

# Rendement agronomique du blé et de l'orge dans les parcelles associées des jeunes pacaniers à Sidi Mbarek au nord de la Tunisie

J.P. Banga Banga Kalala<sup>1,2\*</sup>, A. Albouchi<sup>1</sup>, G. Bouzaïen<sup>1</sup>, Z. Nasr<sup>1</sup> & K.W.T. Tshibangu<sup>3</sup>

Keywords: Agroforestry association- Durum wheat- Intercropping- Barley- Pecan-Performance- Tunisia

## Résumé

*La productivité de deux associations agroforestières est étudiée dans la région de Mateur au nord de la Tunisie (bioclimat subhumide). Il s'agit des cultures du blé dur et de l'orge en association avec des jeunes pacaniers âgés de 8 ans pendant leur phase improductive (0 à 10 ans), afin de promouvoir la culture de cet arbre à fruits secs dans la région, occuper le sol et améliorer les revenus des populations rurales. Les pacaniers sont plantés à la densité de 5 m x 5 m tandis que le blé et l'orge sont semés à la volée ( $\pm 200$  plants/m<sup>2</sup>) dans les bandes situées entre les rangées des pacaniers (EA), près des pacaniers (SA) et dans le champ témoin sans arbres (TE) avec les mêmes caractéristiques pédoclimatiques. Les résultats obtenus montrent que les rendements des cultures intercalaires dépendent de l'emplacement de semis. Les rendements du blé dur semé entre les lignes des pacaniers (8,4 t/ha) et ceux du témoin (8,6 t/ha) ne présentent pas statistiquement une différence significative, tandis que les rendements du blé semé près des pacaniers (3,5 t/ha) et ceux du témoin (8,6 t/ha) présentent une différence très significative. Les rendements de l'orge semée entre lignes des pacaniers (6,2 t/ha), près des pacaniers (1,9 t/ha) et ceux du témoin (8,6 t/ha) sont significativement différents. La compétition des racines superficielles des pacaniers ainsi que l'ombrage des troncs et branches sont pointés comme la cause principale de la baisse du rendement en SA. Le pacanier cohabite facilement avec les cultures annuelles d'hiver à cause du décalage phénologique. Ce système est productif et durable quand il est pratiqué au-delà de 1 m du pacanier.*

## Summary

### Productivity of Wheat and Barley in Plots Associated with Young Pecan in Sidi Mbarek at North of Tunisia

*The productivity of two agroforestry associations is studied in the region of Mateur north of Tunisia (bioclimate subhumid). This crop of durum wheat and barley in association with young people aged 8 years during unproductive phase (0 to 10 years) to promote the cultivation of this tree to dry fruit in the region, occupy the land and improve incomes of rural populations. The pecans are planted at a density of 5 m x 5 m while wheat and barley are sown on the fly ( $\pm 200$  plants/m<sup>2</sup>) in the bands between the rows of pecan (EA), near the pecan (SA) and in field control without trees (TE) with similar soil and climatic characteristics. The results show that the yields of intercropping depend on the location of planting. The yields of durum wheat sown between rows of pecan (8.4 t / ha) and those of the control (8.6 t / ha) are not statistically significant difference, while yields of corn planted near the pecan (3.5 t/ha) and those of the control (8.6 t/ha) have a very significant difference. The yield of barley sown between rows of pecan (6.2 t/ha), near the pecan (1.9 t/ha) and those of the control (8.6 t/ha) are significantly different. The competition of surface roots of pecan and shading of the branches are pointed in SA as the main cause of declining performance. The pecan coexists easily with winter annual crops because of phenological shift. This system is productive and sustainable when it is practiced beyond 1 m from the pecan.*

## Introduction

Les associations arbre-culture font partie intégrante du paysage agricole Nord-africain. La plus ancienne de toutes ces associations étant «olivier/orge»; une telle association a permis aux ancêtres de l'Afrique du Nord de surmonter les sécheresses les plus ardues (14). De nos jours, la mobilisation des eaux du nord de la Tunisie et l'irrigation ouvrent de

nouvelles perspectives d'intensification des cultures pouvant contribuer à l'amélioration des revenus des petits agriculteurs. Ces systèmes de culture peuvent également jouer un rôle essentiel dans la séquestration du carbone, répondant ainsi aux préoccupations de la société sur le changement climatique global (2). L'introduction des espèces semi-forestières

<sup>1</sup>Institut National de Recherches en Génie Rural Eaux et Forêts, P.B.10, Rue Hedi Karray, Ariana, 2080 - Tunisie. Fax: 0021671717951

<sup>2</sup>Institut National Agronomique de Tunisie. 43, Avenue Charles Nicolle 1082 - Tunis- Mahrajène, Tunisie. Fax: 0021671799391

<sup>3</sup>Université Officielle de Mbuji -Mayi «UOM», Kasai Oriental, RD Congo. B.P. 225, Avenue de l'Université. Fax: 243-88-5411, 32-3-70-6581

\*Adresse- E-mail de contact: cabral155@yahoo.fr

Reçu le 06.12.10 et accepté pour publication le 22.02.12.

telle que le noyer ou le pacanier peut être un levier socio-économique important malgré que la période de la première fructification de l'arbre constitue un frein au développement de telles espèces. Le pacanier a été introduit au Nord de la Tunisie dans les petites exploitations agricoles et dans les clairières forestières afin de promouvoir sa culture et améliorer les revenus des populations rurales (10). Il est planté à des densités allant de 5 m x 5 m jusqu'à 20 m x 20 m, et rentre tardivement en production (10<sup>ème</sup> année); ce qui induit une occupation non bénéfique du sol, exposant celui-ci à l'érosion, et provoquant le désistement de la majorité des exploitants impliqués et jadis, intéressés par cet arbre à usage multiple (fruits, bois, feuilles, racines, etc). La recherche d'une meilleure occupation du sol répondant bien aux aspirations des propriétaires de terrain serait possible grâce à une association de cultures céréalières avec les jeunes arbres de pacanier (Photo 1). En effet, il est possible de combler cette période d'attente par des cultures associées d'hiver ou d'été tout en respectant la croissance de l'arbre, assurant ainsi la durabilité du système pendant les 10 premières années. Cependant, les bases scientifiques de ces associations sont peu étudiées de par le monde, notamment dans les régions sud de la Méditerranée. L'objectif de notre étude a consisté à évaluer l'impact de ces arbres sur le rendement agronomique du blé et de l'orge d'hiver durant une saison culturale afin de répondre aux questions suivantes: (i) est-il possible de pratiquer une culture annuelle associée à des pacaniers au Nord de la Tunisie ? (ii) quelle pourrait être le rendement agronomique de cette association par rapport aux cultures pratiquées en plein champs ?



Photo 1: Remplissage des grains (avril).

## 2. Matériels et méthodes

### 2.1 Site expérimental

Le site d'expérimentation est situé à Sidi Mbarek dans la région de Mateur, au nord de la Tunisie (37°15'N-9°48'E, Alt: 500 m). Ce site appartient à l'Institut National de Recherches en Génie Rural, Eaux et Forêt de Tunisie (INRGREF). La région de Mateur est caractérisée par un hiver froid, pluvieux et un été chaud et sec. Les températures minimales sont enregistrées durant les mois de janvier-février et sont comprises entre 6 et 7 °C, tandis que les températures maximales sont enregistrées en été, de juillet à août; elles sont autour de 33 °C (10). Le climat est méditerranéen avec une pluviométrie moyenne annuelle de 550 mm

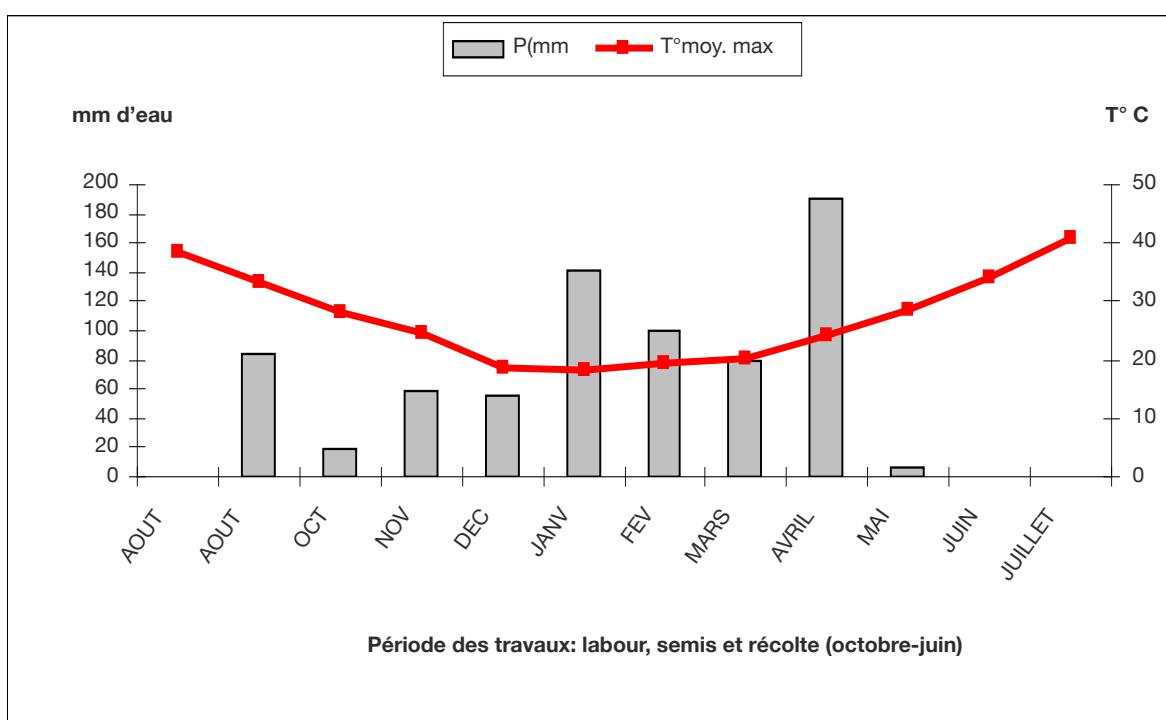


Figure 1: Précipitations et températures moyennes décennales de la région de Mateur (source: Station météo de Mateur, 2010).

et un déficit hydrique moyen annuel de 150-200 mm. L'humidité moyenne du sol varie de 60 à 77% pendant la saison hivernale. La figure 1 montre la variation irrégulière des moyennes mensuelles maximales des précipitations et des températures recueillies par la station météorologique de la région. Les moyennes mensuelles sont décennales (1999 à 2009). Le sol est limono-argilo-sableux avec le pH de 7,4.

**2.2. Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé est composé des céréales d'hiver notamment : le blé dur, variété 'Karim' (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum* (Desf.) Husn) et l'orge, variété 'Manel' (*Hordeum vulgare* L. subsp. *Hexastichum* Celak) (5). Ces deux céréales sont associées aux jeunes pacaniers (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch), variété 'Mahan', famille des «juglandacées» plantés depuis 8 ans et atteignant une hauteur moyenne de 4 m, un diamètre moyen de 15 cm et une envergure (largeur de la frondaison) de 2 m (Photo 2).

**2.3. Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental est du type plan en tiroir composé de 2 blocs dont la superficie est de 300 m<sup>2</sup> soit 150 m<sup>2</sup> par bloc dans le verger des jeunes pacaniers. Chaque bloc est subdivisé en 3 parcelles égales de 50 m<sup>2</sup> dont 42 m<sup>2</sup> pour la bande entre les pacaniers (EA) distant de 1 à 4 m des arbres et 8 m<sup>2</sup> pour les parties sous les frondaisons des pacaniers (SA), dans un rayon de 1 m des troncs. Ainsi on a un total de 6 parcelles élémentaires (3 pour le blé et 3 pour l'orge) disposées aléatoirement (Figure 2). Ce champ expérimental n'a jamais été cultivé depuis qu'on a planté les pacaniers en 2000 soit 8 ans de jachère. En parallèle, on a semé du blé et de l'orge dans un champ témoin sans pacaniers (TE) de 54 m<sup>2</sup> selon le dispositif suivant: 2 blocs de 27 m<sup>2</sup> chacun, subdivisés à leur tour en 3 parcelles égales de 9 m<sup>2</sup> chacune soit au total 6 parcelles élémentaires occupées par le blé dur et de l'orge, disposées d'une façon aléatoire (Figure 2).

De même, le champ témoin n'a pas été exploité pendant 8 ans et présente les mêmes caractéristiques pédoclimatiques que celui comportant l'association pacanier/blé/orge. Le pacanier est planté à la densité de 5 m x 5 m (Photos 1 et 2). Le blé dur et l'orge ont été semés à la volée à raison de ± 200 plants/m<sup>2</sup> soit 90 à 130 kg des grains /ha. Les pratiques culturales ont été menées de la même manière dans les 2 champs sans l'utilisation d'engrais chimiques ou pesticides. Le semis a eu lieu au début du mois de novembre (photo 2) tandis que la récolte est effectuée le 1<sup>er</sup> juin.

Les composantes mesurées du rendement agronomique sont: nombre moyen d'épis/m<sup>2</sup>; nombre moyen de grains/épis; nombre moyen de grains/m<sup>2</sup>; poids moyen de 100 grains et le rendement moyen

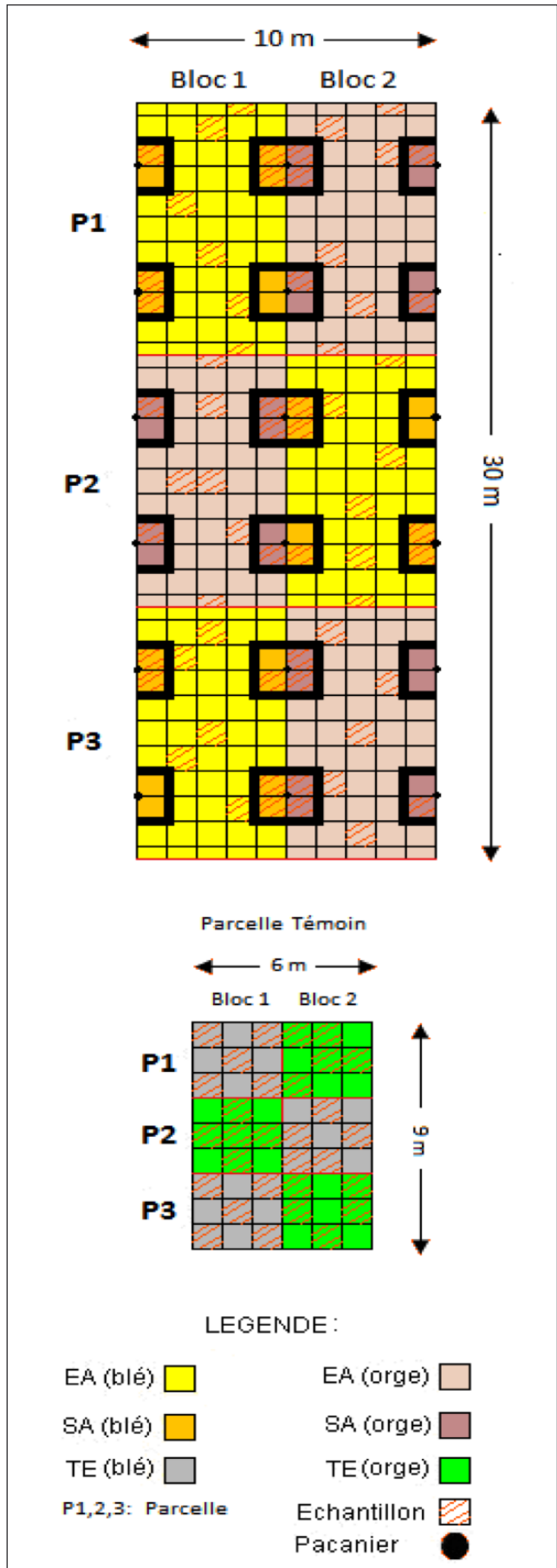


Figure 2: Dispositif expérimental: 2 blocs composés de 3 parcelles de blé et d'orge.



Photo 2: Semis à la volée du blé et de l'orge.

de grains ( $g/m^2$ ). Les grains par épis ont été comptés manuellement. Pour chaque composante mesurée, on a prélevé 15 échantillons (carreaux de  $1 m^2$ ) par bloc, soit  $15 m^2$  par traitement (EA, SA, TE), soit 45 échantillons par culture. La récolte et comptage manuel des épis secs du blé et de l'orge ont eu lieu le 1<sup>er</sup> juin à l'intérieur des carreaux de mesures. La production est pesée à l'aide d'une balance de précision de marque KERN 470 avec une précision de 0,1 g. Les données collectées de chaque composante mesurée ont été analysées à l'aide du logiciel statistique SAS. Il s'agit des analyses de la variance à un critère de classification (ANOVA). Dans le cas où

l'analyse de la variance révèle un effet significatif du facteur étudié pour une composante donnée, elle est suivie par une comparaison multiple des moyennes par la méthode de Newman et Keuls (4). La corrélation entre les composantes du rendement du blé et de l'orge avec le rendement ( $g/m^2$ ) est faite par usage des coefficients de corrélation de PEARSON afin de connaître les paramètres qui justifient la baisse de rendement (Tableau 1).

### 3. Résultats

Par rapport au témoin culture pure, dont le rendement est de 8,6 t/ha, le rendement du blé dur semé entre les lignes des pacaniers est de 8,4 t/ha et 3,5 t/ha pour le blé semé tout près des pacaniers soit une réduction respectivement de 2,4% et 60%. Pour l'orge, la culture pure (TE) a un rendement de 8 t/ha contre 6,2 t/ha de l'orge plantée entre les lignes des pacaniers (EA) et 1,8 t/ha de l'orge semée près des pacaniers (SA) soit une réduction de production respectivement de 22,5% et 77% (Figure 3). Les résultats d'analyse de la variance pour les différents paramètres étudiés du blé et de l'orge; notamment le nombre d'épis par  $m^2$ , le nombre de grains /épis par  $m^2$ , le nombre moyen de grains par  $m^2$ , le poids moyen de 100 grains et le rendement moyen de grains ( $g/m^2$ ) figurent au tableau 2. Il ressort de ce tableau que tous les paramètres étudiés présentent des différences significatives dans tous les traitements (EA, SA, TE), d'où le recours à la méthode de comparaison multiple de Newman et Keuls (Tableau 3).

**Tableau 1**  
Corrélation des composantes du rendement (paramètres mesurés) du blé et de l'orge par traitement (EA, SA, TE) avec le rendement ( $g/m^2$ )

Traitements	Nombre moyen d'épis/ $m^2$	Nombre moyen de grains /épis	Nombre moyen de grains/ $m^2$	Poids moyen de 100 grains
<b>Blé</b>				
EA	0,478 <sup>Ns</sup>	0,715 <sup>**</sup>	0,982 <sup>***</sup>	0,458 <sup>Ns</sup>
SA	0,367 <sup>Ns</sup>	0,665 <sup>**</sup>	0,661 <sup>**</sup>	0,704 <sup>**</sup>
TE	0,849 <sup>***</sup>	0,287 <sup>Ns</sup>	0,974 <sup>***</sup>	0,616 <sup>*</sup>
<b>Orge</b>				
EA	0,921 <sup>***</sup>	0,405 <sup>Ns</sup>	0,987 <sup>***</sup>	0,185 <sup>Ns</sup>
SA	0,766 <sup>**</sup>	0,479 <sup>Ns</sup>	0,928 <sup>***</sup>	0,419 <sup>Ns</sup>
TE	0,767 <sup>**</sup>	0,883 <sup>***</sup>	0,969 <sup>***</sup>	0,515 <sup>*</sup>

P>[r]

Ns= non significatif; \* P< 0,05= significatif; \*\* P< 0,01= hautement significatif;

\*\*\* P< 0,001= très hautement significatif.

Les valeurs (effets) de probabilité significative (p) sont indiquées dans le coin supérieur droit

**Tableau 2**

Résultats d'analyse de la variance pour les différents paramètres étudiés du blé et de l'orge: valeurs du test F et niveau de signification

Cultures	Nombre d'épis/ $m^2$	Nombre de grains /épis	Nombre de grains/ $m^2$	Poids de 100 grains(g)	Rendement en grains ( $g/m^2$ )
Blé	85,76 <sup>***</sup>	30,21 <sup>***</sup>	104,74 <sup>***</sup>	21,06 <sup>***</sup>	106,90 <sup>***</sup>
Orge	226,08 <sup>***</sup>	34,40 <sup>***</sup>	224,24 <sup>***</sup>	105,74 <sup>***</sup>	278,72 <sup>***</sup>

Pr > F;

Ns: effet non significatif; \*: effet significatif au seuil de  $\alpha=0,05$ ; \*\*: effet hautement significatif au seuil de  $\alpha=0,01$ ; \*\*\*: effet très hautement significatif au seuil de  $\alpha=0,001$ .

Tableau 3

Résultats des comparaisons multiples des moyennes par culture et par paramètre étudié (Test de Student-Newman-Keuls, n= 15)

Cultures et traitements	Nombre moyen d'épis / m <sup>2</sup>	Nombre moyen de grains/épis	Nombre moyen de grains /m <sup>2</sup>	Poids moyen de 100 grains	Rendement moyen de grains/m <sup>2</sup> (g/m <sup>2</sup> )
Blé					
EA	456 ± 3,7b	42,4 ± 1,5a	19300 ± 17,3b	4,36 ± 0,03a	842 ± 6,2a
SA	289 ± 2,4c	32,6 ± 0,9b	9453 ± 12,4c	3,75 ± 0,01b	354 ± 4,9b
TE	504 ± 4,2a	39,3 ± 1,2a	19814 ± 15,6a	4,35 ± 0,02a	863 ± 5,6a
Orge					
EA	493 ± 2,8a	33,8 ± 0,7b	16705 ± 20,4b	3,72 ± 0,01b	622 ± 6,1b
SA	177 ± 2,1b	31,4 ± 1,1b	5557 ± 10,3c	3,34 ± 0,05c	185 ± 4,3c
TE	502 ± 3,4a	38 ± 0,9a	19122 ± 17,2a	4,20 ± 0,02a	803 ± 7,2a

Les résultats obtenus à l'issue de cette analyse montrent que les moyennes d'une même colonne auxquelles ont été attribuées des lettres différentes, pour chaque culture, sont significativement différentes à  $p \leq 0,05$  par contre les moyennes avec la même lettre ne sont pas significativement différentes

EA: entre pacaniers; SA: sous pacaniers; TE: Champ témoin sans pacaniers.

Le rendement du blé semé entre les lignes des pacaniers (EA) n'est pas significativement différent du témoin (TE). Par contre, le rendement du blé semé près des pacaniers (SA) et celui du témoin (TE) sont significativement différents. Le rendement de l'orge semée entre les lignes des pacaniers (EA) et celui du témoin (TE) sont significativement différents. Le rendement de l'orge semé près des pacaniers (SA) et celui du témoin (TE) sont aussi significativement différents (Figure 3).

#### 4. Discussion

Le rendement agricole du blé et de l'orge dépend du nombre d'épis par m<sup>2</sup>, du nombre de grains par

épis, du nombre des grains par m<sup>2</sup> et du poids de 100 grains. Ceci est aussi confirmé dans les études faites en Ethiopie sur le blé associé aux *Eucalyptus* (12). L'analyse des résultats obtenus dans les surfaces emblavées par les deux cultures, le blé dur et l'orge dans le verger des jeunes pacaniers, montre que la productivité de chaque culture est fonction du lieu de semis (10). Le blé ou l'orge qui a été semé entre les lignes des pacaniers (EA) se comporte différemment de celui qui a été semé près des pacaniers (SA) et les deux se comportent différemment aussi par rapport au témoin (TE). De la germination à la récolte, le déficit hydrique important n'a pas été observé (Figure 1). La pluviométrie enregistrée pendant la campagne

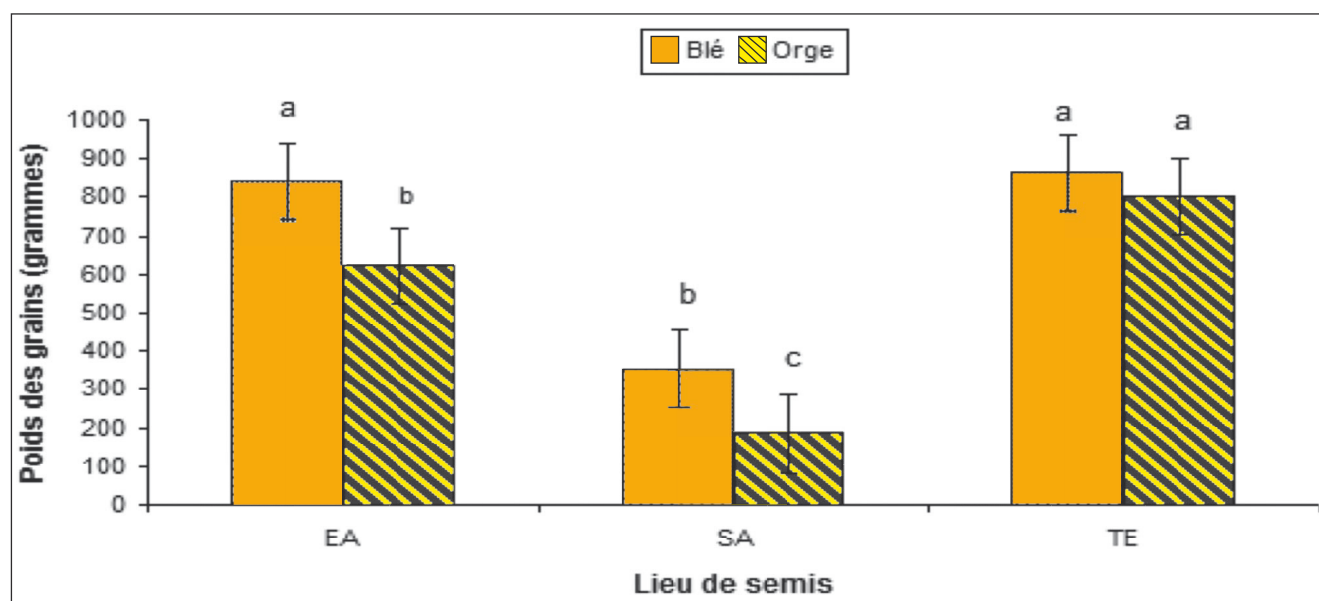


Figure 3: Rendement en grains du blé et de l'orge semés (g/m<sup>2</sup>) dans le verger des jeunes pacaniers en fonction de l'emplacement à Sidi Mbarek dans la région de Mateur au nord de la Tunisie.

EA: Entre pacaniers; SA: Sous pacaniers; TE: Champs témoins sans arbres.

hivernale montre indirectement que la disponibilité en eau n'a pas atteint son seuil critique.

#### 4.1. Rendement entre les pacaniers (EA)

Nous remarquons que le rendement du blé 'Karim' reste normal par rapport au témoin soit 8,4 t/ha contre 8,6 t/ha soit 2,4% de réduction par rapport au témoin. Les modèles ne prédisent pas de réduction significative de rendement dans les allées cultivées avant une dizaine d'années de plantation des arbres pour les céréales d'hiver sauf que leurs protéines sont augmentées en culture intercalaire (8). Le rendement de l'orge 'Manel' au site expérimental des parcelles situées entre les lignes des pacaniers et le rendement du témoin présentent une différence significative traduite par une réduction de 22,5% par rapport au témoin. Cette différence peut s'expliquer par l'impact des oiseaux (1) qui ont profité de la précocité de cette culture par rapport au blé et aux cultures avoisinantes. La variation de ce dernier rendement en grains peut être largement associée à la variation du nombre de grains/m<sup>2</sup> soit 16.705,6 dans les bandes situées entre pacaniers contre 19.122,2 chez le témoin (10). Le fait que ces deux cultures sont semées un peu loin des pacaniers; elles sont dans ce cas, loin de la zone exploitée par les racines superficielles des arbres et de l'ombre minime des troncs et des branches; leur production se rapproche de celle du témoin. Des résultats similaires ont été obtenus dans certains essais réalisés en Chine et aux Etats Unis (17) dans les peuplements de paulownias associés au blé dur d'hiver.

#### 4.2. Rendement près des pacaniers (SA)

Les rendements en grains du blé 'Karim' et de l'orge 'Manel' semés tout près des pacaniers (SA) sont significativement faibles par rapport au témoin (TE). La baisse de ce rendement est due essentiellement à la compétition racinaire des cultures intercalaires et celle des jeunes pacaniers pour l'alimentation en



Photo 3: Maturation des grains.

éléments minéraux et en eau (6). En effet, pendant l'hiver et le printemps, le facteur ombrage n'aurait pas une grande influence sur le rendement à cause de l'absence des feuilles sur les pacaniers (7). Les pacaniers réduisent la lumière reçue par la culture intercalaire surtout pendant l'été mais avec les céréales d'hiver, la réduction de l'éclairement sur les cultures intercalaires est faible pendant la phase végétative (Photo 3); c'est-à-dire de la germination jusqu'à la floraison. Ceci est confirmé par Zhu (17) qui précise que: «L'ombre des branches et des troncs des paulownia en hiver n'a pas d'influence remarquable sur le rendement des cultures intercalaires».

Cependant, l'humidité réelle du sol oscillant entre 65 et 77% a une influence remarquable sur le rendement (pas de déficit hydrique) à cause des précipitations enregistrées en hiver et au printemps (Figure 1). Par ailleurs, il paraît clairement dans d'autres expérimentations qu'une compétition en éléments nutritifs est plus importante dans les systèmes agroforestiers ne bénéficiant pas de fertilisation minérale (10). Cependant, quand on procède à une fertilisation des cultures, cette compétition devient moindre. Ceci a été observé aussi dans les expérimentations de l'équipe de Jose (10) réalisées sur le maïs en association culturale avec le noyer. Par ailleurs, le rendement des céréales dépend à la fois du nombre de grains et de leur poids/m<sup>2</sup>. Le nombre de grains dépend fortement de l'interception de la lumière, de la consommation en eau et d'autres éléments nutritifs quel que soit la proportionnalité pendant les 15 jours qui précèdent la floraison tandis que leur poids dépend, du rayonnement solaire intercepté pendant la phase de remplissage des grains, de la floraison à la maturité (13).

## 5. Conclusion

Le présent travail a permis d'obtenir des données novatrices sur l'intérêt d'associer le blé et l'orge aux jeunes pacaniers. Il a notamment permis de démontrer certains effets positifs et négatifs du système agroforestier visant à cultiver les céréales d'hiver avec les jeunes pacaniers sur la même parcelle. Le succès de ce système agroforestier pacaniers / blé / orge s'explique aisément par la remarquable complémentarité des arbres et des cultures: très fort décalage phénologique qui limite la concurrence pour la lumière à cause des arbres qui débourrent au moment du remplissage des grains du blé et de l'orge. Le rendement du blé semé entre les lignes des pacaniers n'est pas significativement différent de celui obtenu en plein champ pendant la saison hivernale. Cependant, le rendement du blé et de l'orge semé sous les houppiers des pacaniers a subi une baisse significative due essentiellement à la compétition racinaire des pacaniers et à l'ombrage

des troncs et des branches sans feuilles. Comme cette association n'a jamais été pratiquée dans la région, nous la considérons comme pionnière; et au vu des résultats préliminaires appréciables, nous pouvons la proposer, *a priori*, comme système agroforestier envisageable d'autant plus qu'elle apporte une plus-value aux exploitants pendant la phase immature des pacaniers. Toutefois, ces résultats nécessitent d'être confirmés sur plusieurs années. Les données de trois années consécutives, recueillies sur le même site, sont en cours d'analyse.

## Remerciements

Les auteurs remercient la Banque Africaine de Développement «BAD» pour son appui financier à cette étude ainsi que l'Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêt de Tunisie «INRGREF» à travers son Directeur Général Dr. M.N. Rejeb qui a accepté que ces recherches se fassent au sein de l'Unité d'Agrosylvopastoralisme pour les bénéficiaires des paysans de la Région de Mateur. Les auteurs désirent remercier également les chercheurs et techniciens suivants: Dr. A. Ayari, Dr. A. Khaldi, Dr. A. Laamouri, Ir. A. Ferjani, Dr. B. Kadiata, Dr. J.P. Muimana Kalala, M. Dhahri, Dr. M. L. Ben Jamaa, Dr. M. Nourri et le Dr. T. Sghaier pour leur contribution à cette étude.

## Références bibliographiques

- Albouchi A. & Balti B., 2004, Impact des oiseaux et de la concurrence exercée par un brise-vent de *Casuarina glauca* Sieb. sur le rendement d'une culture de blé dur (cv. Karim) en région subhumide. Annales de l'INRGREF, **6**, 95-110.
- Brandle J.R., Wardle T.D. & Bratton G.F., 1992, Opportunities to increase tree planting in shelterbelts and the potential impacts on carbon storage and conservation. In: R.N. Sampson and D. Hair, Editors, Forest and Global Change, American Forests, Washington, DC, pp. 157-176.
- Chirko C.P. *et al.*, 1996, Influence of direction and distance from trees on wheat yield and photosynthetic photon flux density in a paulownia and wheat intercropping system. Forest ecology and management, **83**, 3, 171-180 recommendations.
- Dagnelie P., 1998, Statistique théorique et appliquée. Tome 2, 1998.
- Deghaïs M., Kouki M., Gharbi M.S. & El Felah M., 2007, Les variétés des céréales cultivées en Tunisie. Institut National des Recherches Agronomiques de Tunisie, p. 445.
- Dufour L., Dupraz C. & Mayus M., 2008, Influence of tree competition on durum wheat growth and yield in two mediterranean agroforestry system. Agronomy for sustainable development. Rev. For. Fr n°1 «Spéciale agroforesterie», p. 82.
- Dupraz C. & Liagre F., 2008, Agroforesterie des arbres et des cultures. Edition France agricole p. 413.
- Dupraz C. & Liagre F., 2000, Etudes des pratiques agroforestières associant des arbres fruitiers de haute tige à des cultures ou des pâturages, p.186.
- Gate P., 1995, Ecophysiologie du blé. Technique et Documentation. Lavoisier, p. 429.
- Jose S., 2004, Interspecific interactions in temperate agroforestry. Agrofor. System, **61**, 237-255.
- Rejeb H., Albouchi A., Souayah N., Bouzaïen G. & Radhouan N., 2009, Stimulation chimique de la pousse printanière de cinq variétés de pacanier (*Carya illinoensis* (Wangenh) K, Koch) en Tunisie, Annales de l'INRGREF, n°13 p.163.
- Selamyihun K., Tekalign M. & Stroosnijder L., 2004, Eucalyptus-wheat interactions on Ethiopian -Agricultural Systems Volume **80**, Issue 2, pp. 151-170.
- Soltner D., 2005, Phytotechnie spéciale: les grandes cultures, 20<sup>ème</sup> édition 2005. p. 472.
- Terral J.F., 1997, La domestication de l'olivier en Méditerranée nord-occidentale: approche morphométrique et implications paléo climatiques. Thèse, université de Montpellier II, France, 136 pages.
- Thevathasan N.V., Gordon A.M., Simpson J.A., Reynolds P.E., Price G.W. & Zhang P., 2004, Biophysical and ecological interactions in a temperate tree-based intercropping system, J. Crop Improv. **12**, 1-2, 339-363.
- Torquebiau E., 2007, L'agroforesterie, des arbres et des champs. Editions Le Harmattan, p.151.
- Zhu Z., 1991, Evaluation and model optimization of *Paulownia* intercropping system. A project report, agroforestry system in China. Chinese Academy of Forestry, IDRC, Canada, pp. 30-43.

J.P. Banga Banga Kalala, Français, Mastère 2, Recherche en Bio-science de l'Environnement de l'Institut National Polytechnique de Toulouse «INPT»- 2007. Doctorant en Sciences Agronomiques de l'Institut National Agronomique de Tunisie «INAT» et recherches académiques à l'Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêt de Tunisie «INRGREF».

A. Albouchi, Tunisien, Docteur en Biologie (Ecophysiologie), Université de Tunis -1997. Maître de Recherche à l'Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêt de Tunisie «INRGREF» et Chef de l'Unité de Recherche d'Agrosylvopastoralisme.

G. Bouzaïen, Tunisien, Mastère en Agriculture durable de l'Institut Supérieur Agronomique de Chott- 2007; Doctorant en Sciences Agronomiques à l'Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêt de Tunisie «INRGREF».

Z. Nasr, Tunisien, Docteur en Ecologie d'Université Paris-Sud Orsay. Maître de Recherches Agricoles à l'Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêt de Tunisie «INRGREF».

K. w.T. Tshibangu, Belge, Docteur en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologiques, de l'Université Libre de Bruxelles (ULB)- 2001 (Belgique). Professeur à la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université Officielle de Mbuji-Mayi «UOM», Kasai Oriental, RD Congo.