

Variabilité des caractères physico-chimiques des fruits de trois espèces ligneuses de cueillette, récoltés au Sénégal : *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*

Pierre SOLOVIEV^{a,b*}, Thierno Daouda NIANG^b, Abibou GAYE^c, Anne TOTTE^{a,d}

^a Coopération APEFE
Wallonie-Bruxelles, BP 6279,
Dakar, Sénégal

pierre.soloviev@menara.ma

^b CFPH, BP 3284, Dakar,
Sénégal

^c ISRA/CNRF, BP 2312, Dakar,
Sénégal

^d LMAGI, École Supérieure
Polytechnique, UCAD,
BP 5005, Dakar, Sénégal

Variability of fruit physicochemical characters for three harvested woody species in Senegal: *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* and *Tamarindus indica*.

Abstract — Introduction. *Adansonia digitata* L., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. and *Tamarindus indica* L. appear among the harvested fruit species most appreciated by the Sahelian Sudano populations. Their nutritional and income role is important. Nevertheless, the degradation of the ecosystem constitutes a threat to this harvested fruit resource and to the species' genetic diversity. The first stage of a domestication programme begun in Senegal consisted of characterising the species' natural variability, using a participative step aiming at the selection of accessions notable for the fruit quality. Thus, our study compared fruit of various accessions, for each of the three species. **Materials and methods.** The analyses related to fruit biometric characterisation, supplemented with basic chemical analyses (water, total soluble sugars and total free acidity). **Results and discussion.** For all the studied criteria, the data analyses showed significant differences between the accessions within each fruit tree species. For the biometric characters, a decreasing gradient variability appeared according to the sequence: *Adansonia* sp. towards *Tamarindus* sp. towards *Balanites* sp. The "pulp real value" criterion allowed the identification of the most notable accessions. The chemical characters had less variability than the biometric ones. **Conclusions.** The various studied accessions have an exploitable variability, which can be used for distributing competitive fruit tree species' varieties to the local populations, thus answering their needs and their means.

Senegal / Sudano Sahelian region / *Adansonia digitata* / *Balanites aegyptiaca* / *Tamarindus indica* / fruits / physicochemical properties

Variabilité des caractères physico-chimiques des fruits de trois espèces ligneuses de cueillette récoltés au Sénégal: *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*.

Résumé — Introduction. *Adansonia digitata* L., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Tamarindus indica* L. figurent parmi les espèces fruitières de cueillette les plus appréciées par les populations sahélo soudaniennes. Leur rôle sur le plan nutritionnel et sur la génération de revenus est important. La dégradation des écosystèmes constitue une menace sur la ressource en fruits de cueillette et sur la diversité génétique de ces espèces. La première étape du programme de domestication mis en œuvre au Sénégal consiste à en caractériser la variabilité naturelle, dans le cadre d'une démarche participative visant la sélection d'accessions intéressantes pour la qualité des fruits. L'objet de cette étude a été de comparer, pour chacune des espèces, les fruits de différentes accessions. **Matériel et méthodes.** Les analyses ont porté sur une caractérisation biométrique des fruits, complétée par une analyse chimique sommaire (eau, sucres solubles totaux, acidité libre totale). **Résultats et discussion.** Pour la totalité des critères étudiés, l'exploitation des données a montré des différences significatives entre les accessions au sein de chaque espèce. Pour les caractères biométriques, un gradient décroissant de variabilité apparaît selon la séquence : *Adansonia* vers *Tamarindus* vers *Balanites*. Le critère de « valeur réelle de la pulpe » a permis de cibler des accessions plus intéressantes que d'autres. Les caractères chimiques ont présenté une moindre variabilité. **Conclusions.** Les différentes accessions étudiées présentent une variabilité exploitable pour la diffusion aux populations locales de variétés performantes d'espèces fruitières répondant à leurs besoins et à leurs moyens.

* Correspondance et tirés à part

Reçu le 9 juillet 2003
Accepté le 26 novembre 2003

Fruits, 2004, vol. 59, p. 109–119
© 2004 Cirad/EDP Sciences
All rights reserved
DOI: 10.1051/fruits:2004011

RESUMEN ESPAÑOL, p. 119

Sénégal / zone soudano-sahélienne / *Adansonia digitata* / *Balanites aegyptiaca* / *Tamarindus indica* / fruits / propriété physicochimique

1. Introduction

Dans les régions sahéliennes et soudanaises, les populations rurales exploitent par cueillette dans les formations végétales de nombreux fruits « sauvages » à usage alimentaire. Ceux-ci sont très importants sur le plan de l'équilibre nutritionnel et de la sécurité alimentaire des populations [1, 2] et, selon diverses études, leur vente sur les marchés locaux constituerait, pour de nombreux ménages ruraux, un revenu d'appoint loin d'être négligeable [3, 4].

Les enquêtes de « priorisation » menées dans ces zones auprès des paysans indiquent que le baobab (*Adansonia digitata* L.), le dattier du désert (*Balanites aegyptiaca* (L.) Del.) et le tamarinier (*Tamarindus indica* L.) figurent parmi les espèces ligneuses à production fruitière les plus appréciées [5, 6]. Leurs fruits sont connus sous les noms respectifs de « pain de singe » pour le baobab, « datte du désert » pour *B. aegyptiaca* et « tamarin » pour le tamarinier. Ils sont consommés à l'état frais pour leur pulpe de goût sucré et acidulé pour le pain de singe et le tamarin, doux-amer pour la datte du désert. En Afrique de l'Ouest, cette pulpe donne lieu à des transformations traditionnelles sous la forme de boissons pour les trois espèces ou de condiment culinaire pour le tamarinier [7]. Elle possède en outre des propriétés thérapeutiques avérées avec une action antidiarrhéique pour le baobab, purgative pour la dattier du désert et laxative pour le tamarinier [8]. Les graines peuvent être valorisées sous forme de farine (baobab, tamarinier) ou pour l'extraction d'huile (dattier du désert) [9].

La dégradation observée ces dernières années des écosystèmes des zones sahéliennes et soudanaises se traduit, pour de nombreuses espèces ligneuses, par un vieillissement des peuplements lié à l'absence de régénération naturelle [10]. À terme, le risque d'assister à une baisse drastique de la ressource en fruits de cueillette ainsi qu'à une perte de la diversité génétique est bien réel. Afin d'enrayer cette évolution, des programmes de protection, de domestication et de valorisation de ces espèces sont en cours de réalisation au Sénégal. La démarche de

domestication débute par l'exploitation de la variabilité naturelle existante en sélectionnant, avec l'aide des populations, les sujets aux phénotypes les plus intéressants pour les critères considérés, désignés comme « arbres plus ». L'étape suivante vise, dans le même temps, à mettre au point les techniques de propagation végétative permettant de fixer les caractéristiques génétiques du matériel végétal sélectionné [11] ainsi qu'à poursuivre l'évaluation du matériel végétal collecté. L'étape ultime doit permettre le clonage en masse des « arbres plus » supérieurs en vue de leur diffusion. L'objectif final est de transférer, aux populations, des variétés sélectionnées pour leur productivité, leur qualité fruitière ainsi que leur résistance à divers ennemis et maladies afin qu'elles les introduisent dans les parcs agroforestiers, dans les jardins de case ou dans les vergers.

La démarche de sélection participative mise en œuvre a porté sur les trois espèces *A. digitata*, *B. aegyptiaca* et *T. indica* ; parmi les différents critères de sélection envisageables, elle s'est attachée à n'exploiter que l'aspect « qualité gustative des fruits ». L'objet du présent article a été d'établir, pour chacune des espèces, sur une base objective, une comparaison des fruits des différentes accessions sélectionnées. Les critères de comparaison retenus ont été d'une part les caractéristiques biométriques des fruits, d'autre part leur teneur en sucres et leur acidité qui déterminent en grande partie leur qualité gustative.

2. Matériel et méthodes

La sélection participative a été réalisée dans des peuplements naturels de qualité disséminés dans différentes zones agroécologiques du Sénégal (*tableau I*). Elle a abouti au repérage d'un certain nombre d'accessions, sept pour *A. digitata*, sept pour *B. aegyptiaca* et six pour *T. indica*. Chacune de ces accessions a été identifiée par le nom de la localité où se trouvait l'arbre sélectionné, associé à un numéro d'ordre chronologique. Sur chacun des arbres sélectionnés, des lots de fruits ont été récoltés à maturité, entre octobre 2002 et février 2003, et, dans chaque

Tableau I.

Localisation, coordonnées et zone climatique de récolte pour trois espèces ligneuses produisant des fruits de cueillette, étudiées au Sénégal.

Genre et espèce	Famille	Lieu de récolte	Coordonnées	Zone climatique
<i>Adansonia digitata</i> L.	Bombacacées	Ibel	12° 30' N, 12° 23' W	Soudano-guinéenne
		Kouadiadiène	14° 52' N, 16° 52' W	Sahélo-soudanienne
		Malème Niani	13° 57' N, 14° 18' W	Soudanienne
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Balanitacées	Dodel	16° 29' N, 14° 25' W	Sahélienne
		Koki	15° 28' N, 15° 58' W	Sahélo-soudanienne
		Ndofane	14° 03' N, 16° 16' W	Soudano-sahélienne
<i>Tamarindus indica</i> L.	Caesalpiniacées	Bauly	14° 03' N, 16° 18' W	Soudano-sahélienne
		Koboy	12° 26' N, 12° 03' W	Soudano-guinéenne
		Pamène	14° 36' N, 16° 49' W	Sahélo-soudanienne

lot, un échantillon a été prélevé de manière aléatoire.

Les analyses ont porté en premier lieu sur une caractérisation biométrique des fruits frais. Pour *A. digitata*, les échantillons ont été constitués de dix fruits analysés individuellement, alors que, pour *B. aegyptiaca* et *T. indica*, les échantillons ont porté sur quinze fruits de chacune de ces espèces. Les critères mesurés ont été :

- la longueur du fruit, le diamètre médian ou largeur et l'épaisseur du fruit, déterminés à l'aide d'une toise ou d'un pied à coulisse,
- les poids du fruit et de la pulpe (en matière fraîche), déterminés par pesée. À partir de ces mesures deux paramètres ont été calculés : le rapport [poids de pulpe / poids du fruit] et la « valeur réelle de la pulpe » (VRP) définie par la relation [VRP (en %) = (% de pulpe) × (poids de pulpe / 100)] adaptée des travaux de Feungchan *et al.* [12].

Pour chaque espèce et chaque accession, une caractérisation chimique de la pulpe des fruits a ensuite été réalisée sur un échantillon constitué de six lots de fruits. Les analyses ont porté sur :

- la teneur en humidité de la pulpe, exprimée par rapport à la masse de matière fraîche et déterminée par pesée sur une

balance d'humidité après chauffage à 105 °C jusqu'à stabilisation du poids,

- la teneur en sucres solubles totaux de la pulpe, analyse réalisée par la méthode de Dubois et Gillet (dosage colorimétrique par spectrophotométrie à 630 nm, par réaction avec l'ortho-toluidine) [13] ; les résultats ont été exprimés en g d'équivalents glucose / 100 g de pulpe fraîche ou sèche,
- l'acidité libre totale de la pulpe, déterminée par titrage par une solution de soude 0,1 N en présence de phénolphaléine ; cette valeur a été exprimée en g d'équivalents d'acide malique / 100 g de pulpe fraîche ou sèche. L'acidité de la pulpe des fruits de *B. aegyptiaca* n'a pas été déterminée, du fait de son absence notable dans la saveur de ce fruit.
- le rapport [acidité libre totale / sucres solubles totaux] de la pulpe, calculé avec l'acidité libre totale exprimée en mL de soude 0,1 N nécessaires à la neutralisation d'une solution de 1 g de matière fraîche de pulpe, dilué dans 10 mL d'eau distillée à température ambiante.

L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Stat Box Pro. L'hypothèse d'égalité des moyennes a été testée par analyse de variance. Les moyennes significativement différentes ont été comparées par la méthode de Newman et Keuls au seuil $P < 5\%$.

Tableau II.

Quelques caractéristiques biométriques des fruits d'*Adansonia digitata*, récoltés dans différentes localités du Sénégal (chaque valeur représente la moyenne de dix mesures faites chacune sur un fruit différent).

Accessions	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Poids d'un fruit en mf (Fr) (g)	Poids de pulpe d'un fruit en mf (Pu) (g)	Rapport [Pu / Fr]	Valeur réelle de la pulpe (%)
Ibel 1	175 c	83 c	198,9 bc	27,2 b	0,13 d	3,64 c
Ibel 2	260 a	97 ab	350,8 a	76,7 a	0,22 b	16,81 ab
Ibel 3	168 c	70 d	167,8 c	27,6 b	0,16 c	4,61 c
Koudiadiène 1	194 bc	102 a	348,9 a	76,9 a	0,22 b	17,39 a
Koudiadiène 2	207 b	91 abc	328,6 a	72,6 a	0,22 b	16,10 ab
Koudiadiène 3	192 bc	86 bc	208,4 bc	48,0 b	0,23 b	11,10 b
Malème Niani 1	214 b	93 abc	283,8 ab	69,4 a	0,25 a	16,93 ab
Coefficient de variation (%)	11,4	10,7	30,0	34,9	8,4	40,4

mf : matière fraîche.

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de $P < 0,05$ (méthode de Newman et Keuls).

3. Résultats et discussion

3.1. Caractéristiques biométriques des fruits

3.1.1. Dimension des fruits

Quelle qu'ait été l'espèce étudiée, des différences significatives entre la dimension des fruits ont été mises en évidence en fonction des accessions étudiées.

La longueur et le diamètre des fruits de *A. digitata* ont présenté une variabilité importante (*tableau II*). Les dimensions des dattes du désert quant à elles ont faiblement varié en fonction de l'origine des fruits (*tableau III*) et la variabilité des fruits de *T. indica* a porté principalement sur la longueur des gousses, qui a varié du simple à plus du double pour les valeurs extrêmes (*tableau IV*). Pour les trois espèces étudiées, les mensurations observées sur les fruits récoltés au Sénégal se situent dans la moyenne de celles rapportées pour d'autres pays [14, 17]. Nos résultats ont également mis en évidence des différences inter-arbres importantes de dimensions des fruits entre

certaines lots de même origine géographique, tels ceux de pains de singe provenant d'Ibel.

3.1.2. Poids des fruits

Le poids moyen des fruits de *A. digitata* récoltés a présenté une variabilité importante (*tableau II*). Comme pour les paramètres de dimensions des fruits, cette hétérogénéité a pu concerner des arbres d'une même origine géographique. Avec un poids moyen de 270 g, toutes origines confondues, les fruits récoltés au Sénégal apparaissent plus lourds que ceux décrits au Soudan ($165 \text{ g} \pm 26$) [18].

Les fruits de *B. aegyptiaca* (*tableau III*) ont présenté un poids moyen de variabilité restreinte échelonnée de (3,1 à 4,7) g, ce qui est plus faible que les (5,7 à 7) g observés au Soudan [14] ou les (6 à 15) g signalés par Booth et Wickens en Afrique sahélienne [19].

Le poids moyen des fruits de *T. indica* échantillonnés, toutes accessions confondues, a été de 8,8 g (*tableau IV*), ce qui est légèrement inférieur aux (10 à 15) g cités par Grollier *et al.* [17].

Tableau III.

Quelques caractéristiques biométriques des fruits des différentes accessions de *Balanites aegyptiaca*, récoltés dans différentes localités du Sénégal (chaque valeur représente la moyenne de quinze mesures faites chacune sur un fruit différent).

Accessions	Longueur (mm)	Diamètre (mm)	Poids d'un fruit en mf (Fr) (g)	Poids de pulpe d'un fruit en mf (Pu) (g)	Rapport [Pu / Fr]	Valeur réelle de la pulpe (%)
Dodel 1	25 c	19 bc	4,72 a	2,02 a	0,43 a	0,87 a
Dodel 2	20 e	14 d	3,09 c	1,31 c	0,42 a	0,55 b
Dodel 3	25 bc	15 d	3,95 b	1,49 b	0,41 a	0,59 b
Koki 1	28 a	19 b	4,49 a	1,59 b	0,35 b	0,56 b
Koki 2	23 d	20 b	3,97 b	1,56 b	0,39 a	0,61 b
Koki 3	24 cd	18 c	3,37 c	1,18 c	0,35 b	0,41 c
Ndofane 1	26 b	21 a	4,68 a	1,94 a	0,41 a	0,81 a
Coefficient de variation (%)	4,0	3,9	6,7	7,9	5,4	11,5

mf : matière fraîche.

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de $P < 0,05$ (méthode de Newman et Keuls).

Tableau IV.

Quelques caractéristiques biométriques des fruits des différentes accessions de *Tamarindus indica*, récoltés dans différentes localités du Sénégal (chaque valeur représente la moyenne de quinze mesures faites chacune sur un fruit différent).

Accessions	Longueur (mm)	Largeur (mm)	Epaisseur (mm)	Poids d'un fruit en mf (Fr) (g)	Poids de pulpe d'un fruit en mf (Pu) (g)	Rapport [Pu / Fr]	Valeur réelle de la pulpe (%)
Bauly 1	102 bc	15 e	15 a	8,42 b	1,17 d	0,14 c	0,17 d
Bauly 2	94 c	17 d	13 b	8,86 b	1,83 c	0,20 b	0,39 c
Bauly 3	62 d	14 f	14 a	3,90 c	0,67 d	0,18 bc	0,12 d
Koboy 1	137 a	22 a	15 a	11,15 a	3,40 a	0,30 a	1,04 a
Pamène 1	107 b	18 c	14 a	10,84 a	3,04 ab	0,28 a	0,86 ab
Pamène 2	92 c	20 b	14 a	9,77 ab	2,70 b	0,28 a	0,75 b
Coefficient de variation (%)	7,3	3,4	4,3	11,4	18,0	12,6	26,7

mf : matière fraîche.

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de $P < 0,05$ (méthode de Newman et Keuls).

3.1.3. Poids de pulpe

Le poids de matière fraîche (mf) de pulpe des fruits de *A. digitata* a également fortement varié en fonction des accessions (tableau II). Dans l'ensemble des arbres étudiés, cette valeur a oscillé entre (27 et 77) g,

la moyenne étant évaluée à 57 g. Les résultats obtenus au Mali par Sidibé *et al.* ont été proches (moyenne de 41 g) de ceux que nous avons mesurés, mais ces auteurs ont rapporté une amplitude du poids (mf) de pulpe des fruits plus contrastée [(20 à 128) g] [20]. Au Soudan, Nour *et al.* [18] ont noté un

poids moyen de $(28 \pm 4,0)$ g. Les fruits de *B. aegyptiaca* que nous avons échantillonnés ont présenté un poids (mf) de pulpe comparable à celui observé au Soudan [14], avec une faible variabilité entre les accessions (*tableau III*). Certains fruits de *T. indica* ont présenté plus de 3 g de pulpe fraîche alors que d'autres n'en ont fourni même pas 1 g, d'où la mise en évidence d'une large variation de cette caractéristique (*tableau IV*).

3.1.4. Rapport pondéral [pulpe / fruit]

Le rapport pondéral [pulpe / fruit] des pains de singes (*A. digitata*) a varié de (13 à 25) % (*tableau II*), ce qui n'est pas très éloigné du taux de 28 % rapporté par Favier et al. [21]. Dans les lots de dattes du désert (*B. aegyptiaca*) étudiés, la pulpe a constitué de (35 à 43) % du poids total du fruit (*tableau III*), ce qui est supérieur aux observations de Nour et al. [14] ou de Favier et al. [(19 à 25) %] [21], mais qui est proche des 45 % de pulpe signalés par Vivien et Faure [15]. Pour le tamarinier (*T. indica*), le rapport pondéral [pulpe / fruit] mesuré pour les différentes accessions a présenté des différences importantes, certains lots de fruits présentant deux fois plus de pulpe que d'autres en part relative (*tableau IV*). Néanmoins, la valeur maximale du rapport pondéral [pulpe / fruit] que nous avons obtenue par analyse de nos échantillons de tamarin a été de 30 %, ce qui correspond au minimum signalé par divers auteurs pour qui la pulpe pourrait constituer de (30 à 64) % du poids du fruit [16, 21, 22]. D'une manière générale, les fruits des trois espèces que nous avons étudiées ont présenté un rapport pondéral [pulpe / fruit] peu élevé, que l'on retrouve chez certains fruits de cueillette africains tels que *Dialium guineense* Willd. (17 %) ou *Saba senegalensis* (A. DC.) Pichon (28 %) [21], alors que, pour d'autres espèces telles que *Ziziphus mauritiana* Lam., *Annona senegalensis* Pers., *Vitex doniana* Sweet ou *Ximenia americana* L., ce rapport oscillerait entre (50 et 77) % [23, 24], valeurs couramment rencontrées chez de nombreux fruits cultivés [21].

3.1.5. Valeur réelle de la pulpe

Le critère de la « valeur réelle de la pulpe » (VRP), qui considère dans une même rela-

tion le poids de pulpe et le pourcentage de pulpe dans le fruit, permet de faire ressortir plus nettement quatre accessions d'*A. digitata* pour lesquelles la VRP avoisine (16 à 17) % (*tableau II*), deux accessions de *B. aegyptiaca* présentant une VRP supérieure à 0,8 % (*tableau III*) et trois accessions de *T. indica* dont la VRP varie de (0,75 à 1) % (*tableau IV*). Pour cette dernière espèce, les données issues des travaux de sélection réalisés en Thaïlande indiqueraient que certaines accessions pourraient posséder des VRP de l'ordre de 20 % [12].

3.2. Caractéristiques chimiques de la pulpe des fruits

3.2.1. Teneur en eau

Globalement, pour les trois espèces de fruits de cueillette étudiées, les teneurs en eau de la pulpe des fruits échantillonnés ont été comprises entre (14 et 30) % (*tableaux V, VI et VII*). Ces résultats traduisent bien le caractère non succulent de ces fruits chez lesquels la maturité coïncide avec un état de déshydratation avancé de la pulpe, d'où la qualification de fruits secs ou demi secs qui leur est donnée. Par rapport à des fruits charnus, ces fruits possèdent l'avantage de pouvoir être aisément conservés par les populations et de pouvoir ainsi être consommés durant de nombreux mois. Les écarts de teneur en eau observés d'une accession à l'autre au sein d'une même espèce pourraient être expliqués par des stades de maturité différenciés, liés à la phénologie des arbres.

3.2.2. Teneur en sucres solubles totaux

Les teneurs en sucres solubles totaux des fruits d'*A. digitata* ont été plutôt faibles mais assez variables, car comprises entre (7,2 et 11,8) g d'équivalents glucose par 100 g de pulpe sèche (*tableau V*) ; celles des dattes du désert (*tableau VI*) ont présenté, en revanche, une variabilité restreinte avec une moyenne, toutes accessions confondues, de 13,0 g d'équivalent glucose par 100 g de pulpe sèche.

Comparativement aux deux autres espèces étudiées, les fruits du tamarinier ont renfermé les teneurs les plus élevées en sucres

Tableau V.

Quelques caractéristiques chimiques de la pulpe des fruits de différentes accessions de *Adansonia digitata*, récoltés dans différentes localités du Sénégal (chaque valeur représente la moyenne des mesures faites sur six lots de fruits différents).

Accessions	Teneur en eau (g·100 g ⁻¹ de mf)	Sucres solubles totaux (SST)		Acidité libre totale (Ac)		Rapport [Ac (mf) / SST (mf)] (avec Ac exprimée en mL NaOH 0,1 N)
		(g Eq glucose·100 g ⁻¹ de mf)	(g Eq glucose·100 g ⁻¹ de ms)	(g Eq acide malique·100 g ⁻¹ de mf)	(g Eq acide malique·100 g ⁻¹ de ms)	
lbel 1	15,9 cd	9,9 a	11,8 a	5,4 c	6,5 d	0,81 c
lbel 2	14,3 d	8,0 bc	9,3 abc	8,2 a	9,5 b	1,54 ab
lbel 3	15,3 cd	6,2 cd	7,4 c	7,0 b	8,3 c	1,68 ab
Koudiadiène 1	22,5 b	6,1 cd	8,2 bc	8,4 a	11,2 a	2,04 a
Koudiadiène 2	27,6 a	5,1 d	7,2 c	7,1 b	10,2 ab	2,07 a
Koudiadiène 3	12,6 d	9,0 ab	10,3 ab	6,6 b	7,1 cd	1,09 bc
Malème Niani 1	18,3 c	6,1 cd	9,3 abc	6,3 b	7,7 cd	1,56 ab
Coefficient de variation (%)	10,0	16,6	17,0	6,9	9,3	23,5

mf : matière fraîche ; ms : matière sèche.

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de $P < 0,05$ (méthode de Newman et Keuls).

solubles totaux [(14,4 à 18,6) g d'équivalents glucose par 100 g de pulpe sèche] (*tableau VII*). Or, des analyses effectuées au Pakistan [25] ont rapporté des teneurs en sucres comprises entre (21,4 et 30,9) % et d'autres réalisées en Thaïlande [12] ont indiqué des valeurs variant de (4,80 à 38,94) % pour les variétés acides et de (39,06 à 47,71) % pour les variétés douces. Sur la base de ce critère, les accessions de *T. indica* récoltées au Sénégal appartiendraient aux variétés acides.

3.2.3. Dosage de l'acidité libre totale

Les valeurs d'acidité libre totale obtenues avec les fruits de *A. digitata* ont été très variables (*tableau V*). Avec des teneurs de (6,5 à 11,2) g d'équivalents d'acide malique pour 100 g de matière sèche, le fruit du baobab apparaît être un fruit moyennement acide, dont l'acidité est légèrement plus marquée que celle des raisins secs ou des jujubes secs [21, 24]. La pulpe de tamarin quant à elle se caractérise par une forte acidité, oscillant de (20 à 32) g d'équivalents d'acide malique pour 100 g de matière sèche

Tableau VI.

Quelques caractéristiques chimiques de la pulpe des fruits des différentes accessions de *Balanites aegyptiaca*, récoltés dans différentes localités du Sénégal (chaque valeur représente la moyenne des mesures faites sur six lots de fruits différents).

Accessions	Teneur en eau (g·100 g ⁻¹ de mf)	Sucres solubles totaux	
		(g Eq glucose·100g ⁻¹ de mf)	(g Eq glucose·100g ⁻¹ de ms)
Dodel 1	16,1 bc	12,0 a	14,4 a
Dodel 2	24,1 a	10,8 a	14,4 a
Dodel 3	14,6 c	11,6 a	13,6 a
Koki 1	19,4 abc	7,3 b	9,1 b
Koki 2	21,8 ab	8,9 b	11,4 a
Koki 3	22,5 ab	11,0 a	14,2 a
Ndofane 1	18,2 abc	11,5 a	14,1 a
Coefficient de variation (%)	10,3	11,6	13,0

mf : matière fraîche ; ms : matière sèche.

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de $P < 0,05$ (méthode de Newman et Keuls).

Tableau VII.

Quelques caractéristiques chimiques de la pulpe des fruits des différentes accessions de *Tamarindus indica*, récoltés dans différentes localités du Sénégal (chaque valeur représente la moyenne des mesures faites sur six lots de fruits différents).

Accessions	Teneur en eau (g·100 g ⁻¹ de mf)	Sucres solubles totaux (SST)		Acidité libre totale (Ac)		Rapport [Ac (mf) / SST (mf)] (avec Ac exprimée en mL·NaOH 0,1 N)
		(g Eq glucose·100 g ⁻¹ de mf)	(g Eq glucose·100 g ⁻¹ de ms)	(g Eq acide malique·100 g ⁻¹ de mf)	(g Eq acide malique·100 g ⁻¹ de ms)	
Bauly 1	23,5 b	11,1 b	15,0 bc	17,3 c	23,5 bc	2,33 b
Bauly 2	25,8 ab	11,8 ab	15,9 bc	16,9 cd	22,9 bc	2,14 b
Bauly 3	25,9 ab	10,7 b	14,4 c	16,4 cd	22,1 bc	2,30 b
Koboy 1	26,8 ab	10,9 b	14,8 bc	23,3 a	32,0 a	3,20 a
Pamène 1	29,6 a	13,1 a	18,6 a	14,7 d	20,1 c	1,68 c
Pamène 2	25,5 ab	12,9 a	17,3 ab	19,7 b	26,4 b	2,29 b
Coefficient de variation (%)	5,5	7,0	9,0	8,1	10,0	9,9

mf : matière fraîche ; ms : matière sèche.

Dans une même colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de $P < 0,05$ (méthode de Newman et Keuls).

(tableau VII). Étant donné que l'acidité des fruits provient essentiellement des acides organiques et que la pulpe de tamarin est constituée de 98 % d'acide tartrique, l'acidité libre totale exprimée en g d'équivalents d'acide tartrique pour 100 g de matière sèche a varié de (23 à 35) g. Grollier *et al.* [17] signalent à ce propos une teneur moyenne de 21,2 g d'acide tartrique par 100 g de matière sèche, comprise entre des valeurs minimale et maximale de (12 à 31) g. Les fruits de tamarinier récoltés au Sénégal pourraient donc être considérés comme étant acides à très acides.

3.2.4. Rapport [acidité libre totale / teneur en sucres solubles totaux]

Le rapport entre l'acidité libre totale et la teneur en sucres solubles totaux des fruits de *A. digitata* a fortement varié selon les accessions ; ces valeurs ont oscillé entre 0,8 et 2,1 (tableau V). Pour les fruits du tamarinier, les fortes teneurs en sucres solubles totaux n'ont pas compensé l'acidité libre totale élevée mise en évidence au cours de

nos analyses, et ce rapport, supérieur en moyenne à celui observé pour les fruits du baobab, a été compris entre 1,7 et 3,2. Nos résultats confirment certaines données bibliographiques selon lesquelles le tamarin serait l'un des fruits simultanément le plus acide et le plus sucré [17].

4. Conclusions

À notre connaissance, notre étude constitue l'une des premières démarches entreprises dans un pays sahélien d'Afrique de l'Ouest pour caractériser la diversité des fruits de trois espèces ligneuses de cueillette figurant parmi les plus importantes au regard des paysans. Quelle que soit la caractéristique analysée, des différences significatives sont apparues au sein de chacune des espèces, en fonction des accessions étudiées. La variabilité intra-arbre apparaît donc plus faible que la variabilité inter-arbre, cette dernière pouvant être importante entre des sujets issus d'un même terroir.

Nos résultats ont mis en évidence que certains caractères biométriques (dimensions et poids du fruit, poids de pulpe, valeur réelle de la pulpe) présentaient un gradient décroissant de variabilité selon une séquence allant d'*A. digitata* vers *T. indica*, puis de *T. indica* vers *B. aegyptiaca*. Les poids des fruits et de la pulpe des fruits du baobab étudiés ont été supérieurs à ceux rapportés par la littérature, alors que, pour les dattes du désert et le tamarin, ces caractéristiques s'inscrivent dans la tranche moyenne, voire inférieure. Le rapport pondéral [pulpe / fruit] a été peu élevé dans les fruits d'*A. digitata* et de *T. indica*, et plus intéressant dans les fruits de *B. aegyptiaca* quoique faible comparativement à d'autres fruits de cueillette africains. La « valeur réelle de la pulpe » est apparue être un critère de sélection pertinent permettant de faire nettement ressortir les caractéristiques intéressantes d'une accession. Pour chacune des espèces étudiées, des accessions intéressantes ont été mises en évidence sur la base de ce critère.

Les caractéristiques chimiques ont présenté une variabilité globalement plus restreinte que les caractéristiques biométriques. L'analyse des teneurs en eau a permis de classer les fruits de ces trois espèces étudiées comme fruits demi secs à secs, ce qui implique dès lors la possibilité d'une conservation à l'air libre aisée pour des populations ne maîtrisant généralement pas d'autres techniques de conservation des fruits. Les teneurs en sucres solubles totaux dans les fruits se sont échelonnées selon un gradient croissant allant d'*A. digitata* à *B. aegyptiaca*, puis à *T. indica*. L'analyse de l'acidité libre totale présente dans les fruits de tamarinier récoltés au Sénégal a permis de classer cette pulpe comme acide à très acide.

Les recherches présentées dans ce document contribuent à une meilleure connaissance de la diversité génétique présente chez *A. digitata*, *B. aegyptiaca* et *T. indica*. Toutefois, elles n'ont pris en considération que le critère de qualité des fruits et elles devront donc être complétées par l'étude d'autres critères de sélection importants, tels que la productivité des arbres ou la résis-

tance des espèces à divers ravageurs et maladies.

Nos travaux ont permis de mettre en évidence, particulièrement pour le caractère « valeur réelle de la pulpe », une variabilité qui a conduit à identifier certaines accessions intéressantes. Ultérieurement, l'établissement d'essais d'évaluation multiclonaux et multilocaux pourrait conduire à mettre en évidence le rôle des composantes environnementales et génétiques dans la performance des phénotypes ciblés. Pour autant que la variabilité mise en évidence ait un fondement génétique, elle pourra faire l'objet d'une exploitation dans le cadre de programmes d'amélioration basés sur des croisements dirigés. D'autre part, le fait que ces accessions aient été sélectionnées sur la base d'indications fournies par les paysans constitue une garantie de l'appréciation du produit par les utilisateurs. Elles offrent en plus l'assurance d'être adaptées aux conditions pédoclimatiques de leur région de provenance. Bien que possédant des rapports pondéraux [pulpe / fruit] peu intéressants, les trois espèces étudiées disposent de caractères adaptatifs à la sécheresse qui permettent leur culture sans recours à l'irrigation, contrairement à la majorité des espèces fruitières cultivées des régions semi-arides. Pour cette raison, la cueillette des fruits de *A. digitata*, *B. aegyptiaca* et *T. indica* constitue souvent la seule voie offerte aux populations de ces zones pour accéder à la consommation de fruits. Loin d'être exhaustive, notre étude doit être considérée comme une première étape dans la diffusion de variétés sélectionnées d'espèces fruitières de cueillette en zones sahéliennes et soudaniennes, en vue d'améliorer la situation alimentaire et d'augmenter les revenus des populations locales.

Remerciements

Les auteurs remercient l'ensemble des paysans, des autorités locales et du personnel des Eaux et forêts pour leur intervention qui ont rendu possible les activités de sélection. Ils tiennent également à adresser leur reconnaissance au personnel de l'ISRA / CNRF, en particulier à Momar Wade, Abdou Sarr, Ibou

Coly, Térance Manga et Cheikh Sall pour l'appui technique qu'ils ont fourni dans la réalisation des différentes analyses. L'étude menée a bénéficié de l'appui du projet « Domestication et valorisation des fruitiers forestiers au Sénégal », soutenu par le Fonds national de la Recherche agricole et agro-alimentaire (FNRAA) ainsi que du projet « Application des techniques *in vitro* à l'amélioration d'espèces fruitières » soutenu par la Région wallonne de Belgique.

Références

- [1] Becker B., The contribution of wild plants to human nutrition in the Ferlo (Northern Senegal), *Agroforest. Syst.* 1 (1983) 257–267.
- [2] Bergeret A., Ribot J.C., L'arbre nourricier en pays sahélien, Éd. La Maison des Sciences de l'Homme, Paris, France, 1990.
- [3] Guinko S., Pasgo L.J., Harvesting and marketing of edible products from local woody species in Zitenga, Burkina Faso, *Unasylva* 43 (1992) 16–19.
- [4] Madge C., Ethnography and agroforestry research: a case study from the Gambia, *Agroforest. Syst.* 32 (1995) 127–146.
- [5] Ndour B., Gaye A., Prioritisation et utilisation des ligneux à usages multiples dans le bassin arachidier sénégalais, in: Boye A., Ndiaye P., Bauwens D. (Eds.), Troisième atelier des centres et programmes nationaux de semences forestières africains, PRONASEF, Dakar, Sénégal, 1997, pp. 45–52.
- [6] Ouédraogo S.J., Belem M., « Prioritisation » ou préférence paysanne et amélioration de la production des espèces agroforestières du Burkina Faso, in: Ouédraogo A.S., Boffa J.M. (Eds.), Vers une approche régionale des ressources génétiques forestières en Afrique sub-saharienne, IPGRI, Rome, Italie, 1999, pp. 219–226.
- [7] Baumer M., Arbres, arbustes et arbrisseaux nourriciers en Afrique occidentale, Enda-Editions, Dakar, Sénégal, 1995.
- [8] Fortin D., Lô M., Maynard G., Plantes médicinales du Sahel, Enda-Editions, Dakar, Sénégal, 1997.
- [9] Maydell V.H.J., Arbres et arbustes du Sahel : leurs caractéristiques et leurs utilisations, GTZ, Eschborn, Allemagne, 1983.
- [10] Gijsbers H.J.M., Kessler J.J., Knevel M.K., Dynamics and natural regeneration of woody species in farmed parklands in the Sahel region (Province of Passore, Burkina Faso), *Forest Ecol. Manag.* 64 (1994) 1–12.
- [11] Danthu P., Soloviev P., Propagation par greffage de trois espèces forestières fruitières des zones tropicales sèches : *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*, *Le Flamboyant* 53 (2000) 22–24.
- [12] Feungchan S., Yimsawat T., Chindaprasert S., Kitpowsong P., Tamarind (*Tamarindus indica* L.), Plant genetic resources in Thailand, *Thai J. Agric. Sci.* 1 (Spec. issue) (1996) 1–11.
- [13] Dubois M., Gillet K.A., Dosage des sucres totaux à l'ortho-toluidine, *J. Agr. Food Chem.* 13 (1956) 137.
- [14] Nour A.A.A.M., Ahmed A.H.R., Abdel-Gayoum A.G.A., A chemical study of *Balanites aegyptiaca* L. (Lalob) fruits grown in Sudan, *J. Sci. Food Agr.* 36 (1985) 1254–1258.
- [15] Vivien J., Faure J.J., Fruitiers sauvages d'Afrique (espèces du Cameroun), Nguila-Kerou (Ed.), Clohars Carnoet, France, 1996.
- [16] Morton J., Fruits of warm climates, Creative Resource Systems Inc., Winterville (N.C.), USA, 1987.
- [17] Grollier C., Debien C., Dornier M., Reynes M., Principales caractéristiques et voies de valorisation du tamarin, *Fruits* 53 (1998) 271–280.
- [18] Nour A.A., Magboul B.I., Kheiri N.H., Chemical composition of baobab fruit (*Adansonia digitata* L.), *Trop. Sci.* 22 (1980) 383–388.
- [19] Booth F.E.M., Wickens G.E., Non-timber uses of selected arid zone trees and shrubs in Africa, FAO, FAO Conserv. Guide 19, Rome, Italy, 1988.
- [20] Sidibé M., Scheuring J.F., Tembely D., Sidibé M.M., Hofman P., Frigg M., Baobab-homegrown vitamin C in Africa, *Agroforest. Today* 8 (1996) 13–15.
- [21] Favier J.C., Ireland-Ripert J., Laussucq C., Feinberg M., Répertoire général des aliments. Tome 3. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique, Tec & Doc Lavoisier, Inra, Orstom, Paris, France, 1993.
- [22] Ishola M.M., Agbaji E.B., Agbaji A.S., A chemical study of *Tamarindus indica* (Tsamiya) fruits grown in Nigeria, *J. Sci. Food Agr.* 51 (1990) 141–143.

- [23] Tchiégang C., Dandjouma A., Dzudie T., Caractérisations physico-chimiques de cinq espèces fruitières endémiques de la savane camerounaise, *Fruits* 54 (1999) 413–422.
- [24] Danthu P., Soloviev P., Totté A., Tine E., Ayessou N., Gaye A., Niang T.D., Seck M., Fall M.,
- Caractères physico-chimiques et organoleptiques comparés des jujubes sauvages et des fruits de la variété Gola introduite au Sénégal, *Fruits* 57 (2002) 173–182.
- [25] Hasan S.K., Ijaz S., Tamarind – A review, *Sci. Ind. (Karachi)* 9 (1972) 131–137.

Variabilidad de los caracteres fisicoquímicos de los frutos de tres especies leñosas de recolección recolectados en Senegal: *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* y *Tamarindus indica*.

Resumen — Introducción. *Adansonia digitata* L., *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. y *Tamarindus indica* L. se encuentran entre las especies frutales de recolección más apreciadas por las poblaciones sahelo-sudanesas. Estas especies desempeñan un importante papel nutricional y de generación de renta. La degradación de los ecosistemas constituye una amenaza para la fruta silvestre de recolección y para la diversidad genética de estas especies. La primera etapa del programa de domesticación aplicado en Senegal consiste en caracterizar la variabilidad natural, dentro del marco de un enfoque participativo destinado a la selección de accesiones interesantes por la calidad de los frutos. Este estudio tenía como finalidad comparar, en cada una de las especies, los frutos de distintas accesiones. **Material y métodos.** Los análisis se centraron en la caracterización biométrica de las frutas, completada con un breve análisis químico (agua, azúcares solubles totales, acidez libre total). **Resultados y discusión.** En todos los criterios estudiados, la explotación de los datos mostró diferencias significativas entre las accesiones dentro de cada especie. En los caracteres biométricos, un gradiente decreciente de variabilidad aparece según la secuencia: *Adansonia* hacia *Tamarindus* hacia *Balanites*. El criterio de “valor real de la pulpa” permitió seleccionar las accesiones más interesantes. Los caracteres químicos presentaron una variabilidad menor. **Conclusion.** Las distintas accesiones estudiadas presentan una variabilidad explotable para la difusión entre la población local de variedades de especies frutales con buen desempeño que respondan a sus necesidades y a sus posibilidades económicas.

Senegal / región Sudano Saheliana / *Adansonia digitata* / *Balanites aegyptiaca* / *Tamarindus indica* / frutas / propiedades fisicoquímicas