

# INFLUENCE DE LA DATE D'APPLICATION DE L'AZOTE SUR LA QUALITÉ DU BLÉ TENDRE AU LIBAN (*TRITICUM AESTIVUM*)

**K. Joubrane & H. Machlab**  
Département d'Amélioration des Plantes  
Institut de Recherches Agronomiques Libanais  
Tal Amara, Zahlé BP 287, Békaa, Liban  
ka\_joubrane@hotmail.com

(Received 15 February 2002    Accepted 3 April 2003)

## RESUME

*Le présent travail porte sur l'effet de la date d'application de l'azote, pour 5 génotypes de blé tendre, Towpe, Nesser, Tanour, Bocro1, et Braigi, dans le but d'optimiser le choix de la date d'application en fonction des critères de productivité et de qualité, et d'évaluer les génotypes testés au niveau de la panification. Trois traitements azotés (120 kg/ha) sont appliqués, ils diffèrent par le nombre de fractions (2,3 et 4) apportées à 4 stades différents du développement de la plante. Les résultats obtenus au niveau du rendement et de la qualité ont montré l'influence du génotype sur le rendement, le poids spécifique, le poids de 1000 grains, et le nombre de jours à floraison et maturité, et ce en faveur de Braigi, Tanour, et Towpe. Le fractionnement de l'azote augmente la teneur en protéines chez toutes les variétés. L'interaction aussi, entre l'azote et le génotype améliore la force du gluten, chez Tanour et Bocro1. L'application de l'azote en deux apports, au moment du semis et durant le stade de tallage, améliore la qualité sans pour autant réduire le rendement. Concernant la panification, les génotypes Tanour et Bocro1, conviennent le mieux à la fabrication du pain arabe.*

**Mots clés:** blé tendre, panification, fertilization azotée

## ABSTRACT

*The study reports the effect of the application time of nitrogen on 5 bread wheat genotypes: Towpe, Nesser, Tanour, Bocro1, and Braigi, in order to determine the best method that would affect productivity, quality and baking characteristics. Studies were conducted during 2000-2001. Nitrogen fertilizer is split into 2,3 or 4 fractions and distributed according to the developmental stages of wheat. The results obtained for yield and quality analysis, describe the effect of genotype on yield characters, test weight, 1000 kernel weight, and the days of heading and maturity, especially for Braigi, Tanour and Towpe. The timing of nitrogen application had a positive effect on the seed protein content in all genotype. In addition, a positive nitrogen genotype interaction was observed in gluten strength especially,*

*for Tanour and Bocro1. Nitrogen fertilization in 2 splits (at planting and during tillering) improved grain quality without reducing its yield. Concerning baking quality, the genotypes Tanour and Bocro1 were more suitable for arabic bread making.*

**Keywords:** *bread wheat, baking characteristics, nitrogen fertilizer*

## INTRODUCTION

Le blé est originaire du Moyen Orient. Il constitue le produit le plus demandé sur le marché international. Deux espèces sont principalement cultivées, *Triticum aestivum*, ou blé tendre, et *Triticum durum*, ou blé dur. La production du blé dans le monde est soumise à des classifications spécifiques pour la qualité des grains, ainsi que pour la fabrication du pain.

La composition du grain de blé est fortement influencée par la variété et l'environnement. Les facteurs les plus importants qui affectent la qualité sont la dureté, la taille des grains et la teneur en protéines. D'autres tests comme le farinographe, le moulage, et la panification permettent la qualité boulangère.

La dureté du grain de blé a une influence majeure sur la qualité. Plus le blé est dur, plus l'absorption de la farine en eau sera faible (Rozenhal, 1975). La taille du grain est contrôlée génétiquement, mais également affectée par les conditions de croissance (Williams *et al.*, 1987). La composition en protéines est le critère le plus utilisé dans l'évaluation de la qualité du blé (Gupta *et al.*, 1991). Ce sont les protéines de stockage du grain, qui donnent les propriétés caractéristiques de la farine, lui permettant de faire la pâte. La qualité et la quantité des protéines sont importantes dans tous les types de pain.

La fertilisation azotée, le génotype, l'environnement et leurs interactions ont une influence sur la qualité (Luo *et al.*, 1999). L'application d'azote augmente la quantité des protéines et la dureté des grains. D'après Baker et Kosmolak (1997), l'interaction entre le génotype et l'environnement est significative vu que le génotype a un large effet sur la qualité du gluten et l'environnement a un effet sur la teneur en protéines.

La température et l'azote augmentent le pourcentage des protéines, et affectent négativement le poids des grains (Daniel et Triboi, 2000). Le poids des grains, la teneur et la composition des protéines sont inversement modifiés par la température et l'azote.

Anderson et Hoyle (1999) ont également suggéré que la fertilisation azotée influe uniquement sur le rendement en grains ou sur la teneur en protéines. Woodard et Bly (1998) ont montré aussi que la dose d'azote appliquée avant le semis améliorait le rendement aux dépens de la teneur en protéines. Par contre, en fractionnant la dose d'azote en deux parties (avant le semis et pendant le tallage), la teneur en protéines croît et le rendement décroît.

Le facteur azote influe sur le rendement en grains. Il peut améliorer la qualité, plus précisément la teneur en protéines aux dépens du rendement qui diminue dans ce cas. Les facteurs génotype et environnement, modifient en effet, le flux d'azote dans la plante.

Le présent travail consiste à étudier l'effet de la date d'application de l'azote, l'effet du génotype, et leur interaction, sur la composition du grain et la qualité boulangère du blé

tendre. Un deuxième objectif consistera à transmettre les informations aux agriculteurs, afin de les orienter vers une meilleure méthode de fertilisation azotée, l'application actuelle, excessive en azote, étant fortement polluante.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel végétal

Cinq génotypes de blé tendre (Towpe, Nesser, Tanour, Bocro1, et Braigi) ont été testés. Les quatre premiers sont originaires de l'International Center for Agricultural Research in Dry Areas, et le dernier est une variété locale. Le génotype Nesser est cultivé au Liban depuis longtemps. Il est caractérisé par un rendement élevé, mais il est sensible à la rouille jaune. Les autres génotypes sont en cours d'expérimentation depuis quelques années. Towpe est une variété à rendement élevé et à qualité faible. Tanour est une variété à rendement et qualité élevés. Bocro 1 est une variété à rendement moyen et à qualité moyenne. Le génotype Braigi est caractérisée par un rendement moyen. Il est souvent préféré par les agriculteurs pour son adaptation spécifique aux conditions de la région.

### Traitement azoté

Un apport d'azote de 120 Kg/ha, sous forme de nitrate d'Ammonium a été choisi suite à une analyse du sol. Trois traitements ont été appliqués, différents par le nombre de fractions et le stade d'application. Le Tableau I donne les dates d'application de l'azote.

TABLEAU 1

Date d'Application des Différents Traitements Azotés

Traitement	Azote Application 1	Azote Application 2	Azote Application 3	Azote Application 4
Traitement 1 T1	1/2 N semis 15-11-2000	1/2 N tallage 27-02-2001		
Traitement 2 T2	1/3 N semis 15-11-2000	1/3 N tallage 30-01-2001	1/3 N montaison 21-03-2001	
Traitement 3 T3	1/4 N semis 15-11-2000	1/4 N tallage 30-01-2001	1/4 N montaison 21-03-2001	1/4 N gonflement 03-04-2001

### Site de plantation

L'expérimentation a eu lieu à l'Institut de Recherches Agronomiques Libanais – Tal Amara. Le climat est souvent caractérisé par un hiver froid et enneigé, un été chaud et sec. Quant au sol, il est plutôt du type argilo calcaire, avec un pH est de 7,2 à 7,5.

### **Dispositif expérimental**

L'expérimentation a été menée selon le dispositif "Split plot-RCBD", à deux facteurs. Le premier facteur concerne la date d'application de l'azote (main plot), et le deuxième facteur correspond à la variété (sub plot) avec trois répétitions. La superficie de chaque bloc (main plot) est de 22,5 m<sup>2</sup>. La superficie du sous bloc (sub plot) est de 4,5 m<sup>2</sup>. Chaque sous bloc est constitué de 6 lignes de 2,5 m. L'analyse des données a été effectuée à l'aide du logiciel MSTATC "Analyse factorielle".

### **Critères de productivité examinés**

Des observations ont été prises au champs, durant la période végétative. Elles concernent la date de levée et les nombres de jours à épiaison et maturité. De chaque sous bloc, les quatre lignes centrales sont récoltées. Le rendement en grains, le rendement biologique, l'indice de récolte, le rendement en paille et la hauteur de la plante sont mesurés.

### **Critères de qualité examinés**

Les analyses de qualité ont été effectuées sur les grains, la farine, la pâte, et le pain. La qualité des grains a été évaluée sur la base de la dureté, du poids de 1000 grains et du poids spécifique. La qualité de la farine et de la pâte ont été évaluées selon le pourcentage de protéines, le pourcentage d'extraction en farine, la force du gluten déterminée par le test de "Pelshenke" et la force de la pâte mesurée à l'aide d'un farinographe. La fabrication artisanale du pain arabe s'est faite de la même façon, sur 15 échantillons choisis de tous les traitements. Des observations visuelles ont été prises durant la panification, sur la réactivité de la pâte, et du pain.

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

### **Critères de productivité**

Un effet significatif du génotype a été noté pour le rendement en paille, l'indice de récolte, la hauteur de la plante, et le nombre de jours à épiaison et à maturité (Tableau 2). Les traitements azotés n'ont pas eu d'effet sur les caractères de rendement. Il en est de même pour l'interaction entre le génotype et le traitement azoté. Des travaux antérieurs ont montré des résultats similaires, au paravent (Luo *et al.*, 1999).

En ce qui concerne les jours à épiaison et à maturité, la variété locale "Braigi" a été plutôt tardive (163 j), tandis que les nouvelles variétés ont été précoces, en particulier "Tanour" (158 j).

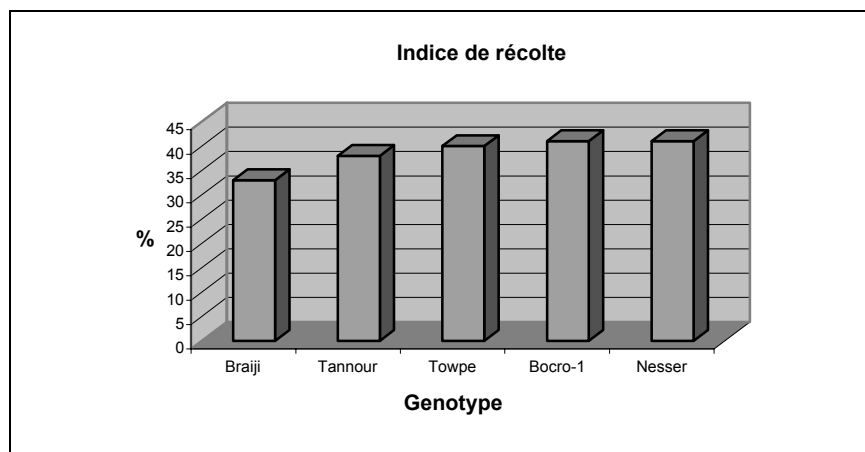
Pour ce qui est hauteur de la plante et rendement en paille, c'est également la variété locale "Braigi", qui s'est développée le plus (93 cm), et qui a conduit au meilleur rendement en paille. Cependant, "Braigi" a présenté l'indice de récolte le plus bas (33 %) (Figure 1). Ces résultats indiquent que Braigi a un bon potentiel de paille mais un faible rendement en grains. Parmi les nouvelles variétés, "Towpe" et "Tanour", ont présenté un rendement élevé en paille et en grain. Ces variétés seraient donc plus appropriées aux conditions libanaises.

**TABLEAU 2**

**Valeurs F, et Coefficients de Variation Tirés de l'Analyse Factorielle ANOVA, pour les Caractères de Productivité**

Caractères de productivité	Source de variation	Valeur-F	Coefficient de variation
<b>Rendement en grain</b>	N	0,03	15 %
	G	0,69	
	I	0,31	
<b>Rendement en paille</b>	N	0,13	12 %
	G	17,2 **	
	I	0,68	
<b>Hauteur de la plante</b>	N	3,5	4 %
	G	38,2 **	
	I	1,07	
<b>Nombre de jours à épiaison</b>	N	0,86	0,8 %
	G	247,9 **	
	I	1,22	
<b>Nombre de jours à maturité</b>	N	0,76	0,5 %
	G	44,7 **	
	I	1,09	

\*\* = Hautement significatif à 1%. N = date d'application de l'azote, G = génotype, I = interaction



**Figure 1. Variabilité de l'indice de récolte chez les génotypes du blé tendre.**

### Critères de qualité

Les résultats obtenus pour le poids de 1000 grains et le poids spécifique montrent que l'effet du génotype a été significatif contrairement à celui de l'azote (Figure 2). C'est la variété "Braji" qui a présenté la taille la plus importante en grains (40g). Les nouvelles variétés "Tanour" et "Towpe", ont également un poids de mille grains élevé, associé à des caractères de productivité élevés. Les génotypes testés sont classés en extra lourds (80-83 kg/hectolitre), critère d'une qualité de grains.

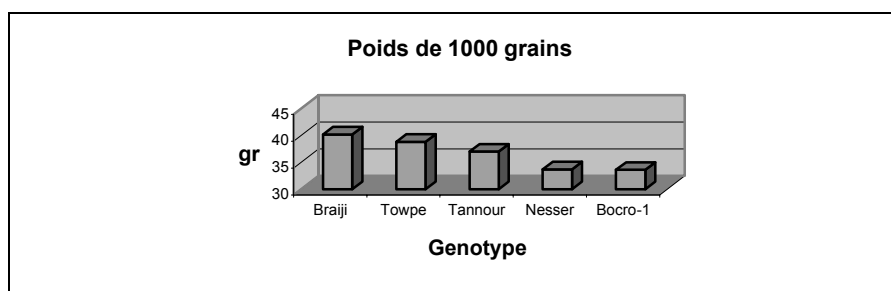


Figure 2. Moyenne du poids de 1000 grains (gr) chez les génotypes de blé tendre.

La date d'application de l'azote, a eu un effet significatif sur le pourcentage de protéines dans la farine. Le traitement T1, qui consiste à fractionner l'apport de l'azote en deux applications, a conduit au pourcentage de protéines le plus élevé (13,5 %) chez l'ensemble des génotypes étudiés (Figure 3). Ce pourcentage de protéines diminue progressivement au fur et à mesure du fractionnement de l'apport d'azote (13 % et 12,4 % dans les traitements T2 et T3, respectivement). Ces résultats sont en accord avec ceux précédemment obtenus dans la station agronomique de l'INRA, pour d'autres génotypes (Daniel et Triboi, 2000).

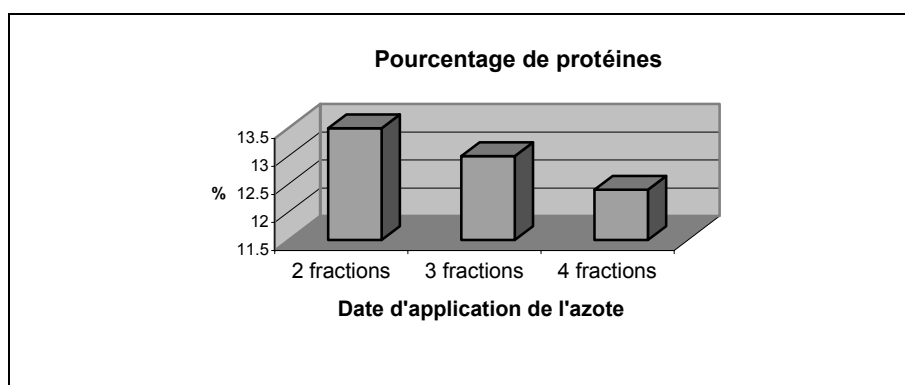
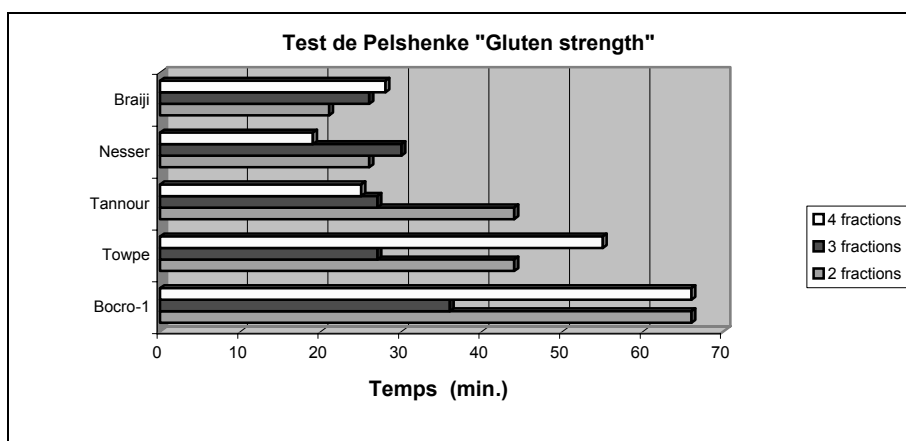


Figure 3. Effet de la date d'application de l'azote, sur le pourcentage en protéines du blé tendre.

Les résultats correspondant au test de Pelshenke, révèlent une interaction significative entre le génotype et la date d'application de l'azote (Figure 4). La force du gluten s'est révélée faible chez l'ensemble des génotypes testés. L'amélioration de cette force du gluten par le fractionnement de l'azote en 2 et 4 applications (T1 et T3) est significative chez



les génotypes "Towpe" et "Bocro1".  
 0-30 min = extra faible, 31-65 min = très faible, 66-120 min = faible.

**Figure 4. Interaction entre le génotype et la date d'application de l'azote et son effet sur la force du gluten.**

Les résultats d'analyse au farinographe confirment les résultats du test de Pelshenke, montrant ainsi la faiblesse de la pâte de tous les génotypes testés. Les traitements azotés n'ont eu d'effet significatif, ni sur les caractéristiques de la pâte, ni sur le degré d'extraction de la farine et la dureté.

En revanche, l'effet du génotype est significatif (Tableau 3). "Bocro1" et "Towpe" en effet, ont exprimé un meilleur développement FDT, en comparaison avec les autres. Tandis que "Nesser", a montré une meilleure tolérance au mixage, FMT. Le génotype "Brajji", s'est montré significativement tendre que les nouvelles variétés ; par conséquent, il peut être classé comme "très tendre" en comparaison avec les autres variétés considérées comme "moyennement dur" à "dur", et qui seraient plus favorables au moulage.

En se basant sur les observations visuelles, les traitements azotés n'ont pas présenté d'effet significatif sur la pâte et le pain, durant la fabrication du pain arabe, chez toutes les variétés. Les variétés "Brajji" et "Towpe", ont présenté des problèmes durant le pétrissage et le façonnage, tandis que "Tanour", "Bocro1", et "Nesser" étaient plus faciles à manipuler.

TABLEAU 3

## Résultats des Analyses de Farinographe en Relation avec les Génotypes

Génotype	FAB %	FDT min	FST min	FMT bu	Extraction %	PSI %
Towpe	60,5	2,6 ◀	3,6	118	75	49
Nesser	61,5 ◀	2,3	3,2	133 ◀	73	48
Tanour	61,2 ◀	2,5	3,3	127	71	49
Bocrol	62,8 ◀	2,6 ◀	3,6	103	72	48
Braigi	57,0	2,2	3,0	122	71	60 ◀
Moyenne	60,6	2,4	3,3	121	72	51
Valeur-F	37,4 **	2,8 *	0,6 NS	2,73 *	2,3 NS	127,8 **
Ppds	0,62	0,2	0,6	11,8	1,8	0,8
CV	1 %	7 %	18 %	10 %	2 %	2 %

\*\* = hautement significatif à 1 % \* = significatif à 1% CV = Coefficient de variance  
 NS = non significatif ◀ = génotypes dont leur moyenne est significativement différente.  
 bu= unité brabender.

FDT = temps du développement (<2 min= très faible, 2-4 min= faible, 4-8= moyennement résistante, 8-10= résistante, >10= très résistante)

FST= temps de stabilité (<2 min= très faible, 2-4 min= faible, 4-7= moyennement faible, 7-10= moyennement résistante, 10-15 =très résistante)

FAB= absorption en eau ( élevée sera préférable)

FMT= tolérance au mixage (>200 bu= très faible, 150-199= faible, 100-149= moyennement faible, 50-99= moyennement résistante, <49= très résistante)

PSI= particular size index, dureté (<40 %= très dur, 40-48 %= dur, 49-59 %= moyennement dur, > 60 %= tendre).

## CONCLUSIONS

Les résultats obtenus dans cette étude ont démontré l'influence du génotype sur le rendement, le poids spécifique, le poids de 1000 grains, la hauteur de la plante, et le nombre de jours à épiaison et à maturité.

Le fractionnement de l'azote a entraîné une augmentation du pourcentage des protéines chez toutes les variétés. L'interaction entre le génotype et l'azote a amélioré la force du gluten chez l'ensemble des génotypes testés, qui sont initialement de très faible gluten. De plus, la date d'application de l'azote n'a pas eu d'effet sur le rendement en grains, ni sur les caractères de la pâte, l'extraction de la farine et la dureté. L'effet majeur sur ses paramètres revient uniquement au génotype.

Bien que les génotypes de blé tendre étudiés soient de "faible gluten", ils sont utilisés dans la fabrication du pain arabe en mélange avec d'autres variétés de blé tendre. "Tanour" et "Bocrol" peuvent être mélangés dans une proportion de 25 %, tandis que "Towpe" et "Braigi" ne peuvent être mélangés qu'à 5%, sachant que ces deux dernières variétés sont recommandées pour la fabrication du pain mince aplati "Sagg"(thin flat bread).



Finalement pour optimiser la qualité du blé tendre au Liban, l'apport de l'azote doit être fractionné en deux fois, et appliqué respectivement au moment du semis et au tallage.

### REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le personnel du International Center for Agricultural Research in Dry Areas, Syria, pour le soutien technique qu'il a assuré dans les analyses du farinographe. Les auteurs remercient M. Simon Khairalla, pour son aide au laboratoire.

### REFERENCES

- Anderson, W.K., Hoyle, F.C. 1999. Nitrogen efficiency of wheat cultivars in Mediterranean environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39(8): 957-965.
- Baker, R.J., Kosmolak, F.G. 1997. Effects of genotype-environment interaction on bread wheat quality in western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 57: 185-191.
- Daniel C., Tribou E. 2000. Effet de la température et de l'azote sur la composition des grains de blé. Station d'Agronomie INRA, France. *Journal of Cereal Science*, 32(1): 45-56.
- Gupta, R.B., Batey, I.L., et Mc Ritchie, F. 1991. Relation entre la composition des protéines et les propriétés fonctionnelles de la farine de blé. *Cereal Chemistry*, 69 (1992): 125-131.
- El-Haramein, F.J., Nakkoul, H., Rihawi, S. 1988. *Crop quality evaluation methods & guidelines*. Technical manual 14 (rev1) 145p., En, *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas*.
- Luo, D.J., Shelton D.R. 1999. Nitrogen fertilizer influence on winter wheat kernel hardness. *Crop Science*, 39(2): 448-452.
- Rozenthal, E. 1975. Wheat quality evaluation .3. Influence of genotype and environment. *Canadian Journal of Plant Science*, 55: 263-269.
- Williams, J., Wieser, H., Seilmeier, W. 1987. The influence of nitrogen fertilisation on quantities and proportions of different protein types in wheat flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 76(1): 49-55.
- Woodard, H.J, Bly, A. 1998. Relationship of nitrogen management to winter wheat yield and grain protein. *Journal of Plant Nutrition*, 21(2): 217-233.

