

CARACTERISATION AGRO-MORPHOLOGIQUE ET ETUDE COMPARATIVE DE DEUX METHODES D'EXTRACTION D'HUILE D'ACCESSIONS DE SESAME (*Sesamum indicum* L.)

I. A. AMOUKOU¹, S. BOUREIMA² et S. LAWALI²

¹Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, BP 10960 Niamey, Niger

²Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université de Maradi, BP 465 Maradi, Niger.
E-mail : boureimaseyni@yahoo.fr

RESUME

Le sésame (*Sesamum indicum* L.) est une culture oléagineuse faisant l'objet d'un commerce international en plein essor des graines, de l'huile et du tourteau. Au Niger, un engouement des producteurs vers des cultures moins exigeantes en eau et en intrants s'est vite développé pour augmenter leur revenu et renforcer leur sécurité alimentaire dans un contexte de variabilité climatique. L'objectif de cette étude consistait à identifier des accessions de sésame à haut potentiel de rendement en grains et/ou de teneur en huile. En outre, cette étude a comparé le procédé d'extraction de l'huile par le solvant à celui d'une presse manuelle à piston. L'expérimentation a été menée sur la Parcelle Expérimentale de la Faculté d'Agronomie de Niamey dans un dispositif en blocs complets randomisés avec 3 répétitions. Le facteur étudié était l'accession à 10 niveaux. Les résultats de cette étude révèlent des différences significatives entre les accessions au niveau des paramètres agro-morphologiques et de la teneur en huile. Les accessions SN-01-28 (600 kg ha⁻¹), SN-01-06 (587,08 kg ha⁻¹) et SN-01-TKG 21 (564,03 kg ha⁻¹) sont les plus performantes en termes de rendement en grains alors que les teneurs en huile sont plus élevées dans les accessions SN-01-22 (53,26 %) et SN-01-24 (53,09 %). Les relations entre la teneur en huile et les composantes du rendement sont faibles. Par ailleurs, le taux d'huile extraite est meilleur par le procédé utilisant le solvant organique (50,20 %) que par la presse manuelle (28 %). La méthode du solvant a certes une suprématie sur la presse manuelle par rapport à la quantité d'huile extraite, mais la presse manuelle présente plus d'avantages pour le monde rural.

Mots clés : Phénologie, rendement, teneur en huile, méthode d'extraction, sésame.

ABSTRACT

AGRO-MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION AND COMPARATIVE STUDY OF TWO METHODS OF SESAME (*Sesamum indicum* L.) SEEDS OIL EXTRACTION

*Sesame (*Sesamum indicum* L.), an oilseed crop, is subjected to an international growing trade of seed, oil and meal. In Niger, enthusiasm of producers towards crops that require less water and inputs has quickly developed to increase their income and improve their food security in a context of climate variability. The objective of this study was to identify interesting sesame accessions for grain yield and / or oil content. In addition, this study compared the method of oil extraction by the solvent to that of a manual press piston. The experiment was conducted on the Experimental Field of the Faculty of Agronomy in Niamey in a randomized complete block design with three replications. Factor studied was the accession at 10 levels. The results of this study show significant differences between accessions for the agro-morphological parameters and oil content. Accessions SN-01-28 (600 kg ha⁻¹), SN-01-06 (587.08 kg ha⁻¹), and SN-01-21 TKG (564.03 kg ha⁻¹) are the most efficient in terms of grain yield while oil contents were higher in accessions SN-01-22 (53.26 %) and SN-01-24 (53.09 %). The relationship between oil content and yield components are weak. Moreover, the rate of extracted oil is higher with the method using organic solvent (50.20 %) than the manual press (28 %). The solvent method certainly has a supremacy over the hand press against the amount of oil extracted, but the manual press has more advantages for the rural world.*

Keywords : Phenology, yield, seed oil content, extraction method, sesame.

INTRODUCTION

La graine de sésame (*Sesamum indicum* L.) est riche en huile (50 %), en protéines (23 %) et en vitamines (Weiss, 2000). L'huile de sésame est stable grâce à sa teneur en sésamol (1,5 %), elle est aussi caractérisée par sa forte teneur en acide linoléique (37,5 à 47 %), acide gras indispensable pour l'organisme humain et, apporté, uniquement, par l'alimentation (Ashri, 2007). La demande en grains de sésame est de plus en plus forte sur le marché mondial. En effet, le prix de la tonne en grains de sésame fluctue entre 269 € en moyenne, en Afrique de l'Ouest (Mali, Niger, Gambie), et plus de 6 697 €, en République sud Coréenne (FAO, 2012). Les échanges internationaux ne portent que sur 25 % de la production mondiale, d'où l'importance de l'autoconsommation dans les pays producteurs, notamment l'Asie. Les perspectives mondiales montrent que l'Asie ne sera pas en mesure de satisfaire l'augmentation de la demande. L'Afrique, notamment, l'Afrique de l'Ouest, est en bonne posture pour pouvoir répondre, ne fût ce que partiellement, à cette demande croissante. En effet, les prix de vente élevés pratiqués par l'Amérique centrale et l'Amérique du sud, freinent leurs exportations. De même, la qualité médiocre des grains indiens (amertume et teneurs en résidus de pesticides élevées) rend leur exportation difficile (Dabat, 1999 ; Oudet, 2011).

Malgré les nombreux avantages qu'offre la culture du sésame, la production en grains est insuffisante, parce que le sésame a toujours été considéré comme une culture secondaire, une culture des pays en voie de développement et, même dans ces pays, une culture des petits paysans. La compétition des cultures plus rémunératrices et à haut rendement, comme le soja et l'arachide, a fait reculer la culture du sésame vers les terres moins fertiles et vers les zones à haut risque climatique (Bennett, 1998).

Le marché d'huile de sésame peut être soutenu par le développement de variétés à haute teneur

en huile et à haut rendement par la sélection classique ou par transformation génétique. C'est pourquoi, il est apparu opportun de connaître la diversité naturelle des accessions de sésame de la Faculté d'Agronomie, en termes de caractères botaniques, agronomiques et teneur en huile, afin de mettre en place un programme de sélection variétale. Par ailleurs, il devient plus que nécessaire de mettre à la disposition des petits producteurs ruraux des techniques d'extraction d'huile végétale moins onéreuses. L'objectif visé par l'étude réalisée était de connaître la variabilité agro-morphologique et de la teneur en huile de 10 accessions de sésame afin d'identifier des accessions élites pour un programme de sélection variétale. Les objectifs spécifiques étaient d'évaluer la phénologie, le rendement et ses composantes ainsi que la variabilité de la teneur en huile des accessions de sésame de la Faculté d'Agronomie de Niamey selon deux méthodes d'extraction de l'huile.

MATERIEL ET METHODES

SITE DE L'ETUDE

L'essai a été conduit sur la station expérimentale de la Faculté d'Agronomie de Niamey (Niger), située entre 13°29' de latitude Nord, 02°05' de longitude Est et 238 m d'altitude. Le sol y est essentiellement dunaire. Au cours de l'expérimentation, la pluviométrie a été relativement bonne dans la localité, avec un cumul de 504,9 mm en 34 j pluvieux. Durant cette campagne 2008, le mois de juillet a été le plus pluvieux, avec 249,3 mm, soit la moitié de la pluviométrie annuelle (Figure 1).

MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal utilisé était composé de dix accessions de sésame (*S. indicum*) de provenances diverses, dont les caractéristiques agronomiques sont indiquées dans le Tableau 1.

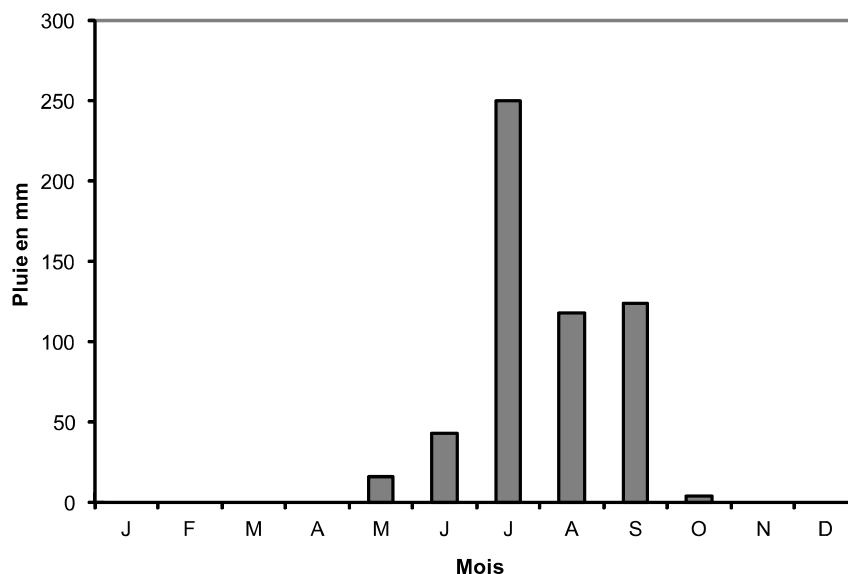


Figure 1 : Répartition pluviométrique au cours de l'année 2008 à la station de la Faculté d'Agronomie.
Rainfall pattern of year 2008 at the experimental station of the Faculty of Agronomy.

Tableau 1 : Caractéristiques des variétés de sésame en étude.
Characteristics of sesame cultivars under study.

Variété	Origine	Couleur du tégument	Cycle (j)	Rendement moyen (kg ha ⁻¹)
SN-01-21	Alfagey (Niger)	Blanche	106	300
SN-01-06	Maradi (Niger)	Blanche	85	600
SN-01-03	Inde	Blanche	96	500
SN-01-24	Alfagey (Niger)	Blanche	108	500
SN-01-14	Dan Issa (Niger)	Blanche	104	500
SN-01-02	Dargol (Niger)	Blanche	96	400
SN-01-22	Doumba (Niger)	Blanche	108	500
SN-01-19	Ouallam (Niger)	Brune	104	300
SN-01-TKG21	Inde	Blanche	76	500
SN-01-28	Goubey (Niger)	Brune	87	600

Source : Sadou et Amoukou (2002)

Matériel de laboratoire

- un broyeur mécanique facile à nettoyer et permettant le broyage des graines de sésame sans échauffement ni modification de leur teneur en huile ;

- une balance analytique pour la pesée des échantillons ;
 - une cartouche d'extraction ;
 - un soxhlet, tube dans lequel est réalisée l'extraction ;

- un ballon d'extraction (capacité de 200 à 250 ml) ;
- une étuve pour toute évaporation et séchage des échantillons ;
- l'hexane : utilisé comme solvant car il présente par rapport à d'autres, l'avantage d'être sélectif de l'huile et sans être toxique.

METHODES

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était des blocs complets randomisés à trois (3) répétitions, dont les parcelles élémentaires mesuraient 10 m de long et 5 m de large, soit une superficie utile de 50 m² par parcelle. Le facteur étudié était la variété à 10 niveaux.

Conduite de la culture

La préparation du lit de semis a consisté à défricher et à dessoucher les tiges de la culture précédente, puis à un binage, un désherbage et un planage.

Le semis a été effectué le 17 juillet 2008, après une pluie de 30,5 mm. Il a été pratiqué en ligne à l'aide d'une daba et d'un ruban pour mieux respecter les écartements préconisés par le protocole expérimental, qui sont de 0,5 m entre les lignes et entre les poquets, ce qui correspond à une densité de semis de 46 200 poquets ha⁻¹.

Un premier sarclage a été effectué 15 j après semis, et un second sarclage, 35 j après semis (jas). Trois semaines après la levée, les plantes ont été démariées à quatre plantes par poquet, puis l'on a procédé à un apport d'engrais N-P-K (15-15-15), à raison de 5g/poquet enfouis dans un rayon de 5 cm autour du poquet. Un troisième sarclage a été effectué 45 jas, coïncidant avec la floraison de plusieurs variétés.

Paramètres agronomiques mesurés

Les mesures et observations ont été effectuées sur les lignes centrales de la parcelle élémentaire. Les observations ont porté sur la levée ; la durée semis-floraison, considérée

atteinte lorsque 50 % des plantes d'une parcelle élémentaire ont fleuri ; la hauteur des plantes, mesurée à l'aide d'une règle graduée ; le nombre de jours semis-maturité physiologique, atteinte lorsque les feuilles basales jaunissent, tombent et que les capsules virent au jaune sur les trois quarts ($\frac{3}{4}$) de la hauteur de la plante. A la récolte, le nombre de capsules par plante (sur 5 pieds par parcelle tirés de manière aléatoire), le nombre de graines par capsule (sur 3 lots de 5 capsules), le rendement moyen par variété et le poids de mille graines ont été déterminés.

L'huile des graines a été extraite selon deux méthodes, à savoir : la méthode d'extraction à la presse à piston ou presse manuelle, et la méthode d'extraction à l'hexane.

Méthode d'extraction à la presse à piston ou presse manuelle

Le socle en bois de la presse manuelle (Photo 1) mesure 1,90 m et le levier en métal 2 m. La cage comporte un entonnoir pour recevoir les graines, un piston pour les écraser, deux bras de levier pour supporter l'ensemble, et en bas un récepteur d'huile.

Après une trituration des graines visant à épurer les échantillons des impuretés et tout autre corps susceptible d'user la presse, les graines ont été légèrement torréfiées pendant 5 mn en les remuant de temps en temps pour éviter leur carbonisation. Les graines ont ensuite été introduites dans la trémie d'une presse à piston (ATI, Tanzanie) sur laquelle on applique une pression équivalente de 140 bars (Herz, 1997). Ainsi l'huile s'échappe par les ouvertures aménagées dans la cage de la presse.

A sa sortie de la presse, l'huile brute paraît sale, sans goût agréable et non appétissante à cause de la présence des sédiments grossiers. La séparation se pratique par un système de sédimentation pendant une durée d'environ trente minutes. Ainsi les grosses particules sont éliminées par un simple dépôt au fond du récipient. Après cette décantation qui dure une demi-journée, l'huile est filtrée à travers un système de deux filtres (papier filtre) superposés qui laisse passer l'huile goutte à goutte.



Photo 1 : Presse manuelle ATL.

Manual ATL.

Méthode d'extraction à l'hexane

La teneur en huile des graines de sésame a été évaluée par la méthode de référence Afnor, (1998) au Soxhlet en utilisant l'hexane comme solvant d'extraction. Les lipides sont extraits après broyage des graines en mouture. L'extraction s'est opérée sur une prise d'essai de 5 g de mouture pendant 6 h. L'huile est recueillie après évaporation de l'hexane d'abord par évaporateur puis à l'étuve à 70 °C pendant une nuit. L'huile obtenue est pesée et la teneur en matières grasses (TMG) est déterminée par la formule suivante :

$$\text{TMG} = [(P3 - P2) / P1] \times 100, \text{ où}$$

P3 = Poids ballon + Huile ;

P2 = Poids ballon à vide ;

P1 = Poids de l'échantillon.

Détermination de la teneur en eau

On pèse 5 g de mouture dans un creuset qu'on place dans une étuve à 70 °C pendant une nuit. Après retrait et refroidissement, l'échantillon est à nouveau pesé, avant de calculer la teneur en eau de la manière suivante :

$$\text{TE} = [1 - (P_f - P_i) / P_i] \times 100$$

Avec TE = Teneur en Eau ; P_i = Poids initial de l'échantillon ; P_f = Poids final.

Détermination de la teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche a été estimée de la manière suivante :

$$\text{TMS} = [P_i / P_f] \times 100$$

TMS = Teneur en Matières Sèches.

Détermination de la teneur en matières minérales

Les cendres ou matières minérales ont été obtenues par incinération des matières sèches dans un four (NF 03-720) à 550 °C pendant 6 h. Ainsi la teneur en matière minérale est déterminée par la formule ci-dessous :

$$\text{TMM} = [P_c - P_i] \times 100$$

Avec TMM = Teneur en Matières Minérales ; P_c = Poids Cendre ; P_i = Poids initial.

ANALYSES STATISTIQUES

Des analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées grâce au logiciel Minitab (version 14.1) dans le but de mettre en évidence les différences qui peuvent exister entre les variétés. Lorsque les différences sont significatives pour une variable étudiée, une comparaison des moyennes (Test de Newman-Keuls au seuil de 5 %) a été réalisée en vue de classer les accessions en groupes homogènes. L'analyse des effets directs des caractères étudiés sur le

rendement a été faite avec le module complémentaire multpath de Minitab selon la méthode de Arminian *et al.* (2008).

RESULTATS

FLORAISON

Au cours de l'expérimentation, la levée a duré 3 j pour toutes les accessions et au niveau de toutes les parcelles.

En moyenne, les accessions ont fleuri dès 45 j après semis. La comparaison des moyennes a fait ressortir 5 groupes homogènes (Tableau 2) :

- un 1^{er} groupe constitué par l'accession SN-01-TKG 21 d'origine indienne, très précoce avec un délai de floraison de 33 j après semis ;
- un 2^e groupe incluant les accessions SN-01-03, SN-01-06, SN-01-28, précoces qui fleurissent entre 40 et 42 j après semis ;
- un 3^e groupe qui concerne l'accession SN-01-02 qui a une durée semis-floraison de 44 j ;
- un 4^e groupe d'accessions dont la floraison n'intervient qu'à partir de 49 j après semis et concerne les variétés SN-01-14 et SN-01-19 ;
- un 5^e groupe à floraison tardive (à partir de 52 j après semis) avec les accessions SN-01-21, SN-01-22 et SN-01-24.

FRUCTIFICATION

L'analyse de variance a mis en évidence des différences significatives entre les accessions pour la date de fructification. On distingue ainsi 3 groupes homogènes d'accessions (Tableau 2) :

- le groupe formé uniquement de l'accession SN-01-TKG21 qui fructifie à 46 j après semis ;
- le groupe constitué des accessions SN-01-28, SN-01-02, SN-01-03 et SN-01-06 chez

lesquelles ce stade est observé entre 59 et 61 j après semis ;

- le groupe des accessions SN-01-21, SN-01-24, SN-01-14, SN-01-22 et SN-01-19 qui ne fructifient qu'au delà de 64 j après semis.

MATURITE

Des différences significatives ont été notées entre les accessions en ce qui concerne leur date de maturité physiologique. Le test de Newman-Keuls fait ressortir quatre groupes homogènes (Tableau 2) :

- un groupe d'accession très précoce avec une durée de cycle de 76 j, cas de SN-01-TKG21 d'origine indienne ;
- un groupe d'accessions précoces SN-01-06 et SN-01-28 avec un cycle de 85 à 88 j ;
- un groupe d'accessions semi-tardives dont SN-01-03 et SN-01-02 avec une durée de cycle de 96 j en moyenne ;
- un groupe d'accessions tardives qui met plus de 100 j (104 à 108 j) pour boucler leur cycle. Il s'agit des accessions SN-01-14, SN-01-19, SN-01-21, SN-01-22 et SN-01-24.

HAUTEUR DES PLANTES

En général les plantes sont de taille moyenne (1,35 m). Mais celle-ci varie beaucoup en fonction des accessions. Ce qui nous a permis de déceler par test de comparaison trois groupes homogènes d'accessions (Tableau 2) :

- un groupe d'accessions de grande taille avec une moyenne de 1,72 m, c'est le cas de l'accession indienne SN-01-03 ;
- un groupe de taille moyenne dont la hauteur varie entre 1,30 et 1,49 m, regroupant les accessions SN-01-06, SN-01-02, SN-01-TKG21, SN-01-24, SN-01-14 et SN-01-28 ;
- un groupe d'accessions de courte taille (entre 1,11 et 1,23 m) constituées par les accessions SN-01-21, SN-01-22, et SN-01-19.

Tableau 2 : Comparaison des moyennes de différents paramètres mesurés.*Means comparison of different measured parameters.*

Accession	Origine	Flo (j)	50 % Fru (j)	Maturité (j)	Haut (m)
SN-01-21	Alfagey	53 ^A	67,33 ^A	106 ^A	1,11 ^B
SN-01-06	Maradi	41 ^C	59,00 ^B	85,0 ^C	1,30 ^{AB}
SN-01-03	Inde	40 ^C	59,67 ^B	96,3 ^B	1,72 ^A
SN-01-24	Alfagey	52 ^A	65,53 ^A	108 ^A	1,40 ^{AB}
SN-01-14	Dan Issa	49 ^{AB}	64,33 ^A	104 ^A	1,47 ^{AB}
SN-01-02	Dargol	44 ^{BC}	60,67 ^B	96,3 ^B	1,31 ^{AB}
SN-01-22	Doumba	52 ^A	67,33 ^A	108 ^A	1,21 ^B
SN-01-19	Ouallam	49 ^{AB}	65,67 ^A	104 ^A	1,23 ^B
SN-01-TKG21	Inde	33 ^D	46,00 ^C	76,0 ^D	1,31 ^{AB}
SN-01-28	Goubey	42 ^C	60,33 ^B	87,6 ^C	1,49 ^{AB}

Flo, floraison ; Fru, fructification ; Haut, hauteur.

Flo : *flowering* ; Fru : *bearing* ; Haut : *height*.

RENDEMENT ET SES COMPOSANTES

Il ressort de l'analyse de la variance que les différences sont significatives entre les accessions au niveau du rendement. La comparaison des moyennes au seuil de 5 % nous permet de dégager quatre groupes homogènes d'accessions (Tableau 3) :

- le groupe des accessions performantes avec un rendement supérieur à 550 kg ha⁻¹ ; c'est le cas des accessions SN-01-TKG 21 d'origine indienne (564,03 kg ha⁻¹), SN-01-06 provenant de Dan Issa (587,08 kg ha⁻¹), et SN-01-28 originaire de Goubey (600 kg ha⁻¹) ;

- le groupe formé par les accessions SN-01-02, SN-01-14, SN-01-22, SN-01-24 et SN-01-03, avec des rendements variant entre 408,2 et 517,6 kg ha⁻¹ ;

- le groupe constitué par la seule accession SN-01-19 avec un rendement de 300 kg ha⁻¹ ;

- le groupe des accessions à faible rendement c'est à dire inférieur à la moyenne nationale qui est de 300 kg ha⁻¹. Il s'agit de l'accession SN-01-21, originaire de Alfagey.

En ce qui concerne le nombre de capsules par plante, l'accession SN-01-06 a été la plus productive avec 141 capsules, suivies des accessions SN-01-24, SN-01-14, SN-01-02 et SN-01-28 qui étaient statistiquement similaires (Tableau 3). Les accessions SN-01-TKG21 et SN-01-21 ont présenté les nombres de capsules par plante les plus faibles (47 et 51, respectivement).

Par ailleurs, il y a une différence significative entre les capsules des accessions pour le nombre de graines. Les capsules des accessions SN-01-06, SN-01-03, SN-01-02 et SN-01-TKG21 ont été les plus pourvues en graines suivies de celles des accessions SN-01-24, SN-01-14, SN-01-22, SN-01-19 et SN-01-28 qui étaient statistiquement similaires. En revanche, les capsules de l'accession SN-01-21 ont été les moins remplies (Tableau 3).

Les accessions à l'étude diffèrent également par leur calibre des graines. Ainsi, comparativement à toutes les autres accessions, les graines de SN-01-24 étaient de plus gros calibre (3,08 g pour 1 000 graines) et celles de SN-01-21 étaient les plus légères (2,75 g pour 1 000 graines).

Les autres accessions ont présenté des graines de calibres statistiquement similaires et intermédiaires entre les deux extrêmes (Tableau 3).

Les études de corrélation effectuées montrent qu'il n'y a aucune corrélation significative entre le rendement et les caractères étudiés (Tableau 4). La date de maturité physiologique est positivement corrélée à la date de floraison et de fructification (Tableau 4). Par contre, elle est négativement corrélée avec le nombre de graines par capsules ($r = -0,70$). Les caractères de précocité (dates de floraison et de fructification) sont négativement corrélés avec le nombre de graines par capsules ($r = -0,83$ et $r = -0,68$, respectivement). Par ailleurs, dans nos conditions d'étude, la hauteur de la plante est positivement corrélée au poids de mille graines ($r = 0,62$).

Une décomposition de la corrélation totale en corrélations partielles, a montré qu'à l'exception du nombre de capsules par plante, tous les caractères étudiés ont un effet direct significatif sur le rendement en grains (Tableau 5).

TENEUR EN HUILE ET ELEMENTS MINERAUX

La teneur en huile a été très variable pour une même accession selon la méthode d'extraction utilisée. Ainsi, le taux d'extraction a été plus élevé avec la méthode du solvant qu'avec la

méthode manuelle. La teneur en huile des accessions de sésame a été importante. Elle a été de 50,20 % en moyenne avec la méthode d'extraction à l'hexane contre 28 % avec la presse manuelle. La teneur en matières grasses était plus élevée chez SN-01-22 (53,26 %) suivie de l'accession SN-01-24 (53,09 %) avec l'extraction à l'hexane.

Avec la presse manuelle, le taux d'huile a été beaucoup plus faible et a varié entre 23,33 % avec l'accession SN-01-TKG21 et 36,66 % pour SN-01-28 (Tableau 6).

Avec cette méthode, le rendement moyen d'extraction a été d'un litre d'huile pour une quantité de 2,5 kg de graines de sésame. L'analyse des corrélations totales (Tableau 4) montre que la teneur en huile n'a aucune corrélation significative avec les paramètres agromorphologiques des accessions étudiées. Cependant, il ressort de l'analyse des corrélations partielles que la teneur en huile d'une variété influe significativement sur son rendement en grains (Tableau 5).

La teneur en matières minérales déterminée sur les échantillons extraits à l'hexane, a été très variable. Ainsi le taux des éléments minéraux contenu dans la graine a varié entre 1,36 % pour l'accession SN-01-28 et 10,02 % pour SN-01-22 avec une moyenne de 4,63 % (Tableau 6). La teneur en eau était sensiblement égale chez toutes les accessions avec une moyenne de 2,63 %.

Tableau 3 : Comparaison des moyennes du rendement et de ses composantes.

Means comparison of yield and yield components.

Accession	Rdt (kg ha ⁻¹)	NCP	NGC	PMG (g)
SN-01-21	159,10 ^C	50,60 ^C	50,33 ^B	2,75 ^B
SN-01-06	587,00 ^A	141,00 ^A	69,33 ^A	2,92 ^{AB}
SN-01-03	517,60 ^{AB}	86,70 ^{ABC}	73,33 ^A	3,05 ^{AB}
SN-01-24	516,60 ^{AB}	109,00 ^{AB}	55,00 ^{AB}	3,08 ^A
SN-01-14	494,50 ^{AB}	128,60 ^{AB}	60,33 ^{AB}	2,89 ^{AB}
SN-01-02	408,20 ^{AB}	117,60 ^{AB}	74,33 ^A	2,89 ^{AB}
SN-01-22	497,50 ^{AB}	79,33 ^{BC}	57,33 ^{AB}	2,89 ^{AB}
SN-01-19	300,00 ^{BC}	85,00 ^{BC}	58,33 ^{AB}	3,03 ^{AB}
SN-01-TKG21	564,03 ^A	47,33 ^C	70,00 ^A	2,87 ^{AB}
SN-01-28	600,00 ^A	105,60 ^{AB}	64,33 ^{AB}	2,99 ^{AB}

Rdt : rendement ; NCP : nombre de capsule par plante ; NGC : graines par capsule ; PMG : Poids de mille graines.

Rdt : yield ; NCP : capsules/plant ; NGC : seeds/capsule ; PMG : 1000-seeds weight.

Tableau 4 : Coefficients de corrélation entre les différents variables.*Correlation coefficients between the different variables.*

	DM	Flo	Fru	Haut	Huile	NCP	NGC	PMG
FL	0.95 ^{***}							
Fruct	0.92 ^{***}	0.94 ^{***}						
Haut	-0.19 ^{ns}	-0.40 ^{ns}	-0.23 ^{ns}					
Huile	0.51 ^{ns}	0.58 ^{ns}	0.47 ^{ns}	-0.37 ^{ns}				
NCP	0.03 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.33 ^{ns}	0.09 ^{ns}			
NGC	-0.70 [*]	-0.83 ^{***}	-0.68 [*]	0.52 ^{ns}	-0.36 ^{ns}	0.28 ^{ns}		
PMG	0.08 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.62 [*]	-0.09 ^{ns}	0.34 ^{ns}	0.18 ^{ns}	
Rdt	-0.55 ^{ns}	-0.57 ^{ns}	-0.51 ^{ns}	0.58 ^{ns}	-0.11 ^{ns}	0.44 ^{ns}	0.53 ^{ns}	0.42 ^{ns}

DM : Date de Maturité ; FL : Floraison ; Haut : Hauteur ; NCP : Nombre de Capsules par Plante ; NGC : Nombre de Graines par Capsules ; PMG : Poids de Mille Graines ; Rdt : Rendement.

DM : date of maturity ; Flo : flowering ; Fru : bearing ; Haut : height ; Huile : oil ; NCP : number of capsules per plant ; NGC : number of seeds per capsule ; Rdt : yield ; PMG : 1000-seeds weight.

*, *** significatif au seuil de 5 % et 0,1 % respectivement ; ns, non significatif

Tableau 5 : Coefficients des effets directs des caractères étudiés sur le rendement.*Path coefficients for direct effects.*

Caractère vs rendement	Corrélation (Pearson)	p	Effets directs	P
Floraison	-0,57	0,08	-17,79	0,000
Fructification	-0,51	0,13	3,65	0,051
Cycle	-0,55	0,10	7,86	0,025
Hauteur	0,59	0,08	-1,03	0,000
Teneur en huile	-0,11	0,76	1,83	0,006
NCP	0,44	0,21	2,43	0,405
NGC	0,54	0,11	-5,61	0,029
PMG	0,42	0,22	- 0,73	0,000

NCP : nombre de capsules par plante ; NGC : nombre de graines par capsule ; PMG : poids de mille graines ; P : probabilité.

NCP : capsules/plante ; NGC : seeds/capsule ; PMG : 1000-seeds weight ; P : probability.

Tableau 6 : Résultats des caractéristiques biochimiques.*Results of the biochemical analysis.*

Accession	Teneur en huile (%)		TMN (%)	TE (%)
	Solvant	Presse		
SN-01-21	50,93	25,33	7,26	2,22
SN-01-06	49,19	30,66	6,40	2,90
SN-01-03	48,27	26,66	7,14	2,55
SN-01-24	53,09	26,00	4,20	2,57
SN-01-14	49,00	29,00	2,02	2,64
SN-01-02	49,26	26,33	1,28	2,65
SN-01-22	53,26	28,86	10,02	2,55
SN-01-19	49,26	27,66	4,58	2,73
SN-01-TKG21	49,00	23,33	1,99	2,68
SN-01-28	50,70	36,66	1,36	2,84
Moyenne	50,20	28,05	4,63	2,63

TMN : teneur en matière minérale ; TE : teneur en eau.

TMN : *minerals content* ; TE : *water content*.

DISCUSSION

La levée a été homogène et a duré 3 j pour toutes les accessions, confirmant la bonne qualité des semences utilisées. La caractérisation phénologique a montré que l'accession SN-01-TKG21 d'origine indienne est la plus précoce avec un cycle de 76 j. Les accessions SN-01-06, SN-01-28, SN-01-03 et SN-01-02 ayant aussi un cycle de moins de 100 j semblent être adaptées pour la saison culturale de 3-4 mois au Niger. En effet, les variétés les mieux adaptées en zone sahélienne seraient les plus précoces du fait de la courte durée de la saison des pluies qui ne dure que 3 mois en général. La précocité est un caractère adaptatif (esquive) à la sécheresse qui permet aux plantes annuelles d'éviter de subir un déficit hydrique prolongé en effectuant le cycle de développement pendant les périodes pluvieuses ou à demande climatique faible (Amigues *et al.*, 2006).

Dans nos conditions expérimentales, la hauteur de la plante, a un effet direct négatif sur le rendement du sésame. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Boureima (2012) qui a trouvé une faible relation entre le rendement et la hauteur des plantes de sésame. Ce dernier auteur affirme que cela est surtout attribué à la hauteur d'insertion de la première capsule sur la tige principale qui est généralement élevée

chez les variétés tardives. Par contre, Yol *et al.* (2010) ont affirmé que la hauteur de la plante, le degré de ramification et le nombre de capsules par plante sont les trois critères de sélection à prendre en compte dans un programme d'amélioration variétale du sésame.

Dans cette étude, ce sont surtout les accessions de taille moyenne (SN-01-06, SN-01-TKG21 et SN-01-28) qui ont été les plus productives en termes de rendement en grains. Par ailleurs, ces accessions ont été les plus précoces (76 - 85 j) et ont pu boucler leur cycle cultural dans des conditions favorables de pluviométrie avant l'installation des sécheresses de fin de cycle qui étaient fréquentes au Sahel en général et au Niger en particulier. L'analyse des corrélations partielles montre que les dates de floraison, de fructification, de maturité physiologique et les composantes du rendement (nombre de capsules, nombre de graines par capsule et le poids de mille graines) ont un effet direct significatif sur le rendement du sésame. Des résultats similaires ont été rapportés par Yol *et al.* (2010).

Le taux d'huile extraite était beaucoup plus faible avec la presse manuelle, 28,05 % en moyenne qu'avec la méthode au solvant organique, 50,20 % en moyenne. Une partie de l'huile, soit environ 22 % passait donc dans le tourteau qui a une valeur nutritive améliorée et qui est

directement utilisable en alimentation humaine et animale. Même si la teneur en huile représente généralement 50 % du poids de la graine, des teneurs d'huile atteignant jusqu'à 63,2 % ont été rapportées chez certaines variétés de sésame (Baydar *et al.*, 1999 ; Uzun *et al.*, 2002). Cette teneur en huile est souvent tributaire à la fois des facteurs génétiques et environnementaux et reste plus élevée chez l'espèce cultivée que chez les espèces sauvages de sésame (Hiremath *et al.*, 2007). Dans cette étude, il n'y a pas de relation entre la teneur en huile et la couleur du tégument de l'accession. Ces résultats sont en contradiction avec ceux de Weiss (2000) qui rapportait que la teneur en huile est plus élevée dans les variétés à graine blanche que celles à graine brune.

Sur le plan de la qualité nutritionnelle et sanitaire de l'huile, la presse à piston ou presse manuelle présente des avantages par rapport à la méthode d'extraction à l'hexane. En effet, elle permet la production d'huile de bonne qualité (sans résidus chimiques) et à moindre effort. En outre, la presse manuelle est fabriquée localement et le coût est très abordable. Une telle machine peut être efficacement et durablement utilisée si elle est bien faite, soigneusement utilisée par un opérateur bien formé et expérimenté. Le rendement en huile obtenu avec la presse manuelle dépend donc de la maîtrise des indicateurs cités plus haut et peut atteindre un taux d'extraction de 36 %. Ce qui est parfaitement comparable au rendement obtenu par le constructeur (36 à 38 % d'huile) (Herz, 1997). En outre, le goût de l'huile est très agréable avec une saveur proche de celle de l'huile d'arachide et une couleur jaune rougeâtre comparable aux autres huiles commerciales.

Par ailleurs, le tourteau, riche en protéines et en huile, peut être utilisé dans les sauces et en alimentation animale. Le rendement moyen est d'un litre d'huile pour une quantité de 2,5 kg de graines de sésame, ce qui est assez appréciable et peut contribuer à augmenter d'une part la consommation du sésame à l'échelle nationale mais d'autre part les revenus des producteurs.

CONCLUSION

Dans nos conditions expérimentales, les accessions précoces et à hauteur moyenne ont été les plus productives en termes de rendement en grains. Il s'est agit des accessions SN-01-

28, SN-01-06, SN-01-TKG21, SN-01-03 et SN-01-24, toutes à tégument blanc. Les accessions SN-01-24, SN-01-21, SN-01-22 et SN-01-28 sont celles dont les graines contiennent plus d'huile et il n'y a aucune corrélation significative entre la teneur en huile et les paramètres agromorphologiques.

L'étude comparative des méthodes d'extraction de l'huile de sésame montre que le rendement en huile est plus élevé avec la méthode d'extraction au solvant organique qu'avec la méthode manuelle. Cependant, cette dernière méthode est plus appropriée et facilement transférable en milieu paysan. Par ailleurs, l'huile obtenue à travers la méthode manuelle présente une valeur marchande plus élevée pour un label de sésame biologique.

REFERENCES

- Afnor 1998. Détermination de la teneur en huile (méthode de référence), 10 p.
- Amigues J. P., Debaeke P., Itier B., Lemaire G., Seguin B., Tardieu F. et A. Thomas. 2006. Sécheresse et agriculture. Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA (France), 72 p.
- Arminian A., Kang M. S., Kozak M., Houshmand S. and P. Mathews. 2008. MULTIPATH : a comprehensive Minitab program for computing path coefficients and multiple regressions for multivariate analyses. *Journal of Crop Improvement* 22 (1) : 83 - 120.
- Ashri A. 2007. Sesame (*Sesamum indicum* L.). In : R. J. Singh, Ed., Genetics Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement, Vol.4, Oilseed Crops, p. 231 - 289, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Baydar H., Turgut I. and K. Turgut. 1999. Variation of certain characters and line selection for yield, oil, oleic and linoleic acids in the Turkish sesame (*Sesamum indicum* L.) populations. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23 : 431 - 441.
- Bennett M. 1998. Sesame seeds. In : The new rural industries : a handbook for farmers and investors. Hyde K. (Eds.). Canberra, Australia : RIRDC, 361 - 367.
- Boureima S. 2012. Amélioration variétale du sésame par mutation induite : effet de la

- mutagenèse sur la tolérance à la sécheresse et la productivité. Thèse de doctorat (PhD), Ghent University, Ghent, Belgium, 194 p.
- Dabat M. H. 1999. Les publiques CIRAD, 6 p. <http://www.cirad.fr> (sésame),
- FAO 2012. FAO statistical databases and data sets. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, site consulté le 20 juin 2012.
- Herz, J. 1997. Using and Maintaining the Ram Press. Enterprise Works Worldwide. Washington, DC. 42 p.
- Hiremath S. C., Patil C. G., Patil K. B. and M. H. Nagasampige. 2007. Genetic diversity of seed lipid content and fatty acid composition in some species of *Sesamum* L. (Pedaliaceae). African Journal of Biotechnology 6 (5) : 539 - 543.
- Oudet M. 2011. Le sésame au Burkina Faso. Site consulté le 30 mai 2011. http://www.abcburkina.net/ancien/sesame/sesame_ph.htm
- Sadou H. and A. I. Amoukou. 2002. Etude comparative de la teneur en acides gras et des indices d'acide, de saponification, et d'iode de l'huile de diverses variétés de sésames classées selon la couleur du tégument séminal. J. Soc. Ouest-Afr. Chim. 015 : 37 - 47.
- Uzun B., Ülger S. and M. I. Çagırgan. 2002. Comparison of determinate and indeterminate type of sesame for oil content and fatty acid composition. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 26 : 269 - 274.
- Weiss E. A. 2000. Oilseed crops, second edition, Blackwell Science LTD, United Kingdom, 355 p.
- Yol E., Karaman E., Furat S. and B. Uzun. 2010. Assessment of selection criteria in sesame by using correlation coefficients, path and factor analyses. AJCS 4(8) : 598 - 602.