

INFLUENCE DE LA CONTRAINTE HYDRIQUE SUR QUELQUES COMPOSANTES AGRONOMIQUES DU HARICOT DOLIQUE (*VIGNA UNGUICULATA* (L.) WALP.

R. HOUCHI, A. AID-HOUCHI, A. AMRI et M. LEKMACHE

Laboratoire de Recherches des Ressources Naturelles, Faculté des sciences biologiques et agronomiques, Université Mouloud MAMMERI Tizi Ouzou, 15000 Tizi Ouzou, Algérie – Email : houchiaini@yahoo.fr

RÉSUMÉ

L'influence de la contrainte hydrique sur *Vigna unguiculata* (L.) Walp. suivie sur 2 cultivars (haricot à hile noir et Tadelaght noire d'Aoulef) aux stades floraison et maturation révèle un raccourcissement du cycle phénologique, une réduction du nombre d'organes fructifères particulièrement les boutons floraux (40 et 38%) et les gousses dont la taille est inférieure à 1 cm (39 et 35%) respectivement pour le haricot à hile noir et Tadelaght. Le stade le plus sensible au manque d'eau est la floraison avec un rendement réduit de 31% pour le premier cultivar et de 14% pour le second. Une meilleure tolérance du cultivar du Sud est notée par rapport à celui du nord du pays.

Mots Clés : *vigna unguiculata* (L.) Walp., contrainte hydrique, phénologie, rendement.

SUMMARY

The influence of the water constraint on cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) was followed on 2 cultivars which are black hilum and Aoulef's black Tadelaght at 2 development stages (flowering and maturation). The observations indicate that the lack of water generates a shortening of the phenologic cycle, a reduction in the number of floral buttons (40 and 38%) and the pods with a small size (39 and 35%) respectively for black bean hilum and Tadelaght. It appeared that the flowering is more sensible to the drought situation. The yield and its components are also affected. The water restriction induced a decrease (for the flowering stage) with a reduction of 31% for black bean hilum and 14% for Tadelaght. It appeared that the south cultivar is more tolerant than the bean cultivated in the north of Algeria.

Key Words : *vigna unguiculata* (L.) Walp., water constraint, phenology, yield.

INTRODUCTION

L'espèce *Vigna unguiculata* (L.) Walp., communément appelée haricot dolique ou niébé, est une légumineuse cultivée dans de nombreuses régions d'Afrique. Les principaux pays producteurs (95% de la production mondiale) sont le Nigéria, le Niger et le Sénégal. On la rencontre dans le Sud de l'Algérie et dans les étages subhumides du Nord du pays.

Cultivée pour l'alimentation humaine et animale (Borget, 1989), sa richesse en protéines (25% selon Borget, 1989 et Kentour, 1999) lui confère un rôle important dans la lutte contre la malnutrition. Aussi, sa faculté à fixer l'azote atmosphérique la présente comme une composante essentielle des systèmes culturaux sous les tropiques de par son influence sur la fertilité des sols (Baudoin, 2001 ; Bado, 2002).

Le genre *Vigna* est à la source d'une diversité génétique, base exigée pour un succès dans un programme d'amélioration entre autres, la tolérance à la sécheresse. Ce travail a pour but d'analyser les réponses de

développement et de rendement de 2 cultivars (haricot à hile noir cultivé au Nord algérien et Tadelaght noire d'Aoulef (Sud de l'Algérie)) cultivés en conditions de contrainte hydrique. Cette dernière étant appliquée au cours des stades floraison et maturation.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

La présente expérimentation vise l'étude du comportement des 2 cultivars suscités de niébé en conditions de limitation hydrique. L'objectif visé est l'estimation de la tolérance au stress hydrique imposé en vue d'une exploitation future dans un programme d'amélioration génétique.

* Présentation de la station d'expérimentation

L'essai a été réalisé à l'I.T.M.A.S. de Boukhalfa situé à 8 Km de la ville de Tizi Ouzou (36° 42' de latitude Nord, 3' de longitude (Est) et 250 m d'altitude, étage sub-humide frais). Les données climatiques relatives à l'année de culture sont regroupées au tableau 1.

Tableau 1 : Données météorologiques de la zone d'étude pour l'année de culture.

| Mois | Jan. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | nov. | Déc. | Moy. |
|-----------------------|-------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|--------|
| T° moy.(C°) | 11,3 | 13,1 5 | 13,4 | 16,1 | 17,35 | 24,55 | 27,2 | 27,1 | 25,85 | 23,5 | 14,1 | 12,15 | 18,81 |
| P (mm) | 127,7 | 52,2 | 102,4 | 86,4 | 146,9 | 4,7 | 0 | 10,2 | 36,4 | 36,9 | 107 | 197 | =871,4 |
| H (%) | 79 | 76 | 79 | 72 | 70 | 67 | 57 | 59 | 64 | 58 | 82 | 81 | 70,33 |
| V (ms ⁻¹) | 0,9 | 2 | 1,6 | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 2 | 1,6 | 1,2 | 0,6 | 1,7 | 1,75 |

(Office National de la Météorologie)

Tableau 2 : Résultats des analyses physico-chimiques du sol.

| Profondeur (cm) \ Analyses | 0-20 | 20-40 |
|-------------------------------------|-------|-------|
| pH _{eau} | 8,02 | 8,30 |
| pH _{KCl} | 7,06 | 7,13 |
| Argile (%) | 40,60 | 40,60 |
| Limon fin (%) | 20,39 | 20,48 |
| Limon grossier (%) | 30,16 | 30,69 |
| Sable fin (%) | 4,27 | 4,14 |
| Sable grossier (%) | 3,04 | 2,66 |
| N (%) | 0,43 | 0,35 |
| C (%) | 2,04 | 1,53 |
| C/N | 4,74 | 4,37 |
| P ₂ O ₅ (PPM) | 16,9 | 17,46 |
| K ₂ O(%) | 0,79 | 0,59 |
| Calcaire total (%) | 5,37 | 2 |
| Matière organique (%) | 3,51 | 2,63 |
| CEC meq/ | 22,5 | 27,5 |
| CE (mmhos) | 0,26 | 0,26 |

Les résultats du sol de la parcelle d'étude (tableau 2) indiquent une texture limono-argileuse avec un pH alcalin, un sol non salé, non calcaire avec une CEC moyenne, une bonne teneur en azote et en matière organique.

Le dispositif expérimental adopté (randomisation totale) est conçu sous forme de 2 blocs comprenant chacun un cultivar et 3 micro-parcelles mesurant chacune 9 m de long sur 0,8 m de large.

Le précédent cultural est une jachère.

Lors du labour, une fumure de fond (NPK

(15-15-15) a été apporté (Varrota, 2010).

Le semis en poquet est réalisé avec un écartement de 30 cm entre les plants et 80 cm entre les lignes (Sinha, 1980 ; Borget, 1989). L'entretien a été assuré par des binages, buttages, désherbages et traitements insecticides (contre fourmis et pucerons), de même que les plants ont été soutenus par des palissages vertical et horizontal. Pendant la phase végétative, la culture a été irriguée 2 fois par semaine et aux stades floraison et maturation 4 à 6 fois par semaine.

*Matériel végétal

Les caractéristiques du matériel végétal sont indiquées au tableau 3.

Le travail consiste à imposer une contrainte hydrique (15 jours) aux cultivars étudiés aux stades floraison et maturation. Des plants arrosés régulièrement tout au long du cycle ont servi de témoins. Le but recherché est la détermination du stade phénologique critique et la comparaison vis-à-vis de la restriction hydrique du matériel végétal considéré. Pour cela, le cycle de développement, les organes fructifères, quelques paramètres biométriques ainsi que le rendement et ses composantes (nombre de gousses/plant, nombre de graines/gousses, poids des gousses et des graines) sont suivis et évalués.

Au moment de l'arrêt d'arrosage, un repérage des organes fructifères (boutons floraux, fleurs fermées, fleurs épanouies, gousses < 1cm et gousses > 1cm) a été observé par étiquetage afin de pouvoir faciliter leur comptage. Pour ce qui est des mesures biométriques et dénombrement, elles ont toutes été réalisées en même temps pour les plants témoins et stressés. Elles concernent la hauteur des plants, le diamètre des tiges, le nombre de ramifications primaires, le nombre de feuilles par plant, le nombre de gousses par plant, la longueur et largeur des gousses ainsi que la longueur et la largeur des graines. Quant au rendement, il est estimé sur la base de ses composantes.

Une analyse de la variance est réalisée afin de déterminer le degré de signification des différences observées entre les traitements.

Tableau 3 : Caractéristiques morphologiques des cultivars de haricot dolique étudiés.

| Cultivars | | Haricot à hile noir | Tadelaght noire d'Aoulef |
|---------------|---|--|--|
| Caractères | | | |
| Port | | Rampant à croissance indéterminée | Semi-érigé, buissonnant à croissance déterminée |
| Tige | | Section circulaire, rigide, basse, volubile | Section circulaire, rigide, basse |
| Feuille | Type Couleur Forme d'une foliole Pilosité Stipules Stipelles | Trifolié Verte Triangulaire Nulle Eperonnées à la base Peu visibles | Trifolié Vert foncé Ovale, aiguë |
| Inflorescence | | Grappe | grappe |
| Fleur | Couleur Carène Style Stigmate | Blanche Droite tronquée Courbé Oblique | Violette Droite tronquée Courbé Oblique |
| Cosse | Parois | Vert pâle | Vert foncé |
| | Formes | Cylindrique, droite à extrémité en bec | Cylindrique, droite à extrémité aiguë |
| Graine | Forme Couleur | Réniforme Blanche à hile noir | Ellipsoïde plus ou moins ovale noire |

(Aïd-Houchi *et al.*, 1999)

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le cycle phénologique (tableau 4)

La durée du cycle végétatif du haricot à hile noir est plus longue que celle de Tadelaght ce qui a été indiqué par Aid-Houchi *et al.*, 1999. Elle est respectivement de 133 jours avec une somme de températures de 2060,57°C et de 119 jours avec 1855,37°C dans le cas des témoins.

Les plants ayant subi un arrêt d'arrosage présentent un cycle végétatif plus court que celui des plants témoins. Appliqué au stade floraison, il est de 131 jours pour le haricot à hile noir ($\Sigma\theta = 2035,77^\circ\text{C}$) et 117 jours pour Tadelaght ($\Sigma\theta = 1816,07^\circ\text{C}$) ; opéré à la maturation, il correspond à un étalement de 129 jours ($\Sigma\theta = 2009,77^\circ\text{C}$) pour le premier cultivar et 114 jours ($\Sigma\theta = 1752,17^\circ\text{C}$) pour le second. Cependant, la durée de la récolte semble plus longue dans le cas des

plants non arrosés par rapport aux témoins particulièrement dans le cas de Tadelaght ; la différence est de 6 jours. La comparaison des cultivars pour ce même stade, fait ressortir un étalement plus long chez le haricot à hile noir par rapport au cultivar du sud algérien. Ceci s'expliquerait par les récoltes plus espacées dans le cas du premier cultivar sans doute dues à une épaisseur des cosses de ses gousses plus importante.

La suspension de l'arrosage hâte la récolte. Pour les témoins, la première récolte a été effectuée 73 jours après le semis dans le cas du haricot à hile noir et 79 jours pour Tadelaght. La contrainte hydrique imposée aux stades floraison et maturation engendrerait un raccourcissement de la durée de remplissage ; elle est respectivement de 71 jours et 68 jours après le semis pour le haricot à hile noir. Pour ce qui est du deuxième cultivar, la première récolte est survenue 76

Tableau 4 : Quelques caractéristiques agronomiques du matériel végétal étudié.

| Cultivars | Haricot à hile noir | | | Tadelaght noire d'Aoulef | | |
|---|---------------------|---|--|--------------------------|---|--|
| | Plants Témoins | Plants Stressés à la floraison | Plants Stressés à la maturation | Plants Témoins | Plants Stressés à la floraison | Plants Stressés à la maturation |
| Caractères | | | | | | |
| Etalement du cycle (jours) | 133 | 131 | 129 | 119 | 117 | 114 |
| Etalement de la récolte (jours) | 60 | 59 | 61 | 40 | 41 | 46 |
| Temps nécessaire pour effectuer la 1 ^{ère} récolte (jours après semis) | 73 | 71 | 68 | 79 | 76 | 70 |
| Indice de récolte (%) | 46,26 | 37,27 | 43,1 | 67,52 | 75,33 | 77,47 |

jours après le semis pour les plants ayant subi un arrêt d'arrosage à la floraison et 70 jours après pour ceux non arrosés au stade maturation.

L'intervalle moyen de temps entre 2 récoltes diminue avec la contrainte hydrique pour les 2 cultivars étudiés ce qui s'expliquerait par un meilleur séchage des gousses.

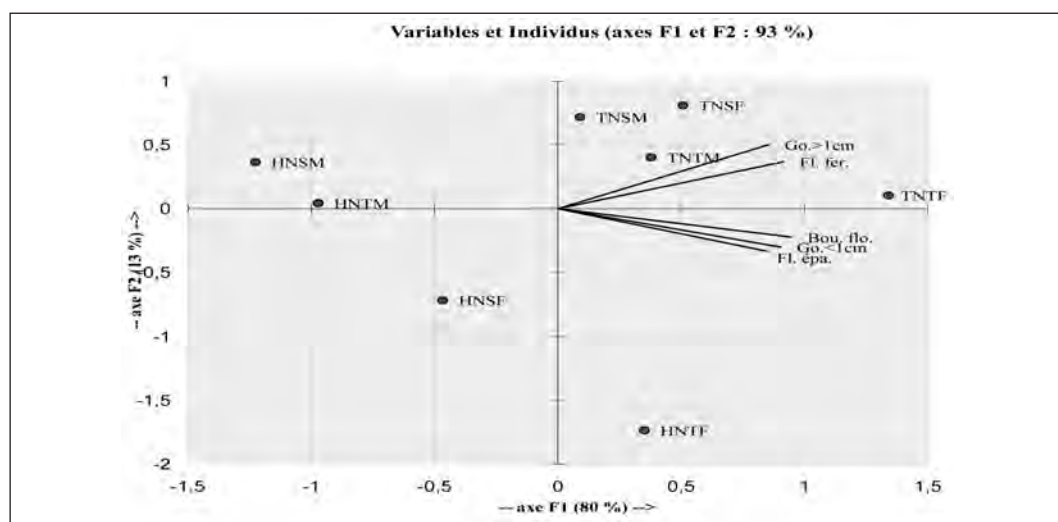
Le nombre d'organes fructifères formés

Le tableau 5 indique les moyennes et écarts-types des paramètres mesurés.

Les 2 variétés se comportent différemment vis-à-vis de la contrainte hydrique, ce qui peut s'observer à travers l'analyse des composantes principales (figure 1). Tadelaght noire d'Aoulef semble plus tolérante que le haricot à hile noir. Elle se trouve localisée dans la partie positive des axes F1 et F2.

Tableau 5 : Moyennes et écarts-types des paramètres mesurés des organes floraux.

| Paramètres | Moyennes | Ecarts-types |
|------------------|----------|--------------|
| Boutons floraux | 56,10 | 18,71 |
| Fleurs fermées | 12,69 | 6,01 |
| Fleurs épanouies | 11,00 | 3,57 |
| Gousses < 1 cm | 14,55 | 4,74 |
| Gousses > 1 cm | 117,74 | 61,48 |



HNTF : haricot à hile noir témoin au stade floraison ;

HNTM : haricot à hile noir témoin au stade maturation ;

TNTF : tadelaght noire d'Aoulef témoin au stade floraison ;

TNTM : tadelaght noire d'Aoulef témoin au stade maturation ;

HNSF : haricot à hile noir stressé au stade floraison.

HNSM : haricot à hile noir stressé au stade maturation.

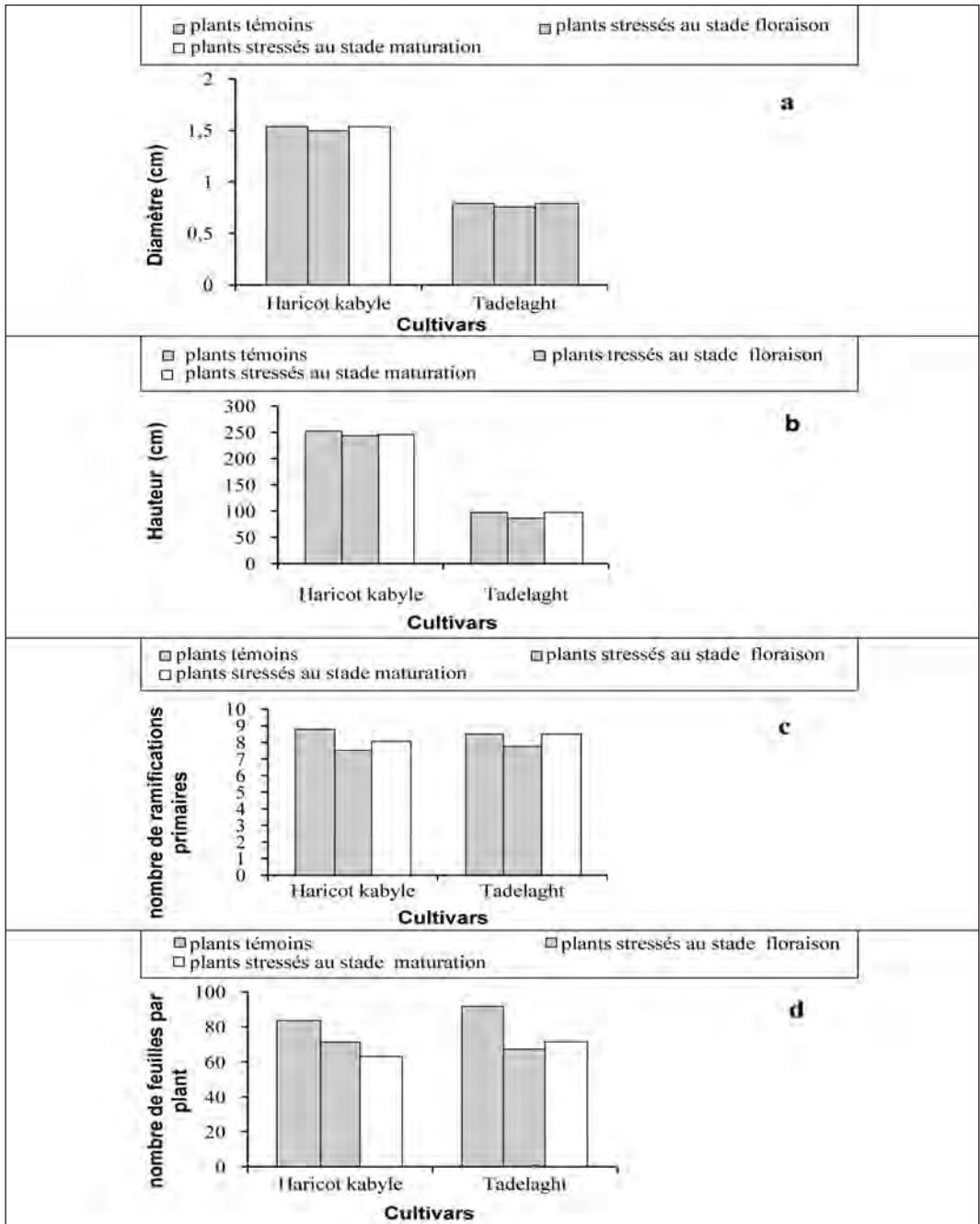
TNSF : tadelaght noire d'Aoulef stressée au stade floraison ;

TNSM : tadelaght noire d'Aoulef stressée au stade maturation.

Go > 1cm ou < 1 cm = gousses dont la longueur est supérieure ou inférieure à 1 cm ;

Fl. Fer. = fleurs fermées ; Bou. Flo. = boutons floraux ; Fl. épa. = fleurs épanouies.

Figure 1 : Disposition des variétés et paramètres étudiés (organes floraux) selon les axes F1 et F2 de l'ACP en fonction de leur sensibilité à la contrainte hydrique et du stade d'application du traitement.



a : diamètre ; b : hauteur ; c : nombre de ramifications primaires ; d : nombre de feuilles par plant.

Figure 2 : Impact de la suspension d'arrosage sur les composantes de la tige.

Les organes fructifères, eux aussi, constituent 2 groupes. Le premier comprend les gousses supérieures à 1 cm et les fleurs fermées qui paraissent moins sensibles au stress hydrique ; le second, plus affecté, rassemble les boutons floraux, les fleurs épanouies et les gousses dont la longueur est inférieure à 1 cm. Les premiers étant situés dans la partie positive de l'axe F2 et les seconds sont compris dans l'aire positive de l'axe F1 et négative de l'axe F2. Le stade le plus marqué par le manque d'eau est la floraison.

La chute des organes fructifères constitue un phénomène physiologique naturel. Dans le cadre de notre expérimentation, il est accentué chez les plants soumis à une contrainte hydrique.

La sensibilité des organes au manque d'eau se manifeste par une réduction du nombre particulièrement des boutons floraux et des gousses dont la taille est inférieure à 1 cm. Ainsi donc, au stade floraison, le haricot à hile noir se trouve diminué pour les premiers de 39,75% et pour les seconds de 39,17%.

Pour le stade maturation, l'impact de la restriction hydrique est également marqué chez les mêmes organes. Le nombre de boutons

floraux formés par les plants stressés à la maturation est réduit de 26,01% pour le cultivar à hile noir et de 11,87% pour Tadelaght ; quant aux gousses < 1 cm, le taux de réduction est de 22,22% pour le haricot à hile noir et de 21,47% pour Tadelaght. L'ensemble des variables est corrélé de manière significative à l'exception de quelques cas comme les gousses supérieures à 1 cm avec les fleurs épanouies et les fleurs fermées avec les fleurs épanouies (tableau 6). En effet, plus il y a de fruits développés et moins on a de fleurs ce qui traduit l'état d'avancement du stade maturation par rapport à la floraison.

Les facteurs tels que le rayonnement et les températures estivales conjugués à la suspension de l'arrosage peuvent avoir une action dépressive sur les processus de floraison en phase pré et post-florale (Craufurd *et al.*, 1998 ; EMAM *et al.*, 2007). Cette réduction du développement serait due à une accélération des activités métaboliques pour la préparation de la fécondation et le remplissage des gousses interrompu par le manque d'eau entraînant ainsi la coulure et/ou l'avortement de ces organes.

Tableau 6 : Matrice de corrélation des organes floraux.

| | Boutons floraux | Fleurs fermées | Fleurs épanouies | Gousses <1cm | Gousses >1cm |
|------------------|-----------------|----------------|------------------|--------------|--------------|
| Boutons floraux | 1 | 0,76 | 0,81 | 0,94 | 0,71 |
| Fleurs fermées | 0,76 | 1 | 0,64 | 0,75 | 0,95 |
| Fleurs épanouies | 0,81 | 0,64 | 1 | 0,75 | 0,59 |
| Gousses <1cm | 0,94 | 0,75 | 0,75 | 1 | 0,59 |
| Gousses >1cm | 0,71 | 0,95 | 0,59 | 0,59 | 1 |

En gras, valeurs significatives au seuil $\alpha=0,05$.

Les mesures biométriques

L'arrêt d'arrosage appliqué aux stades floraison et maturation induit une réduction de l'ensemble des organes mais plus marquée pour le nombre de feuilles par plant (figure 2). Toutefois, la différence n'est pas significative que ce soit pour le facteur cultivar ($F=0,26$; $p=0,62$) ou le régime hydrique ($F=2,87$; $p=0,81$).

Quant aux composantes du rendement, l'analyse de la variance révèle un effet hautement significatif à la fois pour les dimensions des graines ($F=3,05$; $p=0,0048$ pour la longueur et $F=32,22$; $p=0,007$ pour la largeur) et pour la longueur des gousses ($F=81,25$; $p=0,001$).

Le rendement et ses composantes

Les moyennes et écarts-types des variables mesurées sont indiquées au tableau 7.

La lecture de la figure 3 révèle que le cultivar Tadelaght produit plus de graines et plus de gousses par plant ce qui entraîne un rendement plus élevé par rapport au haricot à hile noir. Par contre, celui-ci est caractérisé par des organes de grandes dimensions. Les résultats obtenus montrent aussi une réduction des composantes du rendement notamment pour le nombre de gousses par plant (partie positive de l'axe F2 mais négative de l'axe F1) qui semble le paramètre le plus affecté par le manque d'eau

bien ressenti au stade floraison avec une chute de 22,3% pour le haricot à œil noir et 15,94% pour le second cultivar. Cela pourrait s'expliquer par la diminution des organes reproducteurs, en particulier les boutons floraux et les gousses < 1 cm chez les plants stressés, ce qui engendre par conséquent, moins de gousses mûres ; cette situation étant plus marquée chez le haricot à hile noir par rapport à Tadelaght noire d'Aoulef. A la maturation correspondant au remplissage des gousses, les réductions sont de 9,38% et 8,46% avec une plus grande sensibilité chez le haricot cultivé au nord du pays.

Le nombre de graines semble aussi affecté par le stress hydrique mais pas autant que les gousses. Les taux de réduction sont respectivement de 11,5% et 9% pour le haricot à œil noir et le cultivar du sud algérien au stade floraison.

Durant la maturation, l'effet de la contrainte est moins ressentie (6,72% en moins pour le premier cultivar et 4,56% pour le second). L'analyse statistique révèle une différence hautement significative pour le facteur cultivar ($F=20,07$; $p=0,001$ et $F=64,88$; $p=0,001$ respectivement pour le nombre de graines et celui des gousses) et significative pour le facteur régime hydrique dans le cas des gousses ($F=3,36$; $p=0,041$).

Tableau 7 : Moyennes, écarts-types et coefficients de variation des variables mesurées du rendement et ses composantes.

| Variables | Moyennes | Écarts-types | CV (%) |
|-----------|----------|--------------|--------|
| Pgo | 2,86 | 0,97 | 25,3 |
| Lgo | 14,80 | 2,28 | 16,2 |
| lGo | 0,75 | 0,16 | - |
| NGoP | 37,15 | 10,00 | 24,6 |
| NGrGo | 11,47 | 1,24 | 20,9 |
| PGr | 0,24 | 0,07 | 12,8 |
| LGr | 0,96 | 0,17 | 7,2 |
| lGr | 0,60 | 0,06 | 6,6 |
| Ren. pot. | 62,33 | 11,43 | |
| Ren. ré. | 21,65 | 3,26 | |

Pgo = poids d'une gousse ; Lgo = longueur d'une gousse ; lGo = largeur d'une gousse ; NGoP = nombre de gousses par plant ; NGrGo = nombre de graines par gousse ; PGr = poids d'une graine ; LGr = longueur d'une graine ; lGr = largeur d'une graine ; Ren. pot. = rendement potentiel ; Ren. ré. = rendement réel.

Tableau 8 : Matrice de corrélation des composantes du rendement.

| Variables | Pgo | Lgo | lGo | NGoP | NGrGo | PGr | LGr | lGr | Ren. Pot. | Ren. Re. |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Pgo | 1 | 0,99 | 0,99 | -0,92 | -0,87 | 1,00 | 0,99 | 0,97 | -0,32 | -0,58 |
| Lgo | 0,99 | 1 | 1,00 | -0,95 | -0,91 | 0,99 | 0,99 | 0,95 | -0,41 | -0,65 |
| lGo | 0,99 | 1,00 | 1 | -0,96 | -0,92 | 0,99 | 0,98 | 0,94 | -0,44 | -0,66 |
| NGoP | -0,92 | -0,95 | -0,96 | 1 | 0,99 | -0,91 | -0,92 | -0,80 | 0,68 | 0,84 |
| NGrGo | -0,87 | -0,91 | -0,92 | 0,99 | 1 | -0,86 | -0,87 | -0,73 | 0,75 | 0,88 |
| PGr | 1,00 | 0,99 | 0,99 | -0,91 | -0,86 | 1 | 0,99 | 0,98 | -0,30 | -0,57 |
| LGr | 0,99 | 0,99 | 0,98 | -0,92 | -0,87 | 0,99 | 1 | 0,96 | -0,34 | -0,63 |
| lGr | 0,97 | 0,95 | 0,94 | -0,80 | -0,73 | 0,98 | 0,96 | 1 | -0,10 | -0,39 |
| Ren.pot. | -0,32 | -0,41 | -0,44 | 0,68 | 0,75 | -0,30 | -0,34 | -0,10 | 1 | 0,89 |
| Ren.ré. | -0,58 | -0,65 | -0,66 | 0,84 | 0,88 | -0,57 | -0,63 | -0,39 | 0,89 | 1 |

En gras, valeurs significatives au seuil alpha=0,05

Pgo = poids d'une gousse ;

lGo = largeur d'une gousse ;

NGrGo = nombre de graines par gousse ;

LGr = longueur d'une graine ;

Ren. pot. = rendement potentiel ;

Lgo = longueur d'une gousse ;

NGoP = nombre de gousses par plant ;

PGr = poids d'une graine ;

lGr = largeur d'une graine ;

Ren. ré. = rendement réel.

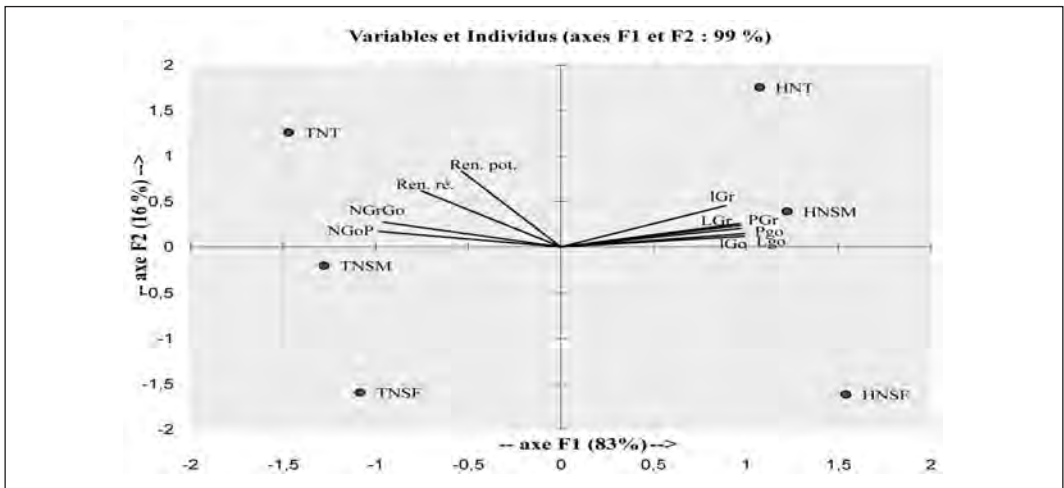
La matrice de corrélation établie (tableau 8) renferme les valeurs des coefficients entre 2 variables. Il en ressort que toutes les valeurs indiquées en gras sont significatives au seuil de 5%. Ainsi donc, nous pouvons relever que le poids de la graine et de la gousse est corrélé positivement avec leurs dimensions mais négativement avec leur nombre. Aussi, le rendement réel est significativement corrélé au rendement potentiel ainsi qu'au nombre de gousses par plant et de graines par gousse.

Les rendements réels obtenus pour chaque cultivar sont illustrés par la figure 4.

Le rendement obtenu avec les plants irrigués est supérieur à celui des plants non arrosés ce qui serait étroitement lié à la production de matière sèche (Zegaoui, 1999 ; Walter, 2003). De plus, celui-ci est plus faible lorsque l'interruption de l'arrosage est imposée au stade floraison et ce, pour l'en-

semble du matériel végétal utilisé. L'indice de récolte (tableau 9) enregistré est également plus faible au stade floraison qu'à la maturation avec respectivement 37,27% et 43,1% pour le haricot à hile noir et 75,33% et 77,47% pour Tadelaght).

L'effet de déficit hydrique plus marqué au stade floraison s'exprime par une plus grande sensibilité du nombre de gousses par plant ainsi que par le nombre de graines par gousse. La différence de poids des gousses n'est pas significative. Le poids des graines montre une sensibilité minime vis-à-vis de la restriction hydrique. Les mêmes constatations sont notées chez *Vigna radiata* pour lequel le stress hydrique provoque une diminution de 33 à 52% pour la production de graines par plante et seulement de 4 à 9% pour le poids moyen de la graine (Mouhouche *et al.*, 2002).



HNT : haricot à hile noir témoin ; HNSF : haricot à hile noir stressé au stade floraison ;
 HNSM : haricot à hile noir stressé au stade maturation ; TNT : tadelaght noire d'Aoulef témoin ;
 TNSF : tadelaght noire d'Aoulef stressée au stade floraison ; TNSM : tadelaght noire d'Aoulef stressée au stade maturation.

Pgo = poids d'une gousse ; Lgo = longueur d'une gousse ; IGo = largeur d'une gousse ; NGoP = nombre de gousses par plant ; NGrGo = nombre de graines par gousse ; PGr = poids d'une graine ; LGr = longueur d'une graine ; IGr = largeur d'une graine ; Ren. pot. = rendement potentiel ; Ren. Ré. = rendement réel.

Figure 3 : Disposition des 2 variétés et des paramètres étudiés (rendement et ses composantes) selon les axes F1 et F2 de l'ACP en fonction du niveau hydrique et du stade d'application du traitement.

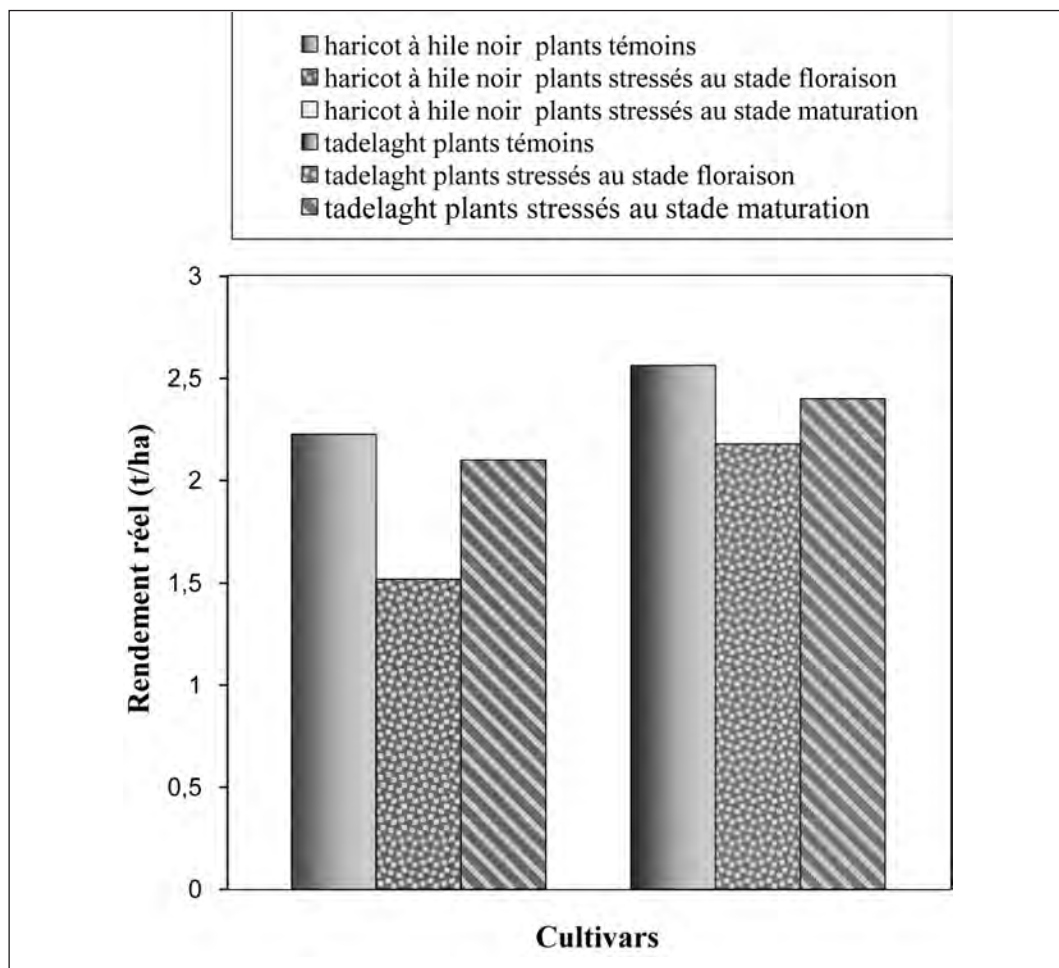


Figure 4 : Effet du déficit hydrique sur le rendement en grains des 2 cultivars étudiés.

D'après ces résultats, il ressort que le cultivar Tadelaght est plus tolérant au déficit hydrique comparé au cultivar haricot à hile noir. En effet, le premier présente un nombre de gousses par plant plus élevé par rapport au second qui manifeste un taux de réduction plus important. L'origine bioclimatique de ces deux cultivars pourrait être une source de différence quant à la réponse au manque d'eau. L'adaptation serait être d'ordre génétique (adaptation au milieu

sec), morphologique (port buissonnant, tige lignifiée, développement du système racinaire, anatomie des stomates,...) et/ou physiologique (importante nodulation, ajustement osmotique). Ajoutons à cela, la capacité que peut présenter une plante pour adopter une stratégie d'évitement du stress (Calmes *et al.*, 1985) ce que nous avons observé chez le cultivar Tadelaght (orientation parallèle des folioles aux rayons solaires au milieu des journées).

Le rendement en grains est une conséquence finale et majeure de la restriction hydrique. Dans le cas de cette expérimentation, l'arrêt d'arrosage engendre des chutes de rendement chez les plants stressés. Par ailleurs, il a été signalé qu'un rationnement en eau pendant la floraison et le grossissement des gousses présente les effets les plus marqués sur la baisse du rendement. En outre, la production des plants ayant subi l'arrêt d'arrosage diffère selon le stade d'application du stress. Les plus faibles rendements sont obtenus quand la contrainte hydrique survient durant le stade floraison et ce, dans le cas des 2 cultivars. Les taux de réduction sont de 31,83% et 14,84% respectivement pour le haricot à hile noir et Tadelaght ; ces résultats concordent avec ceux obtenus sur le niébé (Saar *et al.*, 2001) dans les pays du Sahel et ils sont de 5,82 % et 6,25 % quand l'arrêt d'arrosage est appliqué au stade maturation. De ce fait, le stade critique à la restriction hydrique pour l'élaboration du bon rendement est bien le stade floraison. Cette observation va de paire avec celle rapportée sur le dolique de Chine (Chaux et Foury, 1994). Les taux de réduction du rendement obtenu chez les plants ayant subi un arrêt d'arrosage ne sont pas importants chez le haricot dolique par rapport à ceux relevés chez d'autres espèces étudiées comme par exemple le cas du haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) qui manifeste une mauvaise adaptation aux stress climatiques. La tendance élevée du rendement du dolique sous les conditions de limitation d'eau serait étroitement liée à la flexibilité ontogénétique de l'espèce qu'à toute autre réponse physiologique (Bateet Hall, 1981).

CONCLUSION

Les données obtenues à l'issue de cette expérimentation montrent que la contrainte hydrique engendre un raccourcissement de la durée du cycle phénologique et un avancement des dates de récolte. Il a été constaté également une chute des organes fructifères et une réduction des paramètres biométriques. Les composantes du rendement aussi s'en trouvent affectées avec pour conséquence une baisse du rendement. La différence de réponse vis-à-vis du déficit hydrique compte tenu de la plupart des paramètres étudiés nous suggère une meilleure tolérance du cultivar du Sud algérien par rapport à celui cultivé au Nord du pays, donnée, entre autres, pouvant être exploitée dans un programme d'amélioration variétale.

Références bibliographiques

- Aïd-Houchi, A., Achour, Z. et Baleh, Z. (1999) Caractérisation morphologique, biométrique et phénologique de 3 variétés algériennes de haricot dolique (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., Journées d'Agronomie, Université de Mostaganem, octobre 1999.
- Anonyme (2005) Données météorologiques, Office National de Météorologie, station de Tizi Ouzou.
- Bado, B.V. (2002) Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse pour l'obtention de grade de philosophie doctor. Université Laval, Québec.

- Baudoin, J.P. (2001) Contribution des ressources phylogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales. *Biotechnol. Agron. SOC Environ.*, 5 (4) : 221-230.
- Bate, L.M. et Hall, A.E. (1981) Stomatal closure with soil water depletion not associated with changes in bulk water status. *Oecologia*, 50 : 62-65.
- Borget, M. (1989) Les légumineuses vivrières, Paris : Maisonneuve et Larose, 161p.
- Calmes, J., Viala, G., Gelfi, N. et Blanchet, R. (1985) Influence du déficit hydrique sur trois variétés de soja : effet sur la protéogénèse des graines. *Agronomie*, 3 : 169-176.
- Chaux, C. et Foury, C. (1994) Productions légumières : légumes fruits. Tome 3. Ed. Lavoisier, Paris, pp : 77-142.
- Craufurd, P.D., Pojang, M., Wheeler, T.R. et Summerfield, R.J. (1998) Heat tolerance in Cowpea : effect of timing and duration of heat stress. *Ann Appl Biol*, 133 : 257-67.
- Emam, Y., Ranjar, A.M. et Bahrani, M.J. (2007) Evaluation of yield and yield components in wheat genotypes under post-anthesis drought stress. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 11 (1) : 317-328.
- Kentour, S. (1999) Contribution à l'étude des protéines des graines de haricot dolique (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) au cours d'un essai à l'I.T.M.A. de Boukhalfa, Mémoire de D.E.S en Biologie, U.M.M.T.O., 52 p.
- Medjbeur, D. (2002) Effet d'une contrainte hydrique sur l'évolution de la distribution des composés azotés et des sucres solubles au cours du développement de 2 cultivars de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Thèse de Magister en biologie. U.M.M.T.O., 96p.
- Mouhouche, B., Ruget, F., Halitim, A. et Delecolle, R. (2002) Effets du stress hydrique appliqué à différentes phases phénologiques sur les composantes du rendement exprimées en poids du haricot nain (*Phaseolus vulgaris* L.) In : Ministère de l'Agriculture, eds. Actes du séminaire national sur les légumineuses alimentaires, Hammam Bouhadjar, Algérie, 296p.
- Saar, B., Diouf, O., Diouf, M., Roy-Macauley, H. et Brou, C. (2001) Utilisation de paramètres agronomiques comme critères de résistance à la sécheresse chez trois variétés de niébé cultivées au Sénégal et au Niger. *Sécheresse*, 12 : 259-266.
- Sinha, SK. (1980) Légumineuses alimentaires, répartition, adaptation, biologie du rendement. FAO, Rome, 365 p.
- Varrota, V.G. (2010) Response of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) to water stress and phosphorus fertilization. *Journal of Agronomy*, 9(3) : 87-91, 210.
- Walter, L. (2003) Physiological plant ecology, Ed. Dunod, 213 p.
- Zegaoui, Z. (1999) Contribution à l'étude de la nutrition azotée chez *Phaseolus vulgaris* L. : effets du stress osmotique. Thèse de Magister, USTHB, 132 p.