

Caractérisation de la valeur boulangère et de la qualité technologique des grains des variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) adaptées aux conditions agro climatiques de la zone office du Niger (région de Ségou), Mali

Hamara DABO^{1*}, Oumarou GOITA¹, Dommo TIMBELY¹, Sékou sala GUNDO¹,
Moctar COULIBALY², Ousmane NIANGALY², Bandiougou DIAWARA¹, Bakary KOUMA¹,
Khardidiatou SIDIBE³ et Brehima TRAORE¹

¹ Institut d'Economie Rural, Centre Régional de Recherche Agronomique de Gao, Mali

² Institut Polytechnique Rurale de Formation et de Recherche Appliquée (IPR / IFRA) de Katibougou,
Laboratoire de Biotechnologie Végétale, Mali

³ Laboratoire de Grand Moulin du Mali (LGMM) Koulikoro, Mali

* Correspondance, courriel : maradx2008@yahoo.fr

Résumé

La présente étude a porté sur la caractérisation de la valeur boulangère de huit variétés de blé tendre identifiées sous irrigation dans la zone Office du Niger au Mali. Les paramètres caractérisés sont : le taux de protéine, le taux de cendre, l'indice de sédimentation de Zélény, le pourcentage d'hydratation, le taux d'humidité, la teneur en gluten, le taux d'Amidon endommagé, le poids spécifique, les caractéristiques de la pâte et du pain. L'analyse des résultats a montré que toutes les variétés ont des bonnes caractéristiques technologiques et boulangères. Le taux de protéine est de 13,5 % pour la variété KAUZ'S' / FLORKWA-1 / GOURMIA-3 (4 688 kg Ha⁻¹), et 12,5 % pour les variétés HUBARA-5 / ANGI-1 (4 715 kg Ha⁻¹) et REYNA 28 (3 864 kg Ha⁻¹). Ces taux sont supérieurs à celui de la norme internationale qui est de 11 %.

Mots-clés : *blé tendre, Office du Niger, qualité technologique et boulangère.*

Abstract

Characterization of baking properties and technological grain quality of soft wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) adapted to the agro climatic conditions of the Office du Niger' area (Segou), Mali

This study investigated the baking value characterization of eight bread wheat varieties identified under irrigation in Office du Niger area in Mali. Characterized parameters are : protein content, ash content, zeleny sedimentation index, percentage of hydration, moisture content, gluten content, starch rate damaged, specific weigh and dough and bread characteristics. Results analysis showed that all varieties have good technological and baking characteristics. The protein content was 13.5 % for the KAUZ'S' / FLORKWA-1 / GOURMIA-3 (4 688 kg Ha⁻¹) and 12.5 % for the HUBARA-5 / ANGI-1 (4715 kg Ha⁻¹) and REYNA 28 (3 864 kg Ha⁻¹) varieties. These rates are higher than the international standards which a 11 %.

Keywords : *bread wheat, Office du Niger, technological and bakery qualities.*

1. Introduction

Le blé (*Triticum aestivum* L.) est la source de protéine qui fournit 20 % de la consommation globale humaine en calories et représente la deuxième source de calorie après le riz [1]. Au Mali la production nationale est de 45 000 tonnes contre des besoins de consommation estimés environ à 200 000 tonnes de grain par an. A cela s'ajoutent les importations de farine de blé évaluées à 30000 tonnes [2]. L'importation de ces blés est obligatoire puisque la production locale des blés de qualité reste non satisfaisante. Donc il est impératif d'introduire des variétés mieux adaptées aux conditions climatiques du pays, favorisant ainsi une production de qualité qui répond le mieux aux besoins des agro-industriels du Mali. Pour augmenter la production, beaucoup d'efforts ont été effectués par les structures de recherche agronomique et les partenaires au développement et qui ont permis d'obtenir des variétés prometteuses dont les qualités boulangères sont faiblement connues. Ces études effectuées dans le cadre de l'amélioration de la production du blé a permis d'identification des variétés avec des rendements de 5 à 6 tonnes par hectare adaptées aux différentes zones agro-écologiques du Mali. Les résultats d'analyse de la qualité boulangère effectuée au Mali par les Grands Moulins du Mali (GMM) et à Montpellier sur la variété locale Tétra et les variétés Diré 12, Diré 15 et Diré 16 ont montré un taux de protéine variant entre 10 et 11,5 % [3]. La présente étude permettra de déterminer les caractéristiques technologiques des grains, de la farine et du pain de huit nouvelles variétés de blé tendre identifiées en zone Office du Niger.

2. Matériel et méthodes

Le matériel végétal utilisé est constitué de huit lignées de blé tendre de provenance nigériane adaptées aux conditions agro climatiques de la zone Office du Niger (*Tableau 1*). Ces variétés ont été retenues lors des essais avancés de rendement et de sélection variétale participative (PVS) en collaboration avec les productrices et producteurs.

Tableau 1 : Liste de matériel végétal utilisé

Entrée	Nom des lignées	Pedigrée
201	ATTILA-7	CN85236-50Y-0M-0Y-0SY-0AP
202	HUBARA-5/ANGI-1	ICW04-0009-10AP-0AP-0AP-6AP-0AP
206	KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3	ICW04-0160-6AP-0AP-0AP-4AP-0AP
207	HUBARA-2/QAFZAH-21//DOVIN-2	ICW04-20160-14AP-0AP-0AP-0AP-4AP-0AP
208	FLORKWA-2/6/SAKER'S'/5/RPS/ANZA/3/KVZ/HYS //YMH/TOB/4/BOW'S'/7/DAJAJA-6	ICW04-0169-2AP-0AP-0AP-6AP-0AP
209	KATILA-7/DEEK2/8/VEE'S'/7/CEBECO148/3/RON/CHA/BB /NOR67/5/HK/38MA/4/4777//REI/Y/3/KT/6/TUCAN'S' 5	ICW04-20090-10AP-0AP-0AP-0AP-2AP-0AP
211	NORMAN	IMPROVED CHECK 1
212	REYNA 28	IMPROVED CKECK 2

Un échantillon de 10 kg de chaque variété a été prélevé et nettoyé à l'aide d'un tamis pour éliminer les impuretés (poussières, graines brisées, cailloux et les graines des mauvaises herbes). La qualité du grain a été évaluée à partir du poids spécifique (kg hL^{-1}) à l'aide de l'appareil 'Nilema-litre' ayant un volume équivalent à un litre. Le test Infraneo a été utilisé pour évaluer le taux de protéine, l'humidité, le gluten sur la graine. La mouture a été réalisée à l'aide du moulin expérimental Chopin CD1. Avant cette mouture, le taux d'humidité de l'échantillon nettoyé a été mesuré afin d'ajuster la quantité d'eau à ajouter. Le mélange est

ensuite effectué avec un mélangeur rotatif pendant une heure afin d'homogénéiser l'échantillon. L'échantillon est ensuite transféré dans une bassine fermée hermétiquement et momentanément secouée pendant 24 heures et laissé au repos pendant 48 heures pour permettre aux graines d'être bien humidifiées. L'Indice de chute de Hagberg ou temps de chute a été mesuré pour évaluer les conditions de récolte et de conservation des grains et de farine. Cette mesure porte sur les conditions de récolte ou de conservation des grains du blé et de la farine. Le test commence par une mouture du blé entier à l'aide du Broyeur Perten type 120 LABORATORY. Après mouture de 300 g, une quantité de 7 g du broyeur de blé est prélevée dans un tube viscométrique et additionné de 25 mL d'eau distillée, puis on agite les tout 40 fois et on plonge le tube muni de l'agitateur dans le bain-marie. A la cinquième seconde après l'immersion, l'agitateur commence la cadence de 2 agitations par seconde. Chaque agitation correspond à un aller et un retour. Au bout de 59 secondes, l'agitateur est automatiquement maintenu en position haute à la soixantième seconde. Lorsque l'agitateur tombe de sa propre masse, on relève sur le capteur le temps total en secondes [4]. Le test d'Alvéographe de CHOPIN, a été effectué sur une pâte de 250 g de farine et d'eau salée sans levure pour mesurer les paramètres suivants :

- La pression (P en mm) : la ténacité, la fermeté de la pâte ou la résistance à la déformation et la capacité d'absorption d'eau de la farine ;
- Le Gonflement (G en cm³) : quantité d'air insufflée à la pâte qui évolue en fonction de l'extensibilité et la rétention gazeuse ;
- L'allongement (L en mm) : extensibilité.

3. Résultats et discussion

3-1. Qualité technologique de la graine

Le rendement grain, le taux de protéine et de gluten sont présentés sur la *Figure 1*. La variété 206-KAUZ'S' / FLORKWA-1 / GOUMRIA-3 enregistre le taux de protéines le plus élevé dans le grain avec un taux de 13,6 % et un rendement grain moyen de 4 688 kg Ha⁻¹ ; suivie de la variété 202-HUBARA-5/ANGI-1 et 212-REYNA 28 avec un taux moyen de protéine de 13 % chacune et des rendements de 4 715 et 3 864 kg Ha⁻¹ respectivement. L'analyse de ces résultats permet d'observer, qu'une augmentation de rendement grain de plus de 5 t Ha⁻¹ engendre une diminution du taux de protéine. Selon [5] une augmentation de rendement de 1 t Ha⁻¹ est suivie d'une baisse concomitante de la teneur en protéines de 1 g / 100 g matière sèche. Cette tendance peut être attribuée à la relation négative teneur en protéines du grain-rendement en grains qui résulte des interconnexions entre métabolismes carbonés et azotés. Cette corrélation négative a été observée depuis très longtemps chez le blé [6]. De manière similaire, cette même tendance a été observée chez le tournesol [7]. Il a été envisagé que la focalisation sur le rendement en grains, au cours de l'amélioration variétale du blé, a conduit à une augmentation de l'assimilation du carbone et de sa translocation vers les grains sans augmenter en retour l'absorption et la remobilisation de l'azote [8]. En outre les études ont montré que la teneur en protéine est très influencée par les facteurs environnementaux et génétiques. Ces effets bien connus [9, 10]; affectent le processus de translocation des matériaux protéiques provenant des tiges et feuilles [11] et l'accumulation de ces protéines dans la graine. Une tendance inverse a été observée chez la variété 207-HUBARA-2 / QAFZAH-21 // DOVIN-2 (10,5 % de prot) avec un rendement grain de 6 021 kg Ha⁻¹. Par contre la variété 211-NORMAN a un taux de protéine de 11,5 % et un rendement de 5 568 kg Ha⁻¹ ce qui pourrait expliquer la capacité de ces variétés à réaliser une forte absorption et une remobilisation de l'azote vers les grains pendant la phase de reproduction et une adaptation à l'environnement de l'Office du Niger. Ces résultats sont supérieurs ou égaux aux résultats obtenus par [12] sur les nouvelles variétés introduites au Mali dont le taux de protéine le plus élevé a été obtenu sur la variété Diré 16 avec 12 %.

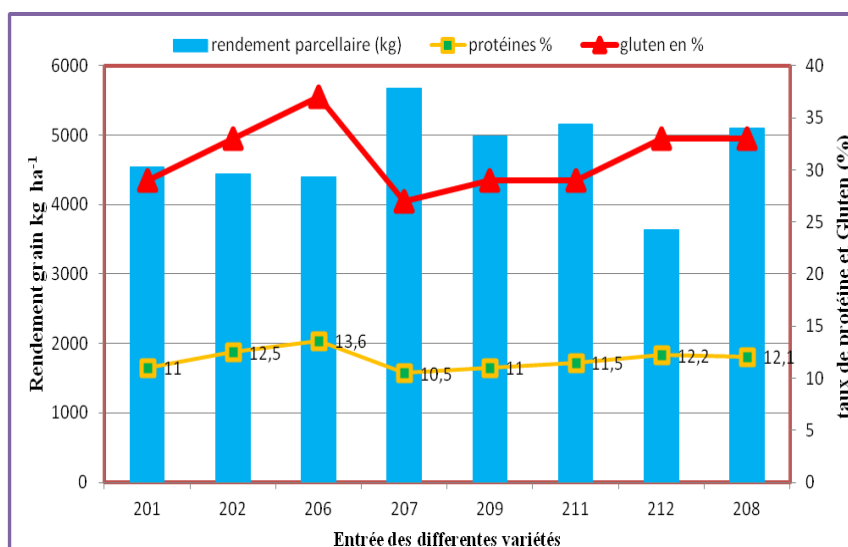


Figure 1 : Relations taux de gluten, taux de protéines et rendement des différentes variétés

3-2. Poids spécifique (P. S)

Du **Tableau 2**, il ressort les résultats d'analyse au laboratoire des grains et de la farine de blé tendre identifiés en zone Office du Niger. Le poids spécifique est dépendant de la variété et des conditions climatiques pendant le remplissage, permet la mise en place d'un P.S potentiel, en déterminant les conditions de formation des enveloppes des grains. Le facteur variétal intervient en priorité sur le niveau de P.S maximal, et non sur la vitesse de dégradation [13]. Le P.S est utilisé pour classer les lots de blé en grades [14, 15] ou pour établir un lot commercial standard [16]. Les pays de l'Union Européenne ont fixé le P.S standard à 78 kg hL⁻¹ [17]. Au Canada et aux USA, le P.S du blé du premier grade (de la majorité des classes) est respectivement de 80 et 77,2 kg hL⁻¹. Au Maroc, le P.S standard est fixé à 77 kg hL⁻¹. Les poids spécifiques (P.S) obtenus varient de 81,8 à 87 kg hL⁻¹. Ils sont assez élevés, peu dispersés. Ces résultats permettent de classer les génotypes en extra lourds (80 - 83 kg hL⁻¹), critère d'une bonne qualité de grains [18]. La proportion de graines mal développées est alors faible. Le taux d'humidité mesuré est très bas (7,3 à 8,7 %), ce qui peut affecter les valeurs des P.S. Toutes les variétés analysées ont un P.S supérieur à 80 kg hL⁻¹ avoisinant la norme standard internationale pour le premier grade.

Tableau 2 : Caractéristiques technologiques des grains des variétés de blé tendre

Lignées	Poids Spécifique (kg / cL)	Zélény (mL)
REYNA 28	85,3	16
KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3	85,9	17
ATTILA-7	84,3	1
HUBARA-5/ANGI-1	84,7	10
KATILA-17/DEEK2/8/VEE'S'/7	82,6	0
NORMAN BORLAUG	85,1	16
HUBARA-2/QAFZAH-21//DOVIN-2	81,8	4
FLORKWA2/6/SAKER'S'/5/RPS/ANZA/3/KVZ/HYS//	83	37
YM/TOB/4/BOW'S'/7/DAJAJA-6		

3-3. Caractéristiques de la qualité boulangère de la farine

- Les taux de protéines et de cendres dans la farine des variétés de blé tendre

Les résultats (**Figure 2**) montrent que la variété 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 (11,3 %) a présenté le taux de protéines le plus élevé suivie par la variété 211-NORMAN (11,2 %). Cependant la variété 211-NORMAN (0,96 %) enregistre le taux de cendres (TC) le plus élevé suivie par la variété 202-HUBARA-5/ANGI-1 (0,91 %). Elles ont un taux de cendre très faible comparé aux taux des variétés de blé tendre libanaises qui sont de l'ordre de 1,7 % [19]. Selon la réglementation internationale on utilise une classification par un nombre lié au «taux de cendres» c'est-à-dire le taux de matières minérales contenues dans la farine. Les enveloppes extérieures du grain (le son) sont riches en matières minérales contrairement à l'amande. Plus le taux de cendre d'une farine est faible, plus elle est dite «pure» au contraire si le taux de cendre est élevé, il y a beaucoup de son dans la farine, on parle de farine complète [20]. En fonction de leur classification, donc de leur composition, les farines ont des utilisations préférentielles définies : Type 45 : pâtisseries (TC 0,5 %), Type 55 pains et viennoiseries (TC 0,5 à 0,9 %), Type 110-150 : pains spéciaux (TC 1 à 1,4 %). Cela permet de classer les variétés identifiées dans la zone Office du Niger selon la classification internationale en deux types : Premier groupe du type 55 (TC variant de 0,5 à 0,9 %) constitué des variétés 212-REYNA 28; 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3; 202-HUBARA-5/ANGI-1; 209-KATILA-17/DEEK2/8/VEE'S'/7; 211-NORMAN; 208-FLORKWA-2/6/SAKER'S'/5/RPS/ANZA/3/ et un second groupe du type 45 (TC < 0,5 %) constitué par la variété 201-ATTILA-7 et la variété 207-HUBARA-2/QAFZAH-21//DOVIN-2.

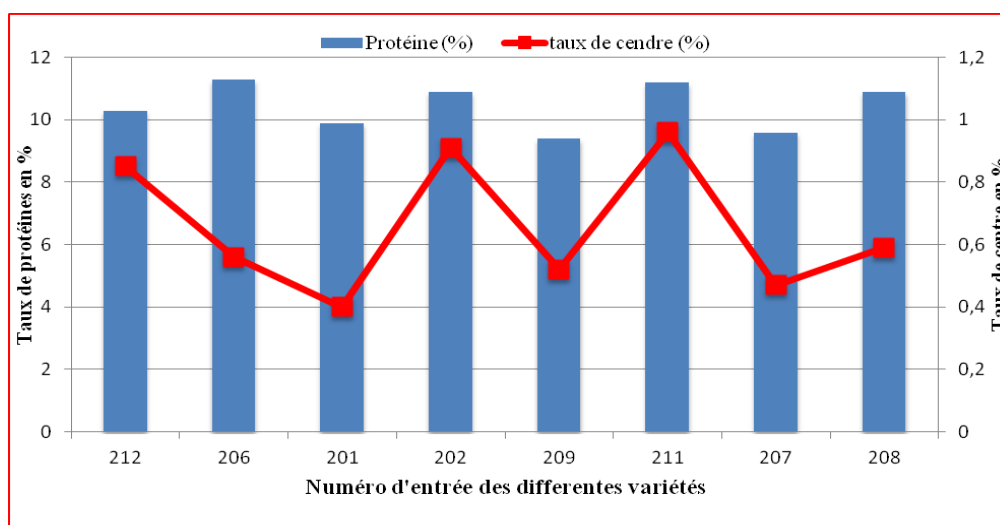


Figure 2 : Les taux de cendres et de protéines

3-4. Taux de protéine et volume du pain

La valeur boulangère des farines des variétés étudiées, exprimée à travers les analyses chimiques, les tests technologiques des grains et les propriétés boulangères, montre que les grains des variétés sont riches en protéines. Les variétés 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3, 212-REYNA 28, 202-HUBARA-5/ANGI-1 enregistrent respectivement les taux de protéine les plus élevés de 13,6 ; 12,6 et 12,5 % dans les graines. Ces chiffres montrent que le taux de protéines totales semblent être en dépendance linéaire avec ceux du poids spécifique du grain, qui augmente quand le taux de protéine augmente et inversement [8]. En même temps, le taux de gluten semble augmenter avec l'augmentation du poids spécifique du grain, ainsi que le taux de protéines totales des graines des échantillons. Dans la farine, les mêmes observations restent

valables pour le taux de protéines et du gluten. Cependant, la variété 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 (11,3 % de protéine) a eu le taux de protéines le plus élevé suivie par la variété 211-NORMAN (11,2 %) dans la farine et la variété 207-HUBARA-2/QAFZAH-21//DOVIN-2 a eu le taux de protéine le plus bas avec 9,6 %. En effet, il est reconnu que plus un grain de blé est riche en protéines, plus sa farine produira un pain volumineux [21]. Cependant, certains chercheurs ont démontré que des grains de blé ayant une plus faible teneur en protéines procuraient un pain aussi volumineux que des grains à plus haute teneur en protéines [22, 23]. Cependant, pour [24], en deçà de 11 % du taux de protéine, le potentiel panifiable devient difficilement prévisible. Ces discordances illustrent l'importance de combiner selon les auteurs [25, 26], les analyses physicochimiques des grains (teneurs en protéines et en gluten, etc.) avec les tests de qualité boulangère de la farine (capacité d'absorption d'eau de la farine, volume du pain) lorsque des investigations approfondies sur le contrôle de la qualité du blé sont conduites. Les résultats obtenus par le test de la qualité boulangère des variétés identifiées et adaptées en zone Office du Niger confirment ces faits, car la variété 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 a enregistré un taux de protéine de 11,3 % de la farine avec un volume de 1401 et 1670 cm³ le plus élevé, avec respectivement pour 2 heures et 3 heures de fermentation. Selon [27] les insuffisances d'extensibilité et le faible volume du pain sont deux défauts qui, s'ils sont présents dans une même variété, conduisent à son rejet lors de l'inscription au Catalogue. Par contre la variété 212-REYNA 28 a un taux de protéine de 10,3 % de la farine, mais avec un volume de 2117 et 2208 cm³ respectivement pour 2 et 3 heures de fermentation. Selon [27] les paramètres de ténacité, d'extensibilité et de volume du pain sont tous fortement influencés par le génotype et le milieu.

3-5. Indice de chutes de Hagberg ou temps de chutes

L'Indice de chute de Hagberg ou temps de chute indique selon la Commission Canadienne des Grains [26] que l'amidon a déjà été dégradé dans le grain en sucre qui peut être le signal de la germination des grains sur l'épi avant la récolte ou en conservation. Une telle farine retient moins d'eau, donne une pâte collante (forte viscosité) difficile à manier et des pains moins volumineux et déformés [28]. Une dégradation du temps de chute de Hagberg résulte d'un déclenchement de l'activité alpha amylasique dans les grains. Cette dernière peut être strictement consécutive à des entrées d'eau à partir de la maturité physiologique [27]. Selon [29] l'indice de chute de Hagberg est un autre critère important de qualité panifiable établi dans de nombreux pays. Davantage influencé par le génotype que par les pratiques culturales. Les résultats montrent que la variété 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 (300 Sec) et la variété 201-ATTILA-7 (323 secondes) ont un temps de chute Hagberg recherché en panification et une fermentation optimale par rapport aux autres variétés. Toutes les autres variétés, 212-REYNA 28 (330 sec); 202-HUBARA-5/ANGI-1 (408 sec); 209-KATILA-17/DEEK2/8/VEE'S'/7 (356 sec); 211-NORMAN (396 sec); 207-HUBARA-2/QAFZAH-21//DOVIN-2 (367 Sec) et 208-FLORKWA-2 /6 /SAKER'S' /5/RPS/ ANZA/ 3/KVZ / HYS//YMH/TOB/4/BOW'S'/7/DAJAJA-6 (512 Sec) ont enregistré des valeurs comprises entre 330 et 512 secondes présentant une faible activité amylasique mais corrigeable en panification, entraînant des temps relativement longs pour que la fermentation s'effectue. Selon la commission canadienne de classification des blés, les variétés dont le temps de chute est compris entre :

- 120 à 150 secondes présentent une très forte activité amylasique du blé germé inutilisable en boulangerie ;
- 150 à 220 secondes fortes activités amylasiques, fermentation plus rapide ;
- 220 à 280 secondes activités amylasiques recherchées en panification fermentation optimale ;
- et le temps de chute > 330 secondes présentent une faible activité amylasique, risque de mie sèche ou de diminution de volume convenable, après correction on peut ajouter des enzymes alpha-amylases ou du malt.

Les valeurs de temps de chute des variétés identifiées sont en concordance avec ces dispositions. Il ressort que les variétés 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 et 201-ATTILA-7 ont un temps de chute recherché en panification compris entre 300 et 323 secondes.

3-6. Indice de Zeleny

L'indice de sédimentation de zélény (ou zeleny), est un indicateur de la force boulangère (**Tableau 3**). En ce qui concerne l'indice de sédimentation de zélény, cette valeur est reliée à la force boulangère, dont un indice élevé témoigne d'une bonne qualité de la variété. Pour les farines de qualité mauvaise, l'indice est de 23 mL, pour la qualité moyenne, l'indice est de 43 mL, pour la qualité assez bonne, l'indice est de 49 mL et pour la qualité très bonne, l'indice est de 69 mL [30]. L'indice de Zeleny a été mesuré sur les graines ainsi que sur la farine. L'indice de sédimentation élevé témoigne de la bonne qualité boulangère des différentes variétés, avec une valeur comprise entre 44 et 51 mL, qui dépasse en moyenne les nouvelles variétés de blé tendre introduites au Mali [31]. Cependant la variété 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 a un indice de 51 mL classée dans la catégorie «qualité très bonne» alors que toutes les autres variétés ont un indice compris entre 44 et 49 mL, classées dans la catégorie «qualité assez bonne».

3-7. Hydratation

Le pouvoir d'hydratation de la farine des variétés identifiées est compris entre 62,6 et 59,4 % qui sont assez homogènes et représentent des bonnes caractéristiques des blés commercialisables. Les taux d'amidon endommagé sont assez élevés compris entre 48,7 et 36,6 % qui représentent une forte capacité d'absorption en eau (**Tableau 3**).

3-8. Rendement farine

Le résultat sur le rendement en farine des variétés est consigné dans le **Tableau 3**. Les rendements grain/farine des variétés 201-ATTILA-7 (70 %) ; 209-KATILA-17/DEEK2/8/VEE'S'/7 (69 %) et 207-HUBARA-2/QAFZAH-21//DOVIN-2 (62 %), puis 212-REYNA 28 (56 %), 202-HUBARA-5/ANGI-1 (56 %) ; 211-NORMAN (56 %) et 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 (54 %) sont inversement proportionnels aux taux de protéines totales et du gluten. La variété 201-ATTILA-7 a eu le rendement le plus élevé avec 70 % suivie de 209-KATILA-17/DEEK2/8/VEE'S'/7 avec 69 %, alors que la variété 208-FLORKWA-2/6/SAKER'S'/5/RPS/ANZA/3/ KVZ/HYS//YMH/TOB/4/BOW'S'/7/DAJAJA-6 a enregistré un taux de 52 %.

Tableau 3 : *Caractéristiques technologiques des farines des variétés de blé tendre*

Variétés	Zéleny (mL)	Gluten (%)	Amidon endommagé (%)	Taux de centre (%)	Rendement en farine (%)	Hydratation (%)	Temps de chute (Sec)
REYNA 28	48	31	39,4	0,85	56	62,6	330
KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3	51	35	43,1	0,56	54	61,4	300
ATTILA-7	47	31	40,3	0,4	70	59,4	323
HUBARA-5/ANGI-1	49	33	46,2	0,91	56	61,7	408
KATILA-17/DEEK2/8/VEE'S'/7	46	31	48,7	0,52	69	59,6	356
NORMAN	44	32	36,3	0,96	56	61,8	396
HUBARA-2/QAFZAH-21//DOVIN-2	46	31	43,2	0,47	62	59,5	367
FLORKWA2/6/SAKER'S'/5/RPS/ANZA/3/KVZ/HYS//YMH/TOB/4/BOW'S'/7/DAJAJA-6	47	33	43,1	0,59	52	61,9	512

3-9. Test alvéographique

Les résultats de test alvéographique sont consignés dans le **Tableau 4**. Ces résultats confirment les bonnes caractéristiques technologiques et boulangères des variétés. Cependant la variété 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 a obtenu une force boulangère de 254 j et un rapport P / L de 1,29; suivie de la variété 211-NORMAN avec une force boulangère de 239 j et un rapport P / L de 0,32 peuvent être classées comme blés dotés de force boulangère appréciable selon la classification Internationale des blés. Ainsi, les variétés 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3; 202-HUBARA-5/ANGI-1 et 208-FLORKWA-2/6/SAKER'S'/5/RPS/ANZA/3/KVZ/HYS//YMH/TOB/4/BOW'S'/7/DAJAJA-6 ont des farines dont les taux de protéines respectifs sont de 11,3; 10,9 et 10,9 %; des forces boulangères (W) de 254; 165 et 189; et de rapport P/L de 1,29; 1,65 et 2,15. Ces trois variétés ont toutes de même des taux de gluten élevés de 37; 33 et 33 %. Plus une farine est riche en gluten, plus elle est dite «forte» ou «farine de force» c'est-à-dire que le réseau de gluten réalisé lors de la fabrication d'une pâte va avoir la «force» de résister à une déformation. Ces farines sont recherchées pour la fabrication du pain et des viennoiseries. La capacité de déformation de la pâte réalisée par une farine est appelée «force boulangère» et est notée W. La force W est une valeur comprise entre 100 et 300 environ.

Tableau 4 : Caractéristiques technologiques de la pâte de farine des lignées de blé tendre

Entrées	Lignées	Pression (mm)	Gonflement m3	Longueur (mm)	Pression sur Longueur	Force de travail (J)
212	REYNA 28	39	22,3	100	0,4	144
206	KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3	102	19,8	79	1,3	254
201	ATTILA-7	71	20,6	86	0,8	177
202	HUBARA-5/ANGI-1	82	15,6	49	1,7	165
209	KATILA-17/DEEK2/8/VEE'S'/7	69	20,3	83	0,8	169
211	NORMAN	52	28,5	164	0,3	239
207	HUBARA-2/QAFZAH-21//DOVIN-2	56	20,6	86	0,7	154
208	FLORKWA2/6/SAKER'S'/5/RPS/ANZA/3/KVZ/HYS//YMH/TOB/4/BOW'S'/7/DAJAJA-6	103	15,4	48	2,2	189

3-10. Note d'enfournement du pain

La note d'enfournement donne une appréciation sur l'ensemble des caractéristiques du pain. La meilleure note a été obtenue par les lignées 202-HUBARA-5/ANGI-1 et 212-REYNA 28 avec une note de 300 / 300, suivie des lignées 211-NORMAN et 201-ATTILA-7 avec une note de 298 / 300 et 256 / 300 respectivement (**Tableau 5**).

Tableau 5 : Caractéristiques du pain des différentes variétés de blé tendre

Lignées	212	206	201	202	209	211	207	208
Volume du pain 2heures de fermentation	2117	1401	1793	2075	1661	2003	1438	1684
Poids du Pain 2heures fermentation	538	542	363	538	388	540	539	347
Volume du Pain 3heures de fermentation	2208	1670	1940	2121	1715	2076	1557	-
Poids du pain 3heures de fermentation	531	534	333	531	352	533	535	-
Note sur 2 enfournements	300/300	203/300	256/300	300/300	227/300	298/300	121/150	141/150

4. Conclusion

Les résultats de cette étude ont montré que les lignées testées dans les conditions agro climatiques de la zone Office du Niger donnent des rendements grains supérieurs à 3 tonnes par hectare en moyenne. Des qualités technologiques du grain et de la valeur boulangère sont variables en fonction des lignées. Les meilleurs rendements ont été obtenus par les lignées 202- HUBARA-5 / ANGI-1, 211-NORMAN et 209-KATILA-17/DEEK2/8/VEE'S'/7. Les meilleurs taux de protéine par contre sont obtenus avec les lignées 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 (13,6 %); 212-REYNA 28 (12,6 %) et 202-HUBARA-5/ANGI-1 (12,5 %). Quant à la force boulangère, les lignées 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 (W = 254); 211-NORMAN (W = 239) et 208-FLORKWA2/6/. SAKER'S'/5/RPS/ANZA (W = 189) sont meilleures par rapport aux autres. Les rapports P / L les plus élevés ont été obtenus avec les lignées 208-FLORKWA2/6/SAKER'S'/5/RPS/ANZA (P / L = 2,15); 202-HUBARA-5/ANGI-1 (1,65) et 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3 (P / L = 1,29). Les lignées 206-KAUZ'S'/FLORKWA-1/GOUMRIA-3; 211-NORMAN; 212-REYNA 28 et 202-HUBARA-5/ANGI-1 avec des rendements stable peuvent être retenues pour la zone de l'Office du Niger. Ces variétés peuvent être proposées pour une large diffusion afin d'améliorer la qualité de la farine des blés produits au Mali.

Références

- [1] - Wheat Initiative : *Une vision internationale pour l'amélioration du blé* Conférence de presse Wheat Initiative Document d'orientation, Paris - 6 mai, (2013) 2 - 3 p.
- [2] - Faostat : Faostat data of Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2015) <http://faostat.fao.org/> consulter le 12/01/2017
- [3] - O. GOITA, B. DIAWARA, B. KAMISSOKO, Introduction des variétés améliorées et amélioration des techniques culturales du blé dans la région de Tombouctou. Rapport de la 15^{ème} session de la commission scientifique du CNRA, (2008)
- [4] - G. BROCHOIRE, J. Y. GUINARD, and P. NAUDE, *Mon métier boulanger*. Confédération Nationale de la Boulangerie et Boulangerie-Pâtisserie Française, 5 rue d'Herbouville, 76042 Rouen, CEDEX, édition LTJ Lanore et Sotal, (1990) 286 p.
- [5] - E. TRIBOI. P. MARTRE. AM. TRIBOI-BLONDEL, Environmentally-induced changes of protein composition for developing grains of wheat are related to changes in total protein content. *Journal of Experimental Botany*, 54 (2003) 1731 - 1742
- [6] - M. N. GRANT et A. G. MCCALLA, Yield and protein content of wheat and barley. I. interrelations of yields and protein content of random selections from single crosses canal. I. res 27c 5, (1949) 230 - 240
- [7] - L. AGUIRREZÁBAL, P. MARTRE, G. PEREYRA-IRUJO, N. IZQUIERDO, V. ALLARD, Management and breeding strategies for the improvement of grain and oil quality. In : Crop Physiology. *Academic Press*, San Diego, (2009) 387 - 421
- [8] - M. BOGARD, Analyse génétique et éco physiologique de l'écart à la relation teneur en protéines - rendement en grains chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) Agricultural sciences Université Blaise Pascal-Clermont-Ferrand II, (2011) 18 - 20 - 31 - 34 - 37 - 43 - 52 p.
- [9] - L. R. JOPPA & N. D. WILLIAMS, Genetics and breeding of durum wheat in the United States In : Durum Wheat : *Chemistry and Technology*. G. Fabriani & C. Lintas (Eds.). Amer. Assoc. Cereal Chem., St. Paul., MN, U.S.A., (1988) 47 - 68
- [10] - L. AGUIRREZÁBAL, P. MARTRE, G. PEREYRA-IRUJO, N. IZQUIERDO, V. ALLARD, Management and breeding strategies for the improvement of grain and oil quality. In : Crop Physiology. *Academic Press*, San Diego, (2009) 387 - 421

- [11] - C. FEUILLET, J. SALSE, S. BOLOT, M. THROUDE, V. JOUFFE, B. PIEGU, U. QURASHI, R. CALCAGNO T. COOKE and M. DELSENY, Identification and characterization of shared duplications between rice and wheat provide new insight into grass genome evolution. *The Plant Cell Online*, (2008) 11 p.
- [12] - O. GOITA et B. DIAWARA, Note technique sur la culture du blé au Mali. Centre Régionale de Recherche Agronomique de Gao, (2008) 13 p.
- [13] - M. BAKHELLA, La dureté du blé et son impact sur la qualité. Marché des céréales et légumineuses. Bulletin Mensuel Interprofessionnel d'Information, O.N.I.C.L. (Maroc), 1 (3) (1992) 10 - 11 p.
- [14] - N. SAKR et E. HAJJ MOUSSA, Comparaison de la qualité des blés libanais a celle des variétés importées de l'étranger et destinées a la préparation du pain libanais. *Lebanese Science Journal*, 8 (2) (2007) 89 - 90 - 98 p.
- [15] - A. BLANCO, C. DEPACE, E. PORCEDDU & G. T. SCARASCIA MUGNOZZA, Genetics and breeding of durum wheat in Europe, In : Durum Wheat : *Chemistry and Technology*. G. Fabriani & C. Lintas (Eds.). Amer. Assoc. Cereal Chem., (1988) 17 - 45
- [16] - J. W. DICK & V. L. YOUNG, Evaluation of Durum Wheat, Semolina, and Pasta in the United States. In : Durum Wheat : *Chemistry and Technology*. G. Fabriani & C. Lintas (Eds.). Amer. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, MN, USA, (1988) 237 - 248
- [17] - F. CUBADDA, A. TROCCOLI and N. DIFONZO, Use of Friction Debranning to Evaluate Ash Distribution in Italian Durum Wheat Cultivars. *Cereal Chem*, 73 (2) (1988) 232 - 234 p.
- [18] - K. JOUBRANE, Influence de la date d'application de l'azote sur la qualité du blé tendre Libanais (*Triticum aestivum*), (2001) 23 p.
- [19] - K. JOUBRANE, Influence de la date d'application de l'azote sur la qualité du blé tendre Libanais (*Triticum aestivum*), (2001) 23 p.
- [20] - CAUVAIN S. BREAD, Making : Improving Quality. Woodhead Publishing Limited and CRC Press. LLC : Boca Raton, (2003) 589 p.
- [21] - KIHLEBERG, L. JOHANSSON, A. KOHLER, E. RISVIK, Sensory qualities of whole wheat pan bread-influence of farming system, milling and baking technique. *Journal of Cereal Science*, 39 (2004) 67 - 84
- [22] - I. K. THOMSEN, L. PEDERSEN, JR. JØRGENSEN, Yield and flour quality of spring wheat as affected by soil tillage and animal manure. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88 (2008) 2117 - 2124
- [23] - DB. FOWLER, MIP. KOVACS, Influence of protein concentration on farinograph absorption mixing requirements and mixing tolerance. *Canadian Journal of Plant Science*, 80 (2004) 772 - 785
- [24] - RB. GUPTA, IL. BATEY, F. MAC RITCHIE, Relationships between protein composition and functional properties of wheat flours. *Cereal Chemistry*, 69 (1992) 125 - 131
- [25] - BS. KHATKAR, RJ. FIDO, AS. TATHAM, JD. SCHOFIELD, Functional properties of wheat gliadins. II. Effects on dynamic rheological properties of wheat gluten. *Journal of Cereal Science*, 35 (2002) 307 - 313
- [26] - SM. AL-EID, Effect of nitrogen and manure fertilizer on grain quality, baking and rheological properties of wheat grown in sandy soil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86 (2006) 205 - 211
- [27] - B. GERARD, M. BENOIT, O. FRANCOIS-XAVIER, R. LARBI, B. NELLY, Compréhension du rapport "Ténacité/Extensibilité" et du volume du pain, (2008) 18 - 26
- [28] - Commission Canadienne des Grains (CCG). Grains Germés et Grains Fortement Germés. (Winnipeg), (2009)
- [29] - M. AYOUB, S. GUERTIN, J. FRÉGEAU-REID. DL. SMITH, Nitrogen fertilizer effect on bread making quality of hard red spring wheat in eastern Canada. *Crop Science*, 34 (1994) 1346 - 1352
- [30] - G. KLEIJER, Sélection des variétés de blé pour la qualité boulangère. Station Fédérale de Recherches en Production Végétale de Changins. *Revue Suisse d'Agriculture*, 34 (6) (2002) 253 - 259
- [31] - O. GOITA, B. DIAWARA et B. KAMISSOKO, Note technique sur la culture du blé au Mali. Centre Régionale de Recherche Agronomique de Gao, (2008) 13 p.