

Caractérisation Agro-Morphologique Des Accessions D'arachide (*Arachis hypogaea* L.) Pour La Teneur En Huile

Alleidi Issa

Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Hamidou Falalou

ICRISAT/Sadoré/Niamey/Niger

Inoussa Manan Maârouhi

Bakasso Yacoubou

Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Zongo Jean Didier

Université de OuagaI Pr Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso

doi: 10.19044/esj.2016.v12n15p337 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n15p337](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n15p337)

Abstract

In Niger, groundnut [*Arachis hypogaea* (L.)] is a leguminous crop cultivated in large area. Its seeds are used by oil industries. Groundnut oil is well appreciated by consumers notably in rural areas. The aim of this study was to select the accessions and taxa with high oil content and identify the oil content related traits. Thus, 20 accessions (9 local and 11 improved) belonging to 5 taxa types (*FST*, *VUL*, *PRU*, *HYR*, and *HYB*) were planted in randomized block design with three replications. Fifteen traits were investigated in field while oil content was quantified in laboratory. An analysis of variance was performed on all measured traits. Discriminant factorial analysis (AFD) was performed on taxon types, correlation between oil content and other traits was determined. Analysis revealed high and significant correlation between oil content and seed size. In the study, groundnut accessions ICG 8352 and ICG 9991 (oil content 52.8%) and taxon *Fastigiata* (oil content 48.52%) recorded highest oil content. Seed size and taxon type in groundnut could be criteria to select genotypes for oil industries.

Keywords: *Groundnut*, Accession, Taxon, Oil content, Pod yield, Legume.

Résumé

L'arachide [*Arachis hypogaea* (L.)] est une plante oléagineuse cultivée au Niger sur une large superficie. Sa graine est très utilisée dans les

industries d'huilerie à cause de sa richesse en huile qui est très appréciée par les consommateurs notamment le monde rural. La présente étude a pour objectif d'identifier les meilleures accessions et types taxonomiques riches en huile et déterminer les caractères corrélés à cette teneur en huile. Ainsi, les graines de 20 accessions (9 géotypes locaux et 11 améliorés) de 5 types taxonomiques (*FST*, *VUL*, *PRU*, *HYR* et *HYB*) ont été semées au champ selon un dispositif en blocs de Fisher randomisés avec 3 répétitions. Quinze caractères agromorphologiques ont été investigués au champ ou au laboratoire. Une analyse de variance a été réalisée pour l'ensemble des caractères étudiés tant pour les accessions que les types taxonomiques. Afin de spécifier les taxons et déterminer le niveau de corrélation entre la teneur en huile et les autres caractères, une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) et une matrice de corrélation ont été effectuées. Les études de corrélation ont révélé que le poids moyen d'une graine est positivement corrélé à la teneur en huile. Les accessions ICG 8352 et ICG 9991 (teneur huile 52,8%) ainsi que le taxon *Fastigiata* (teneur en huile 48,52%) se sont révélées meilleures accessions dans cette étude. Le poids moyen d'une graine et le type taxonomique seraient de bons critères pour identifier les géotypes d'arachide d'industrie d'huilerie.

Mots clefs : Arachide, Accession, Taxon, Teneur en huile, Rendement en gousses, Oleagineux

Introduction

L'arachide, (*Arachis hypogaea* L.), est une espèce tétraploïde (Singh et al., 1998; Herselman, 2003). Elle a une garniture chromosomique de $2n=40$. Cette plante est une autogame. Néanmoins son taux d'allogamie est de 0,2 % pour le type *Virginia*. Par contre, ce taux est de 6,6 % pour ceux de *Spanish* (Sauger, 1949) et *Valencia* (Bouffil, 1951) dans les zones où l'activité des abeilles est intense (Nigam et al., 1983). Elle est originaire, d'Amérique du Sud (Hammons, 1973 et Khalfaoui, 1988). Elle est l'une des plantes oléagineuses la plus cultivée en Afrique Occidentale. Cette plante comprend plus de soixante espèces annuelles et pérennes; dont l'espèce *hypogaea* a elle seule, présente deux sous-espèces à savoir: *Arachis hypogaea hypogaea* et *Arachis hypogaea fastigiata* (Gregory et al., 1976; et Krapovickas, 1969). Chacune de ces sous-espèces, compte au moins deux variétés: les variétés *hypogaea* et *hirsuta* appartiennent à la sous espèce *hypogaea* et les variétés *fastigiata*, *vulgaris*, *aequatoriana* et *peruviana* appartiennent à la sous-espèce *fastigiata*. Les types, les plus cultivés sont: *Virginia bunch* et *runne*; *Valencia peruvian*, *Spanish* et *Peruvian hirsuta*, *Eaquatorian*. L'arachide est une légumineuse largement produite dans le monde pour sa forte teneur en huile (Celia et al., 2005). Les graines sont couvertes d'un tégument séminal,

rose ou saumon. Parfois, ce tégument présente plusieurs couleurs très variées en allant du blanc au marron (IBPGR *et al.*, 1992). L'amande est composée de deux cotylédons gorgés de matières grasses et d'un embryon facilement distinguable. Cette amande est très utilisée dans les industries d'huileries à cause de sa richesse en huile. L'arachide est une espèce oléagineuse; elle est l'une des rares légumineuses à fructification souterraine à être utilisée dans le monde (Mayeux, 1999). Elle est riche en huile (44 et 56 %), en protéines (22 à 30 %), en potassium, en phosphate et en magnésium (Conkertone *et al.*, 1989)). Sa teneur en huile, son adaptabilité, sa capacité de restauration de la fertilité des sols et son utilisation dans l'alimentation de bétail font, d'elle une excellente plante oléagineuse au Niger. La teneur en huile d'arachide est variable selon les types taxonomiques. En effet, la sous espèce *Arachis hypogaea hypogaea* a une teneur en huile qui varie entre 36 et 47 % d'huile. Tandis que, celle de la sous espèce *Arachis hypogaea fastigiata* varie entre 45 et 50 % (Celia *et al.*, 2005).

Cette étude a pour objectif d'évaluer les accessions d'arachide afin d'identifier la meilleure accession riche en huile et de déterminer le caractère qui est lié à la teneur en huile.

Matériel et Méthodes

Matériel végétal:

Le matériel utilisé est constitué de 20 accessions d'arachide locales (9) et améliorées (11) de la banque de gènes de l'ICRISAT Sadoré /Say/Niger). Cinq types taxonomiques (*fastigiata vulgaris Spanish (VUL)*, *fastigiata fastigiata Valencia (FST)*, *fastigiata peruviana Valencia peruviana (PRU)* *hypogaea runner Virginia runner (HYR)*, *hypogaea bunch Virginia bunch (HYB)*) et diverses origines (Mali, Sénégal etc.) ont été sélectionnés pour cette étude (Tableau 1).

Tableau 1: Taxon, origine, donneur et iso donneur du matériel végétal utilisé

| Code | Génotypes | Taxon | BST | Sources | Donneur | Iso-donneur | Code | Génotypes | Taxon | BST | Sources | Donneur | Iso-donneur |
|------|-----------|-------|-----|---------|---------|-------------|------|-----------|-------|-----|---------|---------|-------------|
| A1 | ICG 10005 | PRU | LR | 5PER | IAC | IND | A11 | ICG 8550 | FST | LR | 9MDG | IAC | IND |
| A2 | ICG 8352 | HYB | BL | 9TWN | IAC | IND | A12 | ICG 8594 | PRU | LR | 9ZAR | IAC | IND |
| A3 | ICG 8385 | HYB | BL | 9USA | IAC | IND | A13 | ICG 8606 | FST | BL | 9WZE | IAC | IND |
| A4 | ICG 8398 | HYB | BL | 9USA | IAC | IND | A14 | ICG 8724 | HYB | BL | 9MLI | IAC | IND |
| A5 | ICG 8429 | HYR | LR | 2MWI | IAC | IND | A15 | ICG 8746 | HYR | BL | 9SEN | IAC | IND |
| A6 | ICG 8431 | VUL | LR | 2MWI | IAC | IND | A16 | ICG 8781 | HYR | LR | 2ZMB | IAC | IND |
| A7 | ICG 8439 | HYR | LR | 5MWI | IAC | IND | A17 | ICG 8848 | FST | BL | 9ZWE | IAC | IND |
| A8 | ICG 8443 | VUL | LR | 9ZAF | IAC | IND | A18 | ICG 8863 | FST | BL | 9ZWE | IAC | IND |
| A9 | ICG 8454 | VUL | BL | 9ZWE | IAC | IND | A19 | ICG 9989 | PRU | LR | 9PER | IAC | IND |
| A10 | ICG 8460 | VUL | LR | 9ZWE | IAC | IND | A20 | ICG 9991 | PRU | LR | 5PER | IAC | IND |

A: Accession; **Génotypes**: ICG, Icrisat Centre Groundnut (Arachide); **Taxonomique**: VUL, Vulgaris; FST, Fastigiata; PRU, Peruvian; HYR, Hirsuta; HYB, Bunch ; **BST**: BL, breeder's line; LR, Landrace; **Sources**: MLI, Mali; MWI, Malawi; MDG, Madagascar; PER, Pérou; SEN, Sénégal; TWN, Taiwan; USA, Etat Unies d'Amérique; ZAF, Afrique du Sud; ZAR, Zaïre; ZWE, Zimbabwe; ZMB, Zombie; **Donneurs**: IAC, Collection international d'Arachide ; **Iso donneurs**: IND, Inde.

Méthodes:

Site d'expérimentation

L'essai a été conduit au sein de la station de recherche de l'ICRISAT Sadoré/ Say/ Niger. Le centre s'étend sur 500 ha et est situé à 40 km au Sud-Est de Niamey (capitale du Niger), à 22 km Nord-Ouest de Say et 7 km à l'Ouest du fleuve Niger. Il se situe entre latitude 13°15'N et longitude 2°18'E.

Le dispositif utilisé, était un bloc de Fisher randomisé. Les graines des 20 accessions ont été mises en culture selon le dispositif de blocs de Fisher Randomisés avec trois (3) répétitions. Chaque répétition est constituée de 20 parcelles élémentaires de dimension de 4800 cm² (60 cm x 80 cm). Les écartements entre les répétitions d'une part, et d'autre part entre les parcelles est de 1 m. Chaque parcelle dispose de deux lignes de semis, écartées de 60 cm. Chaque ligne comportait cinq (5) poquets écartés de 20 cm.

Avant le semis, une fumure de fond a été appliquée. Cette application ou l'épandage est composé d'un mélange de fumier et de l'engrais NPK (14-23-14). Après cet épandage de fumure de fond, un labour a été effectué. Le semis a été effectué, après une pluie de 18,2 mm. Trois graines ont été semées par poquet.

Collectes des données

La culture a fait l'objet d'observations depuis le stade semis jusqu'à la date de récolte. La collecte de données (12 caractères) a été faite selon les indicateurs de la liste des descripteurs de l'arachide (IBPGR et *al.*, 1992). Les 3 autres caractères ont été déterminés de la façon suivante: -la surface foliaire (SF) a été mesurée à l'aide d'un appareil Area Meter LI 3100; sa détermination a consisté à prélever la troisième feuille de la tige principale de trois plantes par accession dans une répétition, puis la scanner avec cet appareil;- l'indice de surface foliaire (LAI) a été déterminé au 70^{ème} JAS avec l'appareil LAI -2000PCA.

Extraction d'huile

La teneur en huile (TEH) a été quantifiée par l'extraction d'huile. L'huile a été extraite à partir de l'hexane avec l'appareil de Soxhlet pendant 3 heures. Les étapes de cette extraction d'huile sont les suivantes:

- Oter la pellicule des graines (tégument séminal).
- Broyer les graines.
- Peser 5 g de broyat par accessions.
- Emballer avec papier filtre et le mettre dans le soxhlet.
- Mettre en place la plaque chauffante à 70°C, le système de refroidissement et la pierre ponce dans le ballon à col rodé (29/32).

- Peser le ballon contenant la pierre ponce (P0).
- Faire couler l'hexane (200 ml) dans le soxhlet contenant l'échantillon.
- Mettre en marche la plaque chauffante et le système de refroidissement pendant une durée de 3 heures dont le nombre de siphonageS varie de 12 à 14.
- Evaporer l'hexane au rotavapor à la température d'ébullition du solvant (61° C).
- Mettre le ballon contenant l'huile à l'étuve à 100° C.
- Effectuer une série de pesées (3 fois) à chaque 40 mn afin d'obtenir un poids constant de l'échantillon.
- Calculer la teneur en huile selon la formule suivante: $TEH(\%) = 100 * (P1 - P0) / E$, avec P0= poids du ballon vide contenant la pierre et P1= poids du ballon contenant l'huile plus la pierre ponce, E=prise d'essai (5 g).

| Paramètres | Abréviations | Paramètres | Abréviations |
|---|----------------------------|--|-----------------------|
| 1. Taux de germination | TAG (%) | 8. Durée du cycle | DC (jours) |
| 2. Levée | T (%) | 9. Nombre de gousses par plante | NGP |
| 3. Début de floraison | DFL (jours) | 10. Rendement en gousses par plante | RGP (g/plante) |
| 4. Cinquante pour cent de floraison | 50 % F (jours) | 11. Nombre de réticulations par gousse | NRG |
| 5. Surface foliaire | SF (cm²) | 12. Nombre maximum de graines par gousse | Nmg/G |
| 6. Hauteur de la tige principale de la plante | HPL (cm) | 13. Poids moyen d'une graine | PMg (g) |
| 7. Indice de surface foliaire | LAI | 14. Rendement en graines par plante | RgP (g/plante) |
| 15. Teneur en huile | TEH (%) | | |

Tableau 2: Les 15 variables quantitatives pour évaluer les 20 accessions d'arachide

Analyse des données

Les données collectées (données brutes) ont été traitées par le logiciel *Excel* pour en faire des données statistiques. Ce logiciel a été aussi utilisé pour voir le niveau de corrélation entre la teneur en huile et les autres caractères étudiés.

Les analyses de variance des différents paramètres ont été faites par le logiciel *XLSTAT version 7.1* avec un intervalle de confiance de 95 %, soit un risque *alpha* de 5 %. Ce logiciel a servi pour l'AFD (Analyse Factorielle Discriminant) pour tester la variabilité morphologique des différents types taxonomiques. Le regroupement des accessions a été fait suivant leurs performances et en fonction des objectifs attendus, trois types de test ont été retenus à savoir le test de ppds (plus petite différence significative protégée), le test de Duncan et le test de Tukey.

Résultats et Discussion

Paramètres bioclimatiques

Le développement des plantes, s'est effectué sous les paramètres climatiques de la station de recherche de l'ICRISAT/Sadoré/Say/Niger. La température moyenne journalière et la radiation solaire évoluent ensemble. En effet, plus la radiation solaire est élevée, plus la température est importante. Ces deux facteurs augmentent du 26 Août au 5 Septembre et se stabilisent relativement vers la période froide. Quant à l'humidité relative, elle était plus importante pendant la saison pluvieuse. Elle diminue progressivement vers la fin de cette saison et ensuite croît faiblement à nouveau à partir du début de la période froide. Cette humidité relative évolue de façon aléatoire avec la température. Ces deux paramètres avaient presque la même valeur à la date du 04 Novembre. Cette humidité relative évolue en antagonisme avec la vitesse du vent. C'est-à-dire: plus, elle augmente, plus la vitesse du vent diminue. Cette vitesse du vent augmente l'évaporation du bac (figure 1). Les sommes de ces facteurs climatiques durant l'essai sont: Température ($2\ 939,1^{\circ}\text{C}$); pluviométrie moyenne ($54,8\text{ mm/j}$); humidité relative (5318%); évaporation du bac ($648,3\text{ mm/j}$); radiation solaire ($2\ 182,3\text{ MJ/m}^2$). Quant à la vitesse du vent, elle a été estimée à $310,4\text{ m/s}$. La figure 2, montre l'évolution de la température journalière du stade remplissage des gousses à la récolte. Cette température a fluctué entre $27,6^{\circ}\text{C}$ et $30,7^{\circ}\text{C}$ avec une somme de température journalière ($229,3^{\circ}\text{C}$).

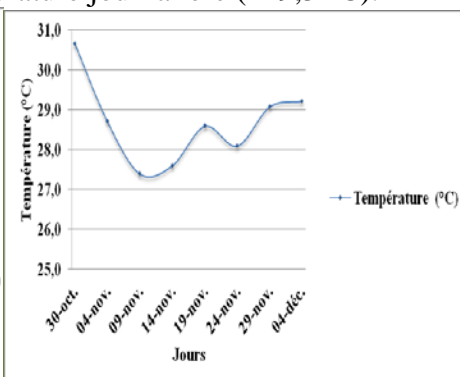
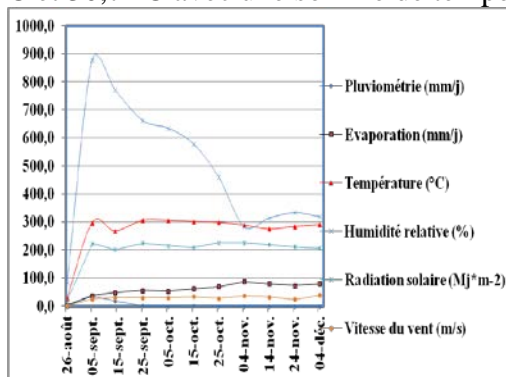


Figure 1: Evolution des facteurs climatiques durant l'expérimentation

Figure 2: Evolution de la température journalière durant la période de remplissage des gousses à la récolte au champ

Caractères quantitatifs

Degré de signification des paramètres étudiés

Parmi, les quinze caractères quantitatifs; cinq caractères quantitatifs pré-récolte (caractères mesurés avant la récolte) montrent des différences significatives entre les accessions évaluées. Par ailleurs, l'analyse de variance n'a pas porté sur les caractères tels que le début de floraison (DFL), l'indice de surface foliaire (LAI), le nombre de réticulations par gousse

(NRG), le nombre maximum des graines par gousse (Nmg/G) et le poids moyen d'une graine (PMg).

Quant aux caractères quantitatifs post-récolte, le nombre de gousses par plante (NGP), le rendement en gousses par plante (RGP) et le rendement en graines par plante (RgP) ne montrent aucune différence significative. En outre, le taux de germination (TAG) varie entre 22,67 % (A15) et 100 % (A13, A19 et A20).

L'ANOVA montre une différence très hautement significative ($F=6,04^{***}$) entre les accessions étudiées pour ce taux de germination, avec un coefficient de détermination ($R^2=74,2\%$) et un coefficient de corrélation ($R=0,86$). Le test de Tukey regroupe les accessions en quatre sous groupes.

Le taux de levée varie entre 26,67 (A15) et 100 % (A20). Ce pourcentage est inférieur à celui de la germination pour toutes les accessions, exceptées les accessions A8, A9, A7, A11, A14, A15, A17, A18 et A20 où leurs taux de levée sont voisins de leurs taux de germination.

Quant à la date de floraison, les accessions A13 et A5 fleurissent entre 19 et 25 JAS respectivement (Tableau 4). Alors que, la date de cinquante pour cent de floraison (50 % F) varie entre 23 JAS (A13) et 35 JAS (A15); une différence très hautement significative ($F=7,07^{***}$), a été détectée. Les coefficients de détermination et de corrélation sont respectivement $R^2=66,2\%$ et $R=0,87$. Pour le test de ppds, sept sous groupes ont été distingués.

La surface foliaire des accessions d'arachide varie entre 13, 951 cm² (A14) et 34,73 cm² (A17) avec une moyenne de $22,30 \pm 8,01$ cm². La différence est significative ($F=2,00^*$) entre les accessions. Les coefficients de corrélation et de détermination sont $R=0,69$ et $R^2=48,8\%$. Trois sous groupes ont été identifiés par le test de Duncan.

La hauteur de la plante (HPL) varie entre 7 cm (A15) et 24,16 cm (A13) avec une moyenne de $13,56 \pm 6,5$ cm. L'ANOVA montre une différence très significative ($F=2,66^{**}$) entre les accessions d'arachide. Les coefficients de corrélation et de détermination sont $R=0,74$ et $R^2=55,8\%$ respectivement. Selon le test de Duncan, les accessions ont été classées en quatre sous groupes (Tableau 4).

La durée du cycle s'étale de 80 jours (A8) à 98,33 jours (A1) avec une moyenne de $90,75 \pm 6,70$ jours. L'analyse de variance montre une différence hautement significative ($F=2,95^{**}$). Les coefficients de corrélation et de détermination sont respectivement $R=0,76$ et $R^2=58,4\%$. Le test de ppds regroupe les accessions en six sous groupes.

Le nombre de gousses par plante (NGP), se fluctue entre 18,60 (A20) et 71,33 (A7) avec une moyenne de $36,65 \pm 21,17$ gousses par plante. L'ANOVA ne montre aucune différence significative ($F=1,20^{ns}$). Le test de ppds a permis de classer les accessions en trois sous entités.

Quant au rendement en gousses par plante (RGP), il varie entre 9,20 g/plante (A3) et 57,74 g/plante (A7) avec une moyenne de $21,61 \pm 21,70$ g/plante. L'ANOVA ne montre aucune différence significative entre les moyennes ($F=0,11^{ns}$).

Le rendement en graines par plante (RgP), varie entre 1,11 g/plante (A19) et 30,83 g/plante (A7) avec une moyenne de $9,03 \pm 13,43$ g/plante. Le test de ppds reclasse les accessions en trois groupes.

La teneur en huile des accessions d'arachide varie entre 36,30 % (A8) et 52,80 % (A20, A2) avec une moyenne de $44,92 \pm 12,34$ %. L'analyse de variance ne montre aucune différence significative ($F=0,29^{ns}$) entre les accessions d'arachide au risque alpha égale à 5 %. L'analyse de variance des caractères au sein des répétitions ne montre aucune différence significative pour le taux de germination, la date de 50 % de floraison, la durée du cycle, le nombre de gousses par plante, le rendement en gousses par plante, le rendement en graines par plante, la teneur en huile. Tandis que, des différences significatives sont enregistrées pour la surface foliaire ($F=4,22^*$) et la hauteur de la plante ($F=3,04^*$) (Tableau 3).

Tableau 3: Performance de l'ensemble des 20 accessions d'arachide

| | caractères | TAG (J) | 50F % (J) | SF (cm ²) | HPL (cm) | DC (J) | NGP | RGP (g/plante) | RgP (g/plante) | TEH (%) |
|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Accessions | Fisher | 6,041 ^{***} | 7,079 ^{***} | 2,005 [*] | 2,657 ^{**} | 2,950 ^{**} | 1,206 ^{ns} | 0,119 ^{ns} | 1,496 ^{ns} | 0,296 ^{ns} |
| Répétitions | Fisher | 0,0003 ^{ns} | 0,131 ^{ns} | 4,221 [*] | 3,034 [*] | 1,475 ^{ns} | 1,988 ^{ns} | 1,437 ^{ns} | 0,801 ^{ns} | 0,135 ^{ns} |
| | Moyennes | 64,833 | 26,7 | 22,302 | 13,555 | 90,75 | 36,658 | 21,61 | 9,034 | 44,92 |
| | CV (%) | 44,2 | 3,7 | 35,9 | 44,7 | 7,4 | 57,8 | 10,05 | 14,87 | 27,5 |
| | Ecart type | 28,671 | 3,233 | 8,011 | 6,057 | 6,691 | 21,171 | 21,61 | 13,433 | 12,343 |
| | Répétition 1 | 64 | 26,4 | 18,474 | 11,885 | 89,25 | 30,835 | 15,61 | 5,921 | 43,28 |
| | Répétition 2 | 65,5 | 26,8 | 22,254 | 12,625 | 90,25 | 35,365 | 22,728 | 10,509 | 46,56 |
| | Répétition 3 | 64,900 | 26,900 | 25,374 | 16,057 | 92,75 | 43,775 | 26,744 | 10,672 | |

***, très hautement significative; **, hautement significative; *, significative; ^{ns}, non significative; **50 % F**, cinquante pourcent floraison; **DC**, durée du cycle; **CV**, coefficient de variation; **HPL**, hauteur de la plante; **NGP**, nombre de gousses par plante; **RGP**, rendement en gousses par plante; **RgP**, rendement en graine par plante; **rep**, répétition; **SF**, surface foliaire; **TAG**, taux de germination; **TEH**, teneur en huile.

Teneur en huile

La teneur en huile des accessions d'arachide varie entre 36,30 % (A8) et 52,80 % (A20, A2) avec une moyenne de $44,92 \pm 12,34$ %. Elle est plus importante chez le type taxonomique FST (48,52 %) que chez les types taxonomiques VUL (41,37 %), PRU (43,85 %), HYB (45,25 %) et HYR (45,60 %). Ces résultats sont en accord avec ceux de Celia et *al.*, (2005); selon lesquels, les accessions de type taxonomique FST sont plus riches en huile que les autres types taxonomiques. En particulier, les accessions A11 (49,20 %), A18 (49,30 %), A10 (50,90 %), A4 (51,0 %), A13 (51,30 %), A7 (51,60 %), A2 (52,80 %) et A20 (52,80 %) sont les meilleures accessions de

bonne teneur en huile (Tableau 4). Elles peuvent être considérées comme des accessions d'industrie (bonne teneur en huile). Alors que, les autres accessions seront considérées comme des accessions de «bouche». Cette importante teneur en huile du type taxonomique FST montre que, tout programme de création des variétés d'arachide de bonne teneur en huile doit tenir compte de la sous espèce *fastigiata* comme témoin. La matrice de corrélation, montre une corrélation significative entre la teneur en huile et le poids moyen d'une graine (Tableau 5). Cette corrélation est très faible. Elle pourrait être forte lorsque toutes les accessions appartenant au type taxonomique *fastigiata fastigiata Valencia* seront évaluées. Les huiles de quelques accessions sont présentées comme suit au niveau de figures 4 et 5.



Figure 4: Aperçu des huiles de certaines Accessions

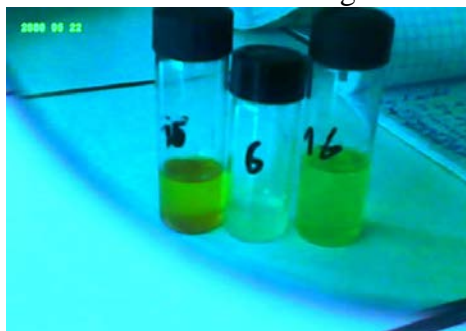


Figure 5: Huiles des accessions A3, A17, A8 respectivement de gauche à droite

Performance des accessions d'arachide

L'analyse de variance montre que la différence entre les moyennes des accessions, est significative pour le taux de germination, la date de 50 % F, la surface foliaire, la hauteur de la tige principale et la durée du cycle. Alors qu'aucune différence significative, n'est observée pour le nombre de gousses par plante, le rendement en gousses par plante, le rendement en graines par plante et la teneur en huile. Quatre caractères quantitatifs montrent une hétérogénéité au sein des 20 accessions évaluées. Le taux de germination (CV=44,20 %), la surface foliaire (CV=35,90 %), la hauteur de la tige principale (CV=44,70 %) et le nombre de gousses par plante (CV=36,65 %) montrent que, les 20 accessions sont hétérogènes. Alors que, la date de 50 % de floraison (CV=3,700 %), la durée du cycle (CV=7,40 %), le rendement en gousses par plante (CV=10,05 %), le rendement en graines par plante (CV=14,87 %) et la teneur en huile (27,50 %), montrent que ces 20 accessions sont homogènes. L'homogénéité de l'échantillon peut être due à l'influence des conditions environnementales (facteurs climatiques et édaphiques) sur ces cinq caractères. L'hétérogénéité de l'échantillon pour les quatre caractères montre que, ces caractères seraient moins influencés par les conditions environnementales.

En effet, le taux de germination (TAG) varie entre 22, 66 % et 100 % selon les accessions. Ce taux de germination est l'un des critères de la certification des semences de l'arachide. Il renvoie à la capacité d'une semence de réaliser toutes les fonctions essentielles pour la croissance normale d'une plante dans des conditions idéales (température, humidité et aération convenables à sa germination). Le résultat, montre que le taux de germination devient de plus en plus faible au fur et à mesure que la durée de la conservation devient importante. Mais, cela n'est pas valable pour les accessions conservées pendant 4 ans et 5 ans. Le faible taux de germination pourrait être dû soit à la longue durée de conservation, soit à la dormance favorisant la pourriture des graines. Selon Singh et *al.*, (1991), les graines de nombreuses espèces d'*Acacia* utilisées en Inde ne germent pas lorsque le potentiel hydrique atteint -9 ou -12 bars. Selon Neffati et *al.*, (1997) et Wahbi et *al.*, (2010), les légumineuses des zones arides sont capables de germer sous une large gamme de températures (15 ° C et 40° C). Ceci montre que la température n'est pas le facteur affectant du taux de germination des accessions conservées pendant 4 ans. Puisque, la température durant l'expérimentation est comprise entre 27,3° C et 30,7° C. Il en est de même pour l'eau, car selon Ndour et *al.*, (1998), l'eau n'est pas un facteur limitant de la germination chez les légumineuses de zones arides.

La surface foliaire des accessions varie entre 13,95 cm² (A14) et 34,73cm² (A17). Cette surface foliaire des types taxonomiques HYB (17,58 cm²) et HYR (16,80 cm²) est plus étroite que celle des FST (26,06 cm²), PRU (24,20 cm²) et VUL (26,84 cm²). Cette étroite surface foliaire observée chez les types HYR et HYB pourrait être une stratégie d'augmentation de leur nombre des feuilles afin de recouvrir toute la surface du sol, donc une stratégie d'avoir un LAI.

L'indice de surface foliaire (LAI) varie entre 0,59 (A15) et 4,33 (A7). Ceci montre que le caractère rampant ne conditionne pas le recouvrement du sol par la plante. Les types taxonomiques PRU (1,25), FST (1,63) et VUL (1,67) ont un LAI plus grand que les types taxonomiques HYB (1,88) et HYR (2,26). Cette importante valeur de LAI chez les HYB et HYR, confirme le caractère rampant de la sous espèce *Arachis hypogaea hypogaea*.

La hauteur de la tige des plantes varie entre 7 cm (A15) et 24,16 cm (A13). Elle est inférieure à celle de RABECHAULT (1960). Elle varie selon les types taxonomiques. Elle est plus petite chez les types taxonomiques HYB (8,95) et HYR (9,26 cm) que chez les types VUL (13,73 cm), PRU (16,69 cm) et FST (19,05 cm). Ceci confirme aussi le caractère rampant de la sous espèce *Arachis hypogaea hypogaea* et les caractères érigé et semi érigé de la sous espèce *Arachis hypogaea fastigiata*. Elle est positivement et significativement corrélée à la surface foliaire (r=0,66).

| Accessions | 50 % F(j) | TAG (%) | SF (cm ²) | HPL (cm) | DC(j) | NGP | RGP (g/plante) | RgP (g/plante) | TEH (%) | DFL (J) | T (%) | LAI | NRG | Nmg/G | PMg |
|------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------|-------|--------|--------|-------|----------|
| A13 | 22,666 ^a | 100,000 ^d | 27,692 ^c | 24,167 ^d | 85,000 ^c | 33,267 ^b | 18,429 ^a | 5,470 ^a | 51,300 ^a | 19 | 80 | 2,51 | 10 | 4 | 0,7 |
| A19 | 23,000 ^{ab} | 100,000 ^d | 21,746 ^c | 17,267 ^d | 93,333 ^f | 19,867 ^a | 10,076 ^a | 1,117 ^a | 36,500 ^a | 20 | 96,67 | 1,41 | 0 | 4 | 0,6 |
| A20 | 23,000 ^b | 100,000 ^d | 24,511 ^c | 15,833 ^d | 90,000 ^{ef} | 18,600 ^a | 10,852 ^a | 1,119 ^a | 52,800 ^a | 20 | 100 | 1,26 | 0 | 4 | 0,55 |
| A6 | 24,000 ^{bc} | 96,667 ^d | 30,181 ^c | 15,333 ^{cd} | 86,667 ^{cd} | 42,667 ^c | 26,508 ^c | 18,572 ^c | 36,800 ^a | 23 | 76,67 | 1,58 | 12 | 2 | 0,44 |
| A12 | 25,000 ^{cd} | 63,333 ^d | 24,487 ^c | 16,700 ^d | 88,333 ^{de} | 27,433 ^b | 11,970 ^a | 1,877 ^a | 43,800 ^a | 21 | 56,67 | 1,29 | 14 | 4 | 0,43 |
| A18 | 25,000 ^d | 70,000 ^d | 19,037 ^b | 13,200 ^c | 88,333 ^e | 39,067 ^c | 18,510 ^a | 7,870 ^a | 49,300 ^a | 22 | 70 | 1,08 | 10 | 3 | 0,44 |
| A9 | 26,000 ^{de} | 70,000 ^d | 26,850 ^c | 13,767 ^c | 85,000 ^{bc} | 56,633 ^c | 53,265 ^c | 29,888 ^c | 41,500 ^a | 23 | 70 | 2,22 | 12 | 2 | 0,65 |
| A16 | 26,000 ^e | 73,333 ^d | 17,867 ^b | 10,500 ^b | 91,667 ^f | 55,100 ^c | 30,943 ^c | 12,977 ^{bc} | 41,400 ^a | 24 | 73,33 | 2,8 | 12 | 3 | 0,52 |
| A11 | 26,000 ^e | 46,667 ^{cd} | 22,808 ^c | 21,300 ^d | 91,667 ^f | 35,367 ^b | 15,592 ^a | 9,612 ^{ab} | 49,200 ^a | 22 | 46,67 | 1,07 | 0 | 3 | 0,56 |
| A10 | 26,000 ^e | 76,333 ^d | 29,181 ^c | 13,267 ^c | 81,667 ^{ab} | 33,967 ^b | 22,265 ^{ab} | 14,114 ^c | 50,900 ^a | 23 | 76,67 | 1,2 | 12 | 2 | 0,42 |
| A8 | 26,000 ^e | 96,667 ^d | 20,984 ^c | 12,560 ^{bc} | 80,000 ^a | 30,567 ^b | 16,549 ^a | 5,970 ^a | 36,300 ^a | 24 | 96,67 | 1,68 | 11 | 2 | 0,47 |
| A1 | 27,000 ^{ef} | 30,000 ^b | 26,080 ^c | 16,967 ^d | 98,333 ^f | 32,167 ^b | 14,883 ^a | 1,295 ^a | 42,300 ^a | 33,333 | 24 | 1,06 | 10 | 3 | 0,4 |
| A7 | 27,000 ^f | 63,333 ^d | 14,303 ^b | 11,330 ^b | 96,667 ^f | 71,333 ^c | 57,749 ^c | 30,834 ^c | 51,600 ^a | 24 | 46,67 | 4,33 | 11 | 3 | 0,62 |
| A4 | 27,000 ^f | 36,667 ^b | 18,349 ^b | 10,330 ^b | 95,000 ^f | 43,100 ^c | 38,783 ^c | 14,234 ^c | 51,100 ^a | 24 | 33,33 | 2,26 | 12 | 3 | 0,91 |
| A3 | 28,000 ^f | 50,000 ^d | 20,086 ^{bc} | 8,500 ^b | 93,333 ^f | 30,200 ^b | 9,209 ^a | 1,774 ^a | 39,500 ^a | 24 | 46,67 | 2,23 | 12 | 2 | 0,55 |
| A17 | 29,000 ^f | 60,000 ^d | 34,731 ^c | 17,567 ^d | 88,333 ^e | 23,833 ^{ab} | 15,252 ^a | 4,233 ^a | 44,300 ^a | 24 | 60 | 1,87 | 12 | 4 | 0,71 |
| A2 | 29,000 ^f | 30,000 ^{ab} | 17,938 ^b | 9,400 ^b | 95,000 ^f | 43,333 ^c | 25,078 ^{bc} | 5,742 ^a | 52,800 ^a | 23 | 30 | 1,95 | 12 | 2 | 0,55 |
| A14 | 29,333 ^f | 43,333 ^{bc} | 13,951 ^a | 7,867 ^{ab} | 95,000 ^f | 38,967 ^{bc} | 14,210 ^a | 4,364 ^a | 37,600 ^a | 23 | 43,33 | 1,08 | 12 | 2 | 0,48 |
| A5 | 30,000 ^f | 56,667 ^d | 20,948 ^c | 8,733 ^b | 95,000 ^f | 24,600 ^b | 11,970 ^a | 5,257 ^a | 46,1 | 25 | 56,67 | 1,34 | 12 | 2 | 0,53 |
| A15 | 35,000 ^g | 26,667 ^a | 14,119 ^{ab} | 7,000 ^a | 96,667 ^f | 33,100 ^b | 10,089 ^a | 4,353 ^a | 43,3 | 20 | 26,67 | 0,59 | 10 | 2 | 0,31 |
| Moyenne | 26,7 | 64,833 | 22,302 | 13,555 | 90,75 | 36,658 | 21,61 | 9,034 | 44,92 | 23,067 | 60,53 | 1,7405 | 9,8 | 2,8 | 0,542 |
| CV(%) | 3,7 | 44,2 | 35,9 | 44,7 | 7,4 | 57,8 | 10,05 | 14,87 | 27,5 | 1,128 | 3,88 | 4,82 | 4,442 | 2,98 | 2,48 |
| ppds /HSD | 2,021 | 3,728 | 2,021 | 2,453 | 2,021 | 2,021 | 2,021 | 2,021 | 2,086 | - | - | - | -- | - | - |
| Ecart type | 3,233 | 28,671 | 8,011 | 6,057 | 6,691 | 21,171 | 21,61 | 13,433 | 12,343 | 2,953 | 23,47 | 0,8384 | 4,3359 | 0,834 | 0,134188 |
| Ficher | 7,079*** | 6,041*** | 2,005* | 2,657** | 2,950** | 1,206 ^{ns} | 0,119 ^{ns} | 1,496 ^{ns} | 0,296 ^{ns} | - | - | - | - | - | - |

Tableau 4: Performance de chaque accession d'arachide pour les 15 caractères quantitatifs

***, très hautement significative;**, très significative; * significative; **50 % F**, cinquante pourcent de floraison; **DC**, durée du cycle; **DFL**, Début de floraison; **HPL**, hauteur de la plante; **ICG**, Icrisat Centre Groundunt; **LAI**, indice de surface foliaire; **NGP**, nombre de gousses par plante; **PMg**, **Nmg/G**, nombre maximum de graines par gousse; **NRG**, nombre de réticulations par gousse; poids moyenne d'une graine; **RGP**, rendement en gousses par plante; **SF**, surface foliaire; **TAG**, taux de germination. Les moyennes suivies par les mêmes lettres ne sont pas significativement différentes à 95 % de niveau de confiance

La matrice de corrélation a été établie afin de savoir, si la teneur en huile est corrélée à d'autres caractères (Tableau 5).

Tableau 5: Matrice de corrélation

| | TAG | T | DFL | 50%F | SF | HPL | LAI | DC | NGP | NRG | Nmg/G | RGP | RgP | PMg | TEH |
|-------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------|--------|-----------------|-------|-----|-----|
| TAG | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| T | 0,961*** | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| DFL | -0,430 | -0,409 | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 50 %F | -0,776** | -0,715** | 0,324 | 1 | | | | | | | | | | | |
| SF | 0,424 | 0,398 | -0,040 | -0,427 | 1 | | | | | | | | | | |
| HPL | 0,481 | 0,405 | -0,471 | -0,674* | 0,668* | 1 | | | | | | | | | |
| LAI | 0,140 | 0,007 | 0,310 | -0,183 | -0,150 | -0,049 | 1 | | | | | | | | |
| DC | -0,680* | -0,704* | 0,262 | 0,489 | -0,572* | -0,393 | 0,054 | 1 | | | | | | | |
| NGP | -0,172 | -0,272 | 0,390 | 0,060 | -0,354 | -0,272 | 0,701* | 0,117 | 1 | | | | | | |
| NRG | -0,299 | -0,362 | 0,513* | 0,371 | -0,016 | -0,446 | 0,257 | -0,102 | 0,378 | 1 | | | | | |
| Nmg/G | 0,346 | 0,310 | -0,445 | -0,521* | 0,310 | 0,677* | 0,107 | 0,107 | -0,312 | -0,434 | 1 | | | | |
| RGP | -0,050 | -0,138 | 0,339 | -0,031 | -0,151 | -0,171 | 0,7204 | 0,004 | 0,901 | 0,301 | -0,188 | 1 | | | |
| RgP | -0,050 | -0,009 | 0,341 | -0,090 | -0,022 | -0,105 | 0,619* | 0,619* | 0,856** | 0,254 | -0,287 | 0,939*** | 1 | | |
| PMg | 0,057 | 0,017 | 0,156 | -0,244 | 0,124 | 0,196 | 0,537* | 0,025 | 0,163 | -0,054 | 0,356 | 0,396 | 0,261 | 1 | |

*, corrélation faible; ** corrélation forte, ***, corrélation très forte; (+) et (-) corrélation significativement positivement et négativement corrélés respectivement; chiffre en gras montre une corrélation significative; **50 % F**, cinquante pour cent de floraison; **DC**, durée du cycle; **DFL**, Début de floraison; **HPL**, hauteur de la plante; **NGP**, nombre de gousses par plante; **Nmg/G**, nombre maximum de graines par gousse; **NRA**, nombre des réticulation par gousse; **PMg**, poids moyenne d'une graine; **RGP**, rendement en gousses par plante; **RgP**, rendement en graine par plante; **SF**, surface foliaire; **T**, taux de levée; **TAG**, taux de germination; **TEH**, teneur en huile.

Afin de décrire les types taxonomiques des accessions, une Analyse Factorielle Discriminante (AFD) a été faite sur la base des quinze caractères retenus lors des observations. En effet, excepté le taux de germination, 14 caractères permettant de discriminer les différents types taxonomiques ont été retenus. Ces types taxonomiques sont statistiquement différents ($\Lambda = 0,0000001462$, F critique (2,645) < observé (10,02) au risque 0,05 avec un taux d'erreur d'apparence = 0,0005). Le type taxonomique *fastigiata fastigiata Valencia* (FST) est le type taxonomique le plus riche en huile, que les autres types taxonomiques (PRU, VUL, HYR et HYB). Les carrés de distance de Mahalanobis issus de l'AFD montrent que le type taxonomique VUL (2129,25) est plus proche de celui de FST que les types HYR, HYB et PRU. Les types HYR, FST et HYB sont plus proches de VUL, que PRU. Par contre, le type FST est plus loin de HYB et HYR que VUL et PRU (Tableau 6). Chaque caractère est spécifique au type taxonomique. Les 14 caractères permettant de discriminer les types taxonomiques sont présentés dans le Tableau 7.

Tableau 6: Carrés de distance de Mahalanobis entre les types taxonomiques

| | FST | HYB | HYR | PRU | VUL |
|-----|----------|-----------|-----------|---------|-----|
| FST | 0 | | | | |
| HYB | 7618,316 | 0 | | | |
| HYR | 2270,586 | 1622,521 | 0 | | |
| PRU | 3294,927 | 20761,289 | 10911,307 | 0 | |
| VUL | 2129,258 | 17426,535 | 8579,116 | 452,924 | 0 |

FST, fastigiata fastigiata Valencia; HYB, hypogaea bunch Virginia bunch; HYR, hypogaea runner Virginia runner; PRU, fastigiata peruviana Valencia peruviana; VUL, fastigiata vulgaris Spanish.

Tableau 7: Performance moyennes des groupes taxonomiques

| Groupes | FST | HYB | HYR | PRU | VUL | | Ecart type | CV(%) | Fisher |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|------------|-------|---------------------|
| Fréquence | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | Moyennes | | | |
| T (%) | 64,167 | 38,333 | 50,833 | 70,833 | 80,000 | 60,833 | 16,468 | 27,1 | 2,551 ^{ns} |
| DFL (J) | 21,750 | 23,500 | 23,250 | 21,250 | 22,750 | 22,5 | 0,968 | 4,3 | 2,167 ^{ns} |
| 50% F | 25,667 | 28,333 | 29,500 | 24,500 | 25,500 | 26,7 | 2,113 | 7,9 | 426,449* |
| SF cm2) | 26,067 | 17,581 | 16,809 | 24,206 | 26,849 | 22,302 | 4,465 | 21,4 | 98,803* |
| HPL (cm) | 19,059 | 8,950 | 9,267 | 16,692 | 13,734 | 13,54 | 4,465 | 33 | 1,543 ^{ns} |
| LAI | 1,633 | 1,880 | 2,265 | 1,255 | 1,670 | 1,741 | 0,37 | 21,2 | 265,942* |
| DC (J) | 88,333 | 94,583 | 95,000 | 92,500 | 83,334 | 90,7 | 4,916 | 5,4 | 2,245 ^{ns} |
| NGP | 32,884 | 38,900 | 46,033 | 24,517 | 40,959 | 36,659 | 8,262 | 22,5 | 2,458 ^{ns} |
| NRG(g) | 8,000 | 12,000 | 11,250 | 6,000 | 11,750 | 9,8 | 2,666 | 27,2 | 1,014 ^{ns} |
| Nmg/G | 3,500 | 2,250 | 2,500 | 3,750 | 2,000 | 2,8 | 0,779 | 27,8 | 0,385 ^{ns} |
| RGP (g) | 16,946 | 21,820 | 29,188 | 11,945 | 29,647 | 21,909 | 7,694 | 35,1 | 0,645 ^{ns} |
| RgP (g) | 6,797 | 6,529 | 13,355 | 1,352 | 17,136 | 9,034 | 6,217 | 68,8 | 0,631 ^{ns} |
| PMg (g) | 0,603 | 0,623 | 0,495 | 0,495 | 0,495 | 0,542 | 0,065 | 12 | 0,633 ^{ns} |
| TEH (%) | 48,525 | 45,250 | 45,600 | 43,850 | 41,375 | 44,92 | 2,611 | 5,8 | 0,022 ^{ns} |

*, significative; ^{ns}, non significative; DC, durée du cycle; DFL, début de floraison; F, fréquence; FST, fastigiata fastigiata Valencia; HPL, hauteur de la plante; HYB, hypogaea bunch Virginia bunch; HYR, hypogaea runner Virginia runner LAI, indice de surface foliaire; NGP, nombre des gousses par plante; Nmg/G, nombre maximum de graines par gousse ;PMg, poids moyen d'une graine; PRU, fastigiata peruviana Valencia peruviana; SF, surface foliaire; RGP, rendement en gousses par plante; RgP, rendement en graines par plante; TEH, teneur en huile VUL, fastigiata vulgaris Spanish.

Conclusion

La caractérisation a relevé, une certaine hétérogénéité pour les caractères tels que la surface foliaire, la hauteur de la plante, le nombre de gousses par plante et le taux de germination. Tous les caractères mesurés, à l'exception du taux germination, permettent de discriminer les types taxonomiques. Le type taxonomique *fastigiata fastigiata Valencia* est le meilleur taxon riche en huile.

Quant aux accessions, les accessions A20 (52,8) et A2 (52,8) sont les meilleures accessions en matière de richesse en huile. La richesse en huile d'arachide est liée au poids moyen d'une graine. Les accessions qui ont un très grand poids moyen d'une graine et de type taxonomique *fastigiata fastigiata Valencia* pourraient être recommandées comme un critère de sélection pour identifier les arachides d'industries d'huilerie. Une étude, pourrait être réalisée uniquement au sein du type taxonomique *fastigiata fastigiata Valencia* afin de savoir si la valeur de la corrélation entre la teneur en huile et le poids d'une graine sera supérieure à 0,312%. Il est aussi recommandé d'approfondir les études sur la composition chimique de l'accession A17 afin de savoir la cause exacte du changement de la couleur de son huile.

References:

- Bouffil F., 1951. Biologie évolution et sélection de l'arachide au Sénégal. *Cell Tech. Agric. Trop.*, 111p.
- Celia N. et Synthia S., 2005. *L'allergie alimentaire à l'arachide*, Univ. Paris XII-vol. de Marne 61. Avenue du General de Gaulle 94010 Creteil Cedex, 40p.
- Conkerton e. E., J. et ory L., 1989. Les effets du stress hydrique sur la composition d'arachide, vol.1, 144 (12), pp. 593-602.
- Gregory W. C. and Gregory M. P., 1967. Indice mutation and species hybridization and depreciation of arachis. *Ciencia culture*; 19, pp. 166-174.
- Hammons S., 1973. The origin and history of the groundnut Landers Royaume. *Crop, J.*, Smartt, Uni., chapman and Hall, pp. 24-42.
- Herselman L., 2003. Genetic variation among Southern African cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes as revealed by AFLP analysis. *Euphytica*; 133, pp. 27-319.
- IBPGR (Now Biodiversity international) and ICRISAT, 1992. *Descriptors for groundnut*, 125p.
- Khalfaoui J. L., 1988. *Approche de l'amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées en zone semi- arides. Application au cas de l'arachide (Arachis hypogaea L.) destinée à la région sèche du Sénégal*. Thes. Doct.Univ. du Paris-Sud., pp. 67-68.
- Kravickas A, 1969. The origin variability and spread of the groundnut (*Arachis hypogaea* L.) In :*The Domestication and exploitation of plant and animals* Ucko R.J. Dimbleby W. C. (Eds.). Londres GB : Duckworth, pp. 40-427.
- Kumaga F. K., Adiku S .G. K. and Ofori K., 2003. Effect of post-floering Water stress on dry matter and yield of three Tropical Grain legumes. *Int. J. Agric. Biol.*, 4 pp. 405-407.

- Makanda I. Tongoona P., Maamba R., Icishahayo D. and Derera J., 2009. Path coefficient analysis of bambara groundnut pod yield components at for planting dates. *Res. J. Agric. Biol. Sc.*, 5 (3), pp. 289-292.
- Mayeux A. H., 1999. *Etude sur le taux d'allogamie chez l'arachide. Oléagineux*, 18, pp. 571-574.
- Ndour P. et Danthu P., 1998. Effet des contraintes hydriques et amines sur la germination de quelques *Acacia africana*. Campa C., Grignon C., Gueye M. et Hamon S., eds., *colloque et séminaires: l'acacia au Sénégal*. Paris: ORSTOM, pp. 105-122.
- Neffati M., 1997. *Caractérisation morpho-biologique de certaines espèces végétales nord africaines: implication pour l'amélioration pastorale*. Thèse. Doc. Univ. Grande Bretagne (Belgique), Sp.
- Nigam S. N. Rao V. Ramanatha and Gibbons R. W., 1983. Utilization of natural hybrids in the improvement of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Exp. Agric.*, 19, pp. 355-359.
- Onwubiko N. I.C., Odum O. B. Uttazi C.O. and Poly- Mbah P. C., 2011. Studies on the adaptation of bambara groundnut (*Vigna subterranea* L. Verdc): In owerri Southeastern Nigeria. *New York Sc. J.*, 4(2), pp. 60-67.
- Rabechault H., 1960. Recueil iconographique des espèces comestibles de légumineuses africaines. « *Riz et riziculture* » Paris, 61p.
- Sauger L., 1949. Hybridation de l'arachide à Bambey. Paris. *Agr. Trop.*, vol. 4,12, pp. 618-624.
- Singh A., Smaartt J., Simpson C. E. and Raina S. N., 1998. Genetic variation molecular polymorphism in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Gen. Res.Crop Eval.*, 45, pp. 26-119.
- Singh C., Khajuria H. N. Singh A. and Sharma F., 1991. Acacias for arid regions. *Acta. Bot. indica*, 19, pp. 29-32.
- Wahbi jaouad, Lamia H., Naoufel S. et Mohamed L. K., 2010. Etude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(4), pp. 643-652.