

Les gombos

Serge Hamon, André Charrier

Les gombos, autrefois rattachés au genre *Hibiscus*, constituent aujourd'hui le genre *Abelmoschus*, au sein de la famille des malvacées. Parmi les dix espèces reconnues actuellement, deux sont cultivées pour leur fruit, qui est un légume très populaire dans la plupart des pays tropicaux et méditerranéens : *A. esculentus* et *A. caillei*. Deux autres espèces, de moindre importance, font l'objet d'une culture : *A. manihot*, pour ses feuilles, et *A. moschatus*, pour ses graines.

Aucune donnée statistique précise n'est disponible pour ces espèces auto-consommées ou destinées aux marchés locaux, mais on estime que la production mondiale de gombos est de l'ordre de 5 à 6 millions de tonnes par an, ce qui représente environ 1,5 % de la production de légumes. En Afrique de l'Ouest, les gombos occupent la deuxième place des productions légumières derrière les tomates.

Les jeunes fruits du gombo sont généralement commercialisés en frais et parfois en conserve (Etats-Unis, Grèce). Dans les régions arides, comme le Sahel, et en Inde, les fruits découpés en tranches sont séchés au soleil et conservés sur de très longues périodes. Ce légume fruit, apprécié dans de nombreux pays, est utilisé comme condiment ou comme liant dans les sauces. Il a une valeur nutritionnelle intéressante pour compléter une alimentation déséquilibrée.

Le fruit est en effet riche en glucides (7 à 8 % de la matière sèche), présents essentiellement sous forme de mucilage. Il est assez pauvre en fibres mais riche en protéines pour un légume fruit (1,8 % de la matière sèche), l'acide aspartique et l'arginine représentent 10 % des acides aminés. Il contient peu de calcium (90 milligrammes pour 100 grammes), de phosphore (56 milligrammes) et de magnésium (43 milligrammes), et très peu de potassium. Le gombo est assez pauvre en vitamines mais sa valeur nutritive est honorable, loin derrière la carotte mais devant la tomate. De plus, les graines sont une source de protéines (20 % de la matière sèche) et de lipides (14 %).

L'organisation évolutive

Les formes cultivées

A. esculentus est une plante annuelle, multipliée par graines, des régions tropicales, subtropicales et méditerranéennes. Ses jeunes fruits sont récoltés immatures, 3 à 5 jours après la fécondation (planche XIII, 1). Il leur faut environ un mois pour atteindre la maturité complète.

Cette espèce est cultivée presque toute l'année en zone tropicale, mais elle se développe mieux pendant la saison chaude et humide. Elle demande des températures minimales de l'ordre de 20 °C et peut être semée sur une très large gamme de sols, mais de préférence bien drainés, bien préparés et dont le pH est compris entre 6 et 7. Bien que la fertilisation soit rarement pratiquée, il est recommandé d'appliquer un engrais organique (10 tonnes par hectare) avant le semis, puis de réaliser un apport d'urée (150 kilos par hectare) et de chlorure de potassium (150 kilos par hectare) en deux ou trois applications. Le semis s'effectue avec 7 à 10 kilos de semences à l'hectare, soit directement, à raison de 3 à 4 graines par poquet, soit sur billons, avec un écartement sur la ligne de 20 à 40 centimètres et un interligne de 50 à 60 centimètres. En culture industrielle, il faut prévoir un arrosage tous les deux jours : une plante adulte consomme l'équivalent de 8 millimètres d'eau par jour.

En Afrique de l'Ouest, *A. esculentus* est cultivé en association avec *A. caillei*. Ces deux espèces se distinguent notamment par les caractères floraux et le nombre chromosomique. *A. esculentus*, insensible à la photopériode, commence à fleurir 1 à 2 mois après le semis, qui a lieu au début de la grande saison des pluies, en mai. Il produit pendant cette saison, d'où son appellation « gombo de saison des pluies ». *A. caillei*, plus tardif et photosensible — sa floraison intervient entre 2 et 4 mois et son cycle peut durer un an —, est connu comme le « gombo de saison sèche », c'est-à-dire qui produit en saison sèche. *A. caillei* est également plus encombrant et nécessite un écartement intra et interligne de 75 centimètres.

Avec un minimum d'expérience, il est aisé de différencier ces deux espèces à leur aspect général — leur port — ou en observant le nombre et la largeur des segments du calicule. En revanche, il est difficile, à partir d'un fruit sec et isolé de la plante, de déterminer à quelle espèce il appartient. Quelques caractères sont cependant discriminants comme la coloration générale du fruit sec, la longueur et la forme du pédicelle, la striation des graines, la longueur et la largeur du fruit à maturité et sa pilosité (STEVENS, 1990; planche XIII, 2).

Ces deux espèces coexistent de la Guinée (HAMON *et al.*, 1986) au Cameroun (STEVENS, 1990), mais leur fréquence relative et le nombre de leurs variétés en culture sont très variables selon les zones géographiques et les ethnies. Hormis les fruits, les feuilles d'*A. caillei* sont parfois consommées, notamment dans le nord-ouest de la Côte d'Ivoire.

L'espèce *A. manihot*, dont les fruits sont trop épineux pour être consommés, est cultivée en Papouasie-Nouvelle-Guinée pour ses feuilles. Les plantes ont d'ailleurs parfois perdu leur capacité à fleurir et sont multipliées par bouturage. L'espèce *A. moschatus* n'a que des utilisations occasionnelles. Ses graines, à l'odeur musquée, sont connues sous le nom d'ambrette et entrent dans la préparation de parfums. Elle est également utilisée au cours des rites animistes dans le sud du Togo et du Bénin. Si l'on s'en tient à la traduction des noms vernaculaires, elle possède le statut de plante de substitution lorsque le totem, plante non autorisée à la consommation pour un individu, est précisément l'une des autres espèces de gombo. Différentes formes d'*A. moschatus* et d'*A. manihot* coexistent avec *A. esculentus* en Thaïlande, où *A. caillei* n'a pas été rencontré (HAMON *et al.*, 1987).

LA BIOLOGIE ET LE MODE DE REPRODUCTION

Les gombos se caractérisent par une croissance indéterminée. Leur floraison est continue mais très dépendante des stress biotiques et abiotiques. En général, la plante porte sa première fleur 1 à 2 mois après le semis. Pour *A. esculentus*, il y a alors émission d'une fleur, uniquement sur l'axe orthotrope, tous les deux ou trois jours. Pour *A. moschatus*, *A. manihot* et *A. caillei*, le nombre de fleurs épanouies par jour, qui dépend du degré de ramification, peut être d'une quinzaine, mais les exigences photopériodiques de ces espèces sont encore mal connues. Le fruit est une capsule. Sa croissance est très rapide puisqu'il peut atteindre 5 centimètres de long 3 jours après la floraison, stade de récolte le plus fréquent pour la consommation en frais.

Les espèces du genre *Abelmoschus* ont toutes des fleurs hermaphrodites, dont les pétales, le plus souvent jaunes, attirent de nombreux insectes. Leur floraison est fugace : les fleurs s'épanouissent le matin, peu avant l'aube, et se flétrissent au milieu de l'après-midi ; leurs pétales prennent alors parfois une couleur rouge. Le style, long de 3 à 5 centimètres, est entouré d'une colonne staminale, qui peut porter plus d'une centaine d'anthers (planche XIII, 3). L'autopollen des anthers supérieures est mis en contact avec les stigmates par simple élon-

gation de la colonne staminale ou par l'intermédiaire des insectes. Ces derniers peuvent aussi véhiculer de l'allopollen. La germination de l'autopollen est toujours possible — il n'y a pas d'auto-incompatibilité —, sans que l'autogamie soit stricte pour autant. Des taux d'allogamie très variables, de 0 à 69 %, ont été observés pour *A. esculentus* (CHARRIER, 1984).

Les études menées par l'ORSTOM sur la biologie florale ont permis de préciser le mode de reproduction des gombos et le processus de leur fécondation. En se fondant sur la classification établie par CRUDEN (1976) sur la base de la part relative des fonctions mâle et femelle — mesurée par le logarithme du rapport, par fleur, entre le nombre de grains de pollen émis et le nombre d'ovules disponibles —, on a confirmé le mode de reproduction préférentiellement autogame des gombos. Les indices calculés sont de 2,0 pour *A. esculentus* et *A. caillei* et de 2,2 pour *A. manihot* et *A. moschatus*, ce qui correspond à une allocation de ressources reproductives caractéristique de ce mode de reproduction (HAMON et KOEHLIN, 1991a).

Pour ce qui concerne le processus de fécondation, on a montré, grâce à des marqueurs de coloration, que l'autofécondation progressait au cours de la matinée. En effet, en pollinisant des variétés vertes avec du pollen provenant de plantes rouges — couleur dominante en F_1 —, on obtient des taux d'hybrides différents selon l'heure à laquelle l'allopollinisation a eu lieu : de nombreux hybrides si l'allopollinisation est pratiquée à 6 heures du matin et presque aucun si elle est réalisée à midi (HAMON et KOEHLIN, 1991b). La fleur du gombo assure donc par défaut son autofécondation.

En conditions naturelles, le niveau d'allogamie dépend des facteurs écologiques, de la structure florale de la variété, c'est-à-dire de la position relative des étamines sur la colonne staminale et de la vitesse de croissance de cette dernière. Il est également conditionné par les insectes transporteurs de pollen — leur nature, leur mobilité et leur affinité pour le nectar. La présence en début de matinée de nombreux insectes très mobiles peut favoriser l'allogamie. L'isolement des fleurs est nécessaire pour contrôler l'autofécondation et pour garantir la pureté des variétés hybrides produites.

LA DIVERSITÉ DES FORMES CULTIVÉES

Plusieurs prospections ont été réalisées en Afrique et en Asie. Elles ont permis de réunir des collections représentatives de la diversité des formes cultivées. Des collections sont actuellement conservées aux Etats-Unis par l'USDA (United States Department of Agriculture), au Nigeria par le NIHORT (National Horticultural Research Institute), en France par l'ORSTOM, en Côte d'Ivoire par l'IDESSA (Institut des savanes), en Inde par le NBPGR (National Bureau of Plant Genetic Resources) et aux Philippines par l'IPB (Institute of Plant Breeding). Grâce à l'action de l'IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources), un réseau d'échange de semences a été mis en place.

L'analyse des échantillons de l'espèce *A. esculentus* a mis en évidence une répartition géographique inégale de sa variabilité morphologique et phénologique. Les plantes originaires du bassin méditerranéen et de l'Inde présentes dans la collection de l'USDA sont peu polymorphes, même si quelques variétés, comme Pusa Sawani, sont incontestablement originales (MARTIN *et al.*, 1981). En revanche, les gombos d'Afrique de l'Ouest, cultivés de la Guinée au Cameroun, sont très diversifiés ; on rencontre dans cette région une multiplicité de formes variétales, qui diffèrent par la durée de leur cycle, leurs dimensions et la coloration de leurs organes, en particulier celle des fruits. Chacune est adaptée aux conditions locales de sa culture : formes naines et précoces pour les zones sahéliennes, comme dans la région d'Agadez au Niger ; variétés de grande taille associées au mil ; variétés à cycle court semées en contre-saison sur les buttes d'igname... Leurs fruits vont du blanc au violet en passant par différents verts et présentent des dimensions et des formes inconnues dans d'autres régions. Deux variétés, abondantes au Togo et au Bénin, ont des caractéristiques remarquables : Joue d'Agouti, dont le fruit vert atteint 6 centimètres de diamètre, et Corne d'Antilope, au fruit long de 45 centimètres à maturité.

La caractérisation de l'ensemble des échantillons montre que l'espèce *A. caillei* peut être considérée comme endémique de l'Afrique de l'Ouest et du Centre. Cette espèce côtoie *A. esculentus* sur trois degrés de latitude, de la zone forestière au sud du Sahel (HAMON et HAMON, 1992). Elle est absente du Soudan, qui représente la limite orientale de son extension. Elle est plus photopériodique et plus tardive qu'*A. esculentus*. Elle offre aux agriculteurs africains un bon moyen d'allonger la période de production.

Sa diversité porte principalement sur les caractéristiques du fruit — forme, aspect, position. On observe ainsi une fréquence non négligeable de variétés locales dont les fruits ont une position horizontale ou retombante par rapport à la tige, qui s'accompagne d'un pédicelle particulièrement long — seule l'espèce *A. moschatus* possède des pédicelles aussi longs. La surface du fruit, très rugueuse, est couverte de poils, qui peuvent se transformer en épines. Ce caractère est parfois associé surtout en Guinée centrale, à la présence d'un duvet roux sur les graines, qu'on ne retrouve que chez quelques introductions d'*A. manihot*. Les organes végétatifs ont souvent des dimensions supérieures à celles d'*A. esculentus* — hauteur en fin de cycle, diamètre de la tige, surface foliaire, longueur des pétioles, nombre de rameaux primaires fructifères.

Le potentiel de production des plantes adultes est largement supérieur à celui d'*A. esculentus* : le même jour on peut observer jusqu'à quinze fleurs par plante, donc quinze fruits consommables trois jours plus tard, ce qui correspond, dans les conditions africaines, à l'ensemble de la production moyenne d'une plante de la variété Clemson Spineless d'*A. esculentus*, par exemple. Il faut toutefois pondérer ce dernier point par une plus faible densité potentielle à l'hectare, due à l'encombrement des plantes.

Le genre *Abelmoschus* et l'origine des gombos

LA SYSTÉMATIQUE

La systématique des gombos (tableau 1) a subi plusieurs modifications d'envergure quant au nom du genre et au nombre d'espèces décrites (HOCHREUTINER, 1924; VAN BORSSUM-WAALKES, 1966).

Tableau 1. Évolution de la nomenclature des espèces du genre *Abelmoschus*.

Hochreutiner (1924)	van Borssum-Waalkes (1966)	Recommandée en 1997
<i>A. crinitus</i>	<i>A. crinitus</i>	<i>A. crinitus</i>
<i>A. ficulneus</i>	<i>A. ficulneus</i>	<i>A. ficulneus</i>
<i>A. angulosus</i>	<i>A. angulosus</i>	<i>A. angulosus</i>
<i>A. esculentus</i>	<i>A. esculentus</i>	<i>A. esculentus</i>
<i>A. haenkeanus</i>	<i>A. moschatus</i>	<i>A. tuberculatus</i>
<i>A. moschatus</i>		<i>A. moschatus</i>
var. <i>genuinus</i>	subsp. <i>moschatus</i>	<i>A. moschatus</i>
var. <i>multiformis</i>	var. <i>moschatus</i>	
var. <i>betulifolius</i>	var. <i>betulifolius</i>	<i>A. rugosus</i> (<i>A. tuberosus</i>)
var. <i>rugosus</i>	subsp. <i>tuberosus</i>	
<i>A. todayensis</i>		
<i>A. rhodopetalus</i>		
<i>A. brevicapsulatus</i>		
<i>A. sharpei</i>	subsp. <i>biakensis</i>	
<i>A. biakensis</i>		
<i>A. ficulneoides</i>	<i>A. manihot</i>	<i>A. manihot</i>
<i>A. manihot</i>		
var. <i>genuinus</i>	subsp. <i>tetraphyllus</i> (sauvage)	<i>A. tetraphyllus</i>
var. <i>timorensis</i>		
var. <i>tetraphyllus</i>	var. <i>tetraphyllus</i>	
var. <i>luzoensis</i>		
var. <i>mindanaensis</i>	var. <i>pungens</i>	
var. <i>pungens</i>		
var. <i>caillei</i> Chev. (1940)		<i>A. caillei</i> (Stevens, 1988)

L'étude taxonomique de VAN BORSSUM-WAALKES (1966) est à la base de la clé de détermination en vigueur (tableau 2). Elle retient six espèces parmi les treize proposées par HOCHREUTINER (1924). Pour trois espèces, *A. crinitus*,

Tableau 2. Clé taxonomique des gombos, d'après VAN BORSSUM-WAALKES (1966).

Epicalice				Capsule			Espèce
Nombre de segments	Longueur des segments (mm)	Forme des segments	Caducité	Taille relative	Longueur (cm)	Forme	
10-16	25-50	linéaire à filiforme	persistant	≤ calicule	3,5-6	ovoïde à globuleuse	<i>A. crinitus</i>
6-10*	5-20	lancéolée	± caduque	> calicule	15-25	longue, fusiforme, pédoncule long	<i>A. esculentus</i>
4-8	4-15	ovale	± caduque	≥ calicule	5-12	fusiforme à globuleuse, pédoncule pouvant être retombant	<i>A. caillei**</i>
7-10 et plus	8-20	linéaire à lancéolée	± caduque	> calicule	8	ovoïde, oblongue, long pédoncule duveteux	<i>A. moschatus***</i>
4-8	4-12	linéaire à lancéolée	caduque	-	3-3,5	ovoïde, pentagonale	<i>A. ficulneus</i>
4-8	20-35	ovale, adnée à la base	persistant	≥ calicule	3-5	ovoïde, oblongue	<i>A. angulosus</i>
4-8	10-30	ovale	persistant	> calicule	3,5-6	oblongue, ovoïde, pentagonale	<i>A. manihot</i>

* Jusqu'à 15 (Siemonsma, 1982a, 1982b).

** *A. caillei* espèce décrite par Stevels (1988).

*** *A. moschatus* subsp. *moschatus* var. *moschatus* : segments de l'épicalice linéaires (8-15 × 1-2 mm), tige très duveteuse ;
A. moschatus subsp. *moschatus* var. *betulifolius* : segments de l'épicalice lancéolés (17-25 × 2,5-5 mm), tige glabre ;
A. moschatus subsp. *biakensis* : segments de l'épicalice lancéolés (15-20 × 3,5-4 mm), capsule coriace avec pédoncule long ;
A. moschatus subsp. *tuberosus* : racine tubéreuse, épicalice non enveloppant, fleurs blanches ou roses.

A. ficulneus et *A. angulosus*, qui n'ont jamais posé de problèmes d'identification, aucune modification n'a été apportée. Pour deux autres, *A. manihot* et *A. moschatus*, morphologiquement très polymorphes, des travaux complémentaires sont encore nécessaires. L'espèce *A. tuberculatus*, considérée par van Borssum-Waalkes comme une forme d'*A. esculentus*, est maintenant reconnue comme une espèce à part entière, vraisemblablement à l'origine d'*A. esculentus*. Une nouvelle espèce, *A. caillei*, découverte par CHEVALIER (1940) et décrite par STEVELS (1988), est actuellement identifiée ; elle a été largement étudiée par SIEMONSMA (1982a, 1982b). Si l'on souhaite utiliser une grille botanique classique, on peut consulter le tableau 2 ou STEVELS (1990).

LA CYTOGÉNÉTIQUE

Les études récentes sur la cytogénétique des gombos sont rares. Le nombre élevé de chromosomes des espèces cultivées les rendent particulièrement délicates. La plupart des travaux ont été réalisés sur l'espèce *A. esculentus*, pour laquelle on a identifié huit types chromosomiques (notés par les lettres A à H), avec des chromosomes courts, à constrictions médianes ou submédianes, et plus rarement secondaires. Des analyses par cytométrie en flux mettent en évidence la petite taille de son génome.

Les dénombrements réalisés sur les espèces d'*Abelmoschus* révèlent des variations considérables du nombre de chromosomes (tableau 3). Dans le cas d'*A. esculentus*, ces variations sont particulièrement fortes et trouvent probablement leur origine dans le fait que l'espèce peut supporter certaines situations d'aneuploïdie, à moins qu'il ne s'agisse d'erreurs de comptage, vu le nombre et la petite taille des chromosomes.

Le genre possède trois génomes de base : T pour *A. tuberculatus* ($n = 29$), M pour *A. moschatus* ($n = 36$) et F pour *A. ficulneus* ($n = 36$). Il apparaît comme une série régulière de polyploïdes dont les nombres de chromosomes ($2n$) varient de 38 à 198 (figure 1).

Deux séries polyploïdes principales sont signalées au sein des espèces *A. moschatus* et *A. manihot*. *A. moschatus* se structure en trois niveaux : *A. tuberosus* ($n = 19$), *A. moschatus* ($n = 36$) et *A. betulifolius* ($n = 70$). Pour *A. manihot*, deux niveaux sont identifiés : *A. manihot* ($n = 30-34$) et *A. tetraphyllus* ($n = 65-66$).

A. esculentus serait un allopolyploïde entre *A. tuberculatus* et *A. ficulneus* (ou *A. moschatus*) et posséderait deux niveaux de ploïdie : le plus fréquent avec $2n = 120-130$, le plus rare avec $2n = 60-70$, mais cette dernière observation reste à confirmer.

A. caillei, avec $2n = 185-198$, possède le nombre le plus élevé de chromosomes et aurait une origine allopolyploïde entre *A. esculentus*, $n = 62-65$, et *A. manihot*, $n = 30-34$ (SIEMONSMA, 1982b).

Tableau 3. Variation des nombres chromosomiques dans le genre *Abelmoschus*, d'après les synthèses de SIEMONSMA (1982a) et de CHARRIER (1984).

Espèces	Nombre de chromosomes (2n)	Auteurs	
<i>A. esculentus</i>	± 66	Ford (1938)	
	72	Teshima (1933); Ugale <i>et al.</i> (1976); Kamalova (1977)	
	108	Datta et Naug (1968)	
	118	Krenke (<i>In</i> : Tischler, 1931)	
	120	Krenke (<i>In</i> : Tischler, 1931); Purewal et Randhawa (1947); Datta et Naug (1968)	
	122	Krenke (<i>In</i> : Tischler, 1931)	
	124	Kuwada (1961, 1966)	
	126-134	Chizaki (1934)	
	130	Skovsted (1935); Joshi et Hardas (1953); Gadwal <i>et al.</i> (1968)	
	131-143	Siemonsma (1981)	
	132	Medvedeva (1936); Roy et Jha (1958)	
	± 132	Breslavetz <i>et al.</i> (1934); Ford (1938)	
	144	Datta et Naug (1968)	
	<i>A. tuberculatus</i>	58	Joshi et Hardas (1953); Kuwada (1966, 1974); Gadwal <i>et al.</i> (1968); Joshi <i>et al.</i> (1974)
	<i>A. caillei</i>	185-198	Singh et Batnagar (1975); Siemonsma (1981)
<i>A. manihot</i>	60	Teshima (1933); Chizaki (1934)	
	66	Skovsted (1935); Kamalova (1977)	
	68	Kuwada (1966, 1974)	
<i>A. pungens</i>	138	Gadwal (<i>In</i> : Joshi et Hardas, 1976)	
<i>A. tetraphyllus</i>	130	Ugale <i>et al.</i> (1976)	
	138	Gadwal (<i>In</i> : Joshi et Hardas, 1976)	
<i>A. moschatus</i>	72	Skovsted (1935, 1941); Gadwal <i>et al.</i> (1968); Joshi <i>et al.</i> (1974)	
<i>A. coccineus</i>	38	Skovsted (1935)	
<i>A. ficulneus</i>	72	Gadwal <i>et al.</i> (1968); Joshi <i>et al.</i> (1974)	
	78	Skovsted (1935, 1941)	
<i>A. grandiflorus</i>	38	Skovsted (1941)	

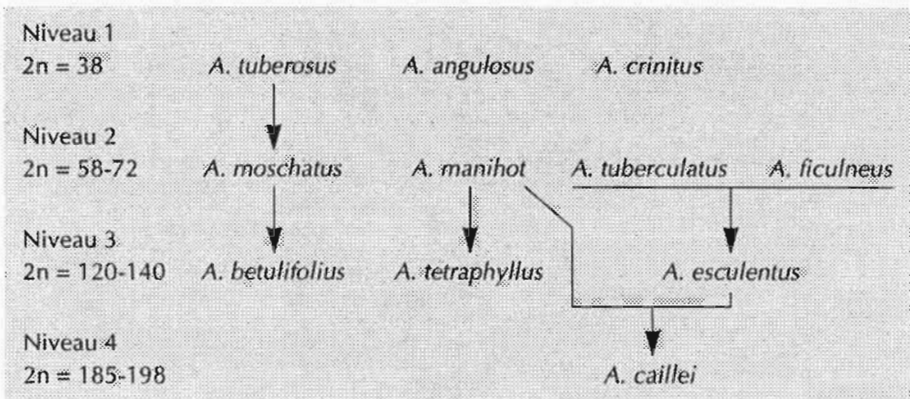


Figure 1. Relations cytogénétiques entre les espèces de gombos, d'après CHARRIER (1984).

L'ORIGINE DES FORMES CULTIVÉES

Si le centre d'origine du genre *Abelmoschus* semble bien se situer en Asie du Sud-Est, où plusieurs espèces sont représentées, celui de l'espèce *A. esculentus* est encore incertain. Deux hypothèses s'affrontent, et aucun élément ne permet de trancher définitivement.

La première propose une origine indienne en se fondant sur l'aire de répartition d'*A. tuberculatus*, originaire de l'Uttar Pradesh au nord de l'Inde. Cependant, d'un point de vue linguistique, il n'existe pas de nom vernaculaire sanscrit pour cette espèce, qui n'est d'ailleurs pas décrite par les premiers botanistes indiens.

La seconde suggère une origine est-africaine — sud de l'Égypte ou Éthiopie. L'espèce *A. ficulneus* est en effet présente dans cette région et l'ancienneté de la culture d'*A. esculentus* y est attestée. Dès 1216, un voyageur arabe aurait clairement décrit ce gombo en haute Égypte sous le nom de « bamiah », terme à l'origine des noms vernaculaires égyptien mais aussi slave, allemand, grec, russe et turc du gombo. À partir de cette région, des formes primitives auraient émigré vers l'Afrique de l'Ouest puis vers l'Amérique du Sud. Dans les zones soudano-sahélienne et guinéenne, où le gombo s'est diversifié en une multitude de cultivars adaptés à des milieux et des usages variés, le nom « gombo » serait apparu par déformation de Gambie.

A. caillei, espèce endémique de l'Afrique de l'Ouest et du Centre, serait originaire de cette région. Elle possède le nombre de chromosomes le plus élevé et se distingue d'*A. esculentus* par ses fleurs dont les segments de l'épicalice sont plus larges et moins nombreux. SIEMONSMA (1982) propose pour cette espèce une origine amphiploïde entre les espèces *A. esculentus*, à laquelle elle ressemble pour de nombreux caractères de port et de production, et *A. manihot*, qui possède elle aussi des segments de l'épicalice larges et peu nombreux.

L'intervention d'*A. manihot*, qui est compatible avec le nombre de chromosomes de l'espèce, n'est cependant pas établie de manière formelle en l'absence de populations naturelles d'*A. manihot* en Afrique. Les échantillons d'herbiers de cette espèce que nous avons pu examiner sont en fait des spécimens d'*A. caillei* que des erreurs d'identification ont attribué à *A. manihot*. Il est cependant possible qu'il y ait eu des introductions ponctuelles de cette espèce en Afrique, comme il en existe pour *A. moschatus* au Bénin (HAMON et CHARRIER, 1983).

D'autre part, des tentatives d'hybridations interspécifiques ont été réalisées (HAMON et YAPO, 1985 ; FAKOTUN, 1987). Leurs résultats montrent qu'il est très difficile d'obtenir des hybrides entre *A. esculentus* et *A. manihot* ($2n = 70$), mais que cela est relativement aisé avec *A. tetraphyllus* ($2n = 138$). Des recherches complémentaires sont à l'évidence nécessaires pour préciser les relations phylogénétiques entre les espèces du genre *Abelmoschus*.

L'amélioration variétale

Les types variétaux

La culture du gombo repose largement sur des variétés lignées améliorées de *A. esculentus*. Elles produisent des fruits sans épines dont la couleur va du blanc crémeux au rouge violacé en passant par le vert foncé (planche XIII, 1). La plupart des variétés ont les arêtes du fruit marquées. Les cultivateurs préfèrent les plantes précoces, de petite taille, suffisamment résistantes aux maladies et aux insectes. Les variétés sont classées selon la taille de la plante, la forme et la couleur du fruit.

Clemson Spineless est une variété sélectionnée aux Etats-Unis. Elle est très répandue en Afrique et dans le bassin méditerranéen. La plante est entièrement verte et atteint en fin de cycle un peu plus de 1,5 mètre. Ses feuilles sont assez découpées. Ses fruits mesurent environ 12 centimètres à maturité complète et présentent de 6 à 7 arêtes. Sa production commence environ 2 mois après le semis. C'est la seule variété largement diffusée par les sociétés de production de semences. Son inconvénient majeur, surtout en zone tropicale, réside dans sa très grande sensibilité aux virus et aux nématodes. En Afrique tropicale, son optimum de production se situe en contre-saison, où elle obtient un franc succès du fait des cours très élevés du gombo à cette période. Cette variété est très bien adaptée aux climats méditerranéen (Grèce, Turquie, Egypte) et tropical sec (Sénégal). Elle est plus chétive en climat tropical humide (Antilles, Côte d'Ivoire).

Pusa Sawani est une variété de renommée internationale. Elle est issue d'un croisement entre une variété du Bengale résistante à la mosaïque indienne et

la variété Pusa Makhamali réputée pour la qualité de son fruit. C'est une variété vert foncé aux fruits pentagonaux, qui atteignent 10 à 15 centimètres de long à la récolte. Elle est précoce et donne sa première récolte 50 jours après le semis. Le premier nœud fructifère se situe en position 4 à 6. Ses feuilles sont profondément laciniées et forment de 3 à 5 lobes. Pusa Sawani peut se semer en toutes saisons. Son rendement à l'hectare atteint 20 à 30 tonnes. Elle est tolérante à la mosaïque au cours des premières semaines de culture et présente peu de symptômes par la suite. C'est la variété la plus populaire en Inde.

Perkins Long Green est une variété de grande taille, très prolifique, recommandée pour les zones de collines. Ses fruits sont très longs, d'un beau vert, et possèdent environ 8 arêtes. Les feuilles, grandes, avec une surface rugueuse, présentent des lobes peu marqués et des nervures proéminentes.

Parbani Kranti est une variété résistante au *yellow vein mosaic virus* (YVMV), qui produit dès le 55^e jour après le semis. Ses fruits sont vert foncé et très tendres. Elle serait issue, après huit générations d'autofécondation, d'un croisement entre Perkins Long Green et une forme d'*A. manihot*. Mais la description qu'en donnent MARKOSE et PETER (1990) et l'illustration de l'espèce *A. manihot* qu'ils présentent ne laissent aucun doute sur son origine hybride avec *A. caillei*.

La diversité des cultivars locaux traditionnels, notamment en Afrique subsaharienne, est en fait bien supérieure à celle des variétés améliorées et diffusées. Si d'un point de vue morphologique et phénologique les cultivars originaires du sud de l'Europe et d'Asie sont assez similaires, ceux d'Afrique sont en revanche très diversifiés (HAMON et VAN SLOTEN, 1989, 1995). Il est d'ailleurs difficile d'apprécier le sens que revêt la notion de variété dans le monde agricole traditionnel africain, où la sélection est opérée indépendamment dans chaque région par les paysans, sans l'intervention d'un organisme officiel de recherche ou d'enregistrement des variétés. La richesse des couleurs et des formes du gombo allié à son autogamie aboutit alors à une multitude de variétés populations plus ou moins fixées, identifiées par les cultivateurs selon un système de reconnaissance dans lequel un nom peut être attribué à plusieurs variétés et plusieurs noms à une seule variété.

En Afrique de l'Ouest, cette richesse variétale n'est pas répartie de manière homogène (HAMON, 1988). Le nombre de variétés dont dispose chaque région dépend de l'importance que l'ethnie principale accorde aux gombos. Au sud de la Côte d'Ivoire, les Ebriés, qui sont surtout des pêcheurs, distinguent uniquement *A. esculentus*, le gombo de saison des pluies, et *A. caillei*, le gombo de saison sèche, tandis que, au sein d'un même village du nord-est du Bénin, les Baribas identifient jusqu'à quinze variétés cultivées, parfaitement reconnaissables à leur morphologie (HAMON et CHARRIER, 1983). Les paysans classent leurs variétés selon des critères que la traduction des noms vernaculaires a permis d'élucider. La dénomination est de type binominal : le premier terme du binôme, qui signifie précoce ou tardif, permet souvent de différencier les

deux espèces cultivées, le second fait référence, par ordre décroissant de fréquence, à l'aspect du fruit ou de la plante, aux interdits alimentaires — dans le cas d'*A. moschatus* — ou aux plantes associées (tableau 4).

Tableau 4. Critères d'identification variétale des gombos cultivés en Afrique de l'Ouest.

Critère cultural	Récolte précoce ou tardive, de saison sèche (<i>A. caillei</i>) ou de saison des pluies (<i>A. esculentus</i>) Date de semis Durée du cycle
Aspect du fruit	Forme, dimensions Couleur Surface lisse
Aspect de la plante	Hauteur Forme des feuilles Position des fruits par rapport à la tige Endroit conseillé pour le semis Productivité
Interdit alimentaire	<i>A. moschatus</i>
Plantes associées	Mil, igname
Particularités culinaires	Degré de viscosité
Origine de la variété	Récente (nom du donateur) Ancienne

Les méthodes de création variétale

Les gombos présentent deux caractéristiques intéressantes pour la sélection : les plantes sont autofertiles et ne souffrent pas de dépression de consanguinité ; leur cycle de reproduction est court, de l'ordre de trois à cinq mois. Il est donc très facile de fixer des caractères intéressants.

La voie la plus classique de sélection de cette espèce autogame se déroule selon trois ou quatre étapes : introduction ou identification d'une variété population locale présentant des caractéristiques intéressantes ; réalisation d'une série d'autofécondations pour obtenir des lignées fixées ; croisements avec une forme présentant des caractères complémentaires (et vulgarisation directe d'hybrides F_1) ; éventuellement, série de croisements en retour sur la variété récurrente (et diffusion de lignées améliorées).

La production d'hybrides contrôlés nécessite une castration (ou une stérilité mâle) et une pollinisation manuelle suivie d'un ensachage. L'opération

manuelle est rentable car une fleur produit de nombreuses graines : chaque capsule contient de 50 à 150 graines selon les variétés. Le rendement de l'hybridation est en général assez bon, sauf lorsque les variétés sont sensibles à l'émasculature, ce qui entraîne la chute des fleurs en quelques heures. Il faut environ 250 fleurs pollinisées pour produire un kilo de semences — le poids de 1 000 graines oscille entre 50 et 100 grammes —, ce qui correspond à une dizaine d'heures de travail. En Inde, grâce à des lignées mâle-stériles obtenues par mutagenèse, ce temps de travail a pu être réduit à deux heures (MARKOSE et PETER, 1990). Une technique de pollinisation sans émasculature a été proposée (HAMON et KOECHLIN, 1991b); elle assure une bonne production d'hybrides.

La génétique des principaux caractères quantitatifs et qualitatifs a fait l'objet d'une synthèse (MARKOSE et PETER, 1990), dont les principales informations sont reprises dans le tableau 5. Les caractères à hérédité simple sont rares : couleur des différents organes, morphologie du fruit. La couleur rouge du pétiole et de la base intérieure de la corolle et la coloration du fruit ont une hérédité simple et biallélique. La présence de duvet ou d'épines sur le fruit, la morphologie et le nombre de lobes foliaires (monogénique mais avec dominance incomplète) sont également monofactoriels. La forme anguleuse ou arrondie du fruit est digénique avec dominance de la première. L'apparente variabilité des formes et des couleurs ne met en jeu que quelques locus polymorphes.

De nombreux auteurs ont recherché une hétérosis en réalisant des hybridations entre formes éloignées. Les résultats sont très variables mais souvent décevants. Toutefois, des croisements entre des variétés originaires des Etats-Unis et de Malaisie manifestent une bonne vigueur hybride. Celle-ci s'exprime dans le pourcentage de germination, la précocité de floraison et les dimensions de la plante. Pour les variétés indiennes, une additivité stricte, avec quelquefois une légère dominance, a été mentionnée pour la hauteur de la plante, le nombre de fruits par plante, le délai de floraison et le nombre de ramifications. L'aptitude générale à la combinaison est dans la plupart des cas prédominante. Cependant, quelques combinaisons spécifiques peuvent se révéler intéressantes pour des caractères comme le nombre de rameaux fructifères, le nombre de graines par fruit ou le diamètre et la longueur des fruits.

Les objectifs de sélection

La sélection des gombos a pour but de produire des plantes de petite taille, moyennement ramifiées, avec des fruits lisses, de forme et de couleur attractives, atteignant en quelques jours 5 à 8 centimètres de long, dimension la plus courante lors de la vente. D'autres caractéristiques ont également leur importance dans certaines régions : l'aspect gluant du fruit, son aptitude à la conservation — conservé à température ambiante, le fruit a tendance à noircir en trois ou quatre jours —, ses possibilités de déshydratation ou de congélation (aux Etats-Unis)... Enfin, la résistance aux maladies et aux insectes

Tableau 5. Génétique des caractères quantitatifs et qualitatifs d'*Abelmoschus esculentus*, d'après la synthèse de MARKOSE et PETER (1990).

Caractères quantitatifs	Nombre et mode d'action des gènes	Rapporté par
Hauteur de la plante	monogénique dominance de grand sur nain	Jasim (1967)
Hauteur de la plante	4 ou 5 groupes de gènes dominants	Kulkarni <i>et al.</i> (1976)
Hauteur de la plante et nombre de fruits par plante	gènes à effet additif	Rao et Kulkarni (1977)
Précocité et nombre de fruits	1 ou 3 groupes de gènes dominants, dominance et superdominance	Kulkarni <i>et al.</i> (1976)
Nombre de fruits (élevé)	gènes à effet additif et dominance complète	Kulkarni et Thimmappaich (1977)
Nombre de fruits (faible)	gènes à effet additif et non additif, dominance incomplète	Rao (1972)
Production par plante, nombre de branches et hauteur de la plante	gènes à effet additif	Reddy <i>et al.</i> (1985)
Délai de floraison, hauteur de la plante et nombre de fruits	gènes additifs à effet épistatique	Kulkarni <i>et al.</i> (1976)
Délai de floraison, production par plante et nombre de fruits	gènes à effet additif	Singh et Singh (1978)
Caractères qualitatifs	Nombre de gènes	Mode d'action des gènes
Forme de la feuille	monogénique	lacinié dominant sur lobé
Couleur du fruit non mûre	monogénique	blanc dominant sur vert
Forme du fruit	digénique	dentelé dominant avec effet épistatique
Epines sur le fruit	monogénique	épineux dominant sur lisse
Duvet sur le fruit	monogénique	duveteux complètement dominant
Couleur de la tige	monogénique	pourpre dominant sur vert

est prise en compte dans certains programmes, comme en Inde, où des formules interspécifiques ont été testées et, pour certaines, commercialisées.

Le gombo, comme toutes les malvacées, est en effet très sensible aux agressions biotiques : insectes, champignons (*Fusarium solani*, *Phytophthora parasitica* et *Pythium*, au cours de la phase d'émergence, *Cercospora malayensis* et *C. abelmoschi*, sur les feuilles, *Fusarium solani* et *Rhizoctonia solani*, sur les fleurs), nématodes (*Meloidogyne*), virus (*yellow vein mosaic virus* et *okra leaf curl virus*). Dans la plupart des cas, un traitement fréquent, bihebdomadaire, contre les insectes et les champignons non telluriques est efficace, mais il peut s'avérer nocif dans la mesure où les fruits sont récoltés de manière continue, de la floraison à la sénescence complète de la plante. La lutte contre les nématodes est plus difficile, et passe soit par un traitement chimique ou biologique du sol, soit par la culture en rotation avec *Panicum maximum*, qui permet de limiter la population de nématodes. Quant aux viroses, en l'absence d'un traitement efficace, il faut recourir à des pratiques agronomiques adaptées, et en particulier choisir la période de semis en fonction des pullulations de *Bemisia tabaci*, aleurode vecteur du virus de l'enroulement des feuilles (*okra leaf curl*). Une infection au stade jeune, avant la floraison, anéantit la production d'*A. esculentus* alors que *A. caillei* supporte mieux cette infection (MADHUSOODANAN et NAZEER, 1986). On peut également diminuer le taux d'infection en entourant des parcelles unitaires d'une dizaine de mètres carrés par des plantes de maïs. Les turbulences aériennes ainsi créées projettent les aleurodes au pied des maïs en épargnant les gombos (J. KOEHLIN, comm. pers.).

Les potentialités de l'amélioration génétique

Les possibilités d'amélioration génétique reposent sur la diversité morphologique et phénologique des cultivars traditionnels des deux espèces cultivées en Afrique, qui représentent un continuum de formes complémentaires sur la base de leurs cycles de production.

LA DÉFINITION ET LE CHOIX D'IDÉOTYPES

On peut définir les caractéristiques agronomiques d'un cultivar comme la résultante d'une fonction complexe intégrant quatre paramètres principaux : la précocité, la durée du phyllochrone, le nombre de rameaux et le taux de nouaison (HAMON *et al.*, 1991). La diversité des systèmes de culture rend illusoire la recherche d'une variété adaptée à toutes les situations. Il est donc préférable de choisir un certain nombre de morphotypes, ou idéotypes, bien intégrés dans les systèmes agricoles.

Pour *A. esculentus* on peut proposer, en Afrique tropicale, une base de trois variétés. La première, précoce, est destinée à produire au début de la saison des pluies ou dans la zone sahélienne. Elle doit avoir un bon rendement sur les deux premiers mois et bien résister à la sécheresse. Cet idéotype peut être

sélectionné en station pour la très grande précocité de floraison (30-50 jours) quelles que soient les conditions de culture. La deuxième est une variété maraîchère pour le marché urbain. L'idéotype en est une plante de petite taille fleurissant avant 60 jours et dont la production est concentrée sur un mois, afin de minimiser l'occupation du sol et le temps consacré à la récolte et de faciliter la commercialisation. Elle doit bien répondre aux engrais et fournir une productivité maximale, par unité de temps et de surface. La troisième variété doit pouvoir être cultivée en association avec la plante la plus importante de la région (mil, sorgho, igname). Pour le mil, cet idéotype est une plante de taille élevée dont le cycle est calqué sur celui de la céréale et qui se satisfait des conditions de culture de celle-ci.

Pour *A. caillei*, on ne peut appliquer le système précédent car la maîtrise du cycle des formes les plus tardives, dont la première floraison se situe vers 90-100 jours, est délicate et peut aboutir, dans certains cas, à l'absence de production. On peut, en revanche, faire porter la sélection sur des formes plus précoces, de type ORS520 ou ORS2415, fréquentes au voisinage de la frontière entre la Guinée et la Côte d'Ivoire. Leur port est semblable à celui d'*A. esculentus* et elles sont peu sensibles aux facteurs du milieu. Très productives, elles offrent la possibilité d'allonger la période de production tout en conservant une seule période de semis. On pourrait envisager pour *A. caillei* de constituer un composite de formes diversifiées susceptible de fournir une production de bon niveau, d'une saison des pluies à la suivante. Cela représenterait une bonne solution pour cette espèce généralement cultivée par les femmes autour de la case ou dans le jardin potager en association avec d'autres légumes (tomate, aubergine, poivron...) pour l'autoconsommation.

L'AMÉLIORATION INTRASPECIFIQUE

Les deux facteurs déterminant la production de fruits sont la quantité de fleurs émises et le taux de nouaison, tous deux très dépendants des conditions de milieu. Le paramètre le mieux contrôlable est l'émission de nœuds florifères, continue sur la tige principale. La production sur les rameaux peut être équivalente, voire largement supérieure à celle de la tige, comme dans le cas d'*A. caillei*, sans entraîner de compétition. Les caractères morphologiques et physiologiques liés au développement, tels que la précocité de floraison, le nombre de rameaux sur la tige et le diamètre de la tige, contribuent directement au rendement. Leur comportement en croisement est additif (tableau 5). Les croisements expriment peu de vigueur hybride. Les écarts entre la moyenne des parents et celle des descendants F_1 sont souvent inférieurs à 10 %.

L'AMÉLIORATION INTERSPECIFIQUE

Des hybrides entre *A. esculentus* et *A. caillei* ont été produits. Il est aisé d'obtenir des plantules F_1 , quel que soit le sens du croisement. Toutefois, ces plantes, bien que vigoureuses et florifères, sont fortement stériles, et il est diffi-

cile de produire les générations ultérieures et même de pratiquer les rétrocroisements. Cette voie, longue mais intéressante, a été suivie par les sélectionneurs indiens, pour créer la variété Parbani Kranti.

L'utilisation des espèces sauvages du genre est plus délicate. Il est parfois possible d'obtenir des hybrides de première génération, comme entre *A. esculentus* et *A. tetraphyllus*, mais le processus se bloque dès la deuxième génération (HAMON, 1988). Il est presque impossible d'obtenir des hybrides avec *A. moschatum* (HAMON et YAPO, 1985). Les autres espèces étant rares en collection, elles n'ont pour ainsi dire pas été testées.

Les biotechnologies

Les biotechnologies ne sont pas encore intégrées à la sélection des gombos. Les isoenzymes, comme marqueurs de la diversité génétique, ont été peu utilisées. Cette situation est sans doute liée au fait que les espèces cultivées présentent un polymorphisme très restreint (HAMON, 1988). Cependant, trois systèmes enzymatiques permettent de distinguer aisément *A. esculentus* et *A. caillei* (HAMON et YAPO, 1985).

Aucune publication ne mentionne, à notre connaissance, l'usage des marqueurs moléculaires en sélection assistée ou dans l'étude des phylogénies et de la diversité génétique. La nature très visqueuse de tous les organes des gombos rend difficile l'extraction de l'ADN. Une méthode rapide et efficace permet cependant d'obtenir de l'ADN digérable par des enzymes de restriction à partir des cotylédons de plantules ayant germé à l'obscurité (DE KOCHKO et HAMON, 1990).

Les progrès génétiques et la diffusion des variétés

Les progrès génétiques obtenus pour les gombos sont très limités. Bien qu'il existe un fort potentiel génétique, aucune variété nouvelle n'a été sélectionnée depuis longtemps et les variétés diffusées à l'heure actuelle ont plus de 20 ans. On peut avancer quelques explications, économiques et biologiques, à la relative stagnation de l'amélioration des gombos.

D'une part, le marché des semences est peu développé. En Afrique et en Inde, excepté dans les zones de maraîchage périurbain, les paysans n'achètent pas de semences pour cette plante maraîchère destinée à l'autoconsommation ou à la vente sur le marché local et pour laquelle il n'existe pas de système de collecte centralisée ou de réseau de distribution. Seules quelques sociétés américaines et européennes commercialisent des semences de gombo, généralement de la variété Clemson Spineless.

Par ailleurs, les caractéristiques génétiques de l'espèce sont défavorables : haut niveau de ploïdie et faible diversité génétique de l'espèce la plus cultivée, *A. esculentus*. En fait, sauf à remanier fortement le pool génique, il n'y a pas grand chose à attendre de la diversité propre de cette espèce : toutes les combinaisons intraspécifiques possibles ont été testées. En outre, la culture du gombo en maraîchage intensif comporte un risque pathologique important. En conditions idéales, la culture peut s'avérer très lucrative, surtout en contre-saison, mais elle peut être catastrophique si des problèmes sanitaires surviennent.

Les perspectives de l'amélioration

Un cycle biologique court, des fleurs de grande dimension et faciles à manipuler, un mode de reproduction autogame, une floraison précoce et étalée, une récolte des fruits trois jours après la floraison, une forte plus-value en contre-saison..., sont *a priori* des atouts pour l'amélioration du gombo.

Le gombo a été sélectionné il y a deux décennies aux Etats-Unis et en Inde. Quelques variétés ont été produites et se sont rapidement imposées. Aujourd'hui, seule la variété Clemson Spineless est largement commercialisée à l'échelle internationale. Cependant, la diversité en culture est considérable. En Afrique, des variétés locales, bien adaptées, voire très productives, ont été sélectionnées, mais elles ne sont pas connues au-delà de la zone très restreinte de leur culture. Dans certaines régions, les paysans ont sélectionné empiriquement des types très intéressants, adaptés à la culture associée avec le mil ou aux conditions écologiques extrêmes des régions subdésertiques. Certains ont même sélectionné au sein de leur communauté plus d'une dizaine de variétés distinctes, comme c'est le cas au nord-est du Bénin.

Les espèces cultivées, même si elles sont génétiquement peu variables, possèdent de fortes potentialités de différenciation écotypique, qu'il serait nécessaire de mieux valoriser sur le plan international. L'étude des espèces apparentées sauvages, en terme de phylogénie ou de possibilités d'introgression, encore peu développée, laisse aussi espérer de nouveaux progrès génétiques.

Références bibliographiques

VAN BORSSUM-WAALKES J., 1966. Malaysian Malvaceae revised. *Blumea*, 14 : 1-251.

CHARRIER A., 1984. Genetic resources of the genus *Abelmoschus* Med. (okra). Rome, Italie, IBPGR, 61 p.

CHEVALIER A., 1940. L'origine, la culture et les usages de cinq *Hibiscus* de la section *Abelmoschus*. *Revue de Botanique Appliquée*, 20 : 319-328, 402-419.

CRUDEN R.W., 1976. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*, 31 : 32-46.

FAKOTUN C.A., 1987. Wide hybridization in okra. *Theoretical and Applied Genetics*, 74 : 483-486.

HAMON S., 1988. Organisation évolutive du genre *Abelmoschus* (gombo). Coadaptation et évolution de deux espèces de gombo cultivées en Afrique de l'Ouest, *A. esculentus* et *A. caillei*. Paris, France, ORSTOM, Travaux et documents microédités n° 46, 191 p.

HAMON S., CHARRIER A., 1983. Large variation of okra collected in Togo and Benin. *Plant Genetic Resources Newsletter*, n° 56 : 52-58.

HAMON S., CHARRIER A., KOECHLIN J., VAN SLOTEN D.H., 1991. Les apports potentiels à l'amélioration génétique des gombos (*Abelmoschus* spp.) par l'étude de leurs ressources génétiques. *Plant Genetic Resources Newsletter*, n° 86 : 9-15.

HAMON S., CHOMCHNALOW N., CHANTARAPRASONG C., CHOMSCHALOW S., 1987. Collecting *Abelmoschus* germplasm in Thailand. *IBPGR Newsletter Southeast Asia*, n° 11 : 2-6.

HAMON S., CLEMENT J.C., LEBLANC J.M., DE KOCHKO A., 1986. The cultivated okra in West Africa: collecting mission in Guinea. *Plant Genetic Resources Newsletter*, n° 65 : 34-37.

HAMON S., HAMON P., 1992. Future prospects of the genetic integrity of two cultivated species of okra (*A. esculentus* and *A. caillei*) cultivated in West Africa. *Euphytica*, 58 : 101-111.

HAMON S., KOECHLIN J., 1991a. The reproductive biology of okra. 1. Study of the breeding system in four *Abelmoschus* species. *Euphytica*, 53 : 41-48.

HAMON S., KOECHLIN J., 1991b. The reproductive biology of okra. 2. Self-fertilization kinetics in the cultivated okra (*Abelmoschus esculentus*), and consequences for breeding. *Euphytica*, 53 : 49-55.

HAMON S., VAN SLOTEN D.H., 1989. Characterization and evaluation of okra. In : The use of crop genetic resources, A.D.H. Brown et O. Frankel éd., Cambridge, Royaume-Uni, Cambridge University Press, p. 173-196.

HAMON S., VAN SLOTEN D.H., 1995. Okra. In : Evolution of crop plants (2nd ed.), J. Smartt et N.W. Simmonds éd., Londres, Royaume-Uni, Longman, p. 350-357.

HAMON S., YAPO A., 1985. Perturbations induced within the genus *Abelmoschus* by the discovery of a second edible okra species in West Africa. *Acta Horticulturae*, n° 182 : 133-144.

HOCHREUTINER B.P.G., 1924. Genres nouveaux et genres discutés de la famille des malvacées. *Candollea*, 2 : 79-90.

DE KOCHKO A., HAMON S., 1990. A rapid and efficient method for the isolation of restriction total DNA from plants of the genus *Abelmoschus*. *Plant Molecular Biology Reporter*, 8 : 3-7.

MADHUSOODANAN K.J., NAZEER M.A., 1986. Origin of 'guineen' type of okra (*Abelmoschus*) and its nature of resistance to yellow vein mosaic virus disease. *Cytologia*, 51 : 753-756.

MARKOSE B.L., PETER K.V., 1990. Review of research on vegetables and tuber crops. Mannuthy, Inde, Kerala Agricultural University, Technical Bulletin n° 16, 109 p.

MARTIN F.W., RHODES A.M., ORTIZ M., DIAZ F., 1981. Variation in okra. *Euphytica*, 30 : 697-705.

SIEMONSMA J.S., 1982a. La culture du gombo (*Abelmoschus* spp.), légume-fruit tropical, avec référence spéciale à la Côte d'Ivoire. Thèse, université de Wageningen, Wageningen, Pays-Bas, 297 p.

SIEMONSMA J.S., 1982b. West African okra: morphological and cytological indications for the existence of a natural amphiploid of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench and *A. manihot* (L.) Medikus. *Euphytica*, 31 : 241-252.

STEVENS J.M.C., 1988. Une nouvelle combinaison dans *Abelmoschus* Medik. (*Malvaceae*), un gombo d'Afrique de l'Ouest et Centrale. Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle, section B, 10 : 137-144.

STEVENS J.M.C., 1990. Légumes traditionnels du Cameroun : une étude agrobotanique. Wageningen, Pays-Bas, Wageningen Agricultural University Papers n° 90.1, 262 p.