



Research

open access

Evaluation Agro-morphologique de Quelques Génotypes Locaux de Pois Chiche d'Hiver (*Cicer arietinum* L.) en Tunisie

K. KHAMASSI *
R. CHAABANE
S. KHOUFI
M. KHARRAT
M. BEN NACEUR

Université de Carthage, Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, Rue HédiKarray, 2049 Ariana, Tunisia.

*Corresponding author : khkobe@hotmail.com

Abstract - Thirteen kabuli chickpea genotypes including some varieties released in Tunisia have been characterized for different agro-morphological traits in order to estimate variability levels between them. For this purpose a trial was conducted at Ariana in Tunisia. Univariate analysis showed high significant differences between genotypes for many traits. Principal Component Analysis was performed for all traits and allowed to define three axes that explain 68.4% of the total traits variability. The first group is formed by genotypes 'Bochra', 'Chetoui' and 'line 5'. The second clustered genotypes 'Kasseb', 'Neyer', 'Beja 1' and Lineage 4. Genotypes 'Line 3' and 'Line 6' represent the third group, while the fourth group is formed by genotypes 'Lineage 1', 'Lineage 2', 'Amdoun 1' and 'Beja 2'. Genotypes could be classified in four groups by reference to the chosen axes.. Genotypes forming the same group are closely related to each other according to their common morphological characters (the number of pod to 1 only seed, the number of days to maturity, the output in seeds by plant and with the size of pods...)

Keywords : Chickpea / morphological diversity / PCA.



Résumé - Dans le but d'estimer le degré de variabilité de 13 génotypes de pois chiche de type Kabuli comportant des variétés inscrites dans le catalogue tunisien, un essai visant la caractérisation agro-morphologique de ces génotypes a été conduit à l'Ariana / Tunisie. L'analyse uni-variée des paramètres étudiés a fait apparaître des différences significatives pour la majorité des caractères. L'analyse en composantes principales a permis de définir trois axes qui expliquent 68,4% de la variabilité totale des paramètres. Les résultats obtenus ont permis de séparer les génotypes en quatre groupes différents selon les axes choisis. Le premier groupe est formé par les génotypes 'Bochra', 'Chetoui' et 'Lignée 5'. Le deuxième clustérise les génotypes 'Kasseb', 'Neyer', 'Béja 1' et 'Lignée 4'. Les génotypes 'Lignée 3' et 'Lignée 6' forment le troisième groupe, alors que, le quatrième groupe est formé par les génotypes 'Lignée 1', 'Lignée 2', 'Amdoun 1' et 'Béja 2'. Cette séparation est basée essentiellement sur le nombre de gousses mono graine, le nombre de jours nécessaires pour atteindre 50% de floraison, le nombre de jours nécessaires pour atteindre la maturité, le rendement en graines par plante et le poids de cent graines ...).

Mots-clés : Pois chiche / diversité morphologique / Analyse en composantes principales.

1. Introduction

La sécurité alimentaire est un enjeu d'actualité vu le changement climatique qui affecte directement les productions auquel s'ajoute l'accroissement continu de la population à l'échelle mondiale. Les Fabacées constituent des aliments de qualité étant donnés leur richesse en protéines (VuralandKarasu2007). Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.), qui fait partie de ces cultures, entre dans la rotation culturale du blé et est doté d'un marché vaste. Il occupe une place importante dans l'alimentation humaine dans beaucoup de pays tels que l'Inde, le Pakistan, l'Algérie, l'Éthiopie, l'Iran, le Mexique, le Maroc, le Myanmar, l'Espagne, la Syrie, la Tanzanie, la Tunisie, et la Turquie (Upadhyaya2003). C'est une plante autogame qui occupe le troisième rang avec 3.1% de la production mondiale totale en légumineuses alimentaires ; estimée à 8,24 million de tonnes (Mt) sur une superficie totale de 9,4 million ha (Upadhyaya et

al.2008). L'Asie contribue avec 89,24% (7,36 Mt), l'Afrique 3.9% (0,32 Mt), l'Amérique du Nord et Centrale 4.9% (0,40 Mt), l'Océanie 1,3% (0,11 Mt), et l'Europe 0,5% (0,04 Mt) (FAO 2004). En Tunisie, les fabacées alimentaires occupent actuellement 80 000 ha (Kharrat et Ouchari, 2011), ce qui représente 1,8% des terres arables emblavées, contre 110 000 ha en 1991. La production totale a été estimée à 70 000 tonnes durant la campagne 2006-2007 (Kharrat et Ouchari, 2011). Quant au pois chiche, il a enregistré une amélioration de son rendement suite à l'introduction du pois chiche d'hiver, dès la campagne 1999-2000 passant d'un rendement moyen de 6,2 qx /ha (1987-1999) à 7,45 qx/ha (1999-2007) (DGPA 2008). C'est une culture de printemps dans la région méditerranéenne chose qui empêche d'atteindre un bon rendement à cause du manque de pluie durant la période de floraison et de formation des gousses. Les chercheurs de l'ICARDA (*International Center for Agricultural Research in the Dry Area*) ont développé le concept du semis d'hiver qui permet à la plante de profiter de l'abondance des pluies hivernales et d'augmenter le cycle de la culture ce qui permet un bon développement végétatif et une biomasse importante (Singh et Hawtin1979). Cependant, il faudrait disposer de génotypes tolérant le froid et les maladies cryptogamiques telles que : i) l'anthracnose causée par le champignon *Ascochyta rabiei* et qui est considérée comme une maladie foliaire très redoutable pour cette culture causant des attaques très sévères durant la saison hivernale; et ii) le flétrissement fusarien causé par *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceris* (Singh et al. 2008). Les recherches se sont multipliées et beaucoup de variétés ont été créées pour surmonter ces contraintes. En effet, Le programme (*Food Legumes in North Africa*) qui consiste en une collaboration entre ICARDA, l'IDRC (Centre de Recherche pour le Développement International) et le laboratoire des légumineuses alimentaires de l'INRAT (Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie) a permis depuis les années 80 de mettre à la disposition des agriculteurs tunisiens 3 cultivars dont 'Chetoui' (ILC 3279), 'Kasseb' (FLIP83-46C) et une variété locale 'Amdoun1' (PL-Se-Be-48) (Haddad et al. 1996). Les efforts de ce projet se sont poursuivis pour développer des cultivars dotés d'un bon calibre et qui



s'apprêtent pour la récolte mécanisée. Ainsi de nouvelles autres variétés sont créées. Il s'agit de 'Bochra', 'Neyer', 'Béja 1' et plus récemment 'Nour'. D'autres lignées élités sont en cours de tests avancés en vue de leur inscription au catalogue officiel tunisien des obtentions végétales. L'objectif de ce présent travail d'évaluer sur le plan agromorphologiques ces lignées avancées variétés déjà inscrites au catalogue officiel.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude porte sur 13 génotypes de pois chiche (*Cicer arietinum* L.): 7 variétés améliorées et 6 lignées élités (Tableau 1a). Les variétés améliorées et inscrites au catalogue officiel sont désignées par leur nom (sauf 'Béja 2' non inscrite), tandis que les lignées candidates pour l'inscription sont désignées par un code. L'abréviation et la date d'inscription sont résumées dans le (Tableau 1a)

Tableau 1a: Origine et date d'inscription des génotypes utilisés.

Variétés	P digree	Année	
Amdoun 1	PL-Se-Be-48	Inscrite en 1987	Obtenu par sélection massale à partir de la population locale Amdoun mais dépasse cette dernière de point de vue production de 10 à 20%. Cultivée au printemps, elle est résistante au flétrissement et sensible à l'antracnose.
Bochra	(X80TH176): ILC72 X ILC215	XInscrite en 2003	Issue d'un croisement réalisé à l'ICARDA pour améliorer la résistance à l'antracnose. Elle est recommandée pour le semis d'hiver.
Neyer	(X80TH176): ILC72 X ILC215	Inscrite en 2003	Issue d'un croisement réalisé à l'ICARDA pour améliorer la résistance à l'antracnose. Elle est recommandée pour le semis d'hiver.
Kasseb	ILC72 X ILC 215: (FLIP83-46C)	Inscrite en 1987	Issue d'un croisement effectué à l'ICARDA pour obtenir des cultivars performant surtout de point de vue résistance aux stress abiotiques. Cette variété est moyennement résistante à l'antracnose et sensible au flétrissement fusarien
Chetoui	ILC3279 population (URSS)	RusseInscrite en 1987	Issue de l'accession ILC3279. (ILC : Icarda Landrace Chickpea) originaire de l'ex-union soviétique (URSS). Elle est résistante à l'antracnose et sensible au flétrissement fusarien.
Béja 1	(Amdoun 1 X ILC 3279) X ILC 200	XInscrite en 2003	Issue d'un croisement effectué à l'ICARDA entre le produit du croisement Amdoun1 X ILC 3279 résistant à l'antracnose avec ILC 200 résistant aussi à l'antracnose. Cette variété est caractérisée par un rendement de 19% plus élevé que celui de la variété Kasseb et de 41 % plus élevé que celui de Chetoui. et possède, en plus, une résistance à la race 0 de <i>Fusarium oxysporum</i> sp. <i>ciceris</i> , champignon causant le flétrissement du pois chiche. Elle est recommandée au semis d'hiver [21] (INRAT, 2003-2004).
Béja 2	(Amdoun 1 X ILC 3279) X ILC 200		Lignée sœur à Béja 1 (Non inscrite)

Les lignées avancées sont issues du programme d'amélioration génétique consistant à sélectionner dans les populations en ségrégation reçues de l'ICARDA. Les

génotypes de pois chiche du type kabuli les plus résistants à l'antracnose et au flétrissement fusarien (Tableau 1b).

Tableau 1b: Pedigree et date du croisement des génotypes améliorés utilisés.

Lignée	Pedigree	Année du croisement
Lignée 1	(FLIP93-176C X UC15) : X96TH61-A3-W1-A2	1996
Lignée 2	(FLIP93-176C X UC15) : X96TH61-A5-W1-A2-A1	1996
Lignée 3	(FLIP93-176C X UC15) : X96TH61-A2-A1-A1	1996
Lignée 4	(FLIP93-176C X UC15) : X96TH61-A4-W2-A2	1996
Lignée 5	(FLIP93-176C X UC15) : X96TH61-A6-W1-A1	1996
Lignée 6	(FLIP93-176C X UC15) : X96TH61-A4-W2-A1	1996

FLIP: Food Legume Improvement program.



2.2. Dispositif expérimental

Le protocole expérimental adopté est un bloc aléatoire complet 'CRD' avec 3 répétitions. Chaque génotype a été semé en ligne à raison de 10 graines par génotype et suivant une distance de 35 cm entre graines sur la ligne et 1 m entre génotypes. Le semis est réalisé le 15 Novembre à la station expérimentale de l'INRAT à l'Arianna (altitude 8m, latitude 36° N, longitude 10°E). Le sol est de texture argilo-limoneuse avec un pH légèrement basique (7.5).

2.3. Analyse statistique

Le traitement statistique des données obtenues a porté sur une analyse de la variance univariée à un facteur (génotype), une analyse en

composantes principales (ACP) permettant de différencier entre les génotypes étudiés. Des histogrammes reflétant les paramètres agromorphologiques ont été réalisés. Ces analyses ont été réalisées par l'utilisation du logiciel SPSS: (*Statistical Package for the Social Sciences software 2007*). Enfin, une classification hiérarchique (cluster) a été établie selon la méthode des médianes.

3. Résultats et discussion

3.1. Paramètres morphologiques de la plante

L'analyse de la variance (ANOVA) montre que sur l'ensemble des caractères étudiés, seuls neufs différencient statistiquement les génotypes (Tableau 2).

Tableau 2: Tableau récapitulatif présentant les variations observées au niveau des paramètres et les résultats de l'analyse de la variance (ANOVA).

Variables	Moyenne	Ecart-type	Minimum	Maximum	CV	CM	F. Obs	Prob. F	Sig.
HP**	63,3	9,82	40	86	10,9	308,9	6,5	<0,0001	HS
RAM1*	1,7	0,69	1	3	38,1	0,8	2,0	0,04	S
RAM2**	3,6	1,90	2	9	33,4	12,9	8,8	<0,0001	HS
NGP**	46,0	22,97	10	102	35,8	1639,2	6,1	<0,0001	HS
NG1**	33,2	21,68	6	95	50,2	1303,4	4,7	<0,0001	HS
NG2**	7,9	4,10	2	20	51,2	18,2	1,1	0,37	NS
NGV*	4,6	3,34	0	14	68,6	16,1	1,6	0,12	NS
PCG**	33,8	4,05	23	43	6,3	68,3	15,3	<0,0001	HS
RDG**	49,1	24,16	12	106	36,7	1710,9	5,3	<0,0001	HS

HP : hauteur de la plante (cm), RAM1 : ramification primaire, 1, RAM2 : ramification secondaire, NGP : nombre de gousses par plante, NG1 : nombre de gousses mono-graine par plante (NG2 : nombre de gousses double-graines), NGV : nombre de gousses vides, PCG : poids de cent graines et RDG rendement en graines. (CM carrées moyens, valeur de F observé, probabilité de F et Signification de F).

Les résultats obtenus ont montré que la hauteur de la plante (HP), la ramification secondaire (RAM2), le nombre de gousses par plante (NGP), le nombre de gousses mono-graine par plante (NG1), le poids de cent graines (PCG) et le rendement en graines (RDG) sont hautement significatifs ($p < 0,001$). L'analyse de la variance a permis d'identifier quatre groupes différents concernant la hauteur de la plante (Figure 1) où la variété 'Chetoui' se distingue par ses tiges hautes dépassant les 80

cm suivie par la 'Lignée 3' avec une hauteur entre 60 et 70 cm. Alors que, la variété 'Kasseb' et la 'Lignée 1' présentent toutes les deux des tiges courtes ne dépassant pas les 50 cm. Le reste des génotypes ont montré des valeurs intermédiaires. La variété de pois chiche de printemps 'Amdoun1' présente des tiges dépassant les 50 cm avec un port semi-érigé.

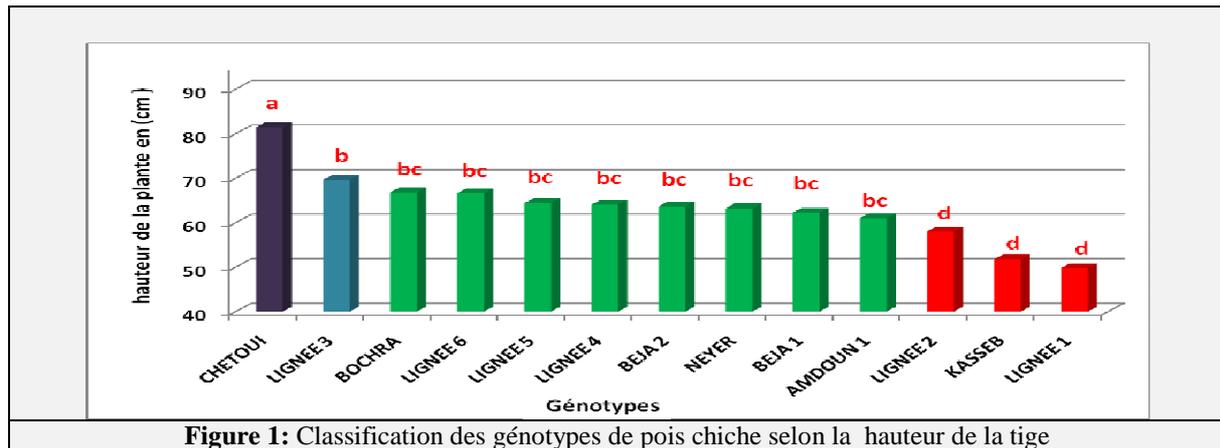


Figure 1: Classification des géotypes de pois chiche selon la hauteur de la tige

En ce qui concerne le nombre de ramifications secondaires de la tige, cinq groupes différents ont été identifiés (Figure 2). La variété 'Neyer', présente un nombre élevé de

ramifications secondaires (de l'ordre de 8) tandis que 'Chetoui', 'Bochra', 'Lignée 6', 'Lignée 2' et 'Béja 2' présentent la plus faible valeur (de l'ordre de 3).

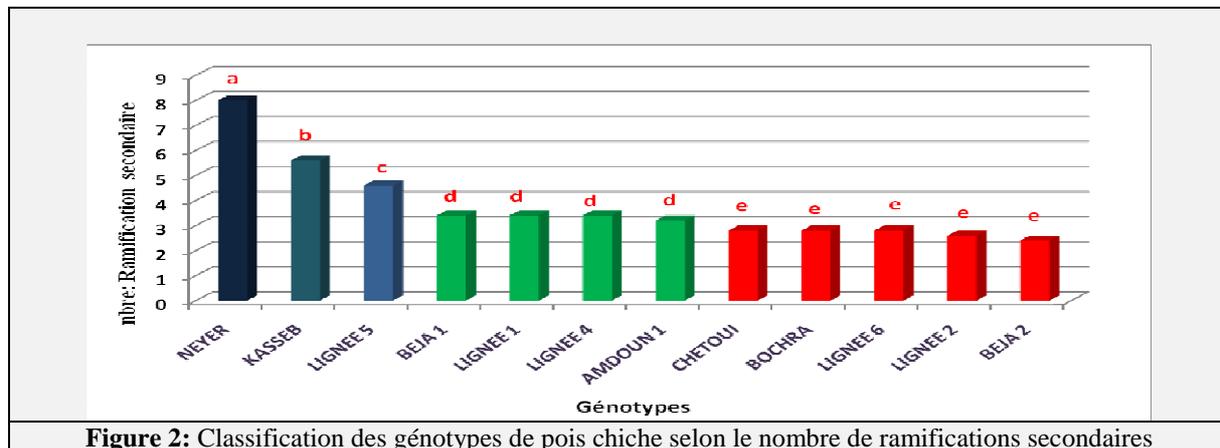


Figure 2: Classification des géotypes de pois chiche selon le nombre de ramifications secondaires

Concernant la coloration des fleurs, aucune différence n'est enregistrée entre les géotypes. En effet, tous les géotypes présentent des fleurs de coloration blanche et l'absence de la coloration anthocyanique, surtout sur la tige. Ce phénomène est spécifique au type «Kabuli» qui se caractérise, selon des travaux antérieurs, par la couleur blanche de ses fleurs et l'absence de la coloration anthocyanique (Khan et al. 2011). Alors que le type «Desi» ou les géotypes sauvages présentent des fleurs colorées et la pigmentation anthocyanique (Upadhyaya 2003) et (Singh et al. 2008).

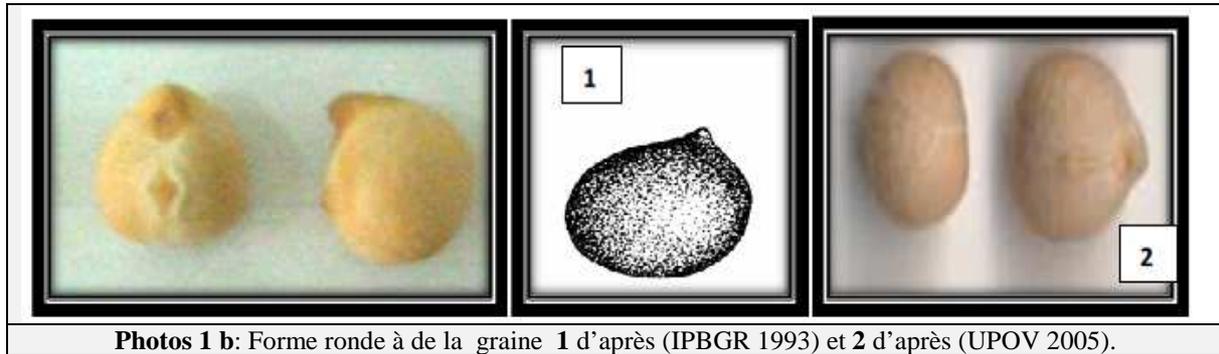
La durée de l'intervalle de temps qui sépare la date de la levée à la date de floraison (50% de floraison) d'un géotype est un paramètre qui renseigne sur la précocité du géotype en question (Figure 3). Elle varie de 90 jours à

120 jours. L'analyse de la variance (Tableau 2) a mis en évidence l'existence de différences hautement significatives entre les géotypes étudiés ($p < 0,001$). Le test de comparaison des moyennes de ce paramètre a fait ressortir 4 classes significativement différentes où les lignées '2 et 3' présentent la durée la plus longue, alors que les géotypes 'Bochra', 'Neyer', 'lignée 5' et 'lignée 6', présentent la durée la plus courte. Les autres géotypes appartiennent à des classes intermédiaires. Des résultats similaires aux nôtres ont été mentionnés par (Abdelguerfi-Laouer et al. 2001) et par (Upadhyaya et al. 2001).

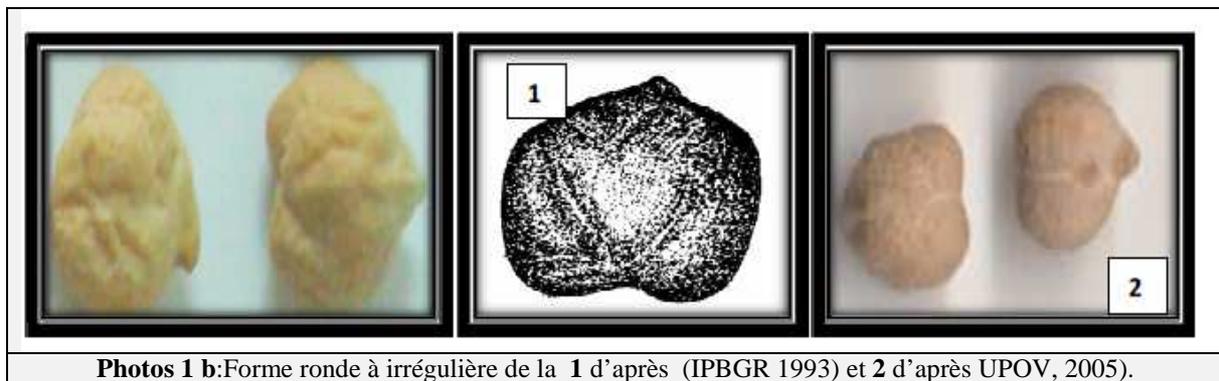
La forme de la graine est un paramètre morphologique aussi important qui a été évalué lors de la caractérisation des géotypes. Les résultats obtenus ont permis de distinguer

deux groupes de génotypes : la variété 'Chetoui' qui a été identifiée comme le seul génotype à graines rondes (Photos 1) et les

autres génotypes à graines rondes à irrégulières (Photos 2).



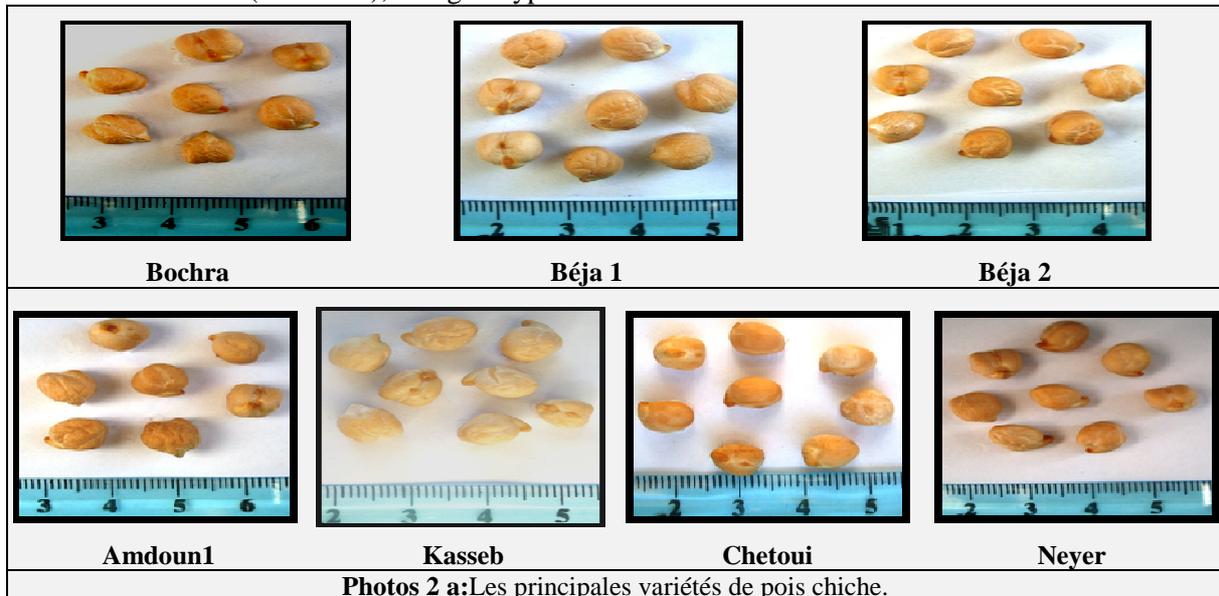
Photos 1 b: Forme ronde à de la graine 1 d'après (IPBGR 1993) et 2 d'après (UPOV 2005).



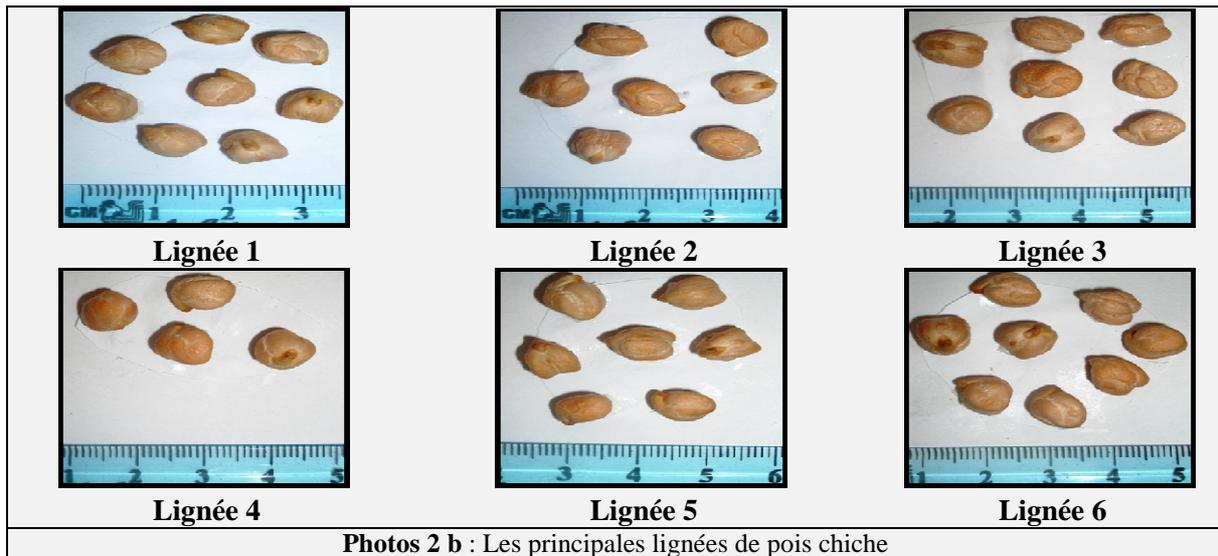
Photos 1 b: Forme ronde à irrégulière de la 1 d'après (IPBGR 1993) et 2 d'après UPOV, 2005).

L'étude de la texture de la graine (Photos 3 et 4) a fait ressortir également trois groupes de génotypes: les génotypes avec des graines d'une texture lisse ('Chetoui'), les génotypes

ayant une texture rugueuse ('Lignées 5') et les génotypes ayant une texture tuberculeuse ('Amdoun 1').



Photos 2 a: Les principales variétés de pois chiche.



3.2. Précocité de floraison et de maturation

Les résultats présentés dans la figure 3 ont montré que la précocité de floraison, exprimée par la durée entre la date de la levée à la date de floraison (50% de floraison), varie de 90 à 120 jours. L'analyse de la variance (Tableau 2) a mis en évidence l'existence de différences hautement significatives entre les génotypes étudiés ($p < 0,001$). Le test de comparaison des

moyennes de ce paramètre a fait ressortir 4 quatre groupes différents. En effet, les génotypes 'Bochra', 'Neyer', 'Lignée 5' et 'Lignée 6' sont les plus précoces avec un intervalle levée-floraison de 90 jours. Les 'Lignée 2' et 'Lignée 3' sont les plus tardives avec 120 jours. Des résultats similaires ont été rapportés par Abdelguerfi-Laouer et al. (2001) et Upadhyaya et al. (2001).

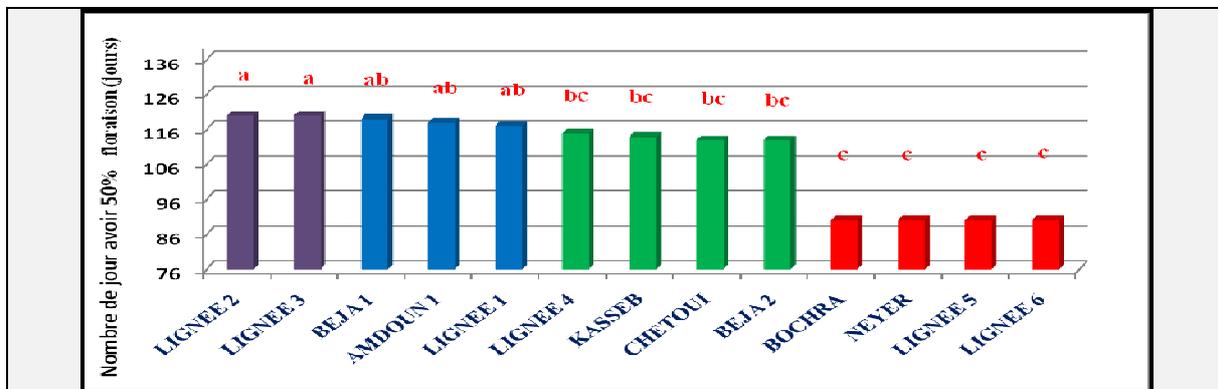


Figure 3: Classification des génotypes de pois chiche étudiés selon le nombre de jours pour avoir 50% de floraison (jours) tige.

La maturité des graines est atteinte lorsque les gousses deviennent jaunâtres et cassantes. La précocité de maturation des graines est définie comme étant la durée qui sépare la date de la levée à la date de la durée maturation. L'évaluation des génotypes pour ce paramètre a dégagé six groupes significativement différents (Figure 4) où les génotypes 'Bochra', 'Neyer', 'Lignée 5' et 'Lignée 6' paraissent les plus précoces avec 160 jours, alors que la variété 'Kasseb' a été montrée le génotype le plus tardif avec 178 jours. Les

génotypes 'Bochra', 'Neyer', 'Lignée 5' et 'Lignée 6' et 'Chetoui' sont les précoces aussi bien pour la floraison que la maturité. Cependant, certains génotypes enregistrent un retard pour atteindre 50 % de la floraison mais compensent ce retard par une maturité écourtée et plus rapide comme la 'lignée 2', ou au contraire réduisent la durée de la floraison et allongent celle de la maturation comme 'Kasseb' conformément à ce qui a été signalé sur des cultivars locaux algériens (Singh and Hawtin 1979).

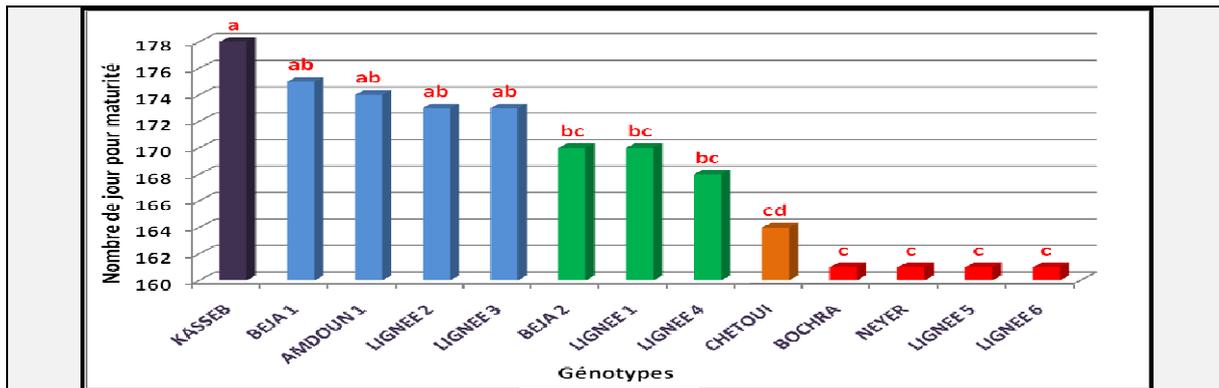


Figure 4: Classification des génotypes de pois chiche étudiés selon le nombre de jours pour atteindre la maturité

3.3. Rendement et composants

Les résultats obtenus ont montré que le nombre de gousses par plante (NGP), le nombre de gousses mono-graine par plante (NG1), le poids de cent graines (PCG) et le rendement en graines (RDG) varient de façon hautement significative ($p < 0.001$) entre les différents génotypes étudiés. En effet, 'Kasseb', 'Neyer' et 'Chetoui' présentent les valeurs du NGP les plus élevées avec 75% de gousses mono graines alors que les génotypes 'lignée 2' et 'lignée 3' présentent

les valeurs les plus faibles avec 24% des gousses à double graines (Figure 5). Ce résultat est similaire à celui rapporté (Gany et al. 2003) et (Liu et al. 2003) ont démontré que la présence de gousses pleines/unité de surface (mono graines ou double graines) constitue un des facteurs les plus importants de la production de graines chez le pois chiche. Les mêmes résultats ont été aussi rapportés par (Beech and Leach 1989) chez le pois chiche mais aussi chez d'autres légumineuses à graines (Siddique et al. 1995).

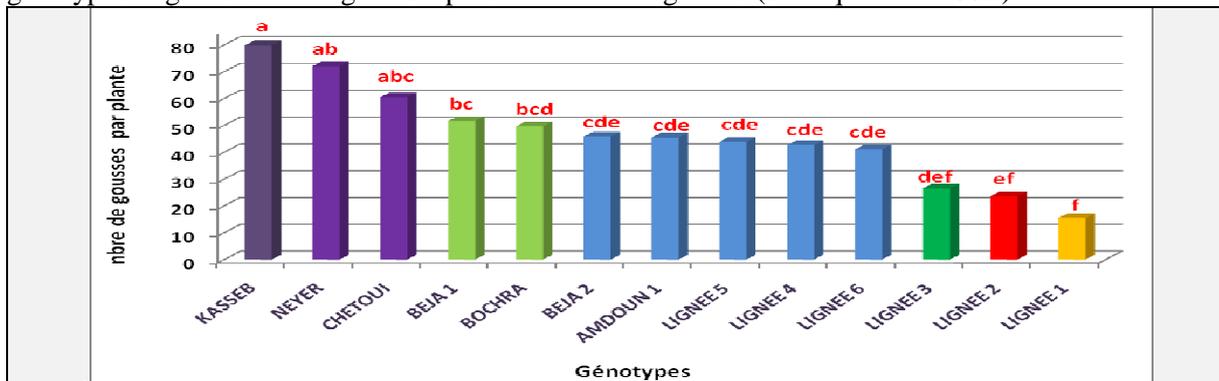


Figure 5: Classification des génotypes de pois chiche selon le nombre de gousses par plante

Le poids de 100 graines (PCG) illustré dans la (Figure 6) est considéré comme un paramètre aussi important pour l'évaluation du rendement chez le pois chiche. Les résultats obtenus ont montré que les variétés 'Kasseb' et surtout 'Chetoui' présentent les valeurs les plus faibles. Plusieurs auteurs ont étudié ce

paramètre et ont rapporté qu'il est hautement héritable présentant une grande variation. Et est utilisé comme indicateur pour distinguer entre les génotypes Ils l'ont utilisé pour distinguer entre les génotypes (Upadhyaya et al. 2001) et (UPOV 2005).

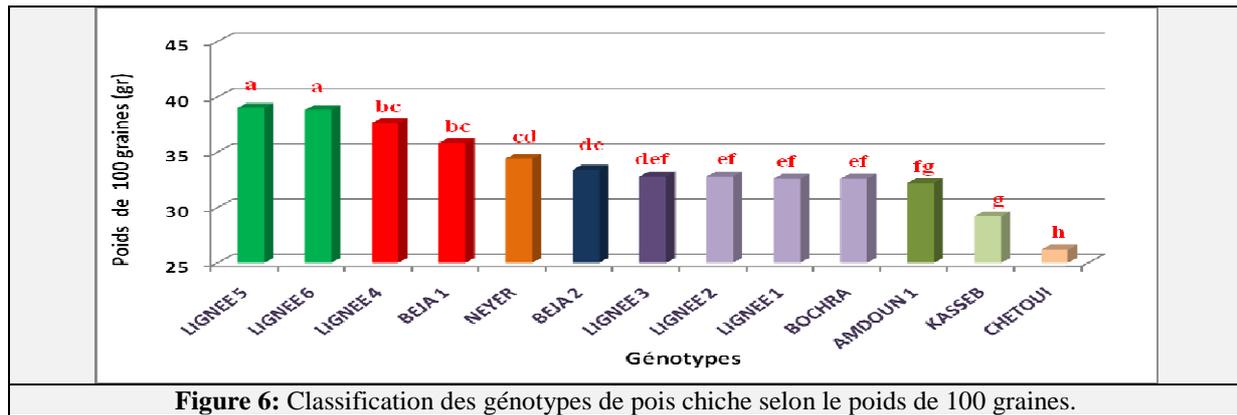


Figure 6: Classification des génotypes de pois chiche selon le poids de 100 graines.

La variation du rendement en graines enregistrée entre les différents génotypes étudiés (figure 7) les variétés ‘Kasseb’, ‘Neyer’ et ‘Chetoui’ en première position avec

des rendements qui varient entre (60 et 83 graines/plante). Les génotypes ‘lignée 1’, ‘lignée 2’ et ‘lignée 3’ présentent les rendements les plus faibles.

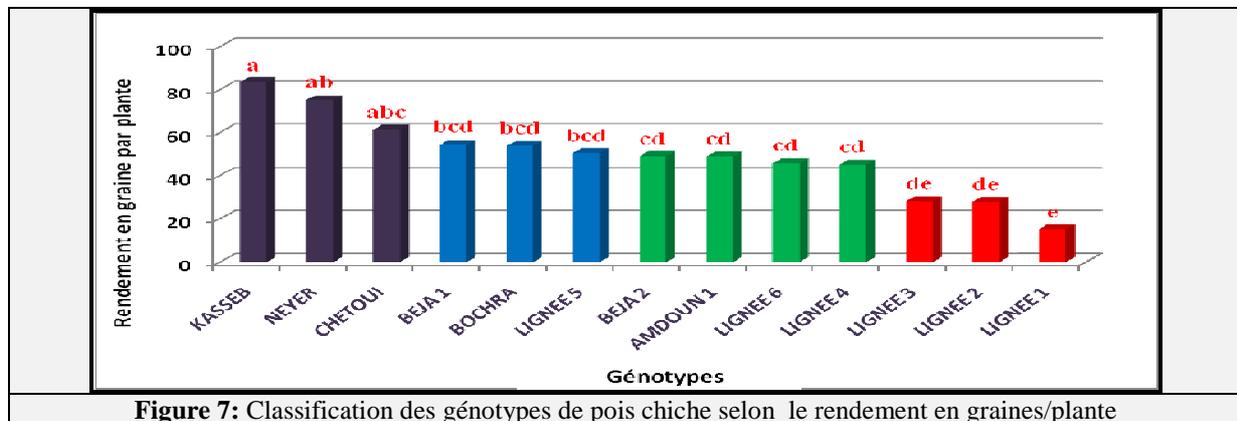


Figure 7: Classification des génotypes de pois chiche selon le rendement en graines/plante

3.4. Analyse en composantes principales (ACP)

L’analyse en composantes principales a permis de définir trois composantes qui expliquent 68 % de la variabilité totale (Tableau 4).

Tableau 4: Variables contribuant à la définition des trois axes

Axes	1	2	3
Pourcentage d’inertie	35,58 %	17,96 %	14,86 %
Variables contribuant à la définition des axes	Nombre de gousses par plante Nombre de gousses à 1 seule graine Taille de la gousse Longueur du bec de la gousse Rendement en graines	Forme de la graine Poids de Cent Graines Nombre de gousses vides	Nombre de Jours pour Maturité Nombre de Jours pour 50 % floraison Hauteur de la Plante

La première composante (l’axe 1) est définie essentiellement par les paramètres de rendement expliquant 35,58% de la variabilité totale et présente une corrélation positive ($r = 0,93$) avec le nombre de gousses par plante

(NGP) ($r = 0,91$), avec le nombre de gousses à 1 seule graine (NG1), ($r = 0,67$), avec la longueur du bec de la gousse (GLB), ($r = 0,93$), avec le rendement en graines par plante (RDG) et ($r = 0,84$) avec la taille des gousses



(TG). La deuxième composante (l'axe 2) définie essentiellement par les paramètres saigneuse qui expriment le taux d'avortement expliquant 17,96% de la variabilité totale et présente une corrélation positive ($r = 0,68$) avec le nombre de gousses vides (NGV), ($r = 0,91$), avec la forme de la graine (GFS) et une corrélation négative ($r = -0,78$) avec le poids de cent graines (PCG). C'est-à-dire la plante ayant un taux d'avortement élevé et une forme de la graine, présente un poids de 100 graines le plus bas traduisant de basses performances, de point de vue qualité de la graine selon les exigences du marché tunisien, c'est pourquoi nous remarquons une proportionnalité inverse de point de vue corrélation avec l'axe. La troisième composante (l'axe 3) définie essentiellement par les paramètres qui expriment la maturité et, expliquant 14,86% de la variabilité totale, présente une corrélation positive ($r = 0,75$) avec la hauteur de la plante et une corrélation négative ($-0,75$) avec le nombre de jours pour atteindre 50% de la

floraison (NJF) et avec le nombre de jours pour atteindre la maturité (NJM), ($r = -0,61$). Une proportionnalité inverse de point de vue corrélation a été observée avec l'axe ceci peut être expliqué par le fait que, plus la hauteur est importante plus la maturité et la floraison sont tardives. Cependant ceci n'est pas général pour tous les génotypes de pois chiche.

En effet, la variété 'Chetoui' qui est la plus haute n'est pas la plante la plus tardive et ceci est dû au fait que cette campagne était marquée par une période sèche durant les mois de janvier, février, mars et avril ce qui a permis à la variété 'Chetoui' d'entrer en production de gousses et boucler son cycle plus vite qu'on s'attendait mais dès qu'on donne suffisamment d'eau à cette variété, elle continue à se développer. La répartition des génotypes suite à la projection selon le plan formé par les axes 1 et 2 (Figure 8) expliquent 53% de la variabilité totale et a permis de distinguer 4 groupes différents.

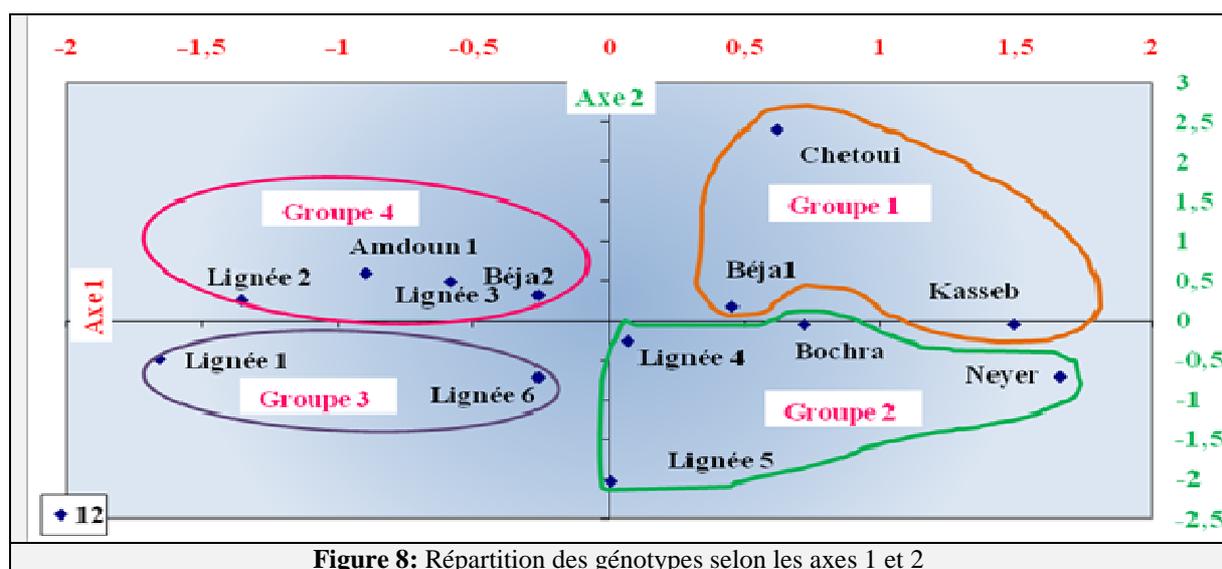


Figure 8: Répartition des génotypes selon les axes 1 et 2

Le premier groupe est formé par les variétés 'Béja 1', 'Kasseb' et 'Chetoui' qui sont groupés par les paramètres qui sont corrélés positivement à l'axe 1 et à l'axe 2. Ces génotypes présentent des paramètres similaires: nombre de gousses par plante (NGP), nombre de gousses à 1 seule graine (NG1), longueur du bec de la gousse (GLB), rendement en graines par plante (RDG), taille des gousses (TG), nombre de gousses vides (NGV) et forme de la graine (GFS). Le deuxième groupe est formé par les génotypes

'Bochra', 'Neyer' et les lignées '4' et '5' présentant une corrélation positive à l'axe 1 et une corrélation négative à l'axe 2. Il est aussi à signaler que 'Bochra' et 'Neyer' sont deux variétés issues du même croisement et présentant des performances similaires pour la majorité des paramètres mesurés. Le troisième groupe est formé par les génotypes '6' et '1' qui sont corrélés négativement aux deux axes 1 et 2. Enfin, le quatrième groupe est formé par les génotypes '2' et '3', 'Béja 2' et la variété 'Amdoun1' qui se partagent les caractères qui

sont corrélés positivement à l'axe 2 et négativement à l'axe 1 (nombre de gousses par plante (NGP), nombre de gousses vides (NGV) et forme de la graine (GFS).

La répartition des génotypes suite à une projection selon le plan formé par les axes 1 et 3, qui expliquent 50% de la variabilité totale, (figure 9), fait ressortir aussi 4 groupes distincts:

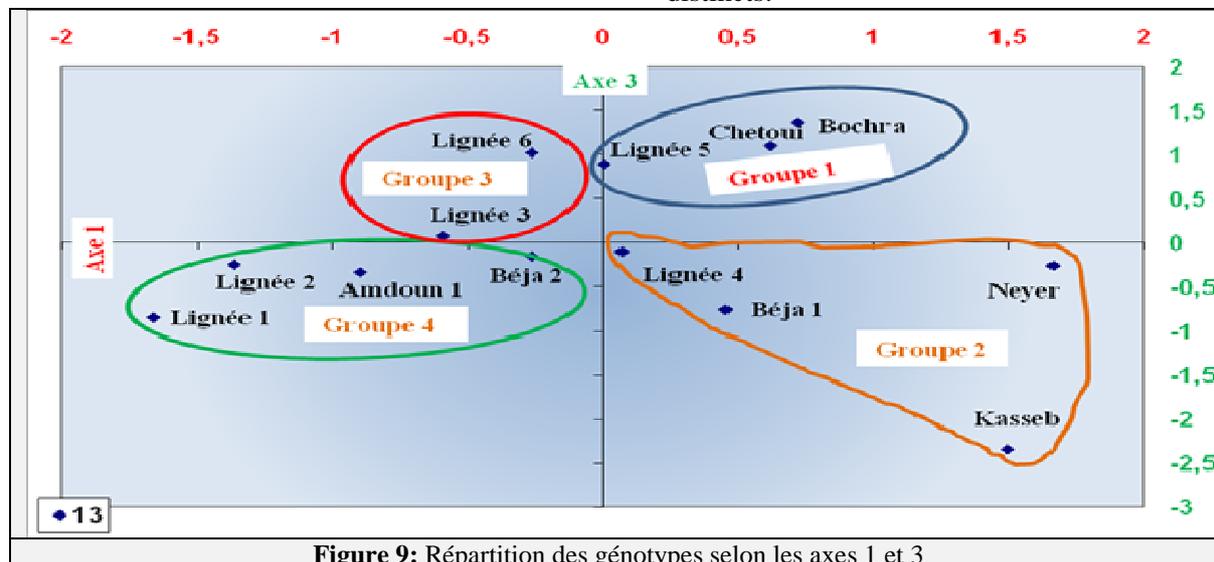


Figure 9: Répartition des génotypes selon les axes 1 et 3

Le premier groupe est formé par les génotypes 'Bochra', 'Chetoui' et 'Lignée 5' présentant une corrélation positive aux deux axes 1 et 3 et se partageant les paramètres suivants: nombre de gousses par plante (NGP), nombre de gousses à 1 seule graine (NG1), longueur du bec de la gousse (GLB), rendement en grains par plante (RDG), taille des gousses (TG) et taille de la plante. Le deuxième groupe formé par les génotypes 'Kasseb', 'Neyer', 'Béja 1' et 'Lignée 4' qui présentent une corrélation positive à l'axe 1 et une corrélation négative à l'axe 3. Les paramètres similaires suivants sont corrélés positivement à l'axe 1: nombre de gousses par plante (NGP), nombre de gousses à 1 seule graine (NG1), longueur du bec de la gousse (GLB) et rendement en graines par plante (RDG). Par contre les paramètres corrélés négativement à l'axe 3 sont le nombre de jours pour atteindre la maturité (NJM) et le nombre de jours pour atteindre 50 % de la floraison (NJF). Le troisième groupe formé par les génotypes, 'Lignée 3' et 'Lignée 6' lesquels sont groupés par les paramètres qui sont corrélés négativement à l'axe 1 et positivement à l'axe 3. Enfin le quatrième groupe formé par les génotypes 'Lignée 1', 'Lignée 2', 'Amdoun 1' et 'Béja 2' qui sont groupés par les paramètres corrélés négativement à l'axe 1 et 3. Des travaux

antérieurs ayant porté sur des variétés ou des accessions de pois chiches Algériennes, Turques et originaires de l'ICARDA ont montré que l'ACP des paramètres quantitatifs est définie par ceux des rendements (NGP, RAM2, RDG) et des longueurs du cycle (NJF, NJM) (Halila and Strange 1996; Abdelguerfi-Laouer 2001; Tokar et Cagirgan 2003). Ces résultats sont similaires à ce que nous avons trouvé dans ce travail. La comparaison des caractères morphologiques en utilisant le pourcentage de similarité pour un seuil de similarité de 45% est présenté dans la figure 10.

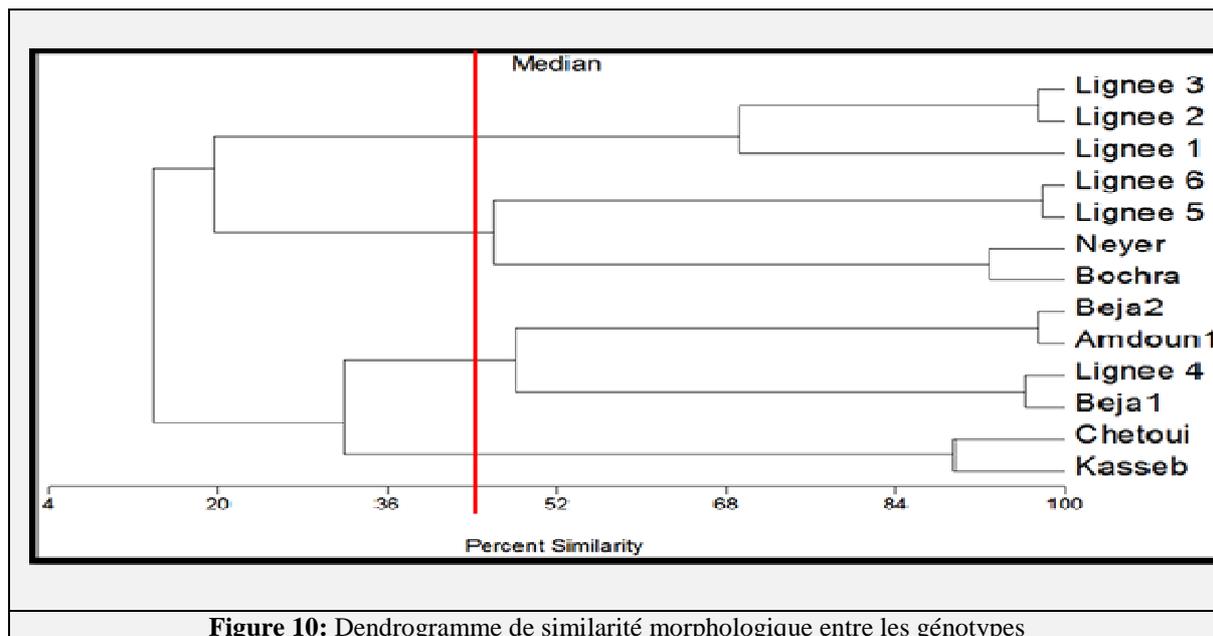


Figure 10: Dendrogramme de similarité morphologique entre les génotypes

Quatre groupes sont distingués, dont le premier groupe est formé par les génotypes 'Chetoui' et 'Kasseb' qui sont proches de point de vue performances suite à l'origine géographique de ces deux cultivars: En effet, 'Chetoui' (ILC3297 ou ICARDA Landrace Cultivars) et Kasseb (FLIP83-46C), qui est issue du croisement entre (ILC72 X ILC215) sont tous les deux originaires de l'ex URSS de la région du «Caucase» et qui ont subi une adaptation aux conditions environnementales Tunisiennes. Ceci a été prouvé par les travaux d'Iruela et al. (2002) moyennant les deux techniques RAPD et ISSR. De plus l'analyse en composantes principales des données morphologiques quantitatives fait grouper ces deux génotypes dans le même groupe puisqu'ils présentent une similarité au niveau du nombre de gousses par plante (NGP), du nombre de gousses à 1 seule graine (NG1), de la longueur du bec de la gousse (GLB), du rendement en graines par plante (RDG), de la taille des gousses (TG), du nombre de gousses vides (NGV) et de la forme de la graine (GFS). On distingue aussi deux sous-groupes dont le premier formé par la lignée '4' et 'Béja 1' et un deuxième sous-groupe formé par 'Béja 2' et 'Amdoun 1'. Le rassemblement de 'Béja 1', 'Amdoun 1' et 'Béja 2' dans le même groupe vient du fait que les deux variétés 'Béja 1' et 'Béja 2' sont des lignées sœurs. En effet, 'Béja 1' et 'Béja 2' sont des lignées issues du croisement [(Amdoun1 X ILC3279) X ILC200]. 'Béja 1' et 'Béja 2' se partagent les mêmes caractères agronomiques: hauteur de la plante (PH), (NJF), (RAM1) et (RAM2).

Le troisième groupe se divise en deux sous-groupes dont le premier regroupe les variétés 'Neyer' et 'Bochra' qui se partagent le même pedigree et des performances proches elles sont deux variétés sœurs issues du même croisement réalisé en 1980 à Tel El Hadia en Syrie.

Elles ont été introduites en Tunisie sous forme de F8 et ont subi des tests d'évaluation multi régional pour le rendement et contre l'antracnose et la fusariose avant d'être inscrites au catalogue officiel pour leur bonne résistance à l'antracnose et leur bonne productivité. Ces deux variétés se partagent les mêmes caractères agronomiques: taille des gousses (TG), nombre de jours nécessaires, respectivement, pour atteindre 50% de la floraison (NJF) et pour atteindre la maturité (NJM) et le poids de 100 graines (PCG). Dans le deuxième sous-groupe, le regroupement des lignées '5' et '6' ensemble pourrait être attribué à une même adaptation à l'environnement, puisque toutes les 2 ont été sélectionnées pour la tolérance à l'antracnose et pour le flétrissement fusarien. En plus, les lignées '5' et '6' qui sont encore plus proches génétiquement car ils se partagent les mêmes caractères morphologiques à savoir: (TG), (PH), (NJF), (NJM), (NGP) et (PCG). Le quatrième groupe se divise aussi en deux sous-groupes dont le premier est formé par la lignée '1' et le deuxième par les lignées '2' et '3'.

4. Conclusion:

Au cours de cette étude, une caractérisation agro-morphologique de quelques génotypes de



pois chiche a été réalisée. Ce travail constitue une première caractérisation de la collection tunisienne de pois chiche. Le suivi de certains paramètres morphologiques a été réalisé suivant les descripteurs de l'UPOV (2005) et l'IBPGR (1993) pour mettre en évidence les caractéristiques des génotypes connus (variétés) et ceux des génotypes introduits ou des lignées qui sont encore en étude. En effet, la majorité des paramètres sont significativement différents. L'analyse en composantes principales a permis de déceler quatre groupes différents de génotypes et la présence de certains paramètres agromorphologiques communs. En effet, nous avons observé une variabilité entre les génotypes basée surtout sur: le nombre de gousses par plante (NGP), le rendement en graines par plante (RDG), le poids de cent graines (PCG), la hauteur de la plante, le nombre de jours pour atteindre 50% de la floraison (NJF) et le nombre de jours pour atteindre la maturité (NJM). Cette diversité basée sur les paramètres phénotypiques pourrait être plus efficace si l'on augmente le nombre de paramètre étudiés.

5. Références

- Vural H, Karasu A (2007)** Agronomic characteristics of some chickpea ecotypes (*Cicerarietinum*) grown in Turkey. World Journal of Agricultural Sciences 3(4):440-443.
- Upadhyaya HD, (2003)** Geographical patterns of variation for morphological and agronomic characteristics in the chickpea germplasm collection. Euphytica, 132: 343-352.
- Upadhyaya HD, Dwivedi SL, Baum M, Varshney RK, Udupa SM, Gowda CLL, Hoisington D, Singh S, (2008)**. Genetic structure, diversity, and allelic richness in composite collection and reference set in chickpea (*Cicerarietinum*L.). BMC Plant Biology 8: 1-12.
- FAO (2004)** Food and Agriculture Organisation, <http://www.FAO.ORG/FAOSTAT> database, 2004.
- DGPA (2008)** Direction générale de la production Agricole. Ministre de l'agriculture et des ressources hydrauliques. Rapport de la commission technique sur le secteur de légumineuses alimentaires. 58p.
- Singh KB, Hawtin GC, (1979)** Winter planting International chickpea Newsletter, 1: 4
- Singh R, Sharma P, Varshney RK, Sharma S.K., Singh NK., (2008)**. Chickpea improvement: role of wild Chickpea Improvement: Role of Wild Species and Genetic Markers. Biotechnology and Genetic Engineering Reviews. 25: 267-314
- Haddad A, Halila MH, Jendoubi M, 1996**. Chickpea in Tunisia. In: Adaptation of Chickpea in the West Asia and North Africa Region International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics International Center for Agricultural Research in the Dry Areas Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India PO Box 5466, 438 Aleppo, Syria, 111-122.
- Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 16.0.** Chicago: Polar Engineering and consulting, 2007
- Abdelguerfi-Laouer M, Bouzid L, Zine F, Hamdi N, Bouzid H, Zidouni F, (2001)** Evaluation de quelques cultivars locaux de pois chiche dans la region de Bejaia. Revue INRAA n°9: 31-46.
- Upadhyaya HD, Paula Bramel J, Singh S, (2001)** Development of a chickpea core sub using geographic distribution and quantitative traits. Crop Sci. 41: 206-210.
- Gany T, Miller PR, Mcdonald, CL, (2003)** Response of kabuli chickpea to seed size and planting depth. Canadian journal of plant science, 83(1): 39-46.
- Liu PH, Gan Y, Warkentin T, Mc Donald C. (2003)** Morphological plasticity of chickpea in a semiarid environment. Crop Sci. 43: 426-429.
- Beech DF, Leach GJ (1989)** Effect of plant density and row up to 70 plants m² was needed in high-yielding (1.5 spacing on the yield of chickpea (cv. Tyson) grown on the Darling Downs, South-Eastern Queensland. Aust. J. Exp. Agric. 29: 241-246.
- Siddique KHM, Loss SP, Regan K.L, Pritchard DL, (1998)** Adaptation of lentil (*Lensculinaris* Medik.) to short season Mediterranean-type environments: response to sowing rates. Aust. Agric. Res. 49: 1057-1066.
- UPOV, (2005)** Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales. Principes directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité. Genève, Switzerland.
- IBPGR, ICRISAT & ICARDA. (1993)** Descriptors for Chickpea (*Cicerarietinum*L.). International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy; International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India and International Center for Agriculture Research in the Dry Areas, Aleppo, Syria, 1993.
- Halila MH, Strange RN, (1996)** Screening of Kabuli chickpea germplasm for resistance to *Fusarium* wilt. Euphytica, 96: 273-279.
- Toker C, Cagirgan MI, (2003)** The use of phenotypic correlations and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicerarietinum*L.), Hereditas 140: 226-228.
- Iruela M, Rubio J, Cubero JI, Gil J, Millan T. (2002)** Phylogenetic analysis in the genus *Cicer* and cultivated chickpea using RAPD and ISSR markers. Theoretical Applied Genetics 104: 643-651.
- INRAT, (2004)** Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, (Rapport d'activités 2003/2004, 13-14, P.478).
- Khan R, Farhatullah and H Khan, (2011)** Dissection Of Genetic Variability And Heritability Estimates Of Chickpea Germplasm For Various Morphological Markers And Quantitative Traits. Sarhad J. Agric: 27 (1): 67-72.
- Kharrat, M, H Ouchari, (2011)** Fababean status and prospects in Tunisia. Grain legumes. 56: 11-12.