante individuelle par faibles densités, et ceci notamment par un plus grand développement des ramifications (photo 10).

A la plus faible densité, 35% environ de la production totale proviennent des branches, au lieu de 6% à la plus forte densité.

Les productions hebdomadaires des différents traitements ont été représentées graphiquement sur la figure 24. La production des bran-

Photo 10. Degré de ramification chez 'Perkins Long Pod' Ivoirien à des densités de 20 000 pieds/ha (a) et de 80 000 pieds/ha (b)



Tableau 66. Rendement et ses composants

Carac- tères	Cul- ti- vars	Densités				Moy.	s ²	Test F Effets sign. ¹
		D1	D2	D3	D4			
Nombre de fruits par plante	CS	31,6	19,0	15,7	14,5	20,2 a1	s ₁ ² = 7,79	Cult.: * Dens.: **
	PLPI	28,8	16,6	14,1	10,8	17,6 b1	s ₂ ² = 12,59	
	Moy.	30,2 a2	17,8 b2	14,9 c2	12,6 d2	18,9	s ₃ ² = 7,62	
Poids du fruit (g)	CS	27,8 a1	26,1 b1	26,1 b1	25,8 b1	26,4	s ₁ ² = 17,89	Dens.: ** C × D: *
	PLPI	28,1 a2	28,1 a2	27,8 a2	26,2 b2	27,5	s ₂ ² = 1,38	
	Moy.	27,9	27,1	26,9	26,0	27,0	s ₃ ² = 1,05	
Rendement (kg/ 100 m ²)	CS	176 a1	199 a1	245 b1	300 c1	230	s ₁ ² =2768,31	Dens.: ** C × D: *
	PLPI	162 a2	186 a2	234 b2	227 b2	202	s ₂ ² =2489,76	
	Moy.	169	192	239	264	216	s ₃ ² =1297,19	

1 Cult. = cultivar; Dens. = densité.

ches commence deux à trois semaines plus tard, mais se termine en même temps que la production de la tige principale.

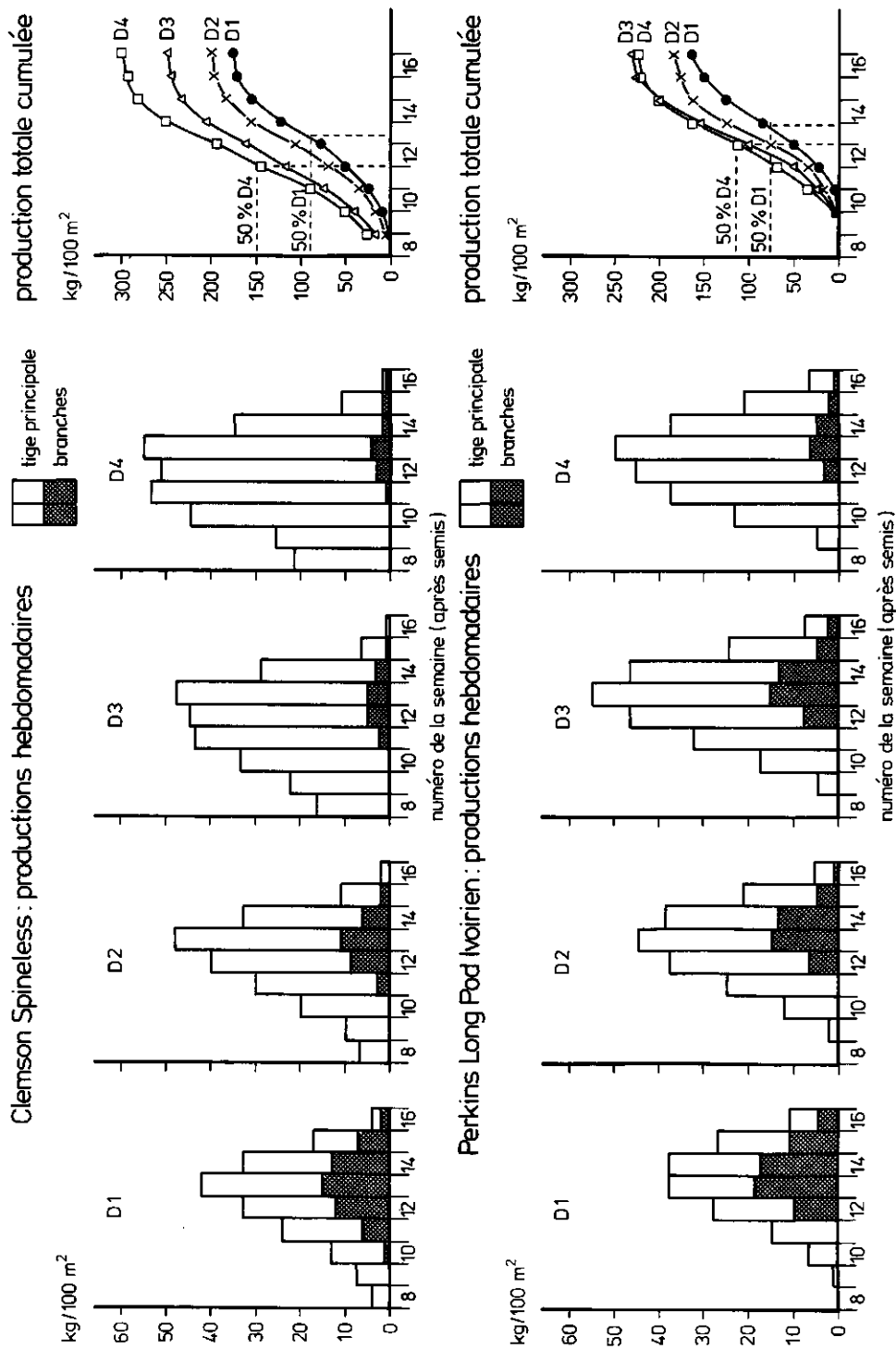
Bien que la durée de la culture ne soit pas influencée par les traitements, la répartition de la production au cours de la phase générative varie en fonction de la densité.

Sur les graphiques qui représentent les courbes de la production cumulée, le nombre de semaines nécessaire pour atteindre 50% de la production totale, a été indiqué pour les deux densités extrêmes, D1 et D4.

A la plus forte densité, une plus grande partie de la production totale est concentrée dans les premières semaines de la période générative, ce qui pourrait être intéressant pour le marché des primeurs.

Le rapport entre la distance inter- et intra-ligne, variant de 1 : 1 à 6 : 1, n'influe pas sur les rendements. Afin de faciliter la récolte et l'entretien, un grand écartement entre les lignes est donc recommandé. Le traitement D3 R6 (100 × 17 cm) s'avère le meilleur dispositif pour 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

Figure 24. Influence des traitements sur les productions hebdomadaires



8.6.4 Discussion et conclusions

Des densités allant de 20 000 à 80 000 pieds/ha et des rapports entre la distance inter- et intra-ligne, variant de 1 : 1 à 6 : 1, n'influent pas sur la date d'apparition ni sur la position de la première fleur des deux cultivars étudiés, 'Clemson Spineless' et 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

La hauteur des plantes dépend du nombre de noeuds et de la longueur des internoeuds de la tige principale. En augmentant la densité, les internoeuds deviennent plus longs, mais les plantes forment moins de noeuds. Pendant les neuf premières semaines de la culture, la longueur des internoeuds est le facteur le plus important, et les plus fortes densités donnent les plantes les plus grandes. Pendant la seconde moitié de la culture, la situation s'inverse. Le nombre de noeuds devient le facteur prédominant, et les plantes des faibles densités dépassent en hauteur celles des fortes densités.

Comparé à 'Clemson Spineless', 'Perkins Long Pod' Ivoirien a des internoeuds très longs. Sa grande taille rend la récolte difficile à la fin de la culture.

Sa robustesse est également à l'origine du fait que sa densité optimale diffère de celle de 'Clemson Spineless'. Comme attendu étant donné les informations bibliographiques, la densité optimale pour 'Clemson Spineless' n'est pas atteinte dans l'essai; chez 'Perkins Long Pod' Ivoirien par contre, des densités supérieures à 60 000 pieds/ha ne présentent aucun avantage important.

Les différentes distances inter- et intra-ligne n'influent pas sur la taille des plantes et les rendements. Pour faciliter la récolte et l'entretien, une grande distance entre les lignes est donc recommandée. Le traitement D3 R6 (100 × 17 cm) s'avère le meilleur dispositif pour 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

8.7 CONCLUSIONS

L'analyse de croissance (cf. chapitre 5) a mis en évidence que le premier mois peut être décisif pour la réussite de la culture. Un retard dans la croissance initiale peut être difficilement rattrapé. La fragilité des jeunes plantules les rend très susceptibles à des modifications du milieu par des méthodes culturales.

contre l'invasion de grillons et de courtilières, et des traitements hebdomadaires des plantes contre les insectes et les maladies au manèbe + carbatène + parathion + carbaryl pendant la phase végétative. Pendant la phase générative, les plantes n'étaient qu'exceptionnellement traitées au manèbe + carbatène.

Après la partie descriptive, sont présentés les résultats d'un essai variétal fortement affecté par trois maladies importantes en Basse-Côte d'Ivoire. Les résultats de cet essai semblent fournir une explication du phénomène de remplacement du type SOUDANAIS par le type GUINEEN dans la culture traditionnelle en zone forestière.

9.2 MALADIES CRYPTOLOGIQUES

9.2.1 Données bibliographiques

La pourriture des racines ou du collet causant la fonte des semis est très courante dans toute l'aire de culture du gombo. Les cryptogames en cause sont nombreux: *Fusarium solani* (Mart.) App. & Wr. (CHATTOPADHYAY & BASU, 1957; JACKSON, 1964; DE RIBEIRO et al., 1971; ESURUOSO et al., 1975), *Rhizoctonia solani* Kühn (MC LAUGHLIN, 1946; ROY, 1969; ESURUOSO et al., 1975; AL-BELDAWI et al., 1976), *Rhizoctonia bataticola* (Taub.) Butl., ou sa forme pycnidiale, *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby (CHAHAL & SURYANARAYANA, 1970; RAO & MUKERJI, 1972; GOEL & MEHROTRA, 1973), *Pythium debaryanum* Hesse (MC LAUGHLIN, 1946; ESURUOSO et al., 1975), *Pythium aphanidermatum* (Eds.) Fitzp. (PADMANABHAN et al., 1963) et *Phytophthora parasitica* Dastur (ERWIN, 1964; ESURUOSO et al., 1975).

Très répandues sont également les trachéomycoses dues à *Fusarium oxysporum* Schlecht f. *vasinfectum* (Atk.) Snijd. & Hans. (ATKINSON, 1892; GROVER & SINGH, 1970; GANGOPADHYAY & KAPOOR, 1977) et aux espèces du genre *Verticillium*: *V. albo-atrum* R. & B. (BEDI, 1966; AVERRE & STROBEL, 1967; DA SILVEIRA, 1967) et *V. dahliae* Kleb. (DA SILVEIRA et al., 1970; EMENCHEBE et al., 1971; ESENTEPE et al., 1972). Les flétrissements qui en résultent, peuvent se manifester pendant toutes les phases de la culture.

Un grand nombre de ces cryptogames se propagent dans les graines, ce qui plaide en faveur des programmes de certification des semences.

Les oïdiums et les cercosporioses sont les plus importantes maladies foliaires du gombo, elles peuvent causer une défoliation précoce.

Dans le groupe des oïdiums, la plupart des références concernent *Erysiphe cichoracearum* DC (NOUR, 1957; MARTINEZ, 1961; PEREIRA et al., 1970; KOTHARI & SHEKHAWAT, 1972; OMER, 1972; JHOOTY et al., 1977), mais le gombo serait également attaqué par *Erysiphe polygoni* DC (CHOUDHARY, 1975), *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht) Poll. et *Leveillula taurica* (Lev.) Arn. (NOUR, 1957; OMER, 1972).

Les cercosporioses observées sur le gombo sont causées par *Cercospora abelmoschi* Ell. & Everh. (= *C. hibisci* Tracy & Earle) (GOLATO, 1970; JOSE & PAILY, 1970; GOLATO & MEOSSI, 1971; KATSUKI, 1972; ESURUOSO et al., 1975; JHOOTY et al., 1977) et *Cercospora malayensis* Stev. & Solh. (KATSUKI, 1972; ESURUOSO et al., 1975).

D'autres maladies foliaires, en général moins néfastes, sont des lésions causées par des espèces des genres *Alternaria* et *Phyllosticta* (SINGH, 1953; RAO, 1962; WATERWORTH & POVISH, 1968) et une pourriture humide due à *Rhizoctonia solani* Kühn (SHARMA & KULKARNI, 1971; ESURUOSO et al., 1975).

Des pourritures des fruits ont été observées par HUAN & JAMIL (1975), ESURUOSO et al. (1975) et KUMAR & RAO (1976). Les cryptogames en cause étaient le stade *Alternaria* de *Pleospora infectoria* Fuckel, *Choanephora cucurbitarum* (Berk. & Rav.) Thaxt., *Rhizoctonia solani* Kühn, *Fusarium solani* (Mart.) App. & Wr. et *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl..

LAMBAT et al. (1974) font mention d'un sérieux dépérissement ("die-back") du gombo dû à *Colletotrichum dematium* (Pers. ex Fr.) Grove.

9.2.2 Observations en Côte d'Ivoire

9.2.2.1 Fonte des semis

La fonte des semis a été un des plus grands problèmes phytosanitaires au cours de notre programme d'expérimentation, et nous a parfois obligé à abandonner des essais.

Les plantules de 0 à 3 semaines périssent par suite d'une pourriture des racines ou de la tige au niveau du collet.

La plupart des cryptogames associés à la fonte des semis et mentionnés au paragraphe précédent, ont été trouvés sur les cultures maraîchères en Côte d'Ivoire (BOISSON & RENARD, 1967; VAN HOOF, 1974).

Dans notre cas, trois cryptogames ont été isolés des plantules affectées: *Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby (le stade pycnidial de *Rhizoctonia bataticola* (Taub.) Butl.), *Fusarium oxysporum* Schlecht et *Curvularia* sp., le premier étant de loin le plus fréquent.

Fusarium oxysporum, qui est également la cause d'une maladie vasculaire chez des plantes plus développées, sera traité dans le paragraphe suivant.

Le genre *Curvularia* comprend probablement plutôt des parasites secondaires. ESURUOSO et al. (1975) ont observé *Curvularia intermedia* Boedijn dans les graines du gombo au Nigeria, mais sa présence ne semblait pas liée à la fonte des semis. En Inde par contre, SOHI & PUTTOO (1973) ont démontré l'action pathogène sur le gombo de *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn.

Macrophomina phaseoli (= *Rhizoctonia bataticola*) est un parasite polyphyte des cultures maraîchères dans les pays chauds. BOISSON & RENARD (1967) l'ont décrit sur haricots et pomme de terre en Côte d'Ivoire.

La lutte contre les champignons du sol est assez difficile. La désinfection du sol à la vapeur ou par des fumigants n'est praticable que dans l'horticulture très intensive, mais semble la seule méthode pour récupérer dans un court délai un sol fortement infesté.

La lutte curative par des fongicides s'avère peu efficace, parce que l'infection est en général trop avancée au moment de l'apparition des premiers symptômes.

Le traitement des graines ou le poudrage sur la ligne de semis avec des fongicides comme quintozone, cerasan et les dithiocarbamates (chloronèbe, mancozèbe, thirame, zirame) donne une assez bonne protection (PADMANABHAN et al., 1963; GOEL & MEHROTRA, 1973; AL-BELDAWI et al., 1976; GANGOPADHYAY & KAPOOR, 1977; GUPTA et al., 1978).

Le quintozone est dit particulièrement effectif contre le genre *Rhizoctonia* et nous avons utilisé ce fongicide pour les poudrages préventifs sur la ligne de semis. Deux essais ont été effectués pour tester son efficacité. Dans le premier, l'incidence de la fonte des

semis était trop faible pour en tirer des conclusions, mais l'essai a toutefois prouvé que le poudrage sur la ligne de semis de thirame à raison de 4 g/m s'avérait phytotoxique pour le gombo. Dans le deuxième essai, l'incidence de la fonte des semis était tellement forte que la protection par quintozène s'est révélée inadéquate.

Pour le maraîchage intensif, MESSIAEN (1975) donne quelques recommandations générales au niveau des pratiques culturales pour lutter contre la "fatigue du sol", phénomène complexe dû aux parasites qui vivent dans le sol: il préconise des apports élevés de matières organiques pour améliorer le rapport saprophages/parasites, et la rotation des cultures en fonction de leur sensibilité aux parasites.

Il est évident que toutes les dispositions prises pour une levée et une croissance initiale rapides aident les plantules à échapper à la fonte des semis.

9.2.2.2 Fusariose vasculaire

Nos cultures de gombo ont régulièrement souffert (en général à un âge avancé) d'un flétrissement soudain (photo 11).

En coupe transversale, les parties basses de la tige présentaient une typique coloration brune du tissu vasculaire. L'agent responsable a été identifié comme étant *Fusarium oxysporum* Schlecht. Il pénètre dans les vaisseaux du bois de la tige par l'intermédiaire des racines. Les températures optimales pour son développement sont de l'ordre de 22 à 28°C (GROVER & SINGH, 1970).

Cette trachéomycose a été plus fréquemment observée chez le gombo du type GUINEEN que chez le gombo du type SOUDANAIS (cf. § 9.6). Ceci pourrait être lié au cycle cultural plus long du type GUINEEN, qui donne à la fusariose plus de temps pour se manifester.

GROVER & SINGH (1970) font toutefois mention de grandes différences de sensibilité chez différents cultivars. Parmi les 219 lignées testées aux Etats-Unis, CORLEY (1965) a trouvé 14 lignées résistantes à la fusariose vasculaire.

Les méthodes de lutte ne diffèrent pas essentiellement de celles contre les autres champignons du sol, mais du fait que la fusariose vasculaire peut se manifester pendant toutes les phases de la culture, le traitement des graines ou le poudrage sur la ligne de semis ne donnent pas une protection totale.

Photo 11.
Flétrissement dû à Fusarium
oxysporum



9.2.2.3 Cercosporiose

La cercosporiose est la plus importante maladie foliaire en Basse-Côte d'Ivoire, et elle peut causer une défoliation rapide, notamment pendant la saison des pluies.

Les deux agents causals, *Cercospora abelmoschi* Ell. & Everh. et *C. malayensis* Stev. & Solh., décrits dans d'autres pays, ont été également observés sur le gombo en Côte d'Ivoire (BOISSON & RENARD, 1967).

Cercospora abelmoschi provoque des lésions brunes à noires, qui prennent rapidement un aspect nécrotique. Les fructifications noires

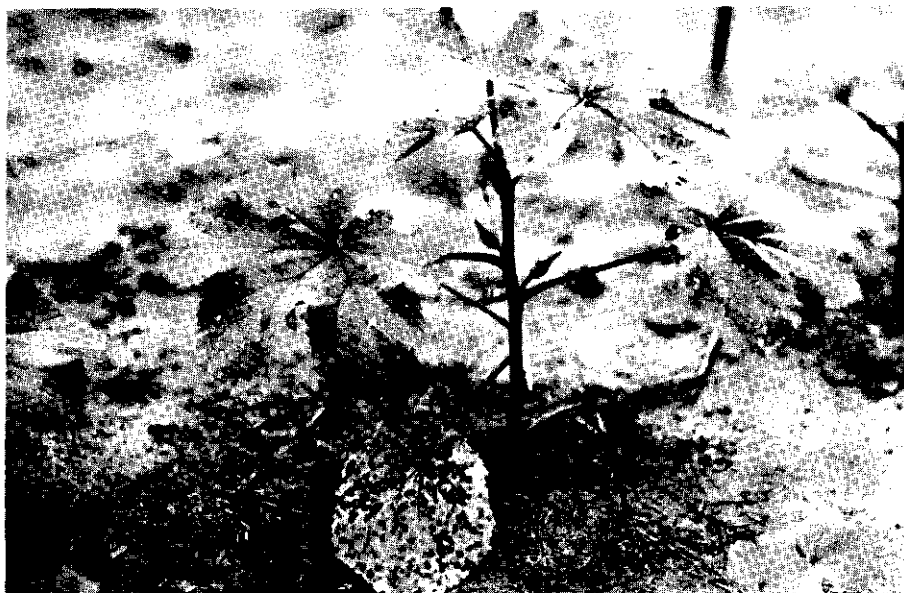
et poudreuses donnent à la surface inférieure du limbe l'aspect caractéristique de petites taches de suie. Ultérieurement la feuille se dessèche et se détache de la tige (photo 12).

C'est cette espèce qui a été identifiée dans nos cultures expérimentales. Les fructifications noires étaient souvent couvertes d'un mycélium blanc, probablement d'un hyperparasite, qui n'a malheureusement pas pu être identifié faute de spores.

La cercosporiose peut être combattue avec des produits à base de cuivre (bouillie bordelaise) ou avec des fongicides systémiques de la famille des benzimidazoles (bénomyl, carbendazime) (SINGH, 1953; JOSE & PAILY, 1970; SOKHI et al., 1979).

D'après MESSIAEN (1975), les *Cercospora* sont moyennement sensibles aux dithiocarbamates. Néanmoins, nos traitements hebdomadaires au manèbe + carbatène étaient assez effectifs, sauf pendant les périodes de fortes précipitations.

Photo 12. Feuille inférieure gravement atteinte de cercosporiose



9.2.2.4 Autres

Les oïdiums se développent le mieux sous une humidité relative modérée. En conséquence, ils sont fréquents dans la région de savanes (la moitié nord du pays), mais très rares en Basse-Côte d'Ivoire.

L'agent trouvé sur des feuilles que nous avons collectées dans le nord du pays a été identifié comme étant *Oidium abelmoschi* Thüm., ce qui confirme les observations de BOISSON & RENARD (1967). Une forme parfaite de ce champignon est inconnue. Ces auteurs ont également observé *Leveillula taurica* (Lev.) Arn. en Côte d'Ivoire sur l'aubergine et le poivron, mais pas sur le gombo.

Les oïdiums sont combattus par des produits à base de soufre, qui peuvent toutefois provoquer des effets phytotoxiques dans les climats chauds (SOHI & SRIDHAR, 1971a, b; MESSIAEN, 1975).

Très efficaces sont également dinocap (MARTINEZ, 1961; PRABHU et al., 1971; SOHI & SRIDHAR, 1971a; KOTHARI & SHEKHAWAT, 1972; ANGELOV & GADZHONOV, 1979) et la famille des benzimidazoles (bénomyl, thiophanates, carbendazime) (OMER, 1972; CHOUDHARY, 1975; SOKHI & SOHI, 1975; JOI & SHENDE, 1979; ANGELOV & GADZHONOV, 1979).

Choanephora cucurbitarum (Berk. & Rav.) Thaxt. a été régulièrement observé sur les parties florales fanées du gombo. La pourriture peut parfois gagner les jeunes fruits. GRUBBEN (1975) remarque que cette maladie, importante chez l'amarante, est bien maîtrisée par manèbe + carbatène. Etant donné nos traitements réguliers à ces produits, la pourriture des fruits était peu fréquente dans nos essais.

9.3 INSECTES ET ACARIENS

9.3.1 Données bibliographiques

Le gombo a un grand nombre de ravageurs communs avec le cotonnier. Les plus importants sont quelques chenilles foreuses ("bollworms") qui attaquent la tige et les fruits.

Aux Etats-Unis, le gombo est principalement attaqué par *Heliothis zea* Boddie (WILSON et al., 1953; SPIVEY et al., 1957), en Inde par *Earias vittella* (F.) (= *E. fabia* Stoll.), *Earias insulana* (Boisd.) et *Heliothis armigera* (Hübner) (SRINIVASAN & NARAYANASWAMY, 1960;

GOPALAN et al., 1974; KRISHNAIAH et al., 1976; BUTANI & VERMA, 1976) et au Nigeria par *Earias biplaga* Wlk., *Earias insulana* (Boisd.), *Pectinophora* (= *Platyedra*) *gossypiella* (Saund.) et *Heliothis armigera* (Hübner) (LIBBY, 1968; ADENUGA, 1971; TAYLOR, 1974; VAN EPENHUIJSEN, 1974). MESSIAEN (1975) mentionne également *Sacadodes pyralis* Dyar, qui est le "bollworm" sud-américain (PURSEGLOVE, 1968).

Quelques autres lépidoptères attaquent le gombo, parmi lesquels la tordeuse *Sylepta derogata* (F.) est importante au Nigeria (LIBBY, 1968; TAYLOR, 1974; VAN EPENHUIJSEN, 1974) et en Inde (BUTANI & VERMA, 1976). La chenille se nourrit des feuilles, qu'elle enroule par des fils de soie.

Dans l'ordre des homoptères, ce sont surtout les cicadelles du genre *Empoasca*, qui causent d'importants dégâts: *Empoasca devastans* Dist. en Inde (KRISHNAIAH et al., 1976; BUTANI & VERMA, 1976) et *Empoasca facialis* (Jac.) en Afrique de l'Ouest (LIBBY, 1968).

Le puceron *Aphis gossypii* Glov. et l'aleurode *Bemisia tabaci* (Genn.) sont presque cosmopolites. Le dernier joue un rôle important comme vecteur de viroses du gombo (cf. § 9.4).

Tous ces homoptères percent et sucent les feuilles et les jeunes pousses, ce dont peuvent résulter des déformations.

Un grand nombre de coléoptères peuvent être rencontrés sur le gombo, mais individuellement ils ne donnent en général pas lieu à des problèmes majeurs, à l'exception des chrysomélides de l'espèce *Syagrus calcaratus* (F.) et du genre *Podagrica* en Afrique (LIBBY, 1968; ADENUGA, 1971). Les larves se nourrissent des racines et les adultes rongent les feuilles. Outre leurs dégâts directs, ils sont également impliqués dans la transmission de viroses (cf. § 9.4).

LIBBY (1968) et ADENUGA (1971) énumèrent un nombre de punaises (hétéroptères) observées sur le gombo en Afrique de l'Ouest. Le genre *Dysdercus*, qui est répandu dans toute l'aire de culture du cotonnier, mérite une mention spéciale. Ces punaises sont surtout importantes sur les capsules du gombo. Elles les percent et sucent les graines.

Des ennemis généraux du maraîcher sont les orthoptères polyphytes tels que sauterelles, courtilières et grillons. Les deux derniers groupes coupent la tige des jeunes plantules.

Les acariens peuvent devenir un problème majeur par suite de l'utilisation généralisée de pesticides qui éliminent leurs prédateurs naturels.

En Inde, l'utilisation de DDT contre la cicadelle *Empoasca devastans* semble avoir aggravé l'incidence des *Tetranychidae*: *Tetranychus urticae* Koch (= *T. telarius* L.) (SINGH & SAINI, 1956; SINGH & GURAM, 1960; BINDRA & GOYAL, 1966; MOIZ & QUERSHI, 1969), *Tetranychus cinabarinus* (Boisd.) (PALANISAMY et al., 1977; UTHAMASAMY et al., 1977) et *Tetranychus neocaledonicus* Andre (KRISHNAIAH & TANDON, 1975). Ils pullulent sur la surface foliaire inférieure et causent la chlorose des feuilles.

En Amérique du Sud, ROBBS & PERACCHI (1972) ont fait mention d'un Eriophyide, *Aceria esculenti* Keifer, qui provoque l'apparition de galles sur les feuilles.

9.3.2 Observations en Côte d'Ivoire

9.3.2.1 Altises

Les altises (*Chrysomelidae*, *Halticinae*) constituaient un problème majeur dans nos cultures expérimentales.

La plus fréquente était une altise brune, d'environ 3 à 4 mm de longueur. D'après les travaux de GIVORD & DEN BOER (1976), il s'agit de *Podagrica decolorata* Duv.. Une autre espèce à élytres bleu foncé a été identifiée comme *Nisotra dilecta* Dalm., mais elle est beaucoup moins fréquente. Les descriptions de ces deux espèces font penser à celles des altises les plus importantes au Nigeria (LIBBY, 1968), *Podagrica uniformis* (Jac.) et *P. sjostedti* (Jac.) respectivement.

Nous n'avons pas observé en Côte d'Ivoire la troisième chrysomélide importante au Nigeria, *Syagrus calcaratus* (F.).

Selon LIBBY (1968), les femelles de *Podagrica* pondent leurs oeufs dans le sol au pied des plantes. Les larves se nourrissent des racines. La métamorphose se déroule dans le sol. Les adultes vivent sur les plantes en rongant les feuilles, mais ils peuvent entrer en diapause en saison sèche. Sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire, on peut toutefois observer la présence de l'insecte pendant toute l'année.

Par suite de sa présence en grand nombre, les dégâts causés par *Podagrica decolorata* sont très importants, surtout sur les jeunes plantules. D'après nos constatations, les dégâts directs sont plus importants que la virose de mosaïque qu'il transmet (cf. § 9.4).

La lutte chimique contre ces ravageurs ne pose pas de problèmes. ADENUGA (1971) a observé que le carbaryl est très efficace contre ces insectes broyeurs. Nos traitements, pendant la phase végétative, au carbaryl + parathion ont été très efficaces, mais la persistance modérée de ces produits nécessite des traitements fréquents.

9.3.2.2 "Bollworms"

Pendant la période d'octobre 1977 à mars 1978, les "bollworms" *Earias biplaga* Wlk. et *Pectinophora gossypiella* (Saund.) ont été un problème majeur, la première espèce étant la plus fréquente.

Le papillon de *Earias biplaga* a une envergure de 20 à 25 mm. Les ailes antérieures sont vertes à jaunes, les ailes postérieures blanches avec une bordure brun clair. La femelle est caractérisée par une tache brune au milieu des ailes antérieures.

Les chenilles sont brunes et poilues, et atteignent environ 20 mm de longueur. Les segments abdominaux portent une paire d'excroissances dorsales (LIBBY, 1968).

Le papillon de *Pectinophora gossypiella* est un peu plus petit (15 à 20 mm d'envergure). Les ailes antérieures sont brunes, les ailes postérieures blanches. Sauf la tête et le prothorax, qui sont noirs, les chenilles sont crème à roses.

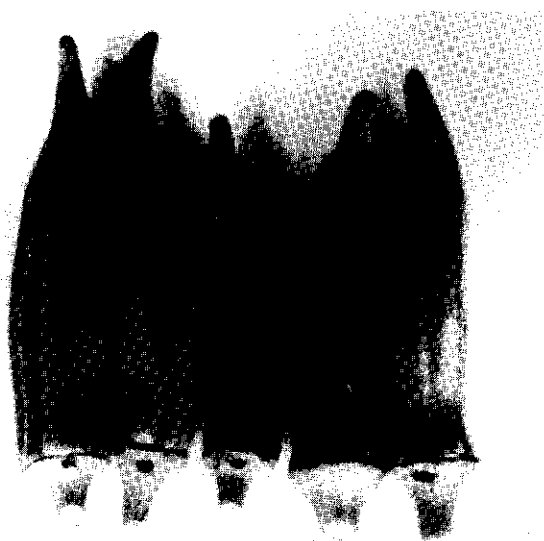
Les femelles de ces Noctuelles pondent leurs oeufs sur la plante et les chenilles se nourrissent à l'intérieur et aux dépens de la tige ou des fruits (photo 13).

D'après nos constatations, la métamorphose de *Earias* se déroule en général à l'extérieur des fruits ou de la tige, celle de *Pectinophora* à l'intérieur.

Les "bollworms" peuvent efficacement être combattus par un grand nombre d'insecticides tels que dieldrine, endrine, diazinon, endosulfan, monocrotophos, chlorfenvinphos (SRINIVASAN & NARAYANASWAMY, 1960; MOTE & POKHARKAR, 1974; UTHAMASAMY & SUBRAMANIAM, 1976; SHRI RAM & PATNAK, 1977; YAZDANI & LALL, 1977). Leur utilisation peut être envisagée dans la culture pour les graines, mais difficilement dans la culture pour les jeunes fruits.

Dans ce contexte, il est intéressant de noter les résultats positifs obtenus par TAYLOR (1974) avec des préparats de *Bacillus thuringiensis*, qui sont toutefois très coûteux.

Photo 13.
Petits trous dans les fruits
causés par les "bollworms"



De grandes différences dans la sensibilité variétale aux "bollworms" ont été observées par SRINIVASAN & NARAYANASWAMY (1961) et NAWALE & SONONE (1977).

9.3.2.3 *Anomala denuda* Arrow

Le coléoptère *Anomala denuda* Arrow (*Rutelinae*) était chaque année un grand problème pendant les mois de septembre et octobre.

Ce coléoptère brun clair et d'environ 15 mm de long, apparaît pendant la nuit en vols massifs et se nourrit des fleurs et fruits (photo 14).

Bien qu'il soit efficacement éliminé par les traitements au carbaryl, les dégâts sont toujours considérables par suite du caractère épidémique des attaques.

Les fleurs et fruits endommagés attirent de nombreux insectes secondaires.

Photo 14. Dégâts à une fleur dus à Anomala denuda (le coléoptère n'est pas présent sur la photo)



9.3.2.4 Grillons et courtilières

Le grillon *Brachytrupes membranaceus* (Drury) et, dans une moindre mesure, les courtilières du genre *Gryllotalpa*, causent d'importantes pertes de plantules pendant la phase initiale de la culture.

Les grillons se cachent le jour dans les broussailles ou sous des tas d'ordures, et coupent les tiges des jeunes plantules pendant la nuit. Ils ne les mangent souvent pas et on retrouve en général intactes les parties coupées.

L'insecte semble avoir un territoire bien défini. Il revient en général sur le même endroit, donnant lieu à des dégâts localisés. Dans ce cas, il suffit de répandre du HCH sur l'endroit concerné. Si l'invasion des grillons est importante, il est recommandé de traiter une bande au HCH sur le pourtour du champ. Il faut éliminer autant que possible les abris naturels.

9.3.2.5 Autres

Les problèmes mineurs observés sur le gombo en Basse-Côte d'Ivoire comprennent les chenilles des lépidoptères *Sylepta derogata* (F.) et *Anomis flava* (Fabr.), qui se nourrissent du feuillage, ainsi que le puceron *Aphis gossypii* Glov. et les punaises du genre *Dysdercus*.

Ces dernières se trouvent en abondance sur les capsules du gombo. Elles percent les fruits et sucent les graines (photo 15). Chez un semis trop superficiel, elles arrivent à déterrer les graines.

L'aleurode *Bemisia tabaci* (Genn.) est un problème mineur en ce qui concerne ses dégâts directs, mais en tant que vecteur de la maladie "Leaf Curl", il doit être à tout prix éliminé (cf. § 9.4).

La cicadelle *Empoasca facialis* (Jac.) et les acariens ne nous ont pas frappé en tant que problème important en Basse-Côte d'Ivoire



Photo 15.
Dysdercus supersticiosus (F.)
sur une capsule de gombo

9.4 VIROSES ET MALADIE "LEAF CURL"

9.4.1 Données bibliographiques

Deux viroses, limitant sérieusement la culture du gombo, ont été décrites en détail dans la littérature.

Le "Yellow-Vein Mosaic Virus" (YVMV) est un problème sérieux en Asie. Les feuilles sont caractérisées par une mosaïque très régulière de nervures jaunes. La croissance des plantes est fortement affectée, les fruits sont souvent déformés (CAPOOR, 1967). La perte économique peut s'élever à 90%, si l'infection a eu lieu sur de jeunes plantules (CHELLIAH & MURUGESAN, 1976).

La nature virale de la maladie a été démontrée par UPPAL et al. (1940). Le virus n'est pas transmis par la sève ni par la graine. L'aleurode *Bemisia tabaci* en est le vecteur.

Le cultivar indien 'Pusa Sawani' doit sa popularité en partie au fait qu'il est tolérant au YVMV (SINGH et al., 1962; PADDA, 1968). On s'est toutefois rendu compte qu'il s'agit d'un génotype porteur de virus sans symptômes. La résistance réelle a été trouvée chez des formes de l'espèce *Abelmoschus manihot* (L.) Medikus (ARUMUGAM et al., 1975; ARUMUGAM & MUTHUKRISHNAN, 1978; SINGH & THAKUR, 1979) et on essaie de l'incorporer dans le gombo.

Une autre mosaïque ("Okra Mosaic Virus" - OMV) a été décrite en Afrique de l'Ouest, par GIVORD & HIRTH (1973) en Côte d'Ivoire, et par LANA et al. (1974) au Nigeria. Le virus ouest-africain diffère du virus asiatique, notamment en ce qui concerne le mode de transmission. De plus, les isolats ivoirien et nigérian de l'OMV ne sont pas identiques, mais LANA & BOZARTH (1975) remarquent qu'il pourrait s'agir de différentes souches du même virus.

Il est facilement transmis mécaniquement, mais pas par la graine. Les chrysomélides sont les vecteurs les plus importants: *Syagrus calcaratus*, *Podagrica uniformis* et *P. sjostedti* au Nigeria (LANA et al., 1974; LANA & TAYLOR, 1976), et *Podagrica decolorata* et probablement *Nisotra dilecta* en Côte d'Ivoire (GIVORD & DEN BOER, 1976).

Selon LANA & TAYLOR (1976), la souche nigériane est également transmise, bien que moins efficacement, par *Bemisia tabaci*.

L'OMV peut causer une perte économique de l'ordre de 12 à 18% d'après les constatations de LANA (1976), ce qui est considérable

mais toutefois beaucoup moindre que celle due à "Okra Leaf Curl Disease" (OLCD), décrit en Afrique de l'Ouest et au Soudan (AHMED, 1978), dont peut résulter une réduction du rendement de l'ordre de 30 à 70%.

La nature virale de la maladie n'a pas été démontrée avec certitude. Elle peut être transmise par greffage et par la mouche blanche *Bemisia tabaci*, mais pas par la sève.

Les feuilles infectées sont caractérisées par des nervures gonflées. La surface des feuilles devient inégale et les bords s'enroulent.

Le screening variétal pour la résistance contre la mosaïque ouest africaine et la maladie "Leaf Curl" n'a pas été très prometteur (LAN, 1976; AHMED, 1978). LANA & BOZARTH (1975) remarquent toutefois que le gombo tardif (type GUINEEN?), ainsi que *Abelmoschus manihot* (L.) Medikus, sont moins sensibles à l'OMV que le gombo précoce (type SOUDANAIS?). FATOKUN et al. (1978) ont rapporté l'homologation au Nigeria d'un cultivar tolérant à la maladie "Leaf Curl".

9.4.2 Observations en Côte d'Ivoire

La virose de mosaïque (OMV) a été régulièrement observée dans nos cultures et, bien qu'elle influe sûrement de façon négative sur les rendements, les dégâts n'ont jamais été spectaculaires. En réalité, les dégâts directs du vecteur, l'altise *Podagrica decolorata*, sont en général plus importants que la virose. Comme mentionné au § 9.3.2.1, l'insecte est facile à éliminer par des traitements chimiques.

Au contraire, la mouche blanche *Bemisia tabaci*, ne fait que peu de dégâts directs, mais lorsqu'elle transmet la maladie "Leaf Curl", la croissance et les rendements sont fortement réduits (cf. § 9.6).

Les nervures des feuilles se gonflent, les bords du limbe s'enroulent, et les pétioles, puis ultérieurement la tige, se tordent.

Il est connu que le carbaryl est pratiquement dénué d'action sur les insectes piqueurs. Nos traitements pendant la phase végétative effectués au carbaryl + parathion, ont été peu efficaces contre la mouche blanche.

L'insecte peut toutefois être combattu par un grand nombre de produits chimiques, mais l'utilisation de produits très toxiques ou systémiques à longue persistance est difficile à envisager en cul-

ture maraîchère. Dans ce contexte, les résultats positifs obtenus avec diazinon et diméthoate sont intéressants (CAPOOR & VARMA, 1953; SASTRY & SINGH, 1973; SINGH & SASTRY, 1975).

La plus grande sensibilité du type SOUDANAIS à L'OMV par rapport au type GUINEEN (LANA & BOZARTH, 1975) est également valable vis-à-vis de la maladie "Leaf Curl" (cf. § 9.6).

9.5 NEMATODES

9.5.1 Données bibliographiques

Les dégâts par les nématodes, notamment ceux du genre *Meloidogyne*, sont un problème de première importance pour le maraîchage dans les régions tropicales. NETSCHER (1970) remarque que *Meloidogyne javanica* et *M. incognita* sont les espèces les plus dévastatrices au Sénégal.

Le gombo est connu comme une plante particulièrement sensible aux principaux nématodes phytoparasitaires, et susceptible tout à la fois de supporter de gros dégâts et de multiplier considérablement l'inoculum.

Les *Meloidogyne* provoquent sur les racines des tumeurs qui causent une perturbation de l'alimentation en eau, et dont résultent une croissance réduite, et souvent le flétrissement par temps sec.

Le gombo est très sensible à *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* et *M. arenaria* (OLSEN & THOMAS, 1954; SEN, 1960; SINGH & SITARAMAIAH, 1966; SINGH et al., 1967; MANKAU, 1968; BIRAT, 1968; KUMAR & NAIR, 1976; KIRBY, 1977; ZAIYD, 1977).

D'autres genres qui peuvent affecter le gombo sont *Hoplolaimus* (SEN, 1960; TANDON & SINGH, 1973), *Rotylenchulus* (SINGH & FARRELL, 1972; SIVAKUMAR & MEERZAINUDEEN, 1973; HEALD, 1978), *Belonolaimus* (BRODIE, 1968), *Radopholus* (VILSONI et al., 1976), *Aphelenchoides* (TANDON & SINGH, 1973) et *Trichodorus* (BRODIE, 1968).

Les nématodes sont un élément important du phénomène de la "fatigue du sol", due à l'ensemble des parasites vivant dans le sol. Ces divers parasites sont liés les uns aux autres par des interactions complexes, les nématodes favorisant la pénétration des champignons et vice versa.

Les méthodes de lutte comprennent l'utilisation de matériel végétal résistant ou tolérant, la désinfection du sol, la rotation des cultures et l'incorporation de matières organiques dans le sol.

Le screening variétal pour résistance ou tolérance du gombo à *Meloidogyne* a retenu jusqu'à maintenant relativement peu l'attention. Parmi 219 lignées, introduites de diverses parties du monde aux Etats-Unis, CORLEY (1965) a observé la résistance chez une quinzaine. BIRAT (1964) a trouvé également de grandes différences dans la sensibilité variétale à *Meloidogyne javanica*. Les espèces du genre *Meloidogyne* ont toutefois une grande flexibilité, pouvant donner lieu à des biotypes adaptés.

La désinfection du sol à la vapeur ou aux produits chimiques est en général trop coûteuse et elle est peu pratiquée en milieu tropical pour les cultures maraîchères. Une désinfection naturelle des terrains maraîchers dans les bas-fonds se produit souvent par l'inondation pendant la saison des pluies. Celle-ci réduit fortement l'inoculum des nématodes. GRUBBEN (1975) note que les symptômes de *Meloidogyne* n'étaient pas observés sur le gombo cultivé au Bénin dans la vallée de l'Ouémé, qui est inondée pendant 2 à 5 mois par an.

La rotation des cultures en fonction de leur sensibilité à *Meloidogyne* est la méthode de lutte classique. Des cultures successives de gombo sur le même terrain sont fortement déconseillées. L'utilité des graminées dans la rotation est bien connue (MESSIAEN, 1975; SUNDARESH et al., 1977). Ces plantes, ainsi que d'autres comme certaines espèces de *Tagetes*, *Brassica*, *Asparagus*, *Polygonum* et *Sesamum* semblent donner des sécrétions racinaires qui sont antagonistes aux nématodes (MAMMEN, 1973; SUKUL et al., 1974; MESSIAEN, 1975).

Si on se limite au groupe de cultures légumières, la rotation du gombo avec des espèces du genre *Allium* est recommandée par MESSIAEN (1975). La quasi-absence de symptômes de "fatigue du sol" dans le maraîchage intensif à prédominance d'amarantes-épinards a été démontrée par GRUBBEN (1975).

L'incorporation dans le sol de diverses matières organiques (fumier, engrais verts, déchets de ménage ou industriels comme la sciure de bois ou les résidus d'huileries) est connue pour son effet réducteur de la population des nématodes phytoparasitaires (SINGH & SITARAJAIAH, 1966; SINGH et al., 1967; MANKAU, 1968; DE GUIRAN & NETSCHEE, 1970; SHARMA et al., 1971; MAMMEN, 1972; KUMAR & NAIR, 1976; ZAIYD, 1977; KHAN et al., 1979).

Les mécanismes ne sont pas exactement connus, mais l'effet réducteur pourrait être lié à l'amélioration du rapport saprophages/para-

sites, à la libération de substances toxiques pendant la décomposition, à la stimulation des champignons nématophages et, enfin, à l'effet fertilisant influant sur la vigueur des plantes. Les matières organiques à rapport C/N élevé doivent être accompagnées d'engrais azotés.

9.5.2 Observations en Côte d'Ivoire

Nous avons régulièrement pu constater le flétrissement dû à *Meloidogyne* dans les divers périmètres maraichers qui sont utilisés de façon continue (photo 16). Les petits terrains maraichers dans les bas-fonds, qui sont inondés pendant la saison des pluies, en souffrent beaucoup moins.

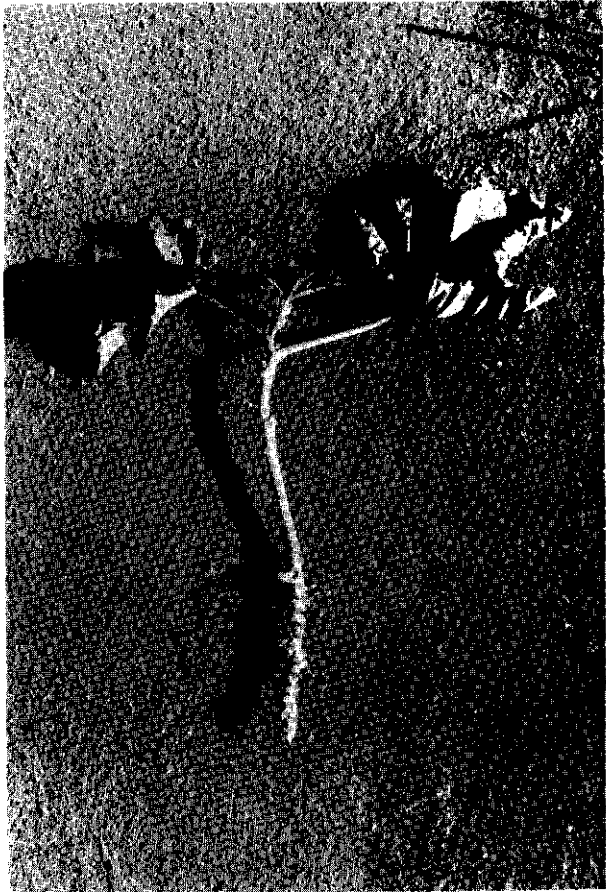


Photo 16.
Flétrissement dû à Meloidogyne
sp.

Dans le nord du pays, on a constaté l'utilisation des résidus d'huileries de graines de cotonnier comme matière organique. Etant donné ce qu'on sait de l'effet réducteur sur les nématodes phytoparasitaires qu'ont ces résidus, de même que la sciure de bois, l'utilisation de ces deux déchets industriels abondants en Côte d'Ivoire mérite de retenir l'attention.

Bien que, pendant la période 1977-1980, certaines parties de notre terrain expérimental aient porté quatre à cinq cultures de gombo, séparées entre elles seulement par de courtes périodes de jachère, le *Meloidogyne* était absent. Les analyses du sol et des racines, effectuées par le Laboratoire de Nématologie du Centre ORSTOM d'Adiopodoumé en 1978 et 1980, n'ont montré que des populations assez limitées de *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Xiphinema* et *Criconemoides*.

La cause de ce phénomène pourrait être située dans les précédents culturaux du terrain d'essai. Antérieurement à notre programme, le terrain a été en jachère graminéenne (*Panicum maximum* Jacq.) pendant une dizaine d'années. Pendant les périodes de jachère entre les cultures successives du gombo, le *Panicum*, mauvaise plante-hôte de *Meloidogyne*, était également la plante prédominante. La végétation naturelle, coupée, séchée et broyée, était toujours incorporée dans le sol.

9.6 RESISTANCE OU TOLERANCE VARIETALE

9.6.1 Introduction

Le screening variétal sur la résistance ou tolérance aux maladies et ennemis est une importante méthode de lutte contre le parasitisme.

Le présent essai variétal a été mis en place pendant la grande saison des pluies 1980 et il a souffert de trois maladies importantes en Basse-Côte d'Ivoire: la maladie "Leaf Curl", transmise par l'aleurode *Bemisia tabaci*, la fusariose vasculaire (*Fusarium oxysporum*), et la cercosporiose (*Cercospora abelmoschi*).

Nous avons évalué l'importance des symptômes chez 36 cultivars/lignées et les répercussions sur la croissance et les rendements.

9.6.2 Protocole expérimental

L'essai comprenait une comparaison de 36 cultivars/lignées: 11 lignées locales du type GUINEEN, 22 lignées locales du type SOU-DANAIS et trois cultivars commerciaux, 'Clemson Spineless', 'Pusa Sawani' et 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

Les lignées locales choisies étaient les lignées les plus précoces des deux types de notre collection, fleurissant entre 50 et 70 jours après le semis.

L'essai était un schéma de quatre blocs randomisés à 36 parcelles par bloc. Chaque parcelle consistait en un billon de 6 m de longueur, comprenant 120 poquets à une distance de 5 cm. L'écartement entre les billons était de 1 m.

Une seule graine par poquet a été semée le 23 avril 1980. Un éclaircissage était effectué trois semaines après le semis, laissant 40 plantules expérimentales par parcelle à une distance de 15 cm entre elles (densité environ 67 000 pieds/ha).

Le terrain d'essai était fertilisé à raison de 8 t/ha de fumier de poules et 600 kg/ha d'engrais complet NPK 12-15-18, en deux doses égales de 300 kg/ha appliquées avant le semis et quatre semaines après.

L'essai était terminé le 15 septembre 1980, 145 jours après le semis.

Les observations ont porté sur la sévérité des symptômes de la maladie "Leaf Curl", de la fusariose vasculaire et de la cercosporiose, ainsi que sur la durée de vie moyenne des plantes, le nombre de noeuds formé sur la tige principale et les rendements en jeunes fruits comestibles.

9.6.3 Résultats

9.6.3.1 Généralités

Dès la levée, la mouche blanche *Bemisia tabaci* pullulait en grand nombre sur les plantes. Malgré une croissance initiale vigoureuse des plantes expérimentales, les premiers symptômes de la maladie "Leaf Curl" apparaissaient environ trois semaines après le semis. Tout d'abord la surface foliaire devient inégale et les bords du

limbe s'enroulent, puis ensuite les pétioles et ultérieurement la tige se tordent.

Quatre semaines après le semis, la gravité des symptômes chez toutes les plantes expérimentales a été évaluée par un score de 0 à 3: 0 = plante saine; 1 = surface foliaire inégale et bords enroulés; 2 = pétioles tordus; 3 = tige principale tordue.

La fusariose se manifestait à partir d'un mois après le semis. Les plantes mortes dues à ce flétrissement soudain et caractérisées par une coloration brune du tissu vasculaire, étaient comptées.

La cercosporiose était importante pendant la seconde moitié de la culture. Les lignées qui ont survécu aux deux maladies précédentes, ont été évaluées pour leur capacité de garder leurs feuilles. Au 75ème jour après le semis, on a compté le nombre de feuilles saines (FS), de feuilles légèrement atteintes (FLA) et de feuilles gravement atteintes (FGA) par la cercosporiose. Le score de cercosporiose a été calculé selon la formule $FS + 2/3 FLA + 1/3 FGA$, ce qui est une estimation grossière de l'appareil photosynthétique actif.

Les résultats de ces observations, ainsi que les répercussions sur la croissance et les rendements, sont présentés dans le tableau 67.

9.6.3.2 Maladie "Leaf Curl"

Pratiquement tous les cultivars/lignées avec un score supérieur à 1, étaient morts un mois après la date d'évaluation de la maladie et avant même d'entrer en production. Les lignées 8, 9, 21 et 28 sont des exceptions. Malgré les symptômes sévères, la croissance n'avait pas été arrêtée.

'Clemson Spineless', 'Pusa Sawani' et la lignée de Haute-Volta (no. 10) sont les plus sensibles. 'Perkins Long Pod' Ivoirien, qui a été largement testé en Côte d'Ivoire, est peu affecté.

Le type GUINEEN est beaucoup plus tolérant que le type SOUDANAIS (photo 17).

9.6.3.3 Fusariose vasculaire et cercosporiose

Parmi les 21 lignées qui ont survécu à la maladie "Leaf Curl", Tarato 2 (no. 35) s'avérait le plus sensible à la fusariose avec

Tableau 67. Sensibilité aux maladies et répercussions sur la croissance et les rendements

No.	Lignées/cultivars	Score "Leaf Curl"	Pertes fusariose(%)	Score cercosporiose	Durée du cycle (jours)	Nbre de noeuds final	Rendement (kg/100 m ²)
Type SOUDANAIS							
1	Abengourou 1	0,6	0	5,7	83	17	4,3
2	Abengourou 8	0,6	0	2,3	72	15	9,0
3	Bécédi 1a	0,2	0	5,3	75	18	1,5
4	Borotou 1	1,8	-	-	51	8	0,4
5	Borotou 2	1,7	-	-	55	9	0,2
6	Boundiali 7	1,8	-	-	57	9	0,0
7	Boundiali 14a	1,6	-	-	47	9	0,0
8	Darhala 1	1,5	0	7,8	94	17	16,9
9	Darhala 3	1,5	0	7,8	96	19	22,5
10	Haute-Volta 2	2,0	-	-	60	8	0,6
11	Iguila 4	0,1	3	4,9	94	15	0,3
12	Korondougou 1	1,6	-	-	62	13	0,9
13	Korondougou 3	1,7	-	-	59	10	0,1
14	Koitan 1	1,4	-	-	53	8	0,5
15	Mbenguebougou 2	1,3	-	-	61	13	0,3
16	Mindiadougou 5	1,9	-	-	53	9	0,0
17	Mindiadougou 6a	1,6	-	-	53	8	0,3
18	Namboukaha 1	0,3	0	2,1	66	14	2,6
19	Namboukaha 2	0,3	0	2,0	67	13	5,2
20	Odienné 1	1,8	-	-	57	8	0,3
21	Saleyé 2	1,7	0	7,8	98	21	2,6
22	Tiémé 1	1,6	-	-	62	14	0,6
23	Clemson Spineless	2,2	-	-	44	8	0,0
24	Pusa Sawani	2,3	-	-	50	7	0,4
25	Perkins Long Pod Iv.	0,3	0	6,2	85	19	6,0
Moyenne		1,3		5,2	66	12	3,0
Type GUINEEN							
26	Adiopodoumé 3	0,5	8	7,3	116	22	37,3
27	Adzopé 1	0,1	8	8,8	121	27	50,2
28	Djiroutou 1	1,7	5	6,9	121	25	24,5
29	Fouenan 2	0,2	0	8,6	119	23	55,6
30	Kora-Akissikro 1	0,3	10	7,9	119	23	67,9
31	Kora-Akissikro 2	1,0	5	8,4	119	23	36,8
32	Man 2	0,7	5	8,6	129	26	38,4
33	Mindiadougou 9	0,9	0	10,1	126	27	22,1
34	Nanbanakaha 1	0,4	5	8,6	118	25	39,8
35	Tarato 2	0,4	65	-	67	11	1,4
36	Zagné 1	0,1	5	10,6	129	27	63,5
Moyenne		0,6		8,5	117	24	39,8
s ²		0,10		1,11	153,29	2,61	63,02
Test F							
-cultivars/lignées		**		**	**	**	**
-contraste types		**		**	**	**	**
Test t							
-ppds(5%): lignées		0,44		1,49	17,4	2,3	11,13

Photo 17.
Différences dans la sensibilité à la maladie "Leaf Curl"
(à gauche: lignée du type GUINEEN; à droite: lignée du type SOUDANAIS)



une perte de 65% des plantes expérimentales.

En général, le type GUINEEN semble plus affecté que le type SOUDANAIS, mais ceci est probablement en partie lié à la plus longue durée de vie du type GUINEEN, qui donne à la fusariose plus de temps pour se manifester.

En ce qui concerne la cercosporiose, le type GUINEEN a une bien meilleure capacité de rétention de ses feuilles que le type SOUDANAIS. Malgré la tolérance à la maladie "Leaf Curl", les lignées du type SOUDANAIS 2, 18 et 19 étaient caractérisées par une défoliation rapide consécutive à la cercosporiose.

9.6.3.4 Croissance et rendements

La sévérité des dégâts se reflète dans la durée du cycle cultural, le nombre de noeuds de la tige principale et les rendements.

Seules deux lignées du type SOUDANAIS, Darhala 1 et Darhala 3, ont donné des rendements acceptables étant donné les circonstances (1,7 et 2,2 t/ha respectivement). Les autres lignées ne sont guère entrées en production.

La tolérance du type GUINEEN est impressionnante. Notamment Adzopé 1, Fouenan 2, Kora-Akissikro 1 et Zagné 1 sont très tolérants au "Leaf Curl" et à la cercosporiose, leurs rendements variant entre 5,0 et 6,8 t/ha.

Ce comportement du type GUINEEN constitue une explication logique du fait qu'il a presque complètement remplacé le type SOUDANAIS dans la culture traditionnelle en zone forestière.

9.7 CONCLUSIONS

Le gombo subit les influences d'un nombre d'aléas qui limitent sérieusement la culture.

Les plus importantes maladies cryptogamiques observées pendant nos expérimentations en Basse-Côte d'Ivoire, ont été la fonte des semis (*Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby), la fusariose vasculaire (*Fusarium oxysporum* Schlecht) et la cercosporiose (*Cercospora abelmoschi* Ell. & Everh.). *Oidium abelmoschi* Thüm. est surtout fréquent dans la moitié nord du pays.

Les dégâts par insectes étaient principalement dus au grillon *Brachytrupes membranaceus* (Drury), aux altises du genre *Podagrica*, aux "bollworms" *Earias biplaga* Wlk. et *Pectinophora gossypiella* (Saund.), et au coléoptère *Anomala denuda* Arrow.

La virose de mosaïque (OMV), transmise par *Podagrica*, est très répandue, mais les dégâts sont beaucoup moins importants que ceux dus au "Leaf Curl", transmis par *Bemisia tabaci* (Genn.).

Les nématodes du genre *Meloidogyne* constituent un problème majeur dans la culture du gombo. Le fait qu'il n'est pas apparu sur notre terrain d'essai pourrait être dû à la prédominance de *Panicum maximum* Jacq., mauvaise plante-hôte, pendant les périodes de jachère entre les cultures successives de gombo.

Les traitements phytosanitaires de routine, pratiqués dans les essais (quintozène contre la fonte des semis; manèbe + carbatène contre les champignons foliaires; HCH contre les grillons et courtilières; carbaryl + parathion contre les autres insectes) ont permis de réaliser en général de bons rendements dans les essais.

Le screening variétal a montré que le gombo du type GUINEEN est beaucoup plus tolérant au parasitisme que le gombo du type SOUDANAIS ce qui explique pourquoi le premier a presque complètement supplanté le gombo "ordinaire" dans la culture traditionnelle (sans contrôle phytosanitaire) en zone forestière.

Une évaluation plus fine de notre collection de lignées locales vaut certainement la peine d'être entreprise.

10 AMELIORATION ET SELECTION

10.1 INTRODUCTION

Il est d'une importance vitale pour la production horticole que les cultivateurs disposent de semences de cultivars améliorés, bien adaptés aux conditions locales.

Etant donné les collections de variabilité génétique qui existent depuis longtemps aux Etats-Unis et en Inde, l'amélioration et la sélection n'ont été entreprises de façon systématique que dans ces deux pays. La majorité des cultivars bien connus sur le plan international sont donc d'origine américaine et indienne.

La distribution à grande échelle de ces cultivars dans le monde comporte un danger: la disparition ultérieure du matériel végétal local, sans qu'il ait été profité de son adaptation aux conditions locales, obtenue par une longue sélection naturelle et humaine.

La collecte de ce matériel végétal local dans les zones traditionnelles, associée à une évaluation fine sous les conditions locales, permettra de découvrir les adaptations aux aléas locaux et de donner la meilleure orientation possible aux programmes d'amélioration.

Après un résumé des données bibliographiques, sont présentés les résultats des activités entreprises en Côte d'Ivoire.

10.2 DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

10.2.1 *Biologie florale*

La biologie florale de l'espèce *Abelmoschus esculentus* a fait l'objet d'un grand nombre d'études (PUREWAL & RANDHAWA, 1947; VENKATARAMANI, 1953; SRIVASTAVA, 1964; CHAUHAN et al., 1968; SULIKERI & RAO, 1972; SRIVASTAVA & SACHAN, 1973; CHANDRA & BHATNAGAR, 1975; SINGH & TIWARI, 1977).

Le gombo porte des fleurs hermaphrodites, axillaires et solitaires. Sur la tige principale, on n'observe en général qu'une seule fleur ouverte le même jour, mais chez des plantes très vigoureuses,

deux ou plus rarement trois fleurs peuvent s'épanouir en même temps.

La fleur est de caractère éphémère. L'épanouissement de la corolle débute environ à minuit par la rupture du calice et se complète tôt le matin. A midi, le jour de l'anthèse, les pétales commencent à se faner et le soir ils tombent conjointement avec le calice et le tube staminal. Sous des conditions nuageuses et humides, l'ouverture de la fleur est en général légèrement retardée.

PUREWAL & RANDHAWA (1947) et VENKATARAMANI (1953) ont observé que la déhiscence des anthères a lieu après l'épanouissement complet de la fleur. SRIVASTAVA (1964), SRIVASTAVA & SACHAN (1973) et CHANDRA & BHATNAGAR (1975) par contre remarquent que la déhiscence et la pollinisation sont achevées avant l'anthèse.

Pendant l'épanouissement de la corolle, le tube staminal s'allonge rapidement et met les anthères déhiscentes en contact avec le stigmate, qui en conséquence est souvent déjà couvert de pollen sur sa face inférieure au moment de l'anthèse. Le gombo est en principe autogame.

Parfois ce contact entre stigmate et anthères déhiscentes ne se produit pas spontanément, ce qui mène à une réussite très médiocre lorsque la fleur est enveloppée d'un sachet pour imposer l'autopollinisation stricte. Si l'autopollinisation ne se produit pas spontanément, les insectes qui visitent les fleurs assurent la diffusion du pollen. Le pourcentage d'allogamie est en général inférieur à 10% mais peut s'élever à 40% en fonction du matériel végétal, de l'écartement entre les plantes, et des conditions écologiques (CHAUHAN et al., 1968; CHOUDHURY & CHOOMSAI, 1970; SHALABY, 1972; MITIDIERI & VENCOSKY, 1974). D'après nos constatations décrites au § 4.7.2.2, les insectes semblent jouer un rôle plus important dans la pollinisation chez le type GUINEEN que chez le type SOUDANAIS.

CHANDRA & BHATNAGAR (1975) notent qu'une fleur produit à peu près 5000 grains de pollen pour 75 ovules. Le diamètre du pollen est de l'ordre de 100 à 200 μ .

Selon les observations de PUREWAL & RANDHAWA (1947), le pollen est viable et le stigmate réceptif environ de 12 heures avant l'anthèse jusqu'à 12 heures après. Le pollen germe dans les cinq minutes qui suivent sa déposition sur le stigmate. Les premiers ovules sont fécondés environ deux heures après la pollinisation et la fécondation est achevée en environ six heures.

Le pollen peut être conservé environ trois jours à 5°C sous une humidité relative de 90% (RAO & RAMU, 1979), environ six jours dans un dessiccateur à une température de 0°C (VENKATARAMANI, 1953), tandis que DUBEY & SINGH (1968a) ont pu le garder pendant 55 jours sous une humidité relative de 50% à la température ambiante.

PARTHASARATHY & SAMBANDAM (1976a) ont comparé différentes méthodes pour réaliser efficacement l'autopollinisation stricte. Les méthodes qui empêchent l'épanouissement de la fleur (bouton floral ficelé ou enduit de terre glaise) se sont avérées peu efficaces. L'atmosphère à l'intérieur du bouton floral fermé est peut-être défavorable à la déhiscence des anthères, ou la pression mécanique empêche la déposition du pollen sur le stigmate. L'enveloppement de la fleur dans un sachet suffisamment grand pour permettre l'ouverture de la fleur donne les meilleurs résultats. Le pourcentage de réussite est toutefois souvent inférieur à celui de la pollinisation libre, par suite du rôle utile que peuvent jouer les insectes dans la diffusion du pollen.

Pour réaliser des croisements de façon efficace, les fleurs doivent être émasculées et la pollinisation être faite à la main (PARTHASARATHY & SAMBANDAM, 1976b). La technique d'émasculature a été représentée sur la photo 4. Au lieu d'enlever complètement le tube staminal, on peut se borner à couper les filets portant les anthères, en laissant le tube staminal protéger l'ovaire et le style (VENKATARAMANI, 1952).

Bien que l'émasculature soit facile par suite de la grande taille des fleurs, elle est trop laborieuse pour l'obtention de grandes quantités de graines hybrides. Il n'y a pas de références concernant la stérilité mâle génétique. DUBEY & SINGH (1968b, c) et DUBEY (1972) ont étudié l'utilisation de gamétocides tels que MH, FW-450 et 2,4-DB (les abréviations des noms chimiques sont conformes à la liste de WEAVER, 1972), mais les résultats ne sont pas suffisamment prometteurs pour être appliqués à l'échelle commerciale.

Nombre de caractères du gombo ont un déterminisme génétique simple, et si les parents du croisement diffèrent par tel ou tel caractère, les hybrides sont faciles à reconnaître dans les descendance du parent récessif.

Le caractère le plus souvent utilisé est la pigmentation anthocyanée des plantules qui est dominante sur la couleur verte (ERICK-

SON & COUTO, 1963), et qui permet de trier les plantules à l'âge d'environ un mois (CHOUDHURY & CHOOMSAI, 1970).

JOSHI et al. (1958) et PARTHASARATHY & SAMBANDAM (1976b) ont obtenu ainsi environ 20 à 35% de plantules hybrides, lorsque la pollinisation des fleurs non émasculées avait été faite avec du pollen étranger.

10.2.2 Phylogénèse

La taxonomie et la cytogénétique du genre *Abelmoschus* ont été traitées de façon élaborée au chapitre 4, et il n'en est donné ici qu'un bref résumé.

Le gombo le plus répandu est *Abelmoschus esculentus*, avec un nombre chromosomique qui varie entre $2n = 108$ et 144 , le nombre de l'ordre de $2n = 130$ étant le plus fréquent.

Il existe toutefois trois références (cf. tableau 9), qui font mention de $2n = 72$ en tant que nombre chromosomique de cette espèce. Etant donné les descriptions fournies par les auteurs, la morphologie de ces formes correspond le mieux à celle d'*Abelmoschus esculentus*, et une confusion avec d'autres espèces du genre qui ont été décrites semble peu probable.

Ces formes $2n = 72$, qui n'ont guère été étudiées, pourraient être impliquées dans la phylogénèse d'*Abelmoschus esculentus* $2n = 130$, puisqu'il a été mis en évidence que ce dernier est un amphidiploïde qui dérive d'*Abelmoschus tuberculatus* $2n = 58$ et d'une espèce inconnue ayant $2n = 72$.

Un autre candidat pour le génome $n = 36$ est *Abelmoschus ficulneus* $2n = 72$, mais l'affinité avec les chromosomes d'*Abelmoschus esculentus* $2n = 130$ n'est que partielle et il n'a pas été possible jusqu'à présent d'obtenir un amphidiploïde artificiel fertile entre *Abelmoschus tuberculatus* et *A. ficulneus*.

La présente étude a mis en évidence qu'en Afrique de l'Ouest, il existe, outre le gombo du type SOUDANAIS (*Abelmoschus esculentus* $2n = \pm 130-140$), un deuxième taxon, appelé provisoirement gombo du type GUINEEN, avec un nombre chromosomique de l'ordre de $2n = 190-200$, le nombre le plus élevé dans le genre.

Etant donné ses caractéristiques morphologiques et son comportement lors des hybridations interspécifiques, nous avons avancé qu'il

pourrait s'agir d'un amphidiploïde qui dérive d'*Abelmoschus esculentus* $2n = 130-140$ et d'*A. manihot* $2n = 60-68$. Un amphidiploïde artificiel fertile entre ces deux espèces a été réalisé au Japon.

10.2.3 Ressources génétiques

Le genre *Abelmoschus* fait partie des huit genres retenus en 1979 par la section horticole de l'IBPGR ("International Board for Plant Genetic Resources") en vue d'action immédiate en matière de collecte, de préservation et d'évaluation de la variabilité génétique (VAN SLOTEN, 1980).

Un inventaire des collections existantes a été subventionné par l'IBPGR. Les résultats de l'étude, effectuée par l'ORSTOM (CHARRIER, comm. pers.) seront bientôt publiés.

Les plus anciennes collections qui existent aux Etats-Unis et en Inde concernent surtout l'espèce *Abelmoschus esculentus*. De date plus récente sont les collections en Afrique de l'Ouest (Nigeria, Côte d'Ivoire) comprenant également le gombo du type GUINEEN (SIEMONSMA, 1980).

Les futures prospections devraient davantage inclure les espèces sauvages du genre pour mieux pouvoir étudier l'organisation évolutive des espèces cultivées.

La conservation, l'évaluation et les échanges devront être mieux coordonnés sur le plan international. Le rapport de CHARRIER donne une liste détaillée de caractères descripteurs.

10.2.4 Caractères génétiques

Les études disponibles sur la génétique concernent presque exclusivement l'espèce *Abelmoschus esculentus*.

Un certain nombre de caractères qualitatifs, dont le déterminisme génétique est simple, ont été décrits par RICHHARIA (1949), VENKATARAMANI (1952), SINGH et al. (1962), ERICKSON & COUTO (1963), KALIA & PADDA (1962a, b), KOLHE & D'CRUZ (1966) et PREM NATH & DUTTA (1970).

Il s'agit de la pigmentation anthocyanée des différentes parties de la plante, de la présence du centre pourpre de la corolle sur la face extérieure des pétales ("petal blotch"), du degré d'incision des feuilles, de l'indumentum des fruits et de la sensibilité à la virose de mosaïque (YVMV).

Certains de ces caractères servent de marqueurs dans les études sur le degré d'allogamie, et de contrôle dans les programmes d'hybridation.

Les disjonctions observées ont révélé un comportement diploïde et constituent une confirmation de la nature amphidiploïde de cette espèce.

Un grand nombre de caractères quantitatifs tels que hauteur de la plante, précocité de la floraison, et même le rendement et ses composants, semblent être basés sur un nombre limité de gènes majeurs, et ils sont caractérisés par des valeurs élevées de leur héritabilité (au sens large) (TRIVEDI & PRAKASH, 1969; PADDA et al., 1970; RAO, 1972; NGAH & GRAHAM, 1973; MAJUMBER et al., 1974).

En tant que plante autogame, le gombo est amélioré par sélection généalogique dans les populations issues des hybridations entre géniteurs prometteurs.

La vigueur hybride en F₁, dont résulte en général une meilleure croissance, une floraison plus précoce et des rendements plus élevés que les parents, a été mise en évidence dans plusieurs études (VENKATARAMANI, 1952; JOSHI et al., 1958; RAMAN & RAMU, 1963; AKRAM et al., 1973; JALANI & GRAHAM, 1973; LAL et al., 1975; SINGH et al., 1975; KULKARNI et al., 1978). L'exploitation commerciale de cette vigueur hybride attend la mise au point de techniques simples pour effectuer des croisements à grande échelle, et elle nécessitera une analyse économique détaillée.

Le nombre de fruits par plante est en général le composant le plus important du rendement (RAO & RAMU, 1975; ROY & CHHONKAR, 1976). La sélection axée sur un nombre plus élevé de fruits par plante est gênée par le fait que le gombo ne porte qu'un seul fruit sur chaque noeud. Dans ce contexte, quelques mutations spontanées méritent d'être mentionnées.

MAHAJAN (1960) a observé le phénomène de fruits jumeaux, concrets seulement à la base et ayant un pédicelle commun. Les dimensions de chacun des deux fruits jumeaux sont du même ordre que celles d'un fruit solitaire, de sorte que cette mutation présente la potentialité d'un redoublement de la capacité fructifère par noeud. La même mutation a été obtenue par RAO & RAJ (1974) après irradiation.

FATOKUN et al. (1979) font mention d'une inflorescence à plusieurs boutons floraux, qui se développe à côté du bouton axillaire normal

Photo 18. Fruits jumeaux chez la lignée Gregbeu 1 (type GUINEEN)

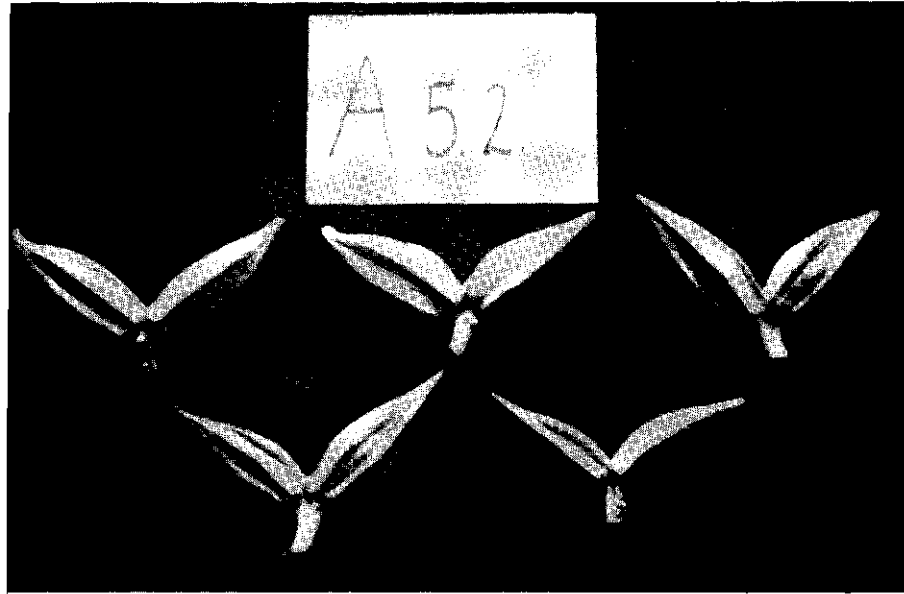


Photo 19. Inflorescence supernuméraire chez la lignée Pohaka 1 (type SOUDANAIS)



Le pédoncule de cette inflorescence est adné au pétiole. Le nombre de fruits par noeud peut s'élever à trois ou quatre. Il s'agit d'une mutation à transmission dominante.

Nous avons observé ces deux mutations également dans notre collection. Les fruits jumeaux se sont produits spontanément chez la lignée du type GUINEEN, Gregbeu 1 (photo 18).

Une mutation qui ressemble à celle décrite par FATOKUN et al. (1979) a été observée chez la lignée du type SOUDANAIS, Pohaka 1 (photo 19). L'inflorescence supernuméraire donne dans notre cas un seul fruit, dont le pédicelle est parfois adné au pétiole, parfois libre.

Diverses mutations induites par irradiation et traitement chimique (EMS, DES) ont été rapportées par PATIL (1967), KUWADA (1970), NANDPURI et al. (1971), RAO & RAJ (1974) et YASHVIR (1975).

10.2.5 Objectifs et résultats de la sélection

La sélection a été orientée en général vers la culture intensive, les besoins du secteur traditionnel n'ayant guère retenu l'attention jusqu'à maintenant. Les grands objectifs d'une sélection axée sur la monoculture intensive ne diffèrent pas sensiblement selon les différentes régions de l'aire de culture du gombo: production élevée dans un court délai (cultivars précoces, supportant de fortes densités des plantes) et adaptation au milieu local (insensibilité à la photo-période, résistance ou tolérance aux maladies et ravageurs).

Notamment aux Etats-Unis et en Inde, des cultivars d'un grand attrait comme 'Clemson Spineless' et 'Pusa Sawani' ont été sélectionnés, qui sont très précoces et caractérisés par des feuilles profondément divisées, ce qui facilite la récolte, et par des fruits longs de couleur uniformément verte.

On peut toutefois noter des orientations locales spécifiques en fonction des pratiques culturelles, de la destination du produit et des préférences du consommateur.

Aux Etats-Unis, des cultivars ont été développés qui ont des fruits ronds, de petite taille homogène, à chair épaisse et de couleur stable, et qui sont particulièrement aptes à la conserverie et à la congélation (SPIVEY et al., 1957).

RICHARDSON (1977) a défini les caractéristiques physiques de la plante qui conviennent le mieux à la récolte mécanisée: celle-ci

nécessite notamment des internoeuds longs de l'ordre de 7 à 10 cm. La récolte mécanisée des jeunes fruits implique pour le moment encore de couper la feuille accompagnante, ce qui influe négativement sur la croissance. Les très longs pédicelles (fruits pendants) observés chez le type GUINEEN (cf. tableau 14) pourraient être intéressants dans ce contexte.

Concernant les qualités organoleptiques, on peut noter une préférence pour des fruits très mucilagineux en Afrique de l'Ouest, contrairement aux autres régions.

Les maladies et ennemis constituent le facteur limitant le plus important de la culture et le développement de cultivars résistants ou tolérants est la préoccupation principale de la recherche. Le screening variétal a démontré qu'il existe des sources de résistance ou de tolérance aux nématodes du genre *Meloidogyne* (BIRAT, 1964; CORLEY, 1965), aux trachéomycoses (CORLEY, 1965; GROVER & SINGH, 1970; DA SILVEIRA et al., 1970), à la fonte des semis due à *Rhizoctonia* (SOHI & SOKHI, 1974; CHAUHAN et al., 1980), aux maladies foliaires dues à *Cercospora* et aux oïdiums (SOHI & SOKHI, 1974; JHOOTY et al., 1977; CHAUHAN et al., 1980), aux "bollworms" (SRINIVASAN & NARAYANASWAMY, 1961; NAWALE & SONONE, 1977; GUPTA & YADAV, 1978; MOTE, 1978), aux cicadelles du genre *Empoasca* (UTHAMASAMY et al., 1971, 1972a, b, 1973), à la maladie "Leaf Curl" (FATOKUN et al., 1978) et à la virose de mosaïque YVMV (SINGH et al., 1962; PADDA, 1968).

On peut y ajouter nos propres observations à ce sujet sur le matériel végétal ivoirien (cf. § 9.6).

Le cultivar 'Pusa Sawani' doit sa popularité en partie au fait qu'il est tolérant au YVMV qui limite sérieusement la culture en Asie. On s'est toutefois rendu compte que ce cultivar est un porteur de virus sans symptômes. La résistance réelle semble avoir été constatée chez des formes de l'espèce *Abelmoschus manihot* (ARUMUGAM et al., 1975; ARUMUGAM & MUTHUKRISHNAN, 1978; SINGH & THAKUR, 1979) et on essaie de l'incorporer dans le gombo par l'hybridation interspécifique.

Des autotétraploïdes et des amphidiploïdes ont pu être obtenus dans le genre *Abelmoschus* par le traitement à la colchicine (KUWADA & YAMAMOTO, 1954; TANDON, 1955; KUWADA, 1957b, 1966; PATIL, 1963).

10.3 SELECTION EN COTE D'IVOIRE

10.3.1 Introduction

La culture du gombo est faite en Côte d'Ivoire en majeure partie de façon extensive, étant principalement destinée à l'autoconsommation. Traditionnellement on plante quelques pieds autour de la maison ou dans les champs des cultures vivrières, sans application d'engrais ni de produits phytosanitaires. Le maraîchage professionnel est de date plus récente et il se développe rapidement grâce aux programmes de vulgarisation.

Sur la base de la comparaison d'un certain nombre de cultivars introduits et locaux, la SODEFEL (1968, 1970) a porté son choix sur 'Perkins Long Pod' Ivoirien (type SOUDANAIS) pour la distribution aux maraîchers ivoiriens. Son origine est un peu obscure, mais il s'agit vraisemblablement d'un cultivar tropical en provenance du Nigeria. Ses mérites et défauts seront commentés ci-après.

Les exigences du secteur traditionnel quant au matériel végétal sont diamétralement opposées à celles du secteur intensif. Dans le premier cas, on est plutôt intéressé dans des cultivars très robustes, fortement ramifiés, à cycle long, donnant une production étalée dans le temps, très tolérants aux différents aléas.

Il est très intéressant de noter que les deux secteurs se sont procuré un matériel végétal, adapté à leurs conditions particulières, et appartenant à deux espèces botaniques distinctes: le type GUINEEN en culture traditionnelle et le type SOUDANAIS en culture intensive.

L'inventaire exhaustif du matériel végétal local, effectué dans le cadre de la présente étude (cf. chapitre 4), permet maintenant d'étudier plus en détail les caractéristiques de ce matériel et son potentiel pour l'amélioration de la culture. S'ajoutant à nos observations sur la sensibilité aux maladies (cf. § 9.6), sont présentés ci-dessous les résultats de quelques essais variétaux. Il est souligné qu'il s'est agi du tout premier début d'un programme de sélection. Le choix de génotypes ne peut être basé que sur un grand nombre d'observations sous différentes conditions. C'est pourquoi la comparaison variétale est à présent poursuivie par le Centre Horticole de la SODEFEL.

En jugeant les caractéristiques du matériel végétal local, il est utile de se rendre compte qu'elles sont le résultat d'une longue sélection empirique au niveau du petit cultivateur. La sensibilité à la photopériode d'un grand nombre de lignées du type GUINEEN, qui mène (en cas d'un semis au début de la grande saison des pluies) à des périodes végétatives de huit à neuf mois, semble à première vue un gaspillage d'espace et de temps, mais en mélangeant ces lignées avec du matériel plus précoce, le cultivateur se procure du produit frais pendant une grande partie de l'année. Ces formes semi-pérennes se sont enracinées profondément au début de la grande saison sèche, de sorte qu'elles donnent une production raisonnable sans irrigation pendant la saison sèche, quand le produit frais est rare et cher.

La pratique actuelle dans le secteur traditionnel de cultiver un mélange de différents génotypes constitue une bonne assurance contre les situations défavorables, et ce système mérite qu'on lui consacre une attention spéciale.

10.3.2 Protocole expérimental des essais variétaux

Au chapitre 9 (cf. tableau 67) ont été présentés les résultats des observations faites sur la sensibilité aux plus importantes maladies en Basse-Côte d'Ivoire, chez 36 cultivars/lignées précoces de notre collection, fleurissant entre 50 et 70 jours après le semis.

Parmi ces lignées 33 ont été également comparées pour certaines caractéristiques de leur croissance, de leur développement et de leur rendement dans la culture pour les graines. Elles étaient réparties en trois essais.

Le premier essai comprenait 11 lignées locales du type SOUDANAIS et 'Clemson Spineless' en tant que cultivar de référence. Les deux autres essais comprenaient chacun, outre les deux cultivars internationaux ('Clemson Spineless' et 'Perkins Long Pod' Ivoirien), cinq lignées locales du type SOUDANAIS et cinq du type GUINEEN.

Chaque essai était un schéma de quatre blocs randomisés à 12 parcelles par bloc. Une parcelle consistait en un billon de 3 m de longueur, comprenant 20 poquets à une distance de 15 cm. L'écartement entre les billons était de 90 cm, la densité en résultant étant d'à peu près 74 000 poquets/ha. Chaque parcelle était complètement entourée de plantes de bordure du cultivar 'Perkins Long Pod' Ivoirien.

Tableau 68. Comparaison variétale: croissance, développement et rendement dans observées chez 'Clemson Spineless')

No.	Lignées/cultivars	Levée		Floraison		Durée du cycle (jours)
		%	Vitesse (jrs après semis)	Date (jrs après semis)	Noeud	
23	<u>Clemson Spineless</u>					
	Essai no. 1	95	4,2	49	5,1	104
	Essai no. 2	89	4,6	45	6,1	91
	Essai no. 3	89	4,9	44	5,4	88
	<u>Type SOUDANAIS</u>					
1	Abengourou 1	106	108	132 +	154 +	106
2	Abengourou 8	104	113 +	113 +	128 +	102
3	Bécédi 1a	78 -	102	127 +	169 +	108
4	Borotou 1	100	117 +	118 +	129 +	101
5	Borotou 2	98	105	116 +	135 +	105
6	Boundiali 7	84 -	102	124 +	141 +	108
7	Boundiali 14a	104	96	134 +	152 +	118 +
9	Darhala 3	98	106	127 +	159 +	112 +
10	Haute-Volta 2	75 -	95	124 +	125 +	100
11	Iguila 4	87 -	104	134 +	165 +	116 +
12	Korondougou 1	102	98	102	104	98
13	Korondougou 3	102	102	100	100	91 -
14	Koitan 1	95	90 -	108	100	93 -
15	Mbenguebougou 2	99	102	102	96	95
16	Mindiadougou 5	98	96	113 +	136 +	96
17	Mindiadougou 6a	49 -	105	124 +	143 +	103
18	Namboukaha 1	101	100	122 +	155 +	110 +
19	Namboukaha 2	89 -	102	124 +	153 +	107 +
20	Odienné 1	102	98	120 +	131 +	105
21	Saleyé 2	76 -	116	145 +	187 +	126 +
22	Tiémé 1	87 -	100	118 +	133 +	104
25	Perkins Long Pod Iv.	102	98	125 +	167 +	104
	Moyenne	93	103	121	139	105
	<u>Type GUINEEN</u>					
26	Adiopodoumé 3	82 -	139 +	136 +	138 +	129 +
27	Adzopé 1	101	129 +	145 +	157 +	132 +
29	Fouenan 2	85 -	115 +	127 +	128 +	108
30	Kora-Akissikro 1	83 -	143 +	124 +	110	110 +
31	Kora-Akissikro 2	106	129 +	141 +	144 +	130 +
32	Man 2	102	137 +	143 +	143 +	130 +
33	Mindiadougou 9	90	117 +	127 +	143 +	115 +
34	Nanbanakaha 1	79 -	135 +	142 +	128 +	118 +
35	Tarato 2	72 -	127 +	152 +	176 +	118 +
36	Zagné 1	91	120 +	141 +	169 +	120 +
	Moyenne	89	129	138	144	121

la culture pour les graines (résultats exprimés en pour cent des valeurs

Port final			Rendement			
hauteur (cm)	Nombre de noeuds	Inter-noeuds (cm)	Fruits par plante	Poids de la graine (mg)	Graines par fruit	Kg/100 m ²
65	14,1	4,6	3,2	48	71	8,15
43	10,6	4,0	1,6	43	39	2,07
34	9,5	3,6	1,9	45	30	1,93
112	115	97	95	98	220 +	154 +
105	110	95	131	116 +	141 +	204 +
135 +	130 +	105	106	102	138 +	150
109	96	115	78 -	119 +	89	82
109	96	115	84 -	123 +	94	95
130	101	128 +	88	109 +	113	104
100	125 +	78 -	58 -	98	150 +	85
129 +	151 +	86 -	111	98	167 +	181 +
112	87 -	133 +	50 -	117 +	103	59 -
94	122 +	75 -	84	96	153 +	119
92	85 -	109	69 -	115 +	85 -	65 -
100	91	111	72 -	113 +	96	75 -
77 -	74 -	104	69 -	115 +	76 -	61 -
88	83 -	104	84 -	121 +	75 -	76 -
128	120 +	108	100	121 +	144 +	164
83	104	80	66 -	98	107	67 -
105	108	98	59 -	110 +	94	61 -
95	105	91	50 -	119 +	90	56 -
83	96	89	63 -	121 +	87	65 -
165 +	163 +	100	79 -	111 +	153 +	135
149 +	108	140 +	88	116 +	138 +	136
156 +	117 +	131 +	84	104	140 +	119
112	109	104	80	111	121	105
93	125 +	73 -	219 +	112 +	121	296 +
97	168 +	56 -	137 +	93 -	133 +	165 +
86	106	78 -	100	95	103	107
47 -	107	43 -	150 +	107 +	100	171
74	137 +	53 -	126 +	98	147 +	181 +
74	135 +	56 -	132 +	96	130 +	158 +
170 +	126 +	133 +	144 +	102	97	139
58 -	119 +	48 -	150 +	112 +	92	157
118	160 +	72 -	105	122 +	137 +	165 +
76	137 +	56 -	121 +	109 +	123	158 +
89	132	67	138	105	118	170

Les dates de semis des trois essais étaient le 7 août, le 10 octobre et le 16 octobre 1979 respectivement. Trois graines par poquet étaient semées. Un démariage à une plantule par poquet était effectué trois semaines après le semis.

Les observations ont porté sur la levée, la floraison, le port final des plantes, la durée du cycle et le rendement.

10.3.3 Résultats

10.3.3.1 Généralités

Les résultats des trois essais ont été résumés dans le tableau 68. Sauf les résultats du cultivar de référence 'Clemson Spineless', qui sont donnés en valeurs réelles observées dans les trois essais, les résultats des autres cultivars/lignées ont été exprimés - aux fins de présentation synoptique - en pour cent des valeurs du témoin dans les essais respectifs. Les signes moins et plus après le chiffre des résultats indiquent des différences significatives avec le témoin en sens positif ou négatif selon le test t à 5%.

Le premier essai, fait pendant la petite saison des pluies, était caractérisé par un bon niveau de production. Les conditions pour les deux autres essais (grande saison sèche) étaient suboptimales, par suite des quantités limitées d'eau d'irrigation.

10.3.3.2 Levée et floraison

Les semences utilisées pour ces essais ont été récoltées lors de la deuxième évaluation de notre collection et ont toutes été stockées sous les mêmes conditions.

L'importance d'une levée totale et rapide a été soulignée à plusieurs reprises (cf. chapitre 8). Au cours de notre programme d'expérimentation, nous n'avons jamais eu de problèmes concernant le pouvoir germinateur de 'Clemson Spineless'. Il est toutefois connu qu'il existe de grandes différences dans la dureté du testa entre différents génotypes.

Sur les 32 lignées, 13 lignées avaient un pourcentage de levée inférieur au témoin, et 12 avaient une levée plus tardive. Seule Koitan 1 (no. 14) levait plus rapidement que 'Clemson Spineless'.

Les différences dans le pourcentage de levée ne sont pas sous la dépendance des deux types, mais en ce qui concerne la vitesse de levée, le type GUINEEN est généralement plus tardif que le type SOUDANAIS.

Bien que les lignées locales aient été choisies pour leur précocité de floraison, aucune n'est plus précoce que 'Clemson Spineless' et seulement quatre (no. 12-15) du type SOUDANAIS l'égalent à ce point de vue. 'Perkins Long Pod' Ivoirien, vulgarisé en Côte d'Ivoire, est un élément relativement tardif du type SOUDANAIS.

Malgré le fait que le numéro du noeud de la première fleur ne diffère guère entre les deux types, le type GUINEEN entre en floraison en moyenne huit jours plus tard que le type SOUDANAIS, ce qui est en partie lié à la levée tardive.

10.3.3.3 Port final des plantes et durée du cycle

La hauteur de la plante dépend du nombre de noeuds de la tige principale et de la longueur des internoeuds.

'Clemson Spineless' est de taille attractive pour la culture intensive. La longueur de ses internoeuds est moyenne, de sorte qu'il ne devient pas trop haut à la fin de la culture. Il dépasse rarement 1,50 m dans la culture pour les jeunes fruits. D'autre part, les noeuds ne sont pas placés très rapprochés, ce qui aurait rendu la récolte difficile par suite d'un feuillage dense.

'Perkins Long Pod' Ivoirien est un exemple d'un cultivar à internoeuds longs. Dans la culture pour les jeunes fruits, des plantes individuelles de ce cultivar peuvent facilement atteindre 2,50 m de hauteur, de sorte qu'il faut ployer la tige pour récolter les fruits.

Le type GUINEEN est en général de structure ramassée par suite de ses internoeuds courts. Il est de cycle plus long que le type SOUDANAIS, et forme beaucoup plus de noeuds.

10.3.3.4 Rendement

Bien qu'il faille observer une certaine prudence en extrapolant les résultats de la culture pour les graines à ceux de la culture pour les jeunes fruits comestibles, le rendement en graines donne en général une bonne idée de la capacité fructifère de la plante.

Concernant le type SOUDANAIS, seules trois lignées ont donné des rendements (kg/100 m²) significativement plus élevés que le cultivar de référence. Aucune ne donne plus de fruits par plante, mais les lignées locales dépassent en général 'Clemson Spineless' quant aux autres composants du rendement.

Grâce à leur cycle de culture plus long, toutes les lignées du type GUINEEN dépassent, ou égalent au moins, le rendement du témoin.

10.3.4 Discussion et conclusions

10.3.4.1 Type SOUDANAIS

Les mérites de 'Clemson Spineless' en culture intensive sont évidents. Il réunit une bonne levée, une floraison précoce, une taille attractive et une production élevée dans un court délai. Il est par contre très sensible aux maladies et ravageurs (cf. § 9.6), de sorte que sa culture est à déconseiller sans un contrôle phytosanitaire intensif.

Ceci est également valable pour 'Perkins Long Pod' Ivoirien, vulgarisé à présent en Côte d'Ivoire. De plus, il est de très grande taille, ce qui peut rendre difficile la récolte à la fin de la culture. Les essais sur sa réaction à la photopériode (cf. § 6.6.4) ont montré qu'il est risqué de le vulgariser sur la totalité du territoire ivoirien.

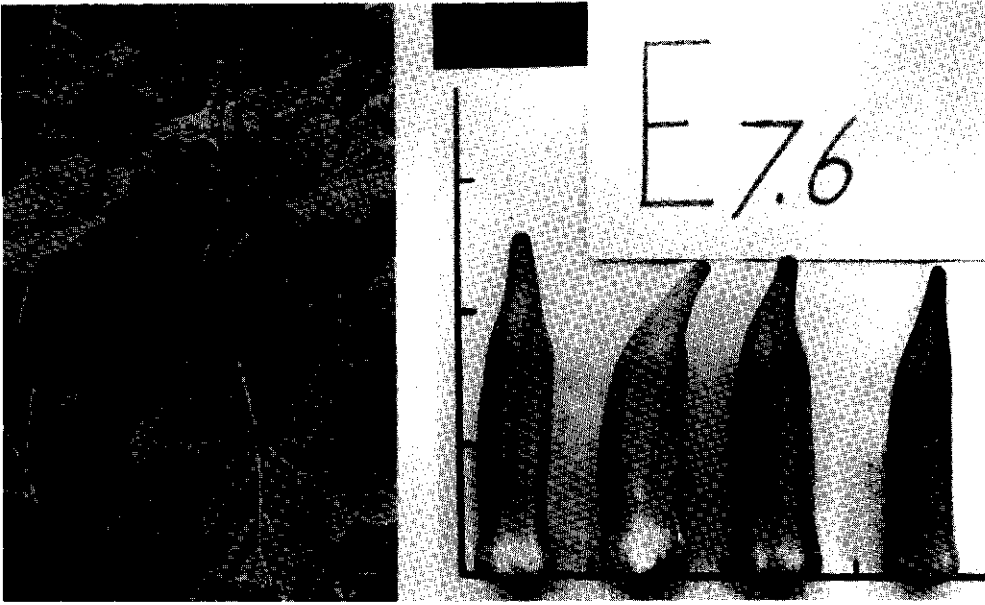
Parmi les trois lignées qui ont donné, dans les présents essais, un rendement plus élevé que 'Clemson Spineless', Darhala 3 s'est avérée également la plus tolérante aux maladies (cf. § 9.6).

Cette lignée (photo 20) lève bien, fleurit une dizaine de jours plus tard que 'Clemson Spineless', a des internoeuds un peu plus courts, des feuilles peu lobées et des fruits de couleur vert pâle. A maturité, les capsules ne s'ouvrent que partiellement.

10.3.4.2 Type GUINEEN

L'impressionnante tolérance du type GUINEEN aux maladies et ennemis a été mise en évidence au § 9.6, ce qui explique sa prédominance dans les systèmes de production traditionnels.

Photo 20. Habitus et fruits de Darhala 3 (type SOUDANAIS)



La photo 21 présente deux exemples extrêmes de son habitus et de son type de fruits. Mindiadougou 9 est de taille très grande par suite de ses internoeuds longs. Elle donne des fruits courts et larges de couleur vert jaune.

Nanbanakaha 1 présente un habitus ramassé à internoeuds très courts, et des fruits longs de couleur vert foncé.

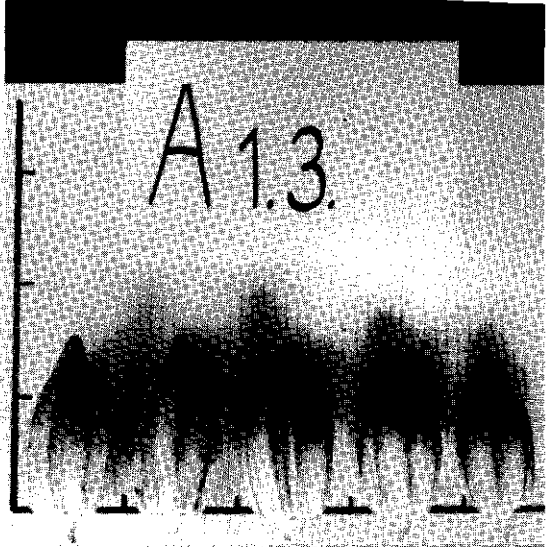
Malgré l'image générale de tardivité, d'un habitus peu attractif, de sensibilité à la photopériode et d'un long cycle de culture, que présente la population des gombos du type GUINEEN, nous sommes d'avis que la sélection au sein de cette population peut donner des lignées très productives et tolérantes, qui de plus sont suffisamment précoces et de taille attrayante pour convenir à la culture commerciale.

10.4 CONCLUSIONS

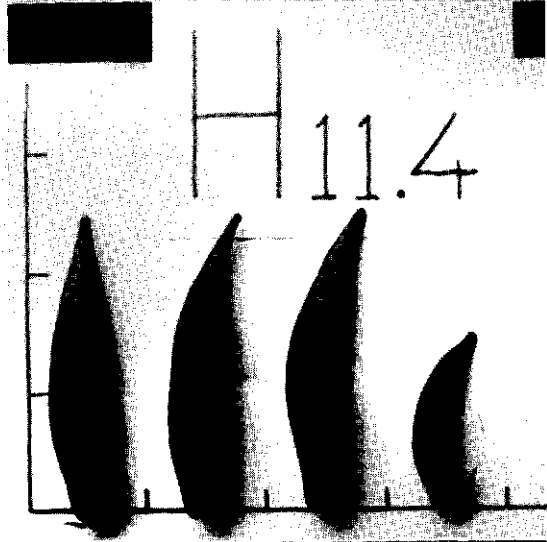
La sélection, notamment aux Etats-Unis et en Inde, dans l'espèce *Abelmoschus esculentus* a abouti à des cultivars très attractifs tels que 'Clemson Spineless' et 'Pusa Sawani', qui conviennent bien à la culture intensive. Leur utilisation en Côte d'Ivoire est toutefois

Photo 21. Habitus et fruits de deux lignées du type GUINEEN
a: Mindiadougou 9 b: Nanbanakaha 1

a



b



à déconseiller si on ne peut pas effectuer un contrôle phytosanitaire intensif, parce qu'ils sont très sensibles aux maladies et ravageurs.

Nos études préliminaires sur les potentialités de résistance ou de tolérance du matériel végétal local de cette espèce (type SOUDANAIS), y inclus le 'Perkins Long Pod' Ivoirien, ont été décevantes. Seules les lignées Darhala 1 et Darhala 3 ont montré une tolérance raisonnable aux principales maladies en Basse-Côte d'Ivoire (cf. § 9.6), mais elles n'ont pas la précocité et l'habitus attractif d'un 'Clemson Spineless' (internoeuds de longueur moyenne, feuilles profondément divisées).

La tolérance aux maladies et ennemis est par contre impressionnante chez le gombo du type GUINEEN, ce qui explique pourquoi il constitue le matériel végétal préféré dans les systèmes de production traditionnels.

Cette espèce, par suite de son adaptation à la culture extensive, est en général plus tardive, plus robuste et à cycle plus long que le type SOUDANAIS, mais elle présente une variabilité suffisamment grande pour entreprendre une sélection axée sur la culture intensive.

Au § 4.7, il a été démontré que l'hybridation interspécifique type SOUDANAIS × type GUINEEN réussit bien dans les deux sens. Les plantes hybrides sont vigoureuses, mais très peu fertiles. Nous avons toutefois obtenu des quantités appréciables de graines sur ces plantes hybrides sous conditions de pollinisation libre (cf. tableau 18), probablement par rétrocroisement (apport par insectes du pollen fertile des espèces parentales).

Après la première étape de sélection directe des formes attractives présentes dans le matériel végétal local, l'amélioration du matériel végétal pourrait ultérieurement comprendre la sélection généalogique dans les populations issues d'hybridation, en essayant de combiner les caractéristiques désirables d'un 'Clemson Spineless' à la tolérance aux aléas locaux du matériel végétal local.

APPENDICE 1. LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES UTILISES DANS LA PRESENTATION DES RESULTATS

ORSTOM	= Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris
SODEFEL	= Société de Développement de la Production des Fruits et Légumes, Ministère de l'Agriculture, Abidjan, Côte d'Ivoire
WAG	= Herbarier de l'Université Agronomique de Wageningen, Pays-Bas
CS	= 'Clemson Spineless'
PS	= 'Pusa Sawani'
LG	= 'Long Green'
PDS	= 'Perkins Dwarf Spineless'
PLPI	= 'Perkins Long Pod' Ivoirien
DAR	= Darhala 1
DJIR	= Djiroutou 1
JF	= culture pour les jeunes fruits
GR	= culture pour les graines
jrs	= jours
nbre	= nombre
sem.	= semaines
m.s.	= matière sèche
méq	= milliéquivalents
ppm	= parties par million
2n	= nombre somatique de chromosomes
n	= nombre chromosomique des gamètes
\bar{X}	= valeur moyenne
s	= écart-type ("standard deviation")
s^2	= variance résiduelle
s_1^2, s_2^2, s_3^2	= erreur, en cas d'un schéma "split-plot", des parcelles d'ordre primaire, secondaire et tertiaire respectivement
*	= seuil de signification statistique 5%
**	= seuil de signification statistique 1%
n.s.	= différence non significative au seuil de 5%
CV	= coefficient de variation
r	= coefficient de corrélation
d.l.	= degrés de liberté
ppds (5%)	= plus petite différence significative à 5% (test t)

Note: les mêmes lettres après les résultats des traitements indiquent que ces traitements ne révèlent pas de différences significatives selon le test t au seuil de 5%. Parfois ces lettres sont encore suivies d'un chiffre. Dans ce cas, la présentation des différences par les lettres n'est valable qu'à l'intérieur d'un groupe, caractérisé par le même chiffre.

PENDICE 2. ORIGINES (cf. fig. 4) ET NUMEROS D'HERBIER DE LA COLLECTION DU
MATERIEL VEGETAL DE GOMBO (A) ET D'AUTRES ESPECES D'ABELMOSCHUS ET
LEGUMES TRADITIONNELS (B)

325 cultivars/lignées de gombo (type S = SOUDANAIS; type G = GUINEEN)

Nom	Type		Ori- gine fig.4	Herbier WAG SIEM No.	Nom	Type		Ori- gine fig.4	Herbier WAG SIEM No.	
	S	G				S	G			
BENGOUROU	1	x	27/56	99	BOKALA	1	x	45/44	289	
	2	x	27/56	268		2	x	45/44	290	
	3	x	27/56	269	BONZO	1	x	43/16	291	
	4	x	27/56	270		2	x	43/16	292	
	5	x	27/56	271		4	x	43/16	293	
	6	x	27/56	272	BOROTOU	5	x	43/16	103	
	7	x	27/56	100		1	x	49/14	4, 5	
	8	x	27/56	101		2	x	49/14	6, 7	
	BIE	9	x	27/56	273	BOTRO	1	x	39/38	294
2a		x	17/52	149,362	2		x	39/38	295	
2b		x	17/52	150,151	BOUAFLE	1b	x	29/32	171,172	
BOBO-GARE	1a	x	11/52	152		2	x	29/32	173,174	
	1b	x	11/52	153		3	x	29/32	175,176	
DIOPODOUME	2	x	11/52	363	BOUAKE	1	x	37/40	177	
	1a	x	11/50	154		BOUNA	1	x	55/62	296
	1b	x	11/50	-			2	x	55/62	297
	3	x	11/50	155	BOUNDIALI	3	x	55/62	298	
	4	x	11/50	156,157		1a	x	57/24	178,364	
	5	x	11/50	158,159		1b	x	57/24	130	
DOZOPE	6	x	11/50	1, 2	2	x	57/24	8, 9,131		
	1	x	21/52	160,161	3	x	57/24	10,132		
	2	x	21/52	162,163	4	x	57/24	11, 12		
DIASSUE	1	x	25/54	274	5	x	57/24	13, 14,133		
	2	x	25/54	-	6a	x	57/24	15,134		
	3	x	25/54	275	6b	x	57/24	16, 17,135		
	4	x	25/54	276	7	x	57/24	18, 19		
DADA	1	x	41/36	277	10a	x	57/24	179		
	2	x	41/36	278	10b	x	57/24	180		
DAMIA	1	x	51/60	279	11	x	57/24	20, 21		
	2	x	51/60	280	12	x	57/24	22, 23		
	3	x	51/60	281	14a	x	57/24	24		
	4	x	51/60	282	14b	x	57/24	25		
	5	x	51/60	283	15	x	57/24	26, 27		
DECEDI	1a	x	13/44	3,129	DABADOUYOU	1	x	57/18	28, 29	
	1b	x	13/44	164		2	x	57/18	30	
DEYO	1	x	11/28	284	DAOUKRO	2	x	31/50	181,182	
DIANKO	1	x	43/14	102	DARHALA	1	x	45/48	104	
DIANKOUMA	1a	x	39/12	165		2	x	45/48	299	
	1b	x	39/12	166		3	x	45/48	105	
	2a	x	39/12	167		4	x	45/48	300	
	2b	x	39/12	168		5	x	45/48	106	
	LANGOUADE	1	x	37/12		169,170	6	x	45/48	-
DUCANDA	1	x	29/46	285	7	x	45/48	-		
	2	x	29/46	286	DEPINGO	1	x	47/56	-	
	3	x	29/46	287		2	x	47/56	301	
	4	x	29/46	288		3	x	47/56	302	
4						x	47/56	303		

APPENDICE 2. -suite-

Nom	Type S G	Ori- gine fig.4	Herbier WAG SIEM No.	Nom	Type S G	Ori- gine fig.4	Herbier WAG SIEM No.
DIALAKORO	1	x	43/32 304	GUENDE	1	x	39/60 319
	2	x	43/32 -		2	x	39/60 320
	3	x	43/32 -		3	x	39/60 321
	4	x	43/32 -	GUINGLO	1	x	29/14 191,192
	5	x	43/32 305		2a	x	29/14 -
DIVO	2	x	17/36 306		2b	x	29/14 -
	3	x	17/36 307		3	x	29/14 193,194,3
DJIROUTOU	1	x	11/16 308,373-377	HAUTE-VOLTA	1	x	H-V 115
	2	x	11/16 309		2	x	H-V 116
	3	x	11/16 310		3	x	H-V 117
DODO	2	x	3/18 -	IGUILA	1	x	37/60 -
DUPUY-YAO	1	x	17/42 183-185		2	x	37/60 322
EREMANKONO	1	x	17/40 -		3	x	37/60 -
FARAKO	2	x	47/60 -		4	x	37/60 118
	3	x	47/60 107		5	x	37/60 323
	4	x	47/60 -		6	x	37/60 324
	5	x	47/60 -		7	x	37/60 119
	6	x	47/60 108	KAKPIN	1	x	47/54 325
	7	x	47/60 109		2	x	47/54 326
FARAKOOU	1	x	53/36 31, 32		3	x	47/54 327
FASSELEMON	3	x	55/46 311	KANASO	1	x	53/12 37, 38
FEREMANDOUGOU	1a	x	51/12 33		3a	x	53/12 39, 40
	1b	x	51/12 34		3b	x	53/12 -
FONSEBOUGOU	1	x	MALI 110	KAPELE	2	x	43/12 328
	4	x	MALI 111		3	x	43/12 329
FOUENAN	1a	x	41/12 186,187		4	x	43/12 330
	1b	x	41/12 -	KATI	1	x	23/14 331
	2	x	41/12 188,189		2	x	23/14 -
FOUNGOUSSO	1	x	39/12 35, 36		3	x	23/14 -
GABO	2	x	5/22 312		4	x	23/14 -
	3	x	5/22 -	KATIONO	1	x	43/40 195,196
	4	x	5/22 112	KOEBONOU	1	x	57/56 120
	5	x	5/22 -		3	x	57/56 -
GOLE	1	x	41/64 313	KOITAN	1	x	57/54 121
	2	x	41/64 113		2	x	57/54 122
	3	x	41/64 314		3	x	57/54 -
	4	x	41/64 114		4	x	57/54 -
	5	x	41/64 -	KOMBORODOUGOU	1	x	55/36 41, 42
	6	x	41/64 -	KORA-AKISSIKRO	1	x	35/46 197,198
	7	x	41/64 315		2	x	35/46 199,200
GOMBODOUGOU	1	x	45/50 316	KORHOGO	1a	x	55/34 43
	2	x	45/50 -		1b	x	55/34 44
	4	x	45/50 317	KORONDOUGOU	1	x	55/12 45, 46
	5	x	45/50 318		2	x	55/12 47, 48
GREGBEU	1	x	27/22 190		3	x	55/12 49, 50

PENDICE 2. -suite-

n	Type		Herbier WAG		Nom	Type		Herbier WAG	
	S	G	Ori- gine fig.4	SIEM No.		S	G	Ori- gine fig.4	SIEM No.
SSOU	1	x	29/34	201	MINDIADOUGOU	8a	x	53/12	73
JN-FAO	1	x	35/58	332		8b	x	53/12	219,220
	2	x	35/58	-		9	x	53/12	221
	3	x	35/58	-		10	x	53/12	222
	4	x	35/58	333	NAFANA	2	x	53/42	343
	5	x	35/58	334		3	x	53/42	-
JROUKOUNA	1	x	55/38	202,203	NAMBOUKAHA	1	x	61/38	74, 75
	2a	x	55/38	-		2	x	61/38	76, 77
	2b	x	55/38	204-206	NANBANAKAHA	1	x	49/38	223,367
	3	x	55/38	207		3	x	49/38	78, 79
	4	x	55/38	208, 366	NERE	2	x	41/64	-
DUSOUSOU	1	x	27/36	209,210		3	x	41/64	344
MBIRA	1	x	47/58	123		4	x	41/64	-
	2	x	47/58	-	NGOLODOUGOU	1	x	53/38	-
	4	x	47/58	335		3	x	53/38	-
	5	x	47/58	336		4	x	53/38	345
NGUEKORO	1	x	41/18	-	NIANDO	2	x	29/58	-
	2	x	41/18	-	NIGER	1	x	NIGER	125
	3	x	41/18	337	NOBOUAGUI	1	x	7/24	346
	4	x	41/18	-		2	x	7/24	-
DINANI	2	x	57/22	51, 52		3	x	7/24	-
	3	x	57/22	53, 54	ODIENNE	1	x	57/12	80, 81,137
	2	x	33/12	211,212	PANGALADOUGOU	1	x	53/38	224,368
	3	x	35/12	213	PETEYE	2	x	45/62	-
	4a	x	35/12	214		3	x	45/62	-
	4b	x	35/12	-		4	x	45/62	-
	5	x	33/12	215,216		6	x	45/62	347
NGO	1	x	49/60	338	POEFELE	2	x	41/40	348
	2	x	49/60	-		5	x	41/40	-
	3	x	49/60	124		8	x	41/40	-
	4	x	49/60	-	POKAHA	1	x	55/36	82, 83
NKONO	1	x	41/28	339	POUNIE	2	x	3/14	349
	2	x	41/28	-		4	x	3/14	-
	3	x	41/28	340		6	x	3/14	-
	4	x	41/28	341		7	x	3/14	-
PINA	2	x	57/46	-		8	x	3/14	126
	3	x	57/46	342	SABOUKBA	1	x	47/60	-
ENGUEBOUGOU	1	x	57/32	55-57		2	x	47/60	-
	2	x	57/32	58, 59		3	x	47/60	350
MINDIADOUGOU	1	x	53/12	60, 61	SAKRE	1	x	15/14	351
	2	x	53/12	62-64	SALEYE	1	x	43/62	352
	3	x	53/12	65, 66, 136		2	x	43/62	127
	4	x	53/12	67, 68		3	x	43/62	-
	5	x	53/12	69, 70		4	x	43/62	353
	6a	x	53/12	71		5	x	43/62	-
	6b	x	53/12	72	SEGUEKELE	2	x	57/28	84-86
	7	x	53/12	217,218	SEGUELA	3	x	41/22	354

APPENDICE 2. -suite-

Nom	Type S G	Ori- gine fig.4	Herbier WAG SIEM No.	Nom	Type S G	Ori- gine fig.4	Herbier SIEM No.		
SIANA	1	x	41/24	355	ZAGNE	1	x	19/14	360
	2	x	41/24	-		2	x	19/14	361
	3	x	41/24	356	ZALA	2a	x	43/12	244, 245
	4	x	41/24	357		2b	x	43/12	246
SIEMPURGO	2	x	57/26	225, 226		2c	x	43/12	247
SINANVESSOU	1	x	37/42	227, 228, 369		3	x	43/12	248
TARATO	1	x	57/30	229, 230		4	x	43/12	249, 250
	2	x	57/30	231, 232		5	x	43/12	251, 252
TIEME	1	x	57/16	87, 88		6a	x	43/12	253, 254
	2a	x	57/16	89, 90		6b	x	43/12	255
	2b	x	57/16	91, 92		7	x	43/12	256, 257
TOUBA	1a	x	43/12	233, 370	ZEPREGUE	1	x	29/26	258, 259
	1b	x	43/12	234, 235		2	x	29/26	260, 261
	2	x	43/12	236, 237		3a	x	29/26	262
	3	x	43/12	238, 239		3b	x	29/26	263
	4	x	43/12	240, 241		4a	x	29/26	264, 265
TOUMBA	1	x	51/12	93, 94		4b	x	29/26	266, 267
	2	x	51/12	95, 96	CS		x		138-140
	3a	x	51/12	371	PS		x		141, 142
	3b	x	51/12	372	PLPI		x		143, 144
	4	x	51/12	97, 98	LG		x		145, 146
WANGO-FITINI	1	x	57/50	-	PDS		x		147, 148
YAKASSE ME	1	x	17/52	242, 243					
YALO	1	x	55/60	128					
	2	x	55/60	358					
	3	x	55/60	359					

B. AUTRES ESPECES D'ABELMOSCHUS ET LEGUMES TRADITIONNELS

Nom	Herbier WAG SIEM No.	Nom	Herbi WAG SIEM
Abelmoschus manihot (L.) Medikus	378-380	Solanum sp. "Ndrowa"	406-4
Abelmoschus moschatus Medikus	381, 382	Solanum sp. "Gnganngan"	413-4
Hibiscus sabdariffa L.	383	Solanum sp. "Gojoh"	420-4
Corchorus olitorius L.	384	Solanum macrocarpon L.	424-4
Amaranthus cruentus L.	385, 386	Solanum melongena L.	427, 4
Solanum nigrum L.	387-397	Vigna unguiculata (L.) Walp.	429-4
Basella alba L.	398	Phaseolus lunatus L.	432, 4
Gynandropsis gynandra Briq.	399, 400	Cajanus cajan (L.) Millsp.	434
Sesamum radiatum Schum. & Thonn.	401, 402	Cucumeropsis mannii Naudin	435, 4
Celosia argentea L.	403-405	Citrullus sp.	437-4

RESUME

Les données pour la présente étude ont été collectées en Côte d'Ivoire pendant la période 1977-1980.

Le premier objectif de l'étude était la description de la culture traditionnelle du gombo et, en particulier, de faire une évaluation du matériel végétal local, en vue de déterminer ses potentialités pour l'amélioration de la culture.

Le deuxième objectif du programme était la mise en évidence des contraintes agronomiques dans la culture intensive, et l'examen des moyens d'y remédier.

Les dénombrements des légumes offerts sur 18 grands marchés régionaux (cf. chapitre 2) nous ont permis de constater que le gombo fait partie des légumes-fruits les plus importants en Côte d'Ivoire. Ses jeunes fruits sont vendus soit sous forme fraîche, soit sous forme séchée. Dans l'ouest du pays surtout, le gombo est également un légume-feuille important.

Les légumes indigènes sont traditionnellement plantés dans les champs des cultures vivrières. L'inventaire d'un grand nombre de ces champs dans différentes parties du pays, a montré que l'activité horticole est surtout importante dans les champs à dominance d'igname et à dominance d'arachide. L'igname et l'arachide sont en général cultivées respectivement en tête et en fin de la rotation. Quelle que soit la région ou le type de champ, le gombo est une des espèces les plus fréquentes dans ces associations.

La popularité de ce légume ressort davantage encore des données bibliographiques sur la consommation légumière en Côte d'Ivoire.

S'il existe une ample information bibliographique sur la culture du gombo dans les régions subtropicales, elle est beaucoup moindre sur sa culture dans les régions tropicales, notamment les parties (sub)équatoriales. Des recommandations globales pour la culture intensive en Côte d'Ivoire ont été formulées par la SODEFEL (Société de Développement de la Production des Fruits et Légumes).

Notre programme d'expérimentation a permis d'étudier en détail le matériel végétal local (chapitre 4), la production et la distribution de la matière sèche (chapitre 5), l'influence de certains facteurs écologiques (chapitre 6), la nutrition minérale (chapitre 7), les méthodes culturales (chapitre 8), les maladies et ennemis des cultures (chapitre 9) et l'amélioration et la sélection (chapitre 10).

Sur la base d'une collection de 314 lignées locales, qui a été établie dans le cadre de la présente étude, une série d'essais expérimentaux a mis en évidence (cf. chapitre 4) que le matériel végétal du gombo en Côte d'Ivoire comprend deux taxons très distincts sur les plans morphologique, cytogénétique et agronomique.

La morphologie du taxon, appelé SOUDANAIS, correspond à la description botanique d'*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Son nombre chromosomique ($2n = 130-144$) se situe entre les extrêmes rapportés pour cette espèce.

Le taxon, appelé GUINEEN, a des caractéristiques morphologiques intermédiaires entre *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench et *A. manihot* (L.) Medikus. Son nombre chromosomique ($2n = 184-200$), le plus élevé observé dans le genre, renforce l'hypothèse qu'il pourrait s'agir d'un amphidiploïde entre ces deux espèces.

Le comportement du type GUINEEN lors des hybridations avec les espèces supposées parentales, ressemble à celui de l'amphidiploïde artificiel entre *Abelmoschus esculentus* et *A. manihot*, réalisé au Japon.

L'hybridation interspécifique entre le type SOUDANAIS et le type GUINEEN réussit bien dans les deux sens. Les plantes hybrides sont vigoureuses, mais très peu fertiles. Nous avons toutefois obtenu des quantités appréciables de graines sur ces plantes hybrides sous conditions de pollinisation libre, probablement par rétrocroisement (apport par insectes du pollen fertile des espèces parentales).

Le type GUINEEN a presque complètement supplanté le gombo "ordinaire" (type SOUDANAIS) dans la culture traditionnelle en zone forestière.

L'analyse de croissance (cf. chapitre 5) a montré que le premier mois peut être décisif pour la réussite de la culture. Le taux rela-

taf de croissance (RGR) diminue en général avec l'âge des plantes et un retard dans la croissance initiale peut être difficilement rattrapé. La fragilité des jeunes plantules les rend très susceptibles à des modifications dans les méthodes culturales.

Le rendement élevé tant en jeunes fruits qu'en graines (deuxième essai) de la lignée du type GUINEEN par rapport aux trois cultivars/lignées du type SOUDANAIS, était lié à sa capacité de garder plus longtemps suffisamment de feuilles. La longue durée de sa phase générative semble très intéressante pour les jardins familiaux, où l'objectif est plutôt une production étalée dans le temps.

Une différence significative dans la production de matière sèche entre la culture pour les jeunes fruits et la culture pour les graines n'a pu être mise en évidence, bien que chez les cultivars à phase générative longue (type GUINEEN) cette production ait tendance à être plus élevée dans la culture pour les jeunes fruits que dans la culture pour les graines.

Dans la culture pour les graines, une plus grande proportion de la matière sèche se trouve canalisée vers les parties génératives. On peut en déduire que pour le meilleur rendement en jeunes fruits, il faut récolter aussi tard que possible et que le permettent les exigences concernant la qualité du produit.

Les différences entre les cultivars quant au rapport parties génératives/parties végétatives étaient principalement dues aux durées différentes de la phase végétative et de la phase générative. Floraison précoce et sénescence tardive sont d'importants objectifs de sélection.

La distribution ultérieure entre racines, feuilles et tiges, de la matière sèche présente dans les parties végétatives, était indépendante du cultivar ou du type de culture (jeunes fruits ou graines). Des différences entre les cultivars ont été constatées plutôt à l'intérieur des organes principaux de la plante, à l'intérieur des feuilles entre pétiole et limbe par exemple, et à l'intérieur des fruits mûrs entre graine et péricarpe.

L'étude de l'influence de facteurs écologiques (cf. chapitre 6) a permis de constater que les meilleures périodes de semis en culture non irriguée pour le type SOUDANAIS se situent tout au début de la grande et de la petite saison des pluies (mars et août). Les résultats suboptimaux de semis dans d'autres périodes semblent princi-

pablement dus à la répartition pluviométrique (excès et manque d'eau) et aux maladies et ennemis des cultures. La deuxième saison des pluies est toutefois moins sûre que la première, et certaines années le semis en août risque de souffrir d'une pluviométrie insuffisante.

Le numéro du noeud du premier bouton floral est indépendant de la vitesse de croissance de la plante, mais il est positivement corrélié à la durée de la photopériode et/ou à la température. La réaction à la photopériode se manifeste en Basse-Côte d'Ivoire de façon quantitative, étant donné qu'aucune lignée du type SOUDANAIS de notre collection ne s'est avérée avoir une photopériode critique inférieure à 12 heures et demie.

Le type GUINEEN a en moyenne des photopériodes critiques plus courtes que le type SOUDANAIS, et le semis au début de la grande saison des pluies en Basse-Côte d'Ivoire, peut donner lieu à des périodes végétatives de huit à neuf mois. La longue durée de la culture qui en résulte explique le fait que sa répartition géographique est limitée aux régions les plus humides de l'Afrique de l'Ouest.

Trois essais en serre sur le photopériodisme ont été exécutés à Wageningen.

Ils ont montré que des photopériodes allant de 10 à 18 heures ont peu d'influence sur l'initiation florale des trois cultivars subtropicaux 'Clemson Spineless', 'Pusa Sawani' et 'Long Green', mais ces cultivars montrent une réaction quantitative en ce qui concerne l'anthèse. Les retards dans la date d'anthèse sous des photopériodes longues sont dus à l'avortement de boutons floraux et à une croissance plus lente des boutons persistants.

Par contre, 'Perkins Long Pod' Ivoirien, le cultivar vulgarisé en Côte d'Ivoire, a sa photopériode critique entre 13 heures et demie et 14 heures pour l'initiation florale et entre 13 heures et 13 heures et quart pour l'anthèse et la fructification. En-dessous de ces photopériodes critiques, il réagit de façon quantitative. Son anthèse et sa fructification sont déjà négativement affectées de façon importante sous des photopériodes de plus de 12 heures à 12 heures et demie. Quoiqu'il se comporte relativement bien en Basse Côte d'Ivoire, il semble risqué de le vulgariser sur la totalité du territoire ivoirien.

En conformité avec le comportement floral sous conditions naturelles, une photopériode critique située entre 12 heures et 12 heures

40 minutes a été constatée en serre pour Adiopodoumé 1a, une lignée du type GUINEEN.

Un essai d'ombrage a permis de constater qu'une réduction de l'ensoleillement de 50% pendant les trois premières semaines influe négativement sur les rendements. Un taux d'ombrage de 25% pendant le reste du cycle a tendance à influencer également de façon négative sur les rendements mais ceci n'a pu être mis en évidence statistiquement.

L'évaluation de l'assimilation des macro-éléments N, P, K, Ca et Mg (cf. chapitre 7) a été faite par l'analyse chimique des plantes provenant du deuxième essai de l'analyse de croissance. Chez deux cultivars cultivés chacun séparément pour les jeunes fruits et pour les graines, l'évaluation de l'assimilation n'a mis en évidence aucune absorption sélective d'un certain élément en fonction du cultivar ou du type de culture. Les différences dans les besoins pouvaient s'expliquer par les différences dans les quantités totales de matière sèche produites.

La teneur en macro-éléments de la matière sèche totale cumulée est élevée dans les jeunes plantules, diminue avec l'âge de la culture, mais se stabilise à peu près à partir de 11 semaines. Dans cette étude, la matière sèche totale produite pendant toute la durée de la culture, contenait en moyenne 1,9% d'azote, 0,2% de phosphore, 1,2% de potassium, 1,6% de calcium et 0,7% de magnésium.

L'évolution des besoins dans le temps montre que l'enfouissement avant le semis des éléments qui sont facilement lessivés, comme l'azote et le potassium, est peu efficace, l'assimilation étant négligeable pendant le premier mois de la culture. Même après le premier mois, la durée de la culture rend préférables des apports fractionnés, qui peuvent toutefois être limités à la phase préflorale chez les cultivars à phase générative relativement courte (type SOUDANAIS).

Chez les cultivars à phase générative longue (type GUINEEN), cultivés pour les graines, la baisse de la production de matière sèche dès la maturation des fruits, environ un mois après l'anthèse, permet de penser qu'une dernière application d'engrais au début de la période générative devrait également suffire. Plusieurs applications après l'anthèse semblent justifiées dans le cas de besoins soutenus pendant la période générative, comme observé pour la lignée du type

GUINEEN, Djiroutou 1, cultivée pour les jeunes fruits. Elle a produit 7,4 t/ha de matière sèche, contenant 133 kg d'azote, 14 kg de phosphore, 80 kg de potassium, 114 kg de calcium et 49 kg de magnésium. Plus de la moitié de ces quantités ont été absorbées pendant la période générative.

Comparé au reste de la plante, le produit utile, à savoir les jeunes fruits comestibles ou les graines, est riche en azote, en phosphore et en potassium, et pauvre en calcium et en magnésium. L'exportation d'azote, de phosphore et de potassium peut facilement s'élever à 50% des besoins totaux de la culture.

Sous les conditions de la Basse-Côte d'Ivoire, les températures du sol sont souvent supra-optimales et elles ont une influence négative, soit directe soit indirecte, sur la levée et sur la croissance initiale.

Les expérimentations (cf. chapitre 8) ont montré l'effet bénéfique pendant la phase initiale de la croissance, des méthodes culturales qui ont un effet dépressif sur la température du sol: paillage, arrosage juste avant la pleine chaleur, et emplacement des poquets de semis sur le flanc des billons le moins exposé au soleil.

Le gombo est connu pour sa germination et sa levée capricieuses. C'est en pépinière que les meilleurs soins culturaux peuvent être réalisés pendant la phase initiale de la croissance, par suite de la surface réduite à superviser. Le semis en pépinière, suivi de repiquage, n'est toutefois guère pratiqué, car les plantules de gombo qui ont plus de deux semaines d'âge supportent mal le repiquage à racines nues. Ce fait a été mis en évidence dans un essai de repiquage.

D'après les données bibliographiques, la densité de plantation optimale pour les cultivars commerciaux modernes est de l'ordre de 150 000 pieds/ha. Il est généralement estimé que la densité optimale pour les cultivars locaux tardifs et robustes est beaucoup plus faible.

Dans un essai, comprenant des densités allant de 20 000 à 80 000 pieds/ha, et des rapports entre la distance inter- et intra-ligne variant de 1 : 1 à 6 : 1, le meilleur dispositif, du point de vue rendement et facilité de récolte, s'avérait être 100 × 17 cm (60 000 pieds/ha) pour le cultivar 'Perkins Long Pod' Ivoirien, vulgarisé en Côte d'Ivoire.

Les plus importantes maladies cryptogamiques constatées pendant nos expérimentations en Basse-Côte d'Ivoire (cf. chapitre 9), ont été la fonte des semis (*Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby), la fusariose vasculaire (*Fusarium oxysporum* Schlecht) et la cercosporiose (*Cercospora abelmoschi* Ell. & Everh.). *Oidium abelmoschi* Thüm. est surtout fréquent dans la moitié nord du pays.

Les dégâts par insectes étaient principalement dus au grillon *Brachytrupes membranaceus* (Drury), aux altises du genre *Podagrica*, aux "bollworms" *Earias biplaga* Wlk. et *Pectinophora gossypiella* (Saund.) et au coléoptère *Anomala denuda* Arrow.

La virose de mosaïque (OMV), transmise par *Podagrica*, est très répandue, mais les dégâts sont beaucoup moins importants que ceux dus au "Leaf Curl", transmis par *Bemisia tabaci* (Genn.).

Les nématodes du genre *Meloidogyne* constituent un problème majeur dans la culture du gombo. Le fait que ce problème ne soit pas apparu sur notre terrain d'essai pourrait être dû à la prédominance de *Panicum maximum* Jacq., mauvaise plante-hôte, pendant les périodes de jachère entre les cultures successives de gombo.

Les traitements phytosanitaires de routine, pratiqués dans les essais (quintozène contre la fonte des semis; manèbe + carbatène contre les champignons foliaires; HCH contre les grillons et courtilières; carbaryl + parathion contre les autres insectes) ont permis de réaliser en général de bons rendements dans les essais.

Le screening variétal effectué a montré que le gombo du type GUINEEN est beaucoup plus tolérant aux maladies et ennemis que le gombo du type SOUDANAIS, ce qui explique pourquoi le premier est le matériel végétal préféré dans la culture traditionnelle (sans traitements phytosanitaires) en zone forestière.

La sélection (cf. chapitre 10), notamment aux Etats-Unis et en Inde dans l'espèce *Abelmoschus esculentus*, a abouti à des cultivars très attractifs tels que 'Clemson Spineless' et 'Pusa Sawani', qui conviennent bien à la culture intensive. Leur utilisation en Côte d'Ivoire est toutefois à déconseiller si on ne peut pas effectuer un contrôle phytosanitaire intensif, parce qu'ils sont très sensibles aux maladies et ravageurs.

Nos études préliminaires sur les potentialités de résistance ou de tolérance offertes par le matériel végétal local d'*Abelmoschus esculentus* (type SOUDANAIS) se sont révélées décevantes.

Par contre la tolérance aux maladies et ennemis s'est avérée être impressionnante chez le gombo du type GUINEEN. Cette espèce, par suite de son adaptation à la culture extensive, est en général plus tardive, plus robuste et à cycle plus long que le type SOUDANAIS, mais elle présente une variabilité suffisamment grande pour entreprendre une sélection axée sur la culture intensive.

Après la première étape de sélection directe des formes attractives présentes dans le matériel végétal local telle que nous l'avons mise en route, on pourrait ultérieurement envisager l'amélioration par sélection généalogique dans les populations issues d'hybridations, en essayant de combiner les caractéristiques désirables d'un 'Clemson Spineless' à la tolérance aux aléas locaux du matériel végétal local.

SAMENVATTING

De gegevens voor deze studie werden verzameld in Ivoorkust gedurende de periode 1977-1980.

Het eerste doel van de studie was de traditionele okra-cultuur te beschrijven, en vooral na te gaan, welke mogelijkheden het lokale plantmateriaal biedt voor de verbetering van de cultuur.

Het tweede doel van het programma was te onderzoeken welke beperkende factoren zich voordoen in de intensieve teelt, en hoe deze kan worden verbeterd.

Uit de inventarisaties van de groenten, aangeboden op 18 grote regionale markten (cf. hoofdstuk 2), is gebleken dat okra één van de belangrijkste vruchtgroenten is in Ivoorkust. De jonge vruchten worden in verse of gedroogde vorm verkocht. Vooral in het westen van het land is okra eveneens een belangrijke bladgroente.

De inheemse groenten worden van oudsher verbouwd in de velden van de voedingsgewassen. De inventarisatie van een groot aantal van deze velden in verschillende delen van het land heeft aangetoond dat de groenteteelt vooral plaats vindt in yam- en aardnootvelden. Yam en aardnoot worden gewoonlijk respectievelijk aan het begin en aan het eind van de vruchtwisseling verbouwd. Okra is, ongeacht de landstreek of het veldtype, één van de meest vóórkomende groenten in deze gemengde teelten.

De populariteit van dit groentegewas blijkt nog duidelijker uit de literatuurgegevens over de groenteconsumptie in Ivoorkust.

Er bestaat een uitvoerige bibliografische informatie over de teelt van okra in de subtropen, maar veel minder over de teelt in de tropen, met name in de gebieden dicht bij de evenaar. Globale adviezen voor de intensieve teelt in Ivoorkust zijn geformuleerd door de SODEFEL ("Société de Développement de la Production des Fruits et Légumes").

In ons onderzoeksprogramma hebben we uitvoerig aandacht kunnen besteden aan het lokale plantmateriaal (hoofdstuk 4), de produktie en verdeling van droge-stof (hoofdstuk 5), ecologische invloeden

Het nummer van de bladoksel, waarin de eerste bloemknop verschijnt is onafhankelijk van de groeisnelheid van de plant, maar positief gecorreleerd aan de daglengte en/of de temperatuur. De reactie op de daglengte manifesteert zich in Zuid-Ivoorkust op kwantitatieve wijze, daar geen enkele "SOUDANAIS"-lijn van onze collectie een kritische daglengte korter dan $12\frac{1}{2}$ uur bleek te hebben.

Het "GUINEEN"-type heeft gemiddeld kortere kritische daglengten dan het "SOUDANAIS"-type, en zaaien aan het begin van de lange regentijd in Zuid-Ivoorkust kan leiden tot een vegetatieve periode van 8 à 9 maanden. De lange cultuurduur, die hieruit voortvloeit, verklaart waarom de geografische verspreiding van het "GUINEEN"-type zich beperkt tot de vochtigste delen van West-Afrika.

Drie kasproeven betreffende de daglengte-reactie werden uitgevoerd in Wageningen.

Hieruit bleek dat de bloeiaanleg bij de drie subtropische cultivars 'Clemson Spineless', 'Pusa Sawani' en 'Long Green' praktisch niet beïnvloed wordt door daglengten variërend van 10 tot 18 uur, maar deze cultivars vertonen een kwantitatieve reactie wat betreft de bloei. De bloeivertraging bij lange dag wordt veroorzaakt door bloemknop-abortie en een tragere groei van de persistente bloemknoppen.

'Perkins Long Pod' Ivoirien daarentegen, de cultivar die in Ivoorkust wordt gepropageerd, heeft een kritische daglengte tussen $13\frac{1}{2}$ en 14 uur voor de bloeiaanleg, en tussen 13 uur en 13 uur 15 minuten voor bloei en vruchtvorming. Beneden de kritische daglengten vertoont hij een kwantitatieve reactie. Bloei en vruchtvorming worden reeds belangrijk negatief beïnvloed bij daglengten langer dan 12 à $12\frac{1}{2}$ uur. Hoewel hij zich relatief goed gedraagt in Zuid-Ivoorkust, lijkt het riskant om hem aan te bevelen in het gehele land.

Naar verwachting, vanwege het gedrag onder natuurlijke omstandigheden, werd in de kas voor de "GUINEEN"-lijn, Adiopodoumé 1a, een kritische daglengte tussen 12 uur en 12 uur 40 minuten gevonden.

De conclusie van een schaduwproef was dat een reductie van de instraling met 50% gedurende de eerste drie weken van de cultuur, de opbrengst negatief beïnvloedt. De aanwezige tendens dat 25% schaduw tijdens de rest van de cultuurperiode eveneens opbrengst-derving tot gevolg heeft, kon statistisch niet worden aangetoond.

De opname van de macro-elementen N, P, K, Ca en Mg (cf. hoofdstuk 7) werd geëvalueerd door middel van chemische analyse van planten afkomstig uit de tweede groeianalyseproef. De evaluatie van de opname bij twee cultivars, zowel in de vruchtteelt als de zaadteelt, leverde geen enkele aanwijzing op, dat de mate van absorptie van een bepaald element afhankelijk zou zijn van de cultivar of het cultuurtype. De verschillen in nutriëntenbehoefte konden worden verklaard door de uiteindelijke verschillen in droge-stof-productie.

Het gehalte aan macro-elementen van de totale cumulatieve drogestof is hoog in jonge planten, neemt af met de leeftijd van de cultuur, maar stabiliseert zich ongeveer vanaf 11 weken. De totale drogestof geproduceerd tijdens de gehele cultuurperiode bevatte in deze studie gemiddeld 1,9% stikstof, 0,2% fosfor, 1,2% kalium, 1,6% calcium en 0,7% magnesium.

Het verloop van de nutriëntenbehoefte toont dat het inefficiënt is gemakkelijk uitspoelbare elementen zoals stikstof en kalium vóór het zaaien onder te werken, daar de opname gedurende de eerste maand van de cultuur te verwaarlozen is. Zelfs na de eerste maand rechtvaardigt de cultuurduur gespreide mestgiftten, die evenwel beperkt kunnen worden tot de vegetatieve fase bij cultivars met een relatief korte generatieve fase ("SOUDANAIS"-type).

Bij cultivars met een lange generatieve fase ("GUINEEN"-type), in de teelt voor het zaad, suggereert de daling van de drogestof-productie zodra de vruchten beginnen af te rijpen, dus ongeveer een maand na de bloei, dat een laatste mestgift aan het begin van de generatieve periode eveneens voldoende zou moeten zijn. Meerdere mestgiftten na de bloei schijnen gerechtvaardigd indien er een aanhoudende behoefte is tijdens de generatieve fase, zoals bij de "GUINEEN"-lijn, Djiroutou 1, in de teelt voor de jonge vruchten. Deze lijn produceerde 7,4 t/ha drogestof, bevattende 133 kg stikstof, 14 kg fosfor, 80 kg kalium, 114 kg calcium en 49 kg magnesium. Meer dan de helft van deze hoeveelheden werd opgenomen tijdens de generatieve fase.

Vergeleken met de rest van de plant is het nuttige produkt, te weten de jonge vruchten of het zaad, rijk aan stikstof, fosfor en kalium, en arm aan calcium en magnesium. De export van stikstof, fosfor en kalium in het nuttige produkt kan gemakkelijk 50% bedragen van de totale behoefte tijdens de cultuur.

In Zuid-Ivoorkust zijn de bodemtemperaturen vaak supra-optimaal, en zij hebben een negatieve invloed, direct of indirect, op de opkomst en de jeugdgroei.

De experimenten (cf. hoofdstuk 8) hebben aangetoond dat cultuurmaatregelen, die de bodemtemperatuur verlagen, een gunstige invloed hebben op de jeugdgroei: mulch, begieten vlak voor de heetste uren van de dag, en zaaien aan die zijde van ruggen die het minste bloot staat aan de directe instraling van de zon.

Okra staat bekend om zijn grillige kieming en opkomst. Op het kweekbed kan volledige aandacht worden gegeven aan de jeugdgroei vanwege de kleine omvang van het te onderhouden areaal. Zaaïen op het kweekbed, gevolgd door overplanten, wordt evenwel nauwelijks toegepast, hetgeen te wijten is aan het feit, dat okra-planten, ouder dan twee weken, overplanten zonder kluit slecht verdragen. Dit kwam duidelijk naar voren in een overplantproef.

Volgens de literatuurgegevens ligt de optimale plantdichtheid voor de moderne commerciële cultivars in de orde van grootte van 150 000 planten/ha. Er wordt algemeen aangenomen dat de optimale dichtheid voor de late, robuuste lokale cultivars veel lager is.

In een proef met dichtheden van 20 000 tot 80 000 planten/ha, en met verhoudingen van de afstand tussen en in de rijen van 1 : 1 tot 6 : 1, bleek voor de cultivar 'Perkins Long Pod' Ivoirien, die in Ivoorkust wordt gepropageerd, 100 × 17 cm (60 000 planten/ha) het beste plantverband, zowel wat betreft de hoogte van de opbrengst als het gemak waarmee geoogst kan worden.

De belangrijkste schimmelziekten, waargenomen in onze proeven in Zuid-Ivoorkust (cf. hoofdstuk 9), waren smeul (*Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby), een vaatverwelkingsziekte (*Fusarium oxysporum* Schlecht) en een bladvlekkenziekte (*Cercospora abelmoschi* Ell. & Everh.). *Oidium abelmoschi* Thüm. is vooral belangrijk in de noordelijke helft van het land.

De schade door insecten werd voornamelijk veroorzaakt door de krekkel *Brachytrupes membranaceus* (Drury), door de aardvlooiën van het genus *Podagricina*, door de "bollworms" *Earias biplaga* Wlk. en *Pectinophora gossypiella* (Saund.) en door de kever *Anomala denuda* Arrow.

De mozaïek-virus-ziekte (OMV), overgebracht door *Podagrica*, is zeer wijd verspreid, maar de schade is veel minder belangrijk dan die van de "Leaf Curl"-ziekte, overgebracht door *Bemisia tabaci* (Genn.).

De nematoden van het geslacht *Meloidogyne* zijn een groot probleem in de okra-cultuur. Het feit dat dit probleem zich niet heeft voorgedaan op ons proefterrein, zou veroorzaakt kunnen zijn door de overheersende aanwezigheid van de voor de nematoden slechte waardplant *Panicum maximum* Jacq. tijdens de braakperioden tussen opeenvolgende okra-teelten.

Goede opbrengsten konden in het algemeen in de proeven gerealiseerd worden met de toegepaste fyto-sanitaire routine-behandelingen (quintozeen tegen smeul; maneb + carbateen tegen bladschimmels; HCH tegen krekels en veenmollen; carbaryl + parathion tegen andere insecten).

Uit de uitgevoerde variëteiten-screening is gebleken dat de okra van het "GUINEEN"-type veel toleranter is ten opzichte van ziekten en plagen dan het "SOUDANAIS"-type, hetgeen verklaart waarom de eerste soort verkozen wordt als plantmateriaal in de traditionele teelt (dus zonder fyto-sanitaire behandelingen) in de regenwoudzone.

De selectie (cf. hoofdstuk 10), met name in de Verenigde Staten en in India binnen de soort *Abelmoschus esculentus*, heeft geleid tot zeer aantrekkelijke cultivars zoals 'Clemson Spineless' en 'Pusa Sawani', die zeer geschikt zijn voor de intensieve teelt. Het gebruik van deze cultivars in Ivoorkust is evenwel te ontraden indien men geen intensieve fyto-sanitaire controle kan uitoefenen, want ze zijn zeer gevoelig voor lokale ziekten en plagen.

Onze voorlopige observaties ten aanzien van het potentieel aan resistentie of tolerantie in het lokale plantmateriaal van *Abelmoschus esculentus* ("SOUDANAIS"-type) waren teleurstellend.

De tolerantie van het "GUINEEN"-type ten opzichte van ziekten en plagen is daarentegen imponerend. Deze soort is, vanwege zijn aanpassing aan de extensieve teelt, in het algemeen laterbloeiend, robuuster en langer van cultuurduur dan het "SOUDANAIS"-type, maar vertoont een voldoende grote variabiliteit om te selecteren op eigenschappen die gewenst zijn voor de intensieve teelt.

In our experimental programme, we have been able to study in detail the local planting material (chapter 4), the dry matter produc-

tion and its distribution (chapter 5), ecological influences (chapter 6), the mineral nutrition (chapter 7), cultural practices (chapter 8), pests and diseases (chapter 9) and breeding and selection (chapter 10).

Based on a number of 314 local okra lines collected by the author, our experiments show that the local planting material in Ivory Coast is made up by two taxa which appear to be very distinct as to their morphological, cytogenetical and agronomic characteristics.

The morphology of the taxon, called "SOUDANAIS", corresponds with existing botanical descriptions of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Its chromosome number ($2n = 130-144$) lies well between the extremes reported for this species.

The taxon, called "GUINEEN", has morphological characteristics intermediate between *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench and *A. manihot* (L.) Medikus. Its chromosome number ($2n = 184-200$), the highest observed in the genus, supports the hypothesis that it might be an amphidiploid of these two species.

The crossing behaviour of the "GUINEEN" type in crosses with the supposed parental species resembles the behaviour of the artificial amphidiploid of *Abelmoschus esculentus* and *A. manihot*, realized in Japan.

Interspecific hybridization between the "SOUDANAIS" type and the "GUINEEN" type succeeds well in both directions. The hybrids are vigorous, but have a very reduced fertility. However, we obtained considerable amounts of seed on these hybrids under conditions of open pollination, probably due to backcrossing (pollination by insects with the fertile pollen of the parental species).

In the traditional vegetable growing of the forest zone, the "ordinary" okra ("SOUDANAIS" type) has been almost completely superseded by the "GUINEEN" type.

The growth analysis (cf. chapter 5) indicated that the first month can be decisive for the success of the crop. The relative growth rate (RGR) in general decreases with the age of the plants and retardation in initial growth may hardly be caught up. The fragility of the young plantlets makes them very sensitive for modifications in cultural practices.

The high yield of young fruits and seed (second experiment) of the "GUINEEN" line as compared to the three cultivars/lines of the "SOUDANAIS" type, points to the capacity of the first-mentioned type to maintain longer a considerable leaf area during a longer period. The long duration of the generative period of the "GUINEEN"-type may be very interesting for home gardens where the objective is precisely a production spread over a long period.

No significant differences in dry matter production have been observed between crops grown for the young fruits and those grown for seed, although dry matter production tends to be higher in the vegetable crop than in the seed crop in cultivars with a long generative period ("GUINEEN" type).

In the crop grown for seed a greater proportion of the total dry matter is channeled to the generative plant parts. From this it can be deduced that, for use as a vegetable, the young fruits should be harvested as late as possible, thus as late as permitted by the quality requirements of the product.

The differences between the cultivars in the ratio vegetative parts/generative parts were mainly due to the differences in the duration of the vegetative and the generative period. Early flowering and late senescence are important selection objectives.

The distribution in roots, leaves and stems of the dry matter present in the vegetative plant parts, was independent of the cultivar and of the purpose of the crop (young fruits or seed). Differences between cultivars were observed rather within the main organs of the plant, for instance within the leaves between blade and petiole, and within the ripe capsules between seed and fruitwall.

From the study of ecological influences (cf. chapter 6), it appeared that in rain-conditioned cultivation the most favourable period for sowing of the "SOUDANAIS" type lies directly at the beginning of both the long and the short rainy season (march and august). The less favourable results gained from other sowing dates mainly seem to be due to a less favourable rainfall distribution (excess or shortage of water) and to a higher incidence of pests and diseases. The second rainy season, however, is more capricious than the first one, and in some years, sowing in august risks suffering from insufficient rainfall.

The number of the leaf-axil bearing the first flower-bud is independent of the growth rate of the plant, but positively correlated with the duration of the photoperiod and/or with the temperature. In South Ivory Coast, the reaction on the photoperiod finds expression in a quantitative way, as none of the "SOUDANAIS" lines of our collection appeared to have a critical photoperiod shorter than 12½ hours.

On an average, the "GUINEEN" type has shorter critical photoperiod than the "SOUDANAIS" type and sowing at the beginning of the long rainy season in South Ivory Coast, may result in vegetative periods of up to 8-9 months. Such a long cropping period explains why its geographical distribution is limited to the most humid parts of West Africa.

Three greenhouse experiments on the photoperiodical reaction were executed in Wageningen.

It appeared that flower initiation in the three subtropical cultivars 'Clemson Spineless', 'Pusa Sawani' and 'Long Green' is little influenced by photoperiods ranging from 10 to 18 hours, but these cultivars show a quantitative reaction for anthesis. The delay of the flowering date under long photoperiods is caused by flower-bud abortion and slower growth of the persistent buds.

However, 'Perkins Long Pod' Ivoirien, the cultivar recommended in Ivory Coast, has a critical photoperiod between 13½ and 14 hours for flower initiation and between 13 hours and 13 hours 15 minutes for anthesis and fruit setting. Below the critical photoperiods this cultivar reacts quantitatively. Already at photoperiods longer than 12 to 12½ hours, both anthesis and fruit setting become negatively affected in a serious way. Although this cultivar does rather well in the South, it seems risky to recommend it for the entire territory of Ivory Coast.

In accordance with its flowering behaviour under natural conditions, a critical photoperiod between 12 hours and 12 hours 40 minutes was observed in the greenhouse for Adiopodoumé 1a, a line of the "GUINEEN" type.

A shade experiment showed that a reduction of the radiation with 50% during the first three weeks of the cropping period reduces yield. 25% shade during the rest of the cropping period also tends to reduce yield, but this could not be shown statistically.

The uptake of the macro-elements N, P, K, Ca and Mg (cf. chapter 7) was investigated by means of chemical analysis of plants from the second experiment of the growth analysis. The evaluation of the uptake by two cultivars grown for the young fruits as well as for the seed, did not reveal any selective absorption of any element as a consequence of either the type of cultivar or the crop-purpose. The differences in the uptake could be explained by the differences in total dry matter production.

The mineral content of the total cumulative dry matter is high in young plants, decreases with age, but gets more or less stabilized from the age of 11 weeks. In the present study, the total amount of dry matter produced during the entire cropping period contained 1.9% nitrogen, 0.2% phosphorus, 1.2% potassium, 1.6% calcium and 0.7% magnesium on average.

The course of the mineral requirements indicates that a basal dressing before sowing of those elements that are leached easily such as nitrogen and potassium, is little effective, because the uptake of elements is negligible during the first month of the cropping period. Even after the first month the duration of the cropping period justifies fractionated fertilizer applications which, however, can be restricted to the vegetative period in the case of cultivars with a relatively short generative period ("SOUDANAIS" type).

In the case of cultivars with a long generative period ("GUINEEN" type), grown for seed, the decline of dry matter production as soon as the fruits start to mature, thus about one month after anthesis, suggests that a final fertilizer application at the beginning of the generative period should equally be sufficient. Several applications after anthesis seem to be justified in the case that the need for mineral elements continues to be considerable during the generative period, as was observed for the "GUINEEN" line, Djiroutou 1, grown for the young fruits. This line produced 7.4 t/ha of dry matter, containing 133 kg nitrogen, 14 kg phosphorus, 80 kg potassium, 114 kg calcium and 49 kg magnesium. More than half of these quantities were taken up during the generative period.

Compared to the rest of the plant, the useful product, viz. the young edible fruits or the seeds, is rich in nitrogen, phosphorus and potassium and poor in calcium and magnesium. Export of nitrogen,

phosphorus and potassium can easily reach 50% of the total needs of the crop.

In South Ivory Coast, soil temperatures are often supra-optimal, and they have, directly or indirectly, a negative effect on germination and initial growth.

The experiments (cf. chapter 8) showed the beneficial effect on initial growth of cultural practices which bring down the soil temperature: mulching, watering before the hottest part of the day, sowing on that side of the ridges which is least exposed to direct radiation of the sunlight.

Okra is known for its capricious germination and emergence. The best attention during initial growth can be realized on the nursery bed on account of the small acreage under care. Sowing on a nursery bed followed by transplantation, however, is hardly practised, due to the fact that okra-plantlets older than two weeks almost do not tolerate transplanting without a ball of soil. This has been clearly demonstrated in a transplanting experiment.

According to references in literature, optimal plant density for the modern commercial cultivars is about 150 000 plants/ha. It is generally assumed that the optimal density for the late and robust local cultivars is much lower.

In an experiment with densities from 20 000 to 80 000 plants/ha and ratios of the interrow and in the row spacings varying from 1 : 1 to 6 : 1, the best spacing as to yield and easiness of harvesting appeared to be 100 × 17 cm (60 000 plants/ ha) for the cultivar 'Perkins Long Pod' Ivoirien, recommended in Ivory Coast.

The most important fungal diseases observed in our experiments in South Ivory Coast (cf. chapter 9) were damping-off (*Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby), vascular wilt (*Fusarium oxysporum* Schlecht and *Cercospora*-blight (*Cercospora abelmoschi* Ell. & Everh.)). *Oidium abelmoschi* Thüm. is important especially in the northern half of the country.

Insect damage was mainly due to the cricket *Brachytrupes membranaceus* (Drury), to flea beetles of the genus *Podagrica*, to the bollworms *Earias biplaga* Wlk. and *Pectinophora gossypiella* (Saund.) and to the beetle *Anomala denuda* Arrow.

Okra Mosaic Virus (OMV), transmitted by *Podagrica*, is widespread but the damage is much less important than the damage due to Leaf Curl, transmitted by *Bemisia tabaci* (Genn.).

Nematodes of the genus *Meloidogyne* constitute a major problem in okra cultivation. The fact that this pest did not appear in our experimental fields might be due to the predominance of *Panicum maximum* Jacq., an inferior hostplant, during the fallow periods between successive okra crops.

The routine phytosanitary treatments applied in the experiments (quintozene against damping-off; maneb + carbatene against leaf fungi; HCH against field- and mole-cricket; carbaryl + parathion against other insects) generally allowed good yields in the experiments.

From a varietal screening it appeared that the "GUINEEN" type of okra is much more tolerant to pests and diseases than the "SOUDANAIS" type which explains why in the traditional cultivation (without phytosanitary measures) in the forest zone, the former is preferred as planting material.

Selection work (cf. chapter 10), especially in the United States and in India within the species *Abelmoschus esculentus*, has produced very attractive cultivars such as 'Clemson Spineless' and 'Pusa Sawani' which are well suited to intensive cultivation. The use of these cultivars in Ivory Coast, however, should be discouraged as long as no intensive phytosanitary control can be exercised, because they are very susceptible to local pests and diseases.

Our preliminary observations on the resistance or tolerance potential of the local planting material of *Abelmoschus esculentus* ("SOUDANAIS" type) were disappointing.

On the other hand, the tolerance of the "GUINEEN" type of okra to pests and diseases is impressive. This species is, as a consequence of its adaptation to extensive cultivation, in general later flowering, more vigorously developed and with a longer cropping period than the "SOUDANAIS" type, but it presents sufficient variation to prompt to selection directed towards desirable characteristics for intensive cultivation.

After the first stage of straightforward selection of attractive lines present in the local planting material, such as we have been starting, a further breeding programme might comprise ultimately line selection in hybrid populations, with a view to combine the desirable characteristics of a 'Clemson Spineless' with the tolerance to pests and diseases of the local planting material.

REMERCIEMENTS

Je tiens particulièrement à remercier:

- le professeur J.D. FERWERDA, pour la confiance qu'il m'a témoignée, et pour ses conseils qui m'ont été d'une grande utilité.

- le Conseil d'Administration de l'Université Agronomique de Wageningen pour avoir bien voulu soutenir mon détachement au Centre Néerlandais en Côte d'Ivoire pendant la période 1977-1980, et pour m'avoir donné la possibilité de rédiger cette thèse en 1981-1982.

- le Conseil du Département de Phytotechnie Tropicale pour l'hospitalité rencontrée, et les collaborateurs dudit Département pour leur appui technique et moral pendant l'exécution de ce travail.

- le Ministre de la Recherche Scientifique de la République de la Côte d'Ivoire et ses collaborateurs, qui m'ont nettement encouragé à entreprendre mes recherches dans ce pays hospitalier.

- le Directeur Général de l'ORSTOM, le professeur G. CAMUS, qui a eu la bienveillance de m'offrir l'hospitalité au Centre d'Adiopodoumé en Côte d'Ivoire, et la Direction dudit Centre, MM. J-P. TONNIER, B. POUYAUD et J. COLLINET, pour leur accueil et les facilités qu'ils m'ont accordées.

- le responsable, M. G. HAINNAUX, et les collaborateurs du Laboratoire d'Agronomie du Centre d'Adiopodoumé, où j'ai eu l'occasion de travailler dans une ambiance très sympathique.

- tous les responsables et chercheurs des divers Laboratoires et Services du Centre d'Adiopodoumé, qui ont montré leur intérêt pour le programme gombo, et ont contribué à sa réalisation, en particulier M. A. CHARRIER.

- le personnel africain du Centre Néerlandais, MM. Boulaba SAVA-DOGO, Léonard KABORE, Hamidou KABORE, Michel KABORE, Oumar TANGARA et Abdoulaye KABORE. Leur aide efficace et dévouée a été indispensable pour l'exécution de ce travail.

- les étudiants de l'Université Agronomique de Wageningen qui, dans le cadre de leur formation, ont consacré une partie de leur temps à des essais rapportés dans cette étude, à savoir MM. K. FOKKEMA, F. VAN DER KALLEN, J. LAARMAN, A. DEKKERS, J. GAASTRA, Mlle A. DE ROUW et Mme P.M.J. COOLS-VAN SCHEEPSTAL.
- Ir. A.A.M. JANSEN pour ses conseils concernant les analyses statistiques.
- Ir. J.P.M. BINK qui a organisé et supervisé les essais sur le photopériodisme en serre à Wageningen.
- Ir. H.D. FRINKING pour l'identification des champignons, et M. G. COUTURIER pour l'identification d'insectes nuisibles.
- Dr. J. VAN BORSSUM WAALKES qui a fourni les graines d'*Abelmoschus manihot*.
- Ir. J.C. ARENDS et ses collaborateurs, MM. F.M. VAN DER LAAN et A. DEKKERS, qui ont effectué les observations sur les nombres chromosomiques.
- M. J. DE BRUIJN et ses collaborateurs pour la préparation de l'herbier.
- Dr. V.J.G. HOUBA, Mme W. VAN VARK et M. R.P.W. ROOS pour les analyses chimiques des échantillons végétaux.
- toutes les personnes qui ont relu et examiné une partie du manuscrit, à savoir Dr. E. WESTPHAL (ch. 2), Dr. F.J. BRETELER (ch. 4), Dr. H.J.W. MUTSAERS (ch. 5), Ir. J.P.M. BINK (ch. 6), Dr. M. WESSEL (ch. 7), Dr. H. TEN HAVE (ch. 8), Ir. H.D. FRINKING (ch. 9), Dr. J.B.M. VAN DINTHER (ch. 9), Dr. G.A.M. VAN MARREWIJK (ch. 10) et Mme Dr. J.A. FRAHM-LELIVELD (résumés).
- tous ceux qui ont contribué à la réalisation technique de cette thèse:

Mme F.A. VAN DUIJVENDIJK-SORBEL qui a révisé le texte français, Mme E. OLOFSEN, responsable de la Section de Traitement des Textes, Mme W.M. LAOH-GIESKES qui a dactylographié le manuscrit, Mme J. BEENTJE-WILLIAMSON pour le dessin botanique (fig. 3), M. R. BOEKELMAN qui a exécuté tous les autres dessins, M. F. VAN DER KALLEN pour les photos 3 et 14, Drs. D.O. WIJNANDS pour la photo de la couverture, et M. J.H.A. VAN ZEE qui a préparé tout le matériel photographique.
- le "Fonds Landbouw Export Bureau 1916/1918", qui a financé ma participation au "Vith African Horticultural Symposium" en 1981 à Ibadan, et certains frais de production de cette thèse.

BIBLIOGRAPHIE

- ABDELAZIZ ABDEFATTAH, M. (1972). Germination of okra seed as affected by different treatments. *Alex. J. Agric. Res.* 20(2): 289-298.
- ABROL, I.P. & S.P. DIXIT (1972). Studies of the drip method of irrigation. *Expl Agric.* 8(2): 171-175.
- ABU-SHAKRA, S., G. AKL & S. SAAD (1969). Seed longevity of field and vegetable crops under natural conditions of storage in Lebanon. *Fac. Agric. Sci. Amer. Univ. Beirut Publ.* 39, pp. 19.
- ADENUGA, A.O. (1971). Field insecticide trials for the control of insect pests of okra, *Hibiscus esculentus*. *Trop. Sci.* 13(3): 175-185.
- AHMAD, N. & L.I. TULLOCH-REID (1968). Effect of fertilizer nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium on yield and nutrient content of okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Agron. J.* 60: 353-356.
- AHMED, A.H. (1978). Studies on the virus diseases of vegetable crops in the Sudan. *Acta Hort.* 84: 65-72.
- AKRAM, M., M. SHAFI & D.A. KHAN (1973). Heterosis in okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Punjab J. Agric. Res.* 11(1): 84-95.
- AL-BADRAWY, R. & W. BUSSLER (1977). Symptome von bormangel und borüberschuss bei *Hibiscus esculentus*. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* 140(5): 505-513.
- AL-BELDAWI, A.S., B.K. WALLEED & S. SHAMSELDIN (1976). Efficacy of some fungicides in controlling *Rhizoctonia solani* on okra seedlings. *Poljoprivredna Znanstvena Smotra - Agriculturae Conspectus Scientificus* 39(49): 409-412.
- ALBREGTS, E.E. & C.M. HOWARD (1973a). Influence of temperature and moisture stress from sodium chloride salinization on okra emergence. *Agron. J.* 65(5): 836-837.
- ALBREGTS, E.E. & C.M. HOWARD (1973b). Effect of fertilization and mulching with bio-degradeable polyethylene-coated paper on responses of okra and peppers. *HortScience* 8(1): 36-38.
- ALBREGTS, E.E. & C.M. HOWARD (1974). Response of okra to plant density and fertilization. *HortScience* 9(4): 400.
- ALBREGTS, E.E. & C.M. HOWARD (1976). Response of four okra cultivars on mulched beds to plant density. *HortScience* 11(3): 242.
- AMIN, E.S. (1956). The mucilages of *Hibiscus esculentus* (okra or *Bamia fellahi*) and *Corchorus olitorius* (Mulukhia). *J. Chem. Soc. (London)*, April 1956: 828-832.
- ANDERSON, W.H., R.L. CAROLUS & D.P. WATSON (1953). The germination of okra as influenced by treatment with acetone and alcohol. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 62: 427-432.
- ANGELOV, D. & I. GADZHONOV (1979). [Trials with chemicals for powdery mildew control on okra grown for seed]. *Gradinarska i Lozarska Nauka* 16(3): 75-79 (en bulgare).
- ARENDS, J.C. (1976). Somatic chromosome numbers of some african Sapotaceae. *Acta Bot. Neerl.* 25(6): 449-457.
- ARULRAJAH, T. & D.P. ORMROD (1973). Responses of okra (*Hibiscus esculentus* L.) to photoperiod and temperature. *Ann. Bot.* 37(150): 331-340.
- ARUMUGAM, R., S. CHELLIAH & C.R. MUTHUKRISHNAN (1975). *Abelmoschus manihot* - a source of resistance to bhendi yellow vein mosaic. *Madras Agric. J.* 62(5): 310-312.
- ARUMUGAM, R. & C.R. MUTHUKRISHNAN (1978). Nitrogenous compounds in relation to resistance to yellow vein mosaic disease of okra. *Progr. Hort.* 10(2): 17-21.

- ASIF, M.I. & J.K. GREIG (1972). Effects of N, P, and K fertilization on fruit yield, macro- and micronutrient levels, and nitrate accumulation in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97(4): 440-442.
- ATKINSON, G.F. (1892). Some diseases of cotton. *Ala Agric. Exp. St. Bull.* 4: 19-29.
- AUBREVILLE, A. (1949). *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale.* Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales, Paris.
- AVERRE, C.W. & J.W. STROBEL (1967). Evaluation of chemicals for control of *Verticillium* wilt in a subtropical calcareous soil. *Phytopathology* 57: 7 (abstract).
- BACCHI, O. (1959). Equilibrio higroscopico das sementes de café, fumo e varias hortaliças. *Bragantia* 18(15): 225-232.
- BARTHAKUR, B. & S. BAROOAH (1961). Marketing okra in Assam. *Indian Fmg* 11(8): 25.
- BATES, D.M. (1968). Notes on the cultivated Malvaceae. 2. *Abelmoschus*. *Baileya* 16: 99-112.
- BEDI, P.S. (1966). Studies on the biological control of *Verticillium* wilt of okra. Ph.D. thesis, Ohio St. Univ..
- BHATTACHARYA, S., N.C. BHATTACHARYA & C.P. MALIK (1978). Synergistic effect of gibberellic acid and indole-3-acetic acid on rooting in stem cuttings of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Planta* 138(1): 111-112.
- BID, N.N., P.K. DAS & S.P. DHUA (1971). Efficacy of nitrogenous and phosphatic fertilizers on growth and yield of bhindi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Technology (India)* 8(2): 145-148.
- BINDRA, O.S. & N.P. GOYAL (1966). Preliminary studies in the control of vegetable mite on bhindi. *J. Res. (Ludhiana)* 3: 174-177.
- BIRAT, R.B.S. (1964). Variability of resistance in bhindi varieties to root-galls. *Sci. & Cult.* 30(5): 244.
- BIRAT, R.B.S. (1968). Inoculation trial with *Meloidogyne javanica* on okra (*Abelmoschus esculentus*). *Nematologica* 14: 155-156.
- BISARIA, A.K. & A.K. BISARIA JR (1976). Effect of chloroflurenol on sex expression, fruit set and yield in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *J. Exp. Bot.* 27(97): 337-340.
- BLACK, C.C. (1973). Photosynthetic carbon fixation in relation to net CO₂ uptake. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24: 253-286.
- BOISSON, C. & J.L. RENARD (1967). Les maladies cryptogamiques des plantes maraichères en Côte d'Ivoire. *Agron. Trop.* 22(8): 699-755.
- BORSSUM WAALKES, J. VAN, (1966). Malesian Malvaceae revised. *Blumea* 14(1): 1-251.
- BOSWELL, V.R. & L.B. REED (1960). Okra culture. *USDA Leaflet* 449, pp. 8.
- BRADFIELD, R. (1974). Intensive multiple cropping. *Trop. Agric. (Trinidad)* 51: 91-93.
- BRESLAVETZ, L., G. MEDWEDEWA & M. MAGITT (1934). Zytologische untersuchungen der bastpflanzen. *Z. Züchtung* 19: 229-234.
- BRODIE, B.B. (1968). Systemic pesticides for control of sting and stubby-root nematodes of vegetables. *Plant Dis. Rep.* 52(1): 19-23.
- BRUNEI, DEP. AGRIC. (1977). *Agronomy and horticulture report for 1976-1977:* 96-97.
- BRYAN, H.H. (1967). Effect of plastic mulch on the yield of several vegetable crops in North Florida. *Proc. Fla. St. Hort. Soc.* (1966/67)79: 139-146.
- BUTANI, D.K. & S. VERMA (1976). Insect pests of vegetables and their control. 3. Lady's finger. *Pesticides* 10(7): 31-37.
- CANDOLLE, A.P. DE, (1824). *Hibiscus*. Dans: *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis* 1: 446-455.
- CANDOLLE, A.P. DE (1883). *Origine des plantes cultivées.* Paris. p. 150-151.

- CAPOOR, S.P. (1967). Important virus diseases of field and garden crops in India and their control. Indian Council Agric. Res. Techn. Bull. (Agric.) 12, pp. 37.
- CAPOOR, S.P. & P.M. VARMA (1953). Bhendi mosaic and its control in Poona. Indian Fmg 2: 14-15, 31.
- CARREKER, J.R. & C. COBB (1963). Irrigation in the Piedmont. Ga Agric. Exp. Stats Techn. Bull. 29, pp. 65.
- CHAHAL, D.S. & D. SURYANARAYANA (1970). Root-rot of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) caused by *Rhizoctonia bataticola* (Taub.) Butler in the Punjab. J. Res. (Ludhiana) 7(4): 651-655.
- CHANDRA, S. & S.P. BHATNAGAR (1975). Reproductive biology of *Abelmoschus esculentus*. 1. Reproductive behaviour, floral morphology, anthesis and pollination mechanism. Acta Bot. Indica 3(2): 104-113.
- CHANDRASEKHARAN, P. & C.M. GEORGE (1970). Studies in the effect of NPK in combination with trace elements on the yield of bhindi. Agric. Res. J. (Kerala) 8(2): 93-97.
- CHATTOPADHYAY, S.B. & P.K. BASU (1957). Wilt of bhendi (*Abelmoschus esculentus*). Sci. & Cult. 23(6): 320-321.
- CHAUHAN, D.S. & M.L. GUPTA (1973). Effect of nitrogen, phosphorus and potash on growth and development of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Indian J. Hort. 30(1/2): 401-406.
- CHAUHAN, G.S., C.B.S. RAJPUT, S.K. SINGH GAUR & J.S. KUSHWAHA (1968). Blossom biological studies in three species of the genus *Abelmoschus*. JNKVV Res. J. 2(1): 9-12.
- CHAUHAN, K.S. (1971). Response of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to gibberellic acid treatments. Indian J. Agron. 16(3): 380.
- CHAUHAN, K.S. & Y.M. BHANDARI (1971). Pod development and germination studies in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Indian J. Agric. Sci. 41 (10): 852-856.
- CHAUHAN, M.S., B.S. DHANKAR & J.C. DUHAN (1980). Varietal resistance of okra to root rot and *Cercospora* leaf spot. Macco Agric. Digest 5(1): 17-18.
- CHELLIAH, S. & S. MURUGESAN (1976). Estimation of loss due to yellow vein mosaic disease in bhendi. AUARA 6: 169-170.
- CHEVALIER, A. (1920). Exploration botanique de l'Afrique occidentale française 1:63. Paris.
- CHEVALIER, A. (1940). L'origine, la culture et les usages de cinq *Hibiscus* de la section *Abelmoschus*. Rev. Bot. Appl. 20: 319-328, 402-419.
- CHHONKAR, V.S., P.N. SINGH & R.S. MISHRA (1977). Effects of ethrel and cycocel on growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Indian J. Hort. 34(4): 435-436.
- CHHONKAR, V.S. & S.N. SINGH (1963). Studies on inorganic nutrition of bhindi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) in sand culture. Indian J. Hort. 20: 51-58.
- CHIOTAN, G., V. MAXIM, N. ALMASAN & G. DINA (1971). Efectul ingrasamintelor chimice aplicate culturii de bame. Rev. Hort. Vitic. 20(3): 18-20.
- CHIZAKI, Y. (1934). [Breeding of a new interspecific hybrid between *Hibiscus esculentus* L. and *H. manihot* L.]. Proc. Crop Sci. Soc. (Japan) 6: 164-172 (en japonais).
- CHOUDHARY, S.L. (1975). Fungicidal control of powdery mildew of bhindi (*Abelmoschus esculentus*). Indian J. Mycol. Plant Pathol. 5(1): 42.
- CHOUDHURY, B. & M.L.A. CHOOMSAI (1970). Natural cross-pollination in some vegetable crops. Indian J. Agric. Sci. 40(9): 805-812.
- CHURATA-MASCA, M.G.C. (1975). Efeito do fotoperíodo controlado no quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Cientifica 3(1): 81-86.
- CORLEY, W.L. (1965). Some preliminary evaluations of okra plant introductions. Ga Agric. Exp. Stats Bull. 145, pp. 16.

- COSTA, M.C.B., H.P. HAAG & J.R. SARRUGE (1972a). Nutrição mineral de hortaliças XIX. Absorção de macro e micronutrientes pela cultura do quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.). Anais Escola Sup. Agric. Luiz Queiroz 29: 109-125.
- COSTA, M.C.B., G.D. DE OLIVEIRA & H.P. HAAG (1972b). Nutrição mineral de hortaliças XVII. Efeito da omissão dos macronutrientes e do boro, no desenvolvimento e na composição química do quiabeiro. Solo 64(2): 7-15.
- DAS, R.C. & A. PATTANAIK (1971). Studies on the effect of growth regulator treated okra seeds (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) with respect to growth and subsequent development. Indian J. Hort. 28(4): 293-295.
- DATTA, P.C. & A. NAUG (1968). A few strains of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Their karyological study in relation to phylogeny and organ development. Beitr. Biol. Pflanzen 45: 113-126.
- DHURIA, H.S. & V. SHUKLA (1972). Effect of foliar and soil application of nitrogen and phosphorus in okra. Proc. IIIrd Int. Symp. Trop. & Subtrop. Hort., Bangalore.
- DUBEY, R.S. (1972). Embutox (2,4-dichlorophenoxybutyric acid) - a new phyto-gameticide. Curr. Sci. (Bangalore) 41(8): 297-298.
- DUBEY, R.S. & S.P. SINGH (1968a). Longevity of the pollen of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (okra) and comparison of four qualitative tests for pollen-viability. Indian J. Hort. 25(3/4): 210-213.
- DUBEY, R.S. & S.P. SINGH (1968b). Chemical induction of male-sterility in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Indian J. Agric. Sci. 38(1): 108-114.
- DUBEY, R.S. & S.P. SINGH (1968c). Gametocidal properties of certain plant growth-regulators. Indian J. Agric. Sci. 38(1): 208-215.
- EDMOND, J.B. & W.J. DRAPALA (1958). The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71: 428-434.
- EDMOND, J.B. & W.J. DRAPALA (1959). The effect of temperature, immersion in acetone, and sulfuric acid on germination of five varieties of okra seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74: 601-606.
- ELDIN, M. (1971). Climats. Dans: AVENARD, J.M. et al.. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM No. 50, Paris.
- EL HASSAN, G.M. (1978). Effect of bed orientation on tropical vegetable crops during the winter in the Sudan. Acta Hort. 84: 91-94.
- EMENCHEBE, A.M., C.L. LEAKEY & W.B. BANAGE (1971). Verticillium wilt of cacao in Uganda: symptoms and establishment of pathogenicity. Ann. Appl. Biol. 69(3): 223-227.
- EPENHUIJSEN, C.W. VAN, (1974). Growing native vegetables in Nigeria. FAO, Rome.
- ERICKSON, H.T. & F.A.A. COUTO (1963). Inheritance of four plant and floral characters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83: 605-608.
- ERWIN, D.C. (1964). A strain of *Phytophthora parasitica* from okra and its sexual compatibility with isolates from Citrus. Phytopathology 54: 114-115.
- ESENTEPE, M., A. KARCILIOGLU & E. SEZGIN (1972). The first report of Verticillium wilt on sesame and okra in Turkey. J. Turk. Phytopathol. 1(3): 127-129.
- ESURUOSO, O.F., S.A. OGUNDIRAN, H.R. CHHEDA & D.O. FATOKUN (1975). Seedborne fungi and some fungal diseases of okra in Nigeria. Plant Dis. Rep. 59(8): 660-668.
- EWETE, F.K. (1980). Quality seed production in okra, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Vegetables for the hot humid tropics. A newsletter and annual communication among research workers 1980(5): 39-44.
- FAO (1972). Food composition table for use in East Asia. FAO, Rome.
- FAO (1974). Handbook on human nutritional requirements. FAO, Rome.
- FAO/UNESCO (1976). Carte mondiale des sols. Vol. VI, Afrique. Unesco, Paris.
- FATOKUN, C.A., M.E. AKEN'OVA & H.R. CHHEDA (1978). Two new varieties of okra. Nigerian J. Genet. 2: 110-111.

- FATOKUN, C.A., M.E. AKEN'OVA & H.R. CHHEDA (1979). Supernumerary inflorescence: a mutation of agronomic significance in okra. *J. Hered.* 70: 270-271.
- FORD, C.E. (1938). A contribution to a cytogenetical survey of the Malvaceae. *Genetica* 20: 431-452.
- FRANCIS, C.A. (1972). Natural daylengths for photoperiod sensitive plants. *CIAT Techn. Bull.* 2, pp. 32.
- GADWAL, V.R., A.B. JOSHI & R.D. IYER (1968). Interspecific hybrids in *Abelmoschus* through ovule and embryo culture. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 28(3): 269-274.
- GADZHONOV, I. (1977a). [Testing different seeding dates in okra (*Hibiscus esculentus*) seed production]. *Gradinarska i Lozarska Nauka* 14(1): 56-62 (en bulgare).
- GADZHONOV, I. (1977b). [Récolte et qualités de la graine de gombo en fonction de l'étendue du terrain nourricier des plantes]. *Gradinarska i Lozarska Nauka* 14(2): 70-77 (en bulgare).
- GADZHONOV, I. (1977c). [Moyen de récolte mécanisée du gombo (*Hibiscus esculentus*), cultivé pour la production de semence]. *Gradinarska i Lozarska Nauka* 14(6): 70-77 (en bulgare).
- GANGOPADHYAY, S. & K.S. KAPOOR (1977). Control of *Fusarium* wilt of okra with seed treatment. *Indian J. Mycol. Plant Pathol.* 7(2): 147-149.
- GIVORD, L. & L. DEN BOER (1976). Transmission du virus de la mosaïque du gombo par insectes, faune entomologique du gombo et essai d'élevage de *Podagrica decolorata*. Rapport ORSTOM, Centre d'Adiopodoumé, Côte d'Ivoire.
- GIVORD, L. & L. HIRTH (1973). Identification, purification and some properties of a mosaic virus of okra (*Hibiscus esculentus*). *Ann. Appl. Biol.* 74: 359-370.
- GODFREY-SAM-AGGREY, W. & A.S. NDOLEH (1978). Effect of alar on growth, flowering and yield of okra. *Expl Agric.* 14: 121-128.
- GOEL, S.K. & R.S. MEHROTRA (1973). *Rhizoctonia* root rot and damping off of okra and its control. *Acta Bot. Indica* 1(1/2): 45-48.
- GOLATO, C. (1970). Una grave malattia fogliare su *Hibiscus esculentus* L. (Malvaceae) in Tanzania. *Riv. Agric. Subtrop. Trop.* 64: 176-181.
- GOLATO, C. & E. MEOSI (1971). Una nuova infezione fogliare su *Hibiscus esculentus* L. in Ghana. *Riv. Agric. Subtrop. Trop.* 65(4/6): 140-145.
- GONZALEZ, F. (1976). Estudio de tres cultivares de okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) con seis distancias entre surcos y cuatro distancias entre plantas. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 24th Ann. Congress: 313-324.
- GOPALAKRISHNA RAO, K.P. & U.V. SULLADMATH (1977). Changes in certain chemical constituents associated with maturation of okra pods (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Vegetable Sci.* 4(1): 37-42.
- GOPALAN, M., U. VENKATANARAYANAN, S. UTHAMASAMY & T.R. SUBRAMANIAN (1974). Control of major pests of bhendi with systemic granular insecticides and foliar sprays. *South Indian Hort.* 22(3/4): 101-105.
- GREWAL, B.S., K.S. NANDPURI & J.C. KUMAR (1972). Effect of date of sowing, spacing and picking of green pods on seed production of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Punjab Hort. J.* 12(4): 248-254.
- GREWAL, B.S., K.S. NANDPURI & J.C. KUMAR (1973). Effect of sowing dates, spacing and picking of green pods on yield and quality of okra seed. *Punjab Hort. J.* 13(4): 247-252.
- GREWAL, B.S., K.S. NANDPURI & J.C. KUMAR (1974). Reproductive capacity of okra as influenced by the time of sowing, row spacing and green pods picking. *Punjab Hort. J.* 14(1/2): 61-66.
- GROVER, R.K. & G. SINGH (1970). Pathology of wilt of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) caused by *Fusarium oxysporum* f. *vasinfectum* (Atk.) Snyder & Hansen, its host range and histopathology. *Indian J. Agric. Sci.* 40(11): 989-996.

- GRUBBEN, G.J.H. (1967). L'horticulture en Côte d'Ivoire. Mission FAO, Min. de l'Agriculture, Rép. de Côte d'Ivoire.
- GRUBBEN, G.J.H. (1971). Comment cultiver les légumes. Note technique du Centre Horticole et Nutritionnel de Ouando, Bénin.
- GRUBBEN, G.J.H. (1975). La culture de l'amarante, légume-feuilles tropical (avec référence spéciale au Sud-Dahomey). Meded. Landbouwhogeschool Wageningen 75-6.
- GRUBBEN, G.J.H. (1977). Tropical vegetables and their genetic resources. IBPGR, FAO, Rome.
- GUIRAN, G. DE, & C. NETSCHER (1970). Les nématodes du genre *Meloidogyne*, parasites de cultures tropicales. Cah. ORSTOM, Sér. Biol. 11: 151-186.
- GUJAR, K.D. & V.K. SRIVASTAVA (1972). Effect of maleic hydrazide and apical nipping on okra. Indian J. Hort. 29(1): 63-66.
- GUPTA, R.B.L., G.C. BHATNAGAR, A. SINGHVI & R.P. MEHRISHI (1978). Screening of systemic and non-systemic fungicides against root rot of okra caused by *Rhizoctonia bataticola*. Proc. Symp. on Plant Disease Problems. Indian J. Mycol. Plant Pathol. 8(1): 1-95.
- GUPTA, R.N. & R.C. YADAV (1978). Varietal resistance of *Abelmoschus esculentus* to the borers, *Earias* spp.. Indian J. Entom. 40(4): 436-437.
- GURGEL, J.T.A. & J. MITIDIÉRI (1954). Estudos sobre o quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.). I. Pesquisas básicas. Rev. Agric. (Piracicaba) 29: 239-252.
- GURGEL, J.T.A. & J. MITIDIÉRI (1955). Pré-tratamento das sementes de quiabeiro para acelerar e uniformizar a germinação. Rev. Agric. (Piracicaba) 30 (7-12): 173-184.
- HARDAS, M.W. & A.B. JOSHI (1954). A note on the chromosome numbers of some plants. Indian J. Genet. Plant Breed. 14(1): 47-49.
- HARVEY, E.M. (1931). A preliminary report on the vegetative growth of okra in relation to the production of varying amounts of reproductive tissue. Ore. Agric. Exp. St. Bull. 248: 1-16.
- HEALD, C.M. (1978). Effect of the reniform nematode on vegetable yields. Plant Dis. Rep. 62(10): 902-904.
- HERKLOTS, G.A.C. (1972). Vegetables in South-East Asia. George Allen & Unwin Ltd, Great Britain.
- HESTER, J.B. & F.A. SHELDON (1949). Research Monograph 3: 1-99. Campbell Soup Co., Riverton, N.J.
- HOCHREUTINER, B.P.G. (1900). Révision du genre *Hibiscus*. Ann. Conserv. Jard. Bot. Genève 4: 23-191.
- HOCHREUTINER, B.P.G. (1924). Genres nouveaux et genres discutés de la famille des Malvacées. Candollea 2: 79-90.
- HOOF, W. VAN (1974). Parasitisme des cultures maraîchères en Côte d'Ivoire. SODEFEL, Centre Horticole de Bouaké, Côte d'Ivoire, pp. 25.
- HUAN, T.L. & M.M.B. JAMIL (1975). Seed-borne pathogens in okra fruit rot. MARDI Res. Bull. 3(2): 38-45.
- HUTCHINSON, J. & J.M. DALZIEL (1958). Flora of west tropical Africa (Second Ed.) 1(2): 343-348.
- IRVINE, F.R. (1969). West African crops. Oxford University Press.
- JACKSON, C.R. (1964). Okra seed infection and seedling root rot caused by *Fusarium solani*. Phytopathology 54: 624 (abstract).
- JALANI, B.S. & K.M. GRAHAM (1973). A study of heterosis in crosses among local and American varieties of okra (*Hibiscus esculentus* L.). Malaysian Agric. Res. 2(1): 7-14.
- JASA, B., V. VORISEK & V. REZNICEK (1975). [Studies on the dynamics of growth in *Hibiscus esculentus*]. Acta Univ. Agric. (Brno) 23(3): 491-496 (en tchèque)
- JHOOTY, J.S., S.S. SOKHI, S.S. BAINS & H.S. REWAL (1977). Evaluation of germplasm. 1. Okra (*Abelmoschus esculentus*) against powdery mildew and *Cercospora* blight. Vegetables for the hot humid tropics 2: 30-32.

- JOHNSTON, A. (1949). The germination of malvaceous seeds. *Trop. Agric. (Trinidad)* 26: 63.
- JOI, M.B. & R.V. SHENDE (1979). Fungicidal control of powdery mildew of okra. *Pesticides* 13(2): 32-34.
- JOSE, P.C. & P.V. PAILY (1970). Fungicidal control of leaf spot of lady's finger. *Agric. Res. J. (Kerala)* 8(1): 59-60.
- JOSHI, A.B., V.R. GADWAL & M.W. HARDAS (1974). Okra. Dans: HUTCHINSON, J.B.. *Evolutionary studies in world crops. Diversity and change in the Indian subcontinent.* Cambridge. p. 99-105.
- JOSHI, A.B. & M.W. HARDAS (1953). Chromosome number in *Abelmoschus tuberculatus* Pal & Singh - a species related to cultivated bhindi. *Curr. Sci. (Bangalore)* 22: 384-385.
- JOSHI, A.B. & M.W. HARDAS (1956). Allopolyploid nature of okra, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Nature* 178: 1190.
- JOSHI, A.B. & M.W. HARDAS (1976). Okra. Dans: SIMMONDS, N.W.. *Evolution of crop plants.* Longmans, London. p. 194-195.
- JOSHI, A.B., H.B. SINGH & B.S. JOSHI (1960). Why not grow Pusa Sawani. *Indian Fmg* 10(1): 6-7.
- JOSHI, B.S., H.B. SINGH & P.S. GUPTA (1958). Studies in hybrid vigour. 3. Bhindi. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 18(1): 57-68.
- KALIA, H.R. & D.S. PADDA (1962a). Inheritance of some fruit characters in okra. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 22(3): 248-251.
- KALIA, H.R. & D.S. PADDA (1962b). Inheritance of leaf and flower characters in okra. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 22(3): 252-254.
- KAMALANATHAN, S., S. SUNDARARAJAN & S. THAMBURAJ (1970a). Studies on optimum spacing and manuring for okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Madras Agric. J.* 57: 10-17.
- KAMALANATHAN, S., S. THAMBURAJ & S. SUNDARARAJAN (1970b). Response of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to time of sowing. *Madras Agric. J.* 57(9: suppl.): 17 (abstract).
- KAMALOVA, G.V. (1977). [Cytological studies of some species of the Malvaceae]. *Uzbekistan Biologija Zurnali* 3: 66-69.
- KARAKOLTSIDIS, P.A. & S.M. CONSTANTINIDES (1975). Okra seeds: a new protein source. *J. Agric. Food Chem.* 23(6): 1204-1207.
- KATSUKI, S. (1972). [Two species of fungus *Cercospora* in okra]. *Shokubutsu boeki (Plant Prot.)* 26(11): 23-24 (en japonais).
- KHAN, M.W., A.M. KHAN & S.K. SAXENA (1979). Suppression of phytophagous nematodes and certain fungi in the rhizosphere of okra due to oil-cake amendments. *Acta Bot. Indica* 7(1): 51-56.
- KIRBY, M.F. (1977). Control of root knot nematodes in Fiji. *Fiji Agric. J.* 39(2): 87-95.
- KOAY, S.H. & S.E. CHUA (1978). Effects of fertilizers on vegetative growth and pod production in okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Singapore J. Primary Industries* 6(2): 79-93.
- KOLHE, A.K. & V.M. CHAVAN (1967). Development of fruit yielding capacity and influence of fruit maturity on the reproductive and vegetative behaviour in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Indian J. Agric. Sci.* 37(3): 155-166.
- KOLHE, A.K. & R. D'CRUZ (1966). Inheritance of pigmentation in okra. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 26(1): 112-117.
- KOTHARI, K.L. & P.S. SHEKHAWAT (1972). Chemical control of powdery mildew of okra. *Indian J. Hort.* 29(2): 235-236.
- KRISHNAIAH, K. & P.L. TANDON (1975). Chemical control of *Tetranychus neocaledonicus* Andre (cucurbitae Rahman & Sapra) infesting okra and brinjal. *Curr. Res.* 4(5): 87-89.

- KRISHNAIAH, K., P.L. TANDON, A.C. MATHUR & N.J. MOHAN (1976). Evaluation of insecticides for the control of major insect pests of okra. *Indian J. Agric. Sci.* 46(4): 178-186.
- KROLL, R. (1957). Les cultures potagères au Congo Belge. Tract No. 22. Ministère des Colonies, Belgique.
- KULKARNI, R.S., T.S. RAO & K. VIRUPAKSHAPPA (1978). Genetics of important yield components in bhindi. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 38(2): 160-162.
- KUMAR, C.S.K.V. & A.S. RAO (1976). A report of leaf spot diseases on some vegetable, fodder and ornamental plants. *Curr. Sci. (Bangalore)* 45(8): 309-310.
- KUMAR, T.P. & M.R.G.K. NAIR (1976). Effect of some green leaves and organic wastes on root-knot nematode infestation on bhindi. *Agric. Res. J. (Kerala)* 14(1): 64-67.
- KUWADA, H. (1957a). [Crossability in the reciprocal crosses between *Abelmoschus esculentus* and *A. manihot*, and the characters and meiosis in F1 hybrids]. *Jap. J. Breed.* 7: 93-102 (en japonais).
- KUWADA, H. (1957b). [Crosscompatibility in the reciprocal crosses between amphidiploid and its parents (*Abelmoschus esculentus* and *A. manihot*) and the characters and meiotic division in their hybrids obtained among them]. *Jap. J. Breed.* 7: 103-111 (en japonais).
- KUWADA, H. (1961). [Studies on the interspecific crossing between *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench and *A. manihot* (L.) Medikus, and the various hybrids and polyploids derived from the above two species]. *Mem. Fac. Agric. Kagawa* 8, pp. 91 (en japonais).
- KUWADA, H. (1966). The new amphidiploid plant named *Abelmoschus tubercular-esculentus*, obtained from the progeny of the reciprocal crossing between *A. tuberculatus* and *A. esculentus*. *Jap. J. Breed.* 16(1): 21-30.
- KUWADA, H. (1970). [X-ray induced mutations in okra (*Abelmoschus esculentus*)]. *Kagawa Agric. Coll. Techn. Bull.* 21(48): 2-8 (en japonais).
- KUWADA, H. (1974). F1 hybrids of *Abelmoschus tuberculatus* × *A. manihot* with reference to the genome relationship. *Jap. J. Breed.* 24(5): 207-210.
- KUWADA, H. & K. YAMAMOTO (1954). [An artificial polyploid of *Hibiscus manihot*]. *Jap. J. Breed.* 4: 175-178 (en japonais).
- LAL, G. & R.P. SINGH (1969). Effect of sowing time and nitrogen levels on the seed yield of bhindi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Plant Sci.* 1: 196-199.
- LAL, S., C. SHEKHAR & J.P. SHRIVASTAVA (1975). Genetical studies in bhindi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) - Gene effects and heterosis. *Indian J. Hort.* 32(3/4): 175-178.
- LAMBAT, A.K., R. NATH, P.M. MUKEWAR, A. MAJUMDAR, I. RANI & K.J. CHANDRA (1974). Die-back disease of bhindi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Vegetable Sci.* 1(1): 62-63.
- LANA, A.F. (1976). Mosaic virus and leaf curl diseases of okra in Nigeria. *PANS* 22(4): 474-478.
- LANA, A.O. & R.F. BOZARTH (1975). Studies on a virus induced mosaic disease of *Abelmoschus esculentus* in Nigeria. *Phytopath.* Z. 83: 77-86.
- LANA, A.O., R.M. GILMER, H.D. CHHEDA & D.O. FATOKUN (1974). A virus-induced mosaic of okra (*Hibiscus esculentus*) in Nigeria. *Plant Dis. Rep.* 58(7): 616-619.
- LANA, A.O. & T.A. TAYLOR (1976). The insect transmission of an isolate of okra mosaic virus occurring in Nigeria. *Ann. Appl. Biol.* 82: 361-364.
- LATHAM, M.C. (1979). Human nutrition in tropical Africa. FAO, Rome.
- LECOMTE, G. & N. MONNIER (1978). Population. Dans: *Les Atlas Jeune Afrique: Côte d'Ivoire*. Editions J.A., Paris.
- LEE, S.K. & P.C. LEONG (1979). Effects of plant density on the performance of okra (*Hibiscus esculentus* L.) cultivars. *Singapore J. Primary Industries* 7(1): 13-23.

- LEELA, D., P. RAVEL & V. SHUKLA (1975). Effects of foliar and soil application of N and P on the yield and chemical composition of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Geobios* 2(2/3): 56-59.
- LIBBY, J.L. (1968). Insect pests of nigerian crops. *Univ. Wisconsin Coll. Agric. Res. Bull.* 269, pp. 98.
- LONGO, G. (1968). Prove varietali di *Hibiscus esculentus* L. coltivato per la produzione di capsule. *Tecn. Agric.* 20: 613-627.
- LOOMIS, W.E. (1925). Studies on the transplanting of vegetable plants. *Cornell Univ. Agric. Exp. St.*
- MADHAVA RAO, V.N. (1953). Certain aspects of harvest in relation to crop performance in bhendi (*Hibiscus esculentus* L.). *Madras Agric. J.* 40: 437-444.
- MAHAJAN, M.K. (1960). Twin fruits of *Hibiscus esculentus* Linn. *Sci. & Cult.* 26(6): 283-284.
- MAJUMDER, M.K., S.D. CHATTERJEE, P. BOSE & G. BHATTACHARYA (1974). Variability, interrelationships and path coefficient analysis for some quantitative characters in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Indian Agric.* 18(1): 13-20.
- MAMMEN, K.V. (1972). Effect of oilcakes on the incidence of rootgalls and the yield of bhindi in nematode-infested soil. *Agric. Res. J. (Kerala)* 10(2): 186-187.
- MAMMEN, K.V. (1973). Effect of some plants on rootknot nematode infestation on bhindi. *Agric. Res. J. (Kerala)* 11(2): 164-165.
- MANGUAL-CRESPO, G. & F.W. MARTIN (1980). Effect of spacing on seed, protein and oil production of four okra varieties. *J. Agric. Univ. Puerto Rico* 64(4): 450-459.
- MANKAU, R. (1968). Reduction of root-knot disease with organic amendments under semifield conditions. *Plant Dis. Rep.* 52(4): 315-319.
- MANOHAR, M.S. (1969). Pod development and germination of bhindi (*Abelmoschus esculentus*). *Expl Agric.* 5(3): 249-256.
- MARTIN, F.W. & R. RUBERTE (1978). Vegetables for the hot humid tropics. Part 2. Okra, *Abelmoschus esculentus*. Mayaguez Institute of Tropical Agriculture, USDA Science and Education Administration, Puerto Rico.
- MARTIN, J.A., T.L. SENN, B.J. SKELTON & J.H. CRAWFORD (1960). Response of okra seed to moisture content and storage temperature. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75: 490-494.
- MARTINEZ, J.A. (1961). Contrôlo do oídio em aboboreira e quiabeiro. *Biologico* 27: 13-15.
- MASTERS, M.T. (1875). Dans: HOOKER, J.D.. *Flora of british India* 1: 320-348. Ashford, Kent.
- MC FERRAN, J. & H.L. BOWDEN (1971). Effect on okra yields of removing a leaf to simulate mechanical harvest. *Ark. Fm Res.* 20(6): 7.
- MC FERRAN, J., G.A. BRADLEY & H.L. BOWDEN (1963). Production of Clemson Spineless okra. *Ark. Fm Res.* 12(2): 10.
- MC LAUGHLIN, J.H. (1946). Vegetable seed treatment for Oklahoma. *Okla Agric. Exp. St. Bull.*, B-293, pp. 24.
- MC LAURIN, W.J. (1979). The effect of nitrogen on productivity, morphology and quality of Louisiana Green Velvet okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Ph.D. thesis, Louisiana St. Univ. *Agric. Mechan. Coll.*
- MEDIKUS, F.K. (1787). Ueber einige künstliche geschlechter aus der Malvenfamilie, denn der klasse der Monadelphien. *Mannheim.* p. 45-46.
- MEDINA, P.V.L., R.M.T. MEDINA, F.A. D'A.COUTO & F.R. GOMES (1974). Efeito da profundidade de plantio, tipo de leito e modo de sementeira sobre a germinação do quiabo. *Rev. Ceres* 21(116): 302-309.
- MEDINA, P.V.L., R.M.T. MEDINA & C. SHIMOYA (1972). Anatomia dos tegumentos das sementes do quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.) e o uso de substâncias químicas para acelerar a germinação. *Rev. Ceres* 19(106): 385-394.

- MEDWEDEWA, G.B. (1936). [Karyological review of 15 species of the genus *Hibiscus*]. J. Bot. URSS 21: 533-550.
- MEHROTRA, O.N., R.C. GARG & I. SINGH (1970). Effect of CCC (2-chloroethyl trimethyl ammonium chloride) on growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Indian J. Plant Physiol. 13(2): 173-179.
- MESSIAEN, C.M. (1975). Le potager tropical. Techniques vivantes. Tome 1: Généralités. Tomes 2 et 3: Cultures spéciales. Presses universitaires de France.
- MIN. DU COMMERCE, COTE D'IVOIRE (1979). Mémento de l'homme d'affaires en Côte d'Ivoire. Société africaine d'édition, Paris.
- MIN. DU PLAN, COTE D'IVOIRE (1963). Etude régionale de Bouaké. Min. du Plan, Rép. de Côte d'Ivoire.
- MIN. DU PLAN, COTE D'IVOIRE (1964). Etude socio-économique de la région de Gagnoa-Daloa. Min. du Plan, Rép. de Côte d'Ivoire.
- MIN. DU PLAN, COTE D'IVOIRE (1965). Etude de développement socio-économique de la région de Korhogo. Min. du Plan, Rép. de Côte d'Ivoire.
- MIN. DU PLAN, COTE D'IVOIRE (1966). Etude générale de la région de Man. Min. du Plan, Rép. de Côte d'Ivoire.
- MIN. DU PLAN, COTE D'IVOIRE (1967). Etude socio-économique de la région du Sud-Est. Min. du Plan, Rép. de Côte d'Ivoire.
- MITIDIERI, J. & E.C. FERRAZ (1961). Anatomia dos tegumentos da semente de *Hibiscus esculentus* L.. Estud. Agron. (Lisboa) 2(3): 137-145.
- MITIDIERI, J. & E.C. FERRAZ (1962). Viabilidade da semente de *Hibiscus esculentus* L. antes da maturação do fruto. Rev. Agric. (Piracicaba) 37(1): 17-19.
- MITIDIERI, J. & R. VENCovsky (1974). Polinização cruzada do quiabeiro em condições de campo. Rev. Agric. (Piracicaba) 49(1): 3-6.
- MIZUBUTI, A. (1972). Studies of photoperiodism and photosynthetic efficiency on okra (*Hibiscus esculentus* L.). Ph.D. thesis, Purdue Univ..
- MOIZ, S.A. & M.S. QUERSHI (1969). Growing importance of mites as pests of crops in Hyderabad region and trials of pesticides against *Tetranychus telarius* L. Agric. Pakist. 20(3): 347-357.
- MONTENY, B.A. & M. ELDIN (1977). Données agroclimatiques recueillies à la station ORSTOM, Adiopodoumé, 1948-1976. Rapport interne, ORSTOM, Centre d'Adiopodoumé Côte d'Ivoire.
- MORGAN, G.W. (1966). A note on the salt tolerance of okra (*Hibiscus esculentus* L.) Trop. Agric. (Trinidad) 43(3): 263-264.
- MOTE, U.N. (1978). Studies on the varietal resistance of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to fruit borer (*Earias fabia* Stoll.) under field conditions. Vegetable Sci. 5(1): 47-49.
- MOTE, U.N. & R.N. POKHARKAR (1974). Control of fruit borer (*Earias* sp.) on okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Pesticides 8(11): 51-52.
- MURDOCK, G.P. (1959). Africa, its peoples and their culture history. New York. pp. 456.
- NANDPURI, K.S., J.S. RANDHAWA & K.S. RANDHAWA (1969). Influence of plant-growth regulators on germination, growth, flower formation, fruit set and yield of okra. J. Res. (Ludhiana) 6(1): 82-89.
- NANDPURI, K.S., K.S. SANDHU & K.S. RANDHAWA (1971). Effect of irradiation on variability in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). J. Res. Punjab Agric. Univ. 8(2): 183-188.
- NAWALE, R.N. & H.N. SONONE (1977). Screening of okra varieties for resistance to fruit borer (*Earias fabia* Stoll.). J. MAU 2(2): 183.
- NELSON, S.O., G.E. NUTILE & L.E. STETSON (1970). Effects of radiofrequency electrical treatment on germination of vegetable seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(3): 359-366.
- NETSCHER, C. (1970). Les nématodes parasites des cultures maraîchères du Sénégal. Cah. ORSTOM, Sér. Biol. 11: 209-229.
- NGAH, A.W. & K.M. GRAHAM (1973). Heritability of four economic characters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). Malaysian Agric. Res. 2(1): 15-21.

- NJOKU, E. (1958). The photoperiodic response of some Nigerian plants. *J. West Afr. Sci. Ass.* 4: 99-111.
- NOUR, M.A. (1957). Control of powdery mildew diseases in the Sudan, with special reference to broad beans. *Empire J. Exp. Agric.* 25(98): 119-131.
- OGATA, K., N. YAMAUCHI & T. MINAMIDE (1975). [Physiological and chemical studies on ascorbic acid of fruits and vegetables. 1. Changes of ascorbic acid content during maturation and storage period in okras]. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 44(2): 192-196 (en japonais).
- OLSEN, K.L. & N.F. THOMAS (1954). Efectividad de dos fumigantes del suelo y dos insecticidas contra el nematodo de las agallas de las raices en tomates y okra. *Turrialba* 4(1): 23-28.
- OMER, M.E.H. (1972). Chemical control of powdery mildews of cucumber and okra in the Sudan. *Expl Agric.* 8(3): 265-270.
- OMRAM, R.G. & R.D. POWELL (1971). Chilling injury in okra (*Hibiscus esculentus* L.) in relation to plant development and nitrogen metabolism. *Plant & Soil* 35(2): 357-369.
- ONWUEME, I.C. (1975). Enhancement of okra (*Hibiscus esculentus*) seedling growth and emergence by heat stress conditions. *J. Agric. Sci. (U.K.)* 85(2): 233-239.
- OYOLU, C. (1977). Variability in photoperiodic response in okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Acta Hort.* 53: 207-215.
- PADDA, D.S. (1968). Resistance to virus diseases in some vegetable crops. *Punjab Hort. J.* 8: 249-258.
- PADDA, D.S., M.S. SAIMBHI & J. SINGH (1970). Genetic evaluation and correlation studies in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Indian J. Hort.* 27: 39-41.
- PADMANABHAN, C., A.P.S. DAMODARAM & C.S. KRISHNAMURTHY (1963). Experiments in fungicidal control of pre-emergence damping off in vegetable crops. *Madras Agric. J.* 50: 109 (abstract).
- PAL, B.P., H.B. SINGH & V. SWARUP (1952). Taxonomic relationships and breeding possibilities of species of *Abelmoschus* related to okra (*A. esculentus*). *Bot. Gaz.* 113: 455-464.
- PAL, N., K.S. CHAUHAN & K.C. PUNDRIK (1970). Effect of gibberellic acid, indole-3-acetic acid and beta-naphthoxy-acetic acid as a pre-sowing seed treatment on germination, vegetative growth and yield of okra. *Punjab Hort. J.* 10: 155-160.
- PALANISAMY, S., T.R. SUBRAMANIAM & A. REGUPATHY (1977). Physiology of bhendi plants, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, associated with its preference and feeding by the red spider mite *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval). *Curr. Sci. (Bangalore)* 46(4): 116-117.
- PALIWAL, K.V. & G.L. MALIWAL (1972). Effects of salts on the growth and chemical composition of okra (*Abelmoschus esculentus*) and sponge-gourd (*Luffa cylindrica*). *J. Hort. Sci.* 47(4): 517-524.
- PANDEY, U.C. & I.J. SINGH (1979). Effect of nitrogen, plant population and soil moisture regimes on seed production of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Vegetable Sci.* 6(2): 81-91.
- PARTHASARATHY, V.A. & C.N. SAMBANDAM (1976a). Studies on self-pollination techniques in bhendi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *AUARA* 6: 76-82.
- PARTHASARATHY, V.A. & C.N. SAMBANDAM (1976b). Studies on cross-pollination techniques in bhendi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *AUARA* 6: 83-87.
- PARTHASARATHY, V.A. & C.N. SAMBANDAM (1979). Studies on pod development in bhendi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *AUARA* (1977/78) 7/8: 20-28.
- PATIL, J.A. (1963). Polyploidy in vegetable crops. Okra (*Abelmoschus esculentus*). *Poona Agric. Coll. Mag.* 54: 20-25.
- PATIL, J.A. (1967). Radiosensitivity in okra (*Abelmoschus esculentus*). *Coll. Agric. Parbhani Mag.* (1966/67) 8: 27-30.

- PAWAR, P.R., A.T. JOSHI & K.G. MAHAKAL (1977). Effect of seed treatment with plant growth regulators on germination, growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *J. MAU* 2(1): 26-29.
- PEREIRA, A.A., F.A.A. COUTO & M. MAESTRI (1971). Influência do fotoperíodo na floração do quiabo (*Hibiscus esculentus* L.). *Rev. Ceres* 18(96): 131-138.
- PEREIRA, C.A.L., S.R. FEREGUETE & J. DA CRUZ (1970). Eficiência de fungicidas no controle do oídio (*Erysiphe cichoracearum* DC) em quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.). *Seiva* 30(68): 26-33.
- PERKINS, D.Y., J.C. MILLER & S.L. DALLYN (1952). Influence of pod maturity on vegetative and reproductive behavior of okra. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 60: 311-314.
- PERLASCA, G. (1965). Ortaggi meno conosciuti: okra. *Inf. Ortoflorofruttic.* 6: 235-237.
- PERRAUD, A. (1971). Sols. Dans: AVENARD, J.M. et al.. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM No. 50, Paris.
- PERRAUD, A. & P. DE LA SOUCHERE (1967). Notice explicative de l'esquisse pédologique de la Côte d'Ivoire à 1/500 000. ORSTOM, Adiopodoumé, Min. de l'Agriculture, Rép. de Côte d'Ivoire. Convention d'étude pour le reboisement et la protection des sols.
- PLATT, B.S. (1975). Tables of representative values of foods commonly used in tropical countries. Medical Research Council, Special report series No. 302, London.
- PRABHU, A.S., K.D. PHATAK & R.P. SINGH (1971). Powdery mildew of bhindi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) in Delhi State. *Indian J. Hort.* 28(4): 310-312.
- PREM NATH & O.P. DUTTA (1970). Inheritance of fruit hairiness, fruit skin colour and leaf lobing in okra, *Abelmoschus esculentus*. *Can. J. Genet. Cytol.* 12(3): 589-593.
- PUREWAL, S.S. & G.S. RANDHAWA (1947). Studies in *Hibiscus esculentus* (Lady's finger). 1. Chromosome and pollination studies. *Indian J. Agric. Sci.* 17(3): 129-136.
- PURSEGLOVE, J.W. (1968). Tropical crops. Dicotyledons (2 volumes). Longmans, Green & Co. Ltd, London.
- RADFORD, P.J. (1967). Growth analysis formulae - their use and abuse. *Crop Sci.* 7(3): 171-175.
- RAMAN, K.R. (1964). Preliminary studies on the effect of mulching on vegetables with black polythene. *Madras Agric. J.* 51: 79 (abstract).
- RAMAN, K.R. & N. RAMU (1963). Studies on inter-varietal crosses and hybrid vigour in bhendi. *Madras Agric. J.* 50: 90-91 (abstract).
- RAMU, N. & S. MUTHUSWAMY (1964). Preliminary studies on foliar application of nitrogen in bhendi and brinjal. *Madras Agric. J.* 51: 80-81 (abstract).
- RANDHAWA, G.S. (1967). Growth and development in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) as influenced by time of sowing and row spacings. *J. Res. (Ludhiana)* 4: 365-369.
- RANDHAWA, G.S. & M.S. PANNUN (1969). The effects of row spacings and levels of nitrogen on the growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *J. Res. (Ludhiana)* 6(2): 320-324.
- RAO, T.S. (1972). Note on the natural variability for some qualitative and quantitative characters in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Indian J. Agric. Sci.* 42(5): 437-438.
- RAO, T.S. (1974). Influence of age of seed on germination in bhendi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Curr. Res.* 3(8): 96-97.
- RAO, T.S. & K.G. RAJ (1974). Effect of irradiation on morphological characters in bhendi. *Curr. Res.* 3(10): 126-127.
- RAO, T.S. & P.M. RAMU (1975). A study of correlation and regression coefficients in bhindi, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Curr. Res.* 4(8): 135-137.
- RAO, T.S. & P.M. RAMU (1979). Studies on pollen fertility, artificial germination and storage in bhindi varieties. *Punjab Hort. J.* 19(3/4): 179-181.

- RAO, V.G. (1962). India: *Alternaria* diseases of okra and ramie. FAO Plant Prot. Bull. 10(5): 116.
- RAO, V.R. & K.G. MUKERJI (1972). Studies on the charcoal rot disease of *Abelmoschus esculentus*. 1. Soil-host-parasite relationships. Mycol. Soc. Jap. Trans. 13(4): 265-274.
- RAZVI, I.A. & S.A.P. JAGIRDAR (1973). Effect of irrigation interval, spacings and planting methods on the yield of lady's finger. Agric. Pakist. 24(2): 151-157.
- RIBEIRO, R. DE L.D., C.F. ROBBS, F. AKIBA, O. KIMURA & S. SUDO (1971). Estudos sobre as podridões de pré e pos-emergência do quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.), na Baixada Carioca-Fluminense, causadas por uma nova forma especial de *Fusarium solani* (Mart.) Appel & Wr.. Arquivos Univ. Fed. Rur. Rio de Janeiro 1(1): 9-13.
- RICHARDSON, M.K. (1971). Okra harvesting made easy. Agri-search 2: 1.
- RICHARDSON, M.K. (1972). Mechanical harvesting of okra. Transactions ASAE 15(6): 1021-1023.
- RICHARDSON, M.K. (1977). Plant growth configurations which affect the mechanical harvesting of okra. Transactions ASAE 20(3): 420-422.
- RICHARDSON, M.K. & J.T. GRAIG (1977). Automatic controller simulation for mechanical okra harvesting. Transactions ASAE 20(3): 413-419.
- RICHHARIA, R.H. (1949). Inheritance of petal-base colour in lady's finger, *Hibiscus esculentus* Linn. Curr. Sci. (Bangalore) 18: 253.
- ROBBS, C.F. & A.L. PERACCHI (1972). Sôbre a erinose do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*). Pesq. Agropec. Bras., Sér. Agron., 7: 5-7.
- ROBERTSON, W.K. & H.W. YOUNG (1965). Response of vegetables grown in the Quincy area on Norfolk loamy fine sand to fertilizer and soil amendments. Proc. Fla St. Hort. Soc. (1964) 77: 198-204.
- ROY, A.K. (1969). Damping off of bhindi and garden flowers. FAO Plant Prot. Bull. 17: 68.
- ROY, R.P. & R.P. JHA (1958). A semi-asynaptic plant of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench (= *Hibiscus esculentus* L.). Cytologia 23: 356-361.
- ROY, S. & V.S. CHHONKAR (1976). Relationship of yield with different growth characters in okra, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Proc. Bihar Acad. Agric. Sci. 24(1): 170-172.
- SAIMBHI, M.S., S.P. JAISWAL, K.S. NANDPURI & G. KAUR (1975). Effect of phorate and nitrogen on plant growth, seed yield and chemical composition of okra. Indian J. Agric. Sci. 45(4): 152-155.
- SAIMBHI, M.S. & D.S. PADDA (1970). Effect of nitrogen and phosphate fertilization on the growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). J. Res. (Ludhiana) 7(4): 460-463.
- SAIMBHI, M.S., K.S. RANDHAWA & K.S. NANDPURI (1977). Effect of nitrogen fertilization and phorate on the production of okra seed. J. Res. (Ludhiana) 14(2): 178-181.
- SARIN, M.N. & H.K. SAXENA (1965). Influence of zinc and manganese deficiency on the growth of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Indian J. Plant Physiol. 8: 136-144.
- SASTRY, K.S.M. & S.J. SINGH (1973). Restriction of yellow vein mosaic virus spread in okra through the control of vector, whitefly *Bemisia tabaci*. Indian J. Mycol. Plant Pathol. 3(1): 76-80.
- SCHMIDT, A. (1971). Okra. Dans: BLANCKENBURG, P. VON, et al.: Handbuch der Landwirtschaft und ernährung in den entwicklungslanden. Band 2: 401-405.
- SCHMIDT, W.A. (1964). Influence of zinc on the performance of vegetables in the Bajío region of Mexico. Proc. Carib. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci. (1963) 7: 17-27.
- SCHUMANN, K.M. (1890). Malvaceae. Dans: ENGLER, H. & K. PRANTL. Die natürlichen pflanzenfamilien 3(6): 30-53.

- SEN, A.K. (1960). Preliminary studies on parasitic nematodes on vegetable crops in Bihar. *Indian Agric.* 4: 113-116.
- SEN, P.K. & S.K. SEN (1968). Effects of growth-retarding and -promoting chemicals on growth and flowering of some annuals. *Indian J. Hort.* 25: 219-224.
- SHALABY, G.I. (1972). Natural cross-pollination in okra. *Assiut J. Agric. Sci.* 3(1): 381-386.
- SHARMA, A.N., V.K. SHARMA & R.S. SINGH (1971). Oilcakes and sawdust control root-knot. *Indian Fmg* 20(12): 17-20.
- SHARMA, C.B. & V. SHUKLA (1973). Nature of response in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to nitrogen, phosphorus and potassium applications and their economic optima. *Indian J. Agric. Sci.* 43(10): 930-933.
- SHARMA, J.P. & R. PRASAD (1973a). Yield of pods, crude protein content and nitrogen uptake by okra (*Hibiscus esculentus*) as affected by nitrogen and water management. *Gartenbauwissenschaft* 38(2): 163-169.
- SHARMA, J.P. & R. PRASAD (1973b). Water for bhindi - how much and when. *Indian Fmg* 22(10): 20-21.
- SHARMA, M.L. & V.S. RATHORE (1971a). Effect of date and method of sowing on the performance of spring-summer crop of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Indian J. Agron.* 16(4): 523-524.
- SHARMA, M.L. & V.S. RATHORE (1971b). Early planting on ridges - growing bhindi the profitable way. *Indian Hort.* 16(1): 17.
- SHARMA, O.P. & S.N. KULKARNI (1971). Leaf blight of bhindi. *JNKVV Res. J.* 5(2): 129.
- SHRI RAM & P.K. PATMAK (1977). Evaluation of insecticides for the control of spotted bollworms, *Earias* spp., on okra. *Pantnagar J. Res.* 2(1): 63-66.
- SHUKLA, S.N. & M.N. TEWARI (1973). Note on the increase in fruit growth of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) by treatment with growth-retardants. *Indian J. Agric. Sci.* 43(10): 969-971.
- SHUKLA, S.N. & M.N. TEWARI (1974a). Chemical changes in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench in response to soil and foliar application of phosphon. *Biochem. Physiol. Pflanzen* 166(4): 307-312.
- SHUKLA, S.N. & M.N. TEWARI (1974b). Effect of alar and etrel on growth, fruit development and distribution of nitrogen and phosphorus in okra. *Indian J. Agric. Sci.* 44(12): 787-790.
- SIEMONSM, J.S. (1979). La variabilité naturelle du matériel végétal du gombo, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, en Côte d'Ivoire. *Rapp. Ann. 1978, Centre Néerlandais, Univ. Agron., Wageningen, Pays-Bas.* p. 27-34.
- SIEMONSM, J.S. (1980). Local okra cultivars from Ivory Coast. A note for the IBPGR. *Centre Néerlandais, ORSTOM, Ivory Coast.* pp. 11.
- SILVA, R.F. DA, J.F. DA SILVA, J. VIGGIANO, F.A. D'A COUTO & A.R. CONDE (1976). Efeitos do teor de umidade da semente, dos tipos de embalagem e das condições de armazenamento na germinação das sementes de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Rev. Ceres* 23(126): 77-82.
- SILVEIRA, A.P. DA, (1967). Quiabeiro com murcha verticilar. *Biologico* 33(2): 46.
- SILVEIRA, A.P. DA, B.P.B. CRUZ, J.B. BERNARDI & S.G.P. DA SILVEIRA (1970). Comportamento de algumas variedades de quiabeiro (*Hibiscus esculentus* L.) com relação à murcha verticilar (*Verticillium dahliae* Kleb.). *Biologico* 36: 63-68.
- SINGH, A.B. & S.M. SIKKA (1955). Pusa Makhmali - a new find in lady's finger. *Indian Fmg* 4(2): 27-30.
- SINGH, B., R.N. VASHISHTHA & K. SINGH (1973). Note on the effect of certain chemicals on seed germination of bottlegourd, bittergourd, watermelon and bhindi. *Haryana J. Hort. Sci.* 2(1/2): 70-71.
- SINGH, B.N., S.C. CHAKRAVARTI & G.P. KAPOOR (1938). An interspecific *Hibiscus* hybrid between *H. ficulneus* and *H. esculentus*. *J. Hered.* 29(1): 37-41.
- SINGH, H. (1963a). The success story of bhindi Pusa Sawani. *Indian Hort.* 7(2): 20-22.

- SINGH, H. (1963b). Ever growing popular - Pusa Sawani bhindi. *Indian Fmg* 13(4): 14,23.
- SINGH, H.B. & A. BHATNAGAR (1975). Chromosome number in an okra from Ghana. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 36(1): 26-27.
- SINGH, H.B., B.S. JOSHI, P.P. KHANNA & P.S. GUPTA (1962). Breeding for field resistance to yellow vein mosaic in bhindi. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 22(2): 137-144.
- SINGH, K. & J.L. MANGAL (1974). Effect of salinity on vegetative growth, flowering and fruiting of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Haryana J. Hort. Sci.* 3(3/4): 210-217.
- SINGH, K. & A. SINGH (1969). Effect of various chemicals on the germination of some hard-coated vegetable seeds. *J. Res. (Ludhiana)* 6(3): 801-807.
- SINGH, K. & R.P. SINGH (1965a). Effect of various sources and levels of nitrogen on growth and fruiting responses of bhindi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Horticulturist (Srinagar)* 1: 76-80.
- SINGH, K. & R.P. SINGH (1965b). Nitrogenous fertilizers in relation to growth and fruiting of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Indian J. Hort.* 22: 340-344.
- SINGH, K. & S.K. UPADHYAY (1967). Effect of soil and foliar application of naphthalene acetic acid (NAA) on the vegetative growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Indian J. Agron.* 12: 42-45.
- SINGH, M. & M.R. THAKUR (1979). Nature of resistance to yellow vein mosaic in *Abelmoschus manihot* ssp. *manihot*. *Curr. Sci. (Bangalore)* 48(4): 164-165.
- SINGH, N.D. & K.M. FARRELL (1972). Occurrence of *Rotylenchulus reniformis* in Trinidad, West Indies. *Plant Dis. Rep.* 56(6): 551.
- SINGH, N.T. & G.S. DHALIWAL (1972). Effect of soil temperature on seedling emergence in different crops. *Plant & Soil* 37(2): 441-444.
- SINGH, P., R.D. TRIPATHI & H.N. SINGH (1974). Effect of age of picking on the chemical composition of the fruits of okra. *Indian J. Agric. Sci.* 44(1): 22-26.
- SINGH, R.K. & K.P. SINGH (1977). Effect of seed treatment with plant growth substances on germination, vegetative growth and yield of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Proc. Bihar Acad. Agric. Sci.* 25(2): 24-27.
- SINGH, R.K., K.P. SINGH & G. MANDAL (1976). Effect of seed treatment with PGR on yield and economics of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Proc. Bihar Acad. Agric. Sci.* 24(2): 108-109.
- SINGH, R.K. & R. TIWARI (1977). Studies on the floral biology of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Proc. Bihar Acad. Agric. Sci.* 25(1): 82-86.
- SINGH, R.P. & U.B. PANDEY (1975). Effect of nitrogen rates and plant spacings on the performance of bhindi, Pusa Sawani. *Annual Report of Research 1974-1975, G.B. Pant Univ. Agric. Technol., Pantnagar (abstract)*.
- SINGH, R.S. (1953). Efficacy of bordeaux mixture and perenox in controlling leaf spot in bhindi. *Sci. & Cult.* 19(6): 305-306.
- SINGH, R.S., B. SINGH & S.P.S. BENIWAL (1967). Observations on the effect of sawdust on incidence of root knot and on yield of okra and tomatoes in nematode-infested soil. *Plant Dis. Rep.* 51(10): 861-863.
- SINGH, R.S. & K. SITARAMAIAH (1966). Incidence of root knot of okra and tomatoes in oil-cake amended soil. *Plant Dis. Rep.* 50(9): 668-672.
- SINGH, S. & M.S. GURAM (1960). Control of the vegetable mite by the use of newer acaricides. *Indian J. Hort.* 17: 69-73.
- SINGH, S. & B.S. SAINI (1956). New acaricides for the control of the vegetable mite, *Tetranychus telarius* Linn. (Acarina: Tetranychidae). *Indian J. Hort.* 13: 30-35.
- SINGH, S.J. & K.S. SASTRY (1975). Studies on some of the important virus diseases of vegetables and their control. 8th Ann. Rep., Indian Inst. Hort. Res., Bangalore: 68-69.

- SINGH, S.N. & O.G. JOHARI (1950). Growth, flowering and fruiting studies in *Hibiscus esculentus* L. Kanpur Agric. Coll. Students Mag. 11(1): 33.
- SINGH, S.P., J.P. SRIVASTAVA & H.N. SINGH (1975). Heterosis in bhindi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Progr. Hort. 7(2): 5-15.
- SISTRUNK, W.A., L.G. JONES & J.C. MILLER (1960). Okra pod growth habits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 76: 486-491.
- SIVAKUMAR, C.V. & M. MEERZAINUDEEN (1973). The effect of yellow vein mosaic disease of okra on the reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. South Indian Hort. 21(2): 68-69.
- SIVANAPPAN, R.K., C.R. MUTHUKRISHNAN, P. NATARAJAN & S. RAMADAS (1974). The response of bhindi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to the drip system of irrigation. South Indian Hort. 22(3/4): 98-100.
- SKOVSTED, A. (1935). Chromosome numbers in the family Malvaceae I. J. Genet. 31: 263-296.
- SLOTEN, D.H. VAN, (1980). IBPGR activities on genetic resources of fruits and vegetables. Chron. Hort. 20(3): 49-52.
- SNEDECOR, G.W. & W.G. COCHRAN (1967). Statistical methods. 2nd Edition, Iowa, USA.
- SODEFEL (1968). Rapport annuel 1968, Centre Horticole de Bouaké. Sodefel, Côte d'Ivoire.
- SODEFEL (1970). Rapport annuel 1970, Centre Horticole de Bouaké. Sodefel, Côte d'Ivoire.
- SODEFEL (1975). Culture de l'aubergine locale et du gombo. Fiche technique, Sodefel, Min. de l'Agriculture, Rép. de Côte d'Ivoire.
- SOHI, H.S. & B.L. PUTTOO (1973). Studies on the fungal flora of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) seeds. Indian J. Hort. 30(1/2): 428-431.
- SOHI, H.S. & S.S. SOKHI (1974). Behaviour of okra varieties to damping off, powdery mildew and Cercospora blight. Indian Phytopath. 27(1): 91-92.
- SOHI, H.S. & T.S. SRIDHAR (1971a). Efficacy of different fungicides against powdery mildew disease of okra. Pesticides 5(3): 7, 10.
- SOHI, H.S. & T.S. SRIDHAR (1971b). Toxic effects of Morestan sprays on okra fruits. Indian J. Hort. 28(3): 245.
- SOKHI, S.S., J.S. JHOOTY, S.S. BAINS & H.S. REWAL (1979). Chemical control of *Cercospora* blight of okra. Indian J. Mycol. Plant Pathol. 9(2): 247-248.
- SOKHI, S.S. & H.S. SOHI (1975). Powdery mildew on okra in Karnataka State and its control. Indian J. Mycol. Plant Pathol. 5(1): 69-73.
- SPIVEY, C.D., O.J. WOODARD & W.D. WOODWARD (1957). The production of okra in South Georgia. Ga Agric. Exp. St. Bull. 44, pp. 39.
- SRINIVASAN, P.M. & P.S. NARAYANASWAMY (1960). Experiments on the control of the shoot and fruit borer, *Earias fabia* Stoll. and *Earias insulana* (Boisd.) on bhendi, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Madras Agric. J. 47: 34-35 (abstract).
- SRINIVASAN, P.M. & P.S. NARAYANASWAMY (1961). Varietal susceptibility in bhendi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to the shoot and fruit borers, *Earias fabia* Stoll. and *Earias insulana* (Boisd.). Madras Agric. J. 48: 345-346.
- SRIVASTAVA, L.S. & S.C.P. SACHAN (1973). Studies on floral biology of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Allahabad Farmer 47(1): 63-65.
- SRIVASTAVA, R.P. & L. SINGH (1968). Effect of pre-sowing treatment with growth substances on important crops. IV. Okra. Allahabad Farmer 42(1): 27-29.
- SRIVASTAVA, V.K. (1964). Studies on floral biology of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Indian J. Hort. 21: 165-169.
- SRIVASTAVA, V.K. (1965). The effect of plant regulators on germination of seeds of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Sci. & Cult. 31(7): 374-375.
- SRIVASTAVA, V.K. & S.C.P. SACHAN (1971). Effect of indole acetic acid and gibberellic acid on growth and yield in okra. Indian J. Hort. 28(3): 237-239.
- STANDAL, B.R., J.M. STREET & R.M. WARNER (1974). Tasty, protein rich and easy to grow - the new edible "sunset" *Hibiscus*. Hawaii Farm Sci. 2: 2-3.

- SUKUL, N.C., P.K. DAS & G.C. DE (1974). Nematicidal action of some edible crops. *Nematologica* 20(2): 187-191.
- SULIKERI, G.S. & T.S. RAO (1972). Studies on floral biology and fruit formation in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) varieties. *Progr. Hort.* 4(2): 71-80.
- SUNDARARAJ, D.D., G. BALASUBRAMANIAN & G. SOUNDRAPANDIAN (1965). Standard of germination in *Abelmoschus esculentus* (bhendi or okra). *Madras Agric. J.* 52(1): 10-12.
- SUNDARESH, H.N., K.G.H. SETTY & H.C. GOVINDU (1977). Integrated control of root knot nematode (*Meloidogyne incognita* Chitwood). *Mysore J. Agric. Sci.* 11(4): 540-543.
- SUTTON, P. (1964). The response of okra to nitrogen, phosphorus and potassium fertilization. *Proc. Fla St. Hort. Soc.* (1963) 76: 149-153.
- SUTTON, P. (1966). The effect of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield of okra. *Proc. Fla St. Hort. Soc.* 79: 146-149.
- SUTTON, P. & E.E. ALBREGTS (1970). The effect of fertility and plant populations on the yield of okra. *Proc. 83rd Ann. Meeting Fla St. Hort. Soc.* 83: 141-144.
- TAI, E.A., S. KANHAI & T. GARDNER-BROWN (1969). A spacing and fertilizer trial with okra. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci.* (1968) 12: 39-46.
- TANDON, R.S. & S.P. SINGH (1973). Two plant parasites of two different families of nematodes parasiting lady finger (*Abelmoschus esculentus*) at Lucknow. *Zool. Anz.* 191(1/2): 139-150.
- TANDON, S.L. (1955). Colchicine treatment of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Sci. & Cult.* 21(1): 39-40.
- TAYLOR, T.A. (1974). Evaluation of dipel (*Bacillus thuringiensis*) for control of lepidopterous pests of okra. *J. Econ. Entomol.* 67(5): 690-691.
- TERRA, G.J.A. (1966). Tropical vegetables. *Comm. 54, Dep. Agric. Res., R. Trop. Inst. Amsterdam.*
- TESHIMA, T. (1933). Genetical and cytological studies in an interspecific hybrid of *Hibiscus esculentus* and *H. manihot*. *J. Fac. Agric. Hokkaido Univ.* 34: 1-155.
- TEWFIK, H.R. & S.M. SAKR (1962). Cutin and suberin as affecting transplanting in okra, beet and watermelon. *Alex. J. Agric. Res.* 10(1): 3-16.
- THAMBURAJ, S. (1972). Response of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to thermo- and photoperiods. *Madras Agric. J.* 59(6): 339-346.
- THAMBURAJ, S. & S. KAMALANATHAN (1973). Studies on growth and productivity in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Madras Agric. J.* 60(9-12): 1659-1666.
- THOMAS, B.W.O. (1961). Okra production in Mississippi. *Miss. Fm Res.* 24(5), pp. 4.
- TINDALL, H.D. (1968a). Fruits et légumes en Afrique occidentale. *FAO, Rome.*
- TINDALL, H.D. (1968b). Commercial vegetable growing. *Oxford Tropical Handbooks.* Oxford University Press.
- TISCHLER, G. (1931). Pflanzliche chromosomen-zahlen (Nachtrag no. 1). *Tab. Biol.* 7: 109-226.
- TRIVEDI, H.B.P. & R. PRAKASH (1969). Heritability of fruit size in bhendi, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Sci. & Cult.* 35(7): 318-319.
- UGALE, S.D., R.C. PATIL & S.S. KHUSPE (1976). Cytogenetic studies in the cross between *Abelmoschus esculentus* and *A. tetraphyllus*. *J. MAU* 1(2-6): 106-110.
- UPPAL, B.N., P.M. VARMA & S.P. CAPOOR (1940). Yellow mosaic of bhendi. *Curr. Sci.* (Bangalore) 9: 227-228.
- USTINOVA, E.I. (1937). Interspecific hybridization in the genus *Hibiscus*. *Genetica* 19: 356-366.
- USTINOVA, E.I. (1949). [A description of the interspecific hybrid of *Hibiscus esculentus* and *H. manihot*]. *Priroda (Nature)* 6: 58-60 (en russe).
- UTHAMASAMY, S., S. CHELLIAH & M. BALASUBRAMANIAN (1977). Insecticidal control of pests and the yellow vein mosaic disease of bhendi, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Sci. & Cult.* 43(11): 510-512.

- UTHAMASAMY, S., S. JAYARAJ & T.R. SUBRAMANIAM (1971). Studies on the varietal resistance of bhendi, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, to the leafhopper, *Amrasca (Empoasca) devastans* (Dist.), (Homoptera: Jassidae). 2. Biochemical mechanisms of resistance. *South Indian Hort.* 19(1/4): 53-59.
- UTHAMASAMY, S., S. JAYARAJ & T.R. SUBRAMANIAM (1972a). Studies on the varietal resistance of bhendi, *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, to the leafhopper, *Amrasca (Empoasca) devastans* (Dist.) (Homoptera: Jassidae). 4. Antibiosis mechanism in bhendi varieties under insectary conditions. *South Indian Hort.* 20(1/4): 71-75.
- UTHAMASAMY, S. & T.R. SUBRAMANIAM (1976). Controlling the bhendi fruit borer. *Pesticides* 10(11): 46.
- UTHAMASAMY, S., T.R. SUBRAMANIAM & S. JAYARAJ (1972b). Studies on the plant characters of bhendi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), associated with the resistance to the leafhopper, *Amrasca (Empoasca) devastans* (Dist.) (Homoptera: Jassidae). *Progr. Hort.* 3(4): 25-31.
- UTHAMASAMY, S., T.R. SUBRAMANIAM & S. JAYARAJ (1973). Studies on the varietal resistance of bhendi (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) to the leafhopper, *Amrasca (Empoasca) devastans* (Dist.) (Homoptera: Jassidae). 1. Screening of varieties under field conditions. *Madras Agric. J.* 60(1): 27-31.
- VAVILOV, N.I. (1951). The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chron. Bot.* 13(1-6), 1949/1950.
- VENKATARAMANI, K.S. (1952). A preliminary study on some inter-varietal crosses and hybrid vigour in *Hibiscus esculentus* L.. *J. Madras Univ., Sect. B*, 22(2): 183-200.
- VENKATARAMANI, K.S. (1953). Some observations on blossom biology and fruit formation in *Hibiscus esculentus*. *J. Madras Univ., Sect. B*, 23(1): 1-14.
- VERMA, J.P., S.V.S. RATHORE & C.S. KUSHWAHA (1974). Effect of level and method of application of nitrogen through urea on the performance of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Progr. Hort.* 5(4): 77-80.
- VERMA, V.K., K.C. PUNDRIK & K.S. CHAUHAN (1970). Effect of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on vegetative growth and yield of okra. *Punjab Hort. J.* 10: 130-136.
- VESSEREAU, A. (1960). *Méthodes statistiques en Biologie et en Agronomie. Recherche et Expérimentation en Agriculture* 2. Paris.
- VILSONI, F., M. MC CLURE & L.D. BUTLER (1976). Occurrence, host range and histopathology of *Radopholus similis* in ginger (*Zingiber officinale*). *Plant Dis. Rep.* 60(5): 417-420.
- VOHORA, S.B., M. RIZWAN & J.A. KHAN (1973). Medicinal uses of common Indian vegetables. *Planta Medica* 23(4): 381-393.
- WATERWORTH, H.E. & W.R. POVISH (1968). *Chrysanthemum, Cleonia, Crambe, Isatis* and *Saussurea* are susceptible to common leafspot fungi. *Plant Dis. Rep.* 52: 248-249.
- WEAVER, J.E. & W.E. BRUNER (1927). *Root development of vegetable crops*. Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York.
- WEAVER, R.J. (1972). *Plant growth substances in agriculture*. Freeman & Co., San Francisco.
- WILSON, W.F., J.A. COX & J. MONTELARO (1953). Louisiana okra. *La Div. Agric. Ext. Publ.* 1141, pp. 11.
- WINDHAM, S.L. (1966). Fertilizer study shows rates for okra production. *Miss. Fm Res.* 29(3): 5-6.
- WINDHAM, S.L. (1969). Okra fertility and spacing studied. *Miss. Fm Res.* 32(3): 4.
- WINTERS, H.F. & G.W. MISKIMEN (1967). *Vegetable gardening in the Caribbean area*. USDA Handbook 323.
- WOODROOF, J.G. (1927). Okra. *Ga Exp. St. Bull.* 145: 164-185.
- WOOLFE, M.L., M.F. CHAPLIN & G. OTCHERE (1977). Studies on the mucilages extracted from okra fruits (*Hibiscus esculentus* L.) and baobab leaves (*Adansonia digitata* L.). *J. Sci. Fd Agric.* 28: 519-529.

- YAMAUCHI, N., T. MINAMIDE & K. OGATA (1975). [Physiological and chemical studies on ascorbic acid of fruits and vegetables. 2. Changes of ascorbic acid content during development of chilling injury]. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 44(3): 303-307 (en japonais).
- YASHVIR (1975). Induced quantitative mutations in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). 1. Plant height mutations. Proc. Indian Acad. Sci., Sect. B, 81(4): 181-185.
- YAZDANI, S.S. & B.S. LALL (1977). Studies on comparative efficacies of newer insecticides in spray and granule formulations against spotted bollworm, *Earias fabia* Stoll., on okra (*Abelmoschus esculentus*). Proc. Bihar Acad. Agric. Sci. 25(1): 71-76.
- ZAIYD, M. (1977). Effects of organic soil amendments on the incidence of root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on bhindi plants. Proc. Bihar Acad. Agric. Sci. 25(1): 23-26.