

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Unité de Technologie des Céréales et des Agropolymères

I.N.R.A.

34060 MONTPELLIER CEDEX 01

CARACTÉRISTIQUES TECHNOLOGIQUES
DES VARIÉTÉS DE BLÉS DURS
EXAMINÉES EN 1997

-

M.C. HYTHIER

J.C. AUTRAN

FÉVRIER 1998

SOMMAIRE

INTRODUCTION

A - PROTOCOLE D'APPRÉCIATION DE LA VALEUR TECHNOLOGIQUE DES VARIÉTÉS DE BLÉS DURS PROPOSÉES A L'INSCRIPTION

B - MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

I - Appréciation des caractéristiques physiques du grain

1. Poids de 1000 grains
2. Taux de mitadinage

II - Aspect des pâtes alimentaires

- 1 - Moucheture des grains
- 2 - Détermination de la coloration des spaghetti
 - a - fabrication des semoules
 - b - fabrication des spaghetti
 - c - mesure de l'indice de brun et de l'indice de jaune

III - Qualité culinaire des pâtes alimentaires

- 1 - Teneur en protéines des grains
- 2 - Cuisson des pâtes alimentaires
 - a - Appréciation de l'état de surface
 - b - Appréciation de la viscoélasticité (fermeté des pâtes cuites).

C - ANALYSES FAITES POUR LE COMITÉ TECHNIQUE PERMANENT DE LA SÉLECTION

I - Culture d'hiver

II - Culture de printemps

D - APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DES BLÉS DURS D'HIVER

E - APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DES BLÉS DURS DE PRINTEMPS

INTRODUCTION

Ce document rassemble les résultats des analyses technologiques effectuées en 1997 par l'Unité de Recherches Technologie des Céréales et des Agropolymères de l'I.N.R.A. - Montpellier (1) et de celles effectuées en 1995 et en 1996 par le Laboratoire LABOVAL - Bourg-les-Valence (2) à la demande du Comité Technique Permanent de la Sélection (C.T.P.S.).

(1) Unité de Recherches Technologie des Céréales et des Agropolymères, I.N.R.A., 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 01

(2) SICA Laboval, 95 Avenue Georges Brassens, 26500 Bourg-les-Valence

<p style="text-align: center;">A - PROTOCOLE D'APPRÉCIATION DE LA VALEUR TECHNOLOGIQUE DES VARIÉTÉS DE BLÉS DURS PROPOSÉES A L'INSCRIPTION</p>
--

L'appréciation de la valeur d'utilisation repose sur les caractéristiques suivantes réparties en trois groupes :

I - Valeur semoulière des blés :

1. Poids de 1000 grains
2. Taux de mitadinage

II - Aspect des pâtes alimentaires :

1. Moucheture des grains
2. Détermination de la coloration des spaghettis, indice de brun, indice de jaune

III - Qualité culinaire des pâtes alimentaires :

1. Teneur en protéines des grains
2. Viscoélasticité - fermeté des pâtes cuites
3. État de surface

Les caractéristiques technologiques étudiées sont traduites en notes de 1 à 9 en référence à des variétés témoins aux qualités reconnues.

Certaines notes sont éliminatoires et entraînent le refus de la variété pour valeur technologique insuffisante.

Les notes, si elles ne sont pas éliminatoires, déterminent la catégorie de qualité des variétés. Il existe quatre catégories de valeur d'utilisation définies dans l'Annexe I.

Les analyses sont réalisées, dans la mesure du possible, sur six essais par zone d'expérimentation, à partir des échantillons issus de la récolte de première année, exception faite des analyses effectuées au Laboratoire de la SICA Laboval (poids de 1000 grains, mitadinage, moucheture, teneur en protéines) où deux années de récolte sont prises en compte sur la totalité des essais.

B - MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

La valeur technologique est appréciée à l'aide d'une série de tests mettant en œuvre 2 kg de blé (mini essais). Ils permettent d'apprécier les caractéristiques suivantes réparties en trois groupes :

I - APPRÉCIATION DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DU GRAIN

La valeur semoulière est appréciée indirectement en déterminant le poids de 1000 grains et le taux de mitadinage. Un échantillon est d'autant plus apprécié que le taux de mitadinage est faible (ou la vitrosité élevée) et le poids de 1000 grains élevé. La détermination du poids de 1000 grains peut fournir une bonne évaluation du degré d'échaudage d'une variété connue.

1. Poids de 1000 grains

On détermine la masse en grammes de 1000 grains entiers par comptage de 30 grammes de blé. Le comptage est effectué à l'aide de l'appareil automatique NUMIGRAL. Les résultats sont exprimés en poids de grains secs.

2. Taux de mitadinage

On entend par "taux de mitadinage", le pourcentage en nombre de grains de blé dur non entièrement vitreux. Un grain de blé dur présentant la moindre trace d'amande farineuse entre dans la catégorie des grains mitadinés. La détermination (1) est faite sur 600 grains en comptant les grains mitadinés après les avoir coupés transversalement à l'aide du farinotome de Pohl.

II - ASPECT DES PÂTES ALIMENTAIRES

L'aspect et la couleur des pâtes crues sont appréciés par la mesure du degré de moucheture, de l'indice de brun et de l'indice de jaune.

(1) Toutes les analyses sont faites sur des échantillons soigneusement nettoyés, débarrassés des impuretés et des grains cassés.

La moucheture du grain, tache brune du péricarpe, se traduit par la présence de points noirs dans la semoule ; on la souhaite donc aussi faible que possible.

Les pâtes alimentaires jaunes ambrées recherchées par le consommateur possèdent un indice de jaune élevé. Plus cet indice est élevé, meilleure est la qualité. Par contre, l'indice de brun doit être aussi bas que possible.

1. Moucheture des grains

On détermine le poids de grains mouchetés présents dans 20 grammes de grains propres : l'appréciation de la moucheture est visuelle. Seuls sont considérés comme mouchetés les grains qui présentent à d'autres endroits que sur le germe des colorations situées entre le brun et le noir brunâtre (méthode BIPEA).

Les résultats sont exprimés en grammes de grains mouchetés pour 100 grammes d'échantillon.

2. Détermination de la coloration des spaghetti

La couleur des pâtes alimentaires (indice de brun et indice de jaune) est déterminée sur spaghetti secs ⁽¹⁾ obtenus par transformation de grains en semoule puis de semoule en spaghetti.

a) Fabrication des semoules

Après nettoyage de 2,5 kg de blé dans un nettoyeur PETKUS, 2 kg de blé propre sont conditionnés par addition de la quantité d'eau nécessaire pour porter l'humidité du grain à 17 % (matière humide), agités pendant 1 heure et laissés au repos pendant 24 heures.

Les blés ainsi préparés sont transformés en semoules dans les conditions suivantes :

- Le broyage est effectué dans un moulin BUHLER MLU 202 en trois passages. Cette opération sépare les semoules bises des sons et des farines.
- Les semoules obtenues au broyage sont ensuite désagrégées dans un moulin CHOPIN-DUBOIS CD2. Les semoules fines (< 250 μ) sont récupérées.
- Les grosses semoules (> 250 μ) sont purifiées sur un microsasseur DOUMAS et ensuite mélangées aux fines semoules pour constituer la semoule totale.

(1) Diamètre spaghetti secs : 1,55 mm

Le rendement en semoules totales est généralement compris entre 60 et 65 %.

b) Fabrication des spaghetti

Les semoules sont transformées en spaghetti dans une mini presse SERCOM : 800 grammes sont hydratés à 45-48 % (matière sèche), malaxés 20 mn à 120 tours/mn et extrudés à 35° C sous une pression de 100 bars environ et sous vide partiel.

Après extrusion, les pâtes sont séchées sur canne dans une enceinte selon un cycle de 10 heures à 70° C de manière à ramener leur teneur en eau à 12,5 %.

c) Mesure de l'indice de brun et de l'indice de jaune

Depuis de la récolte 1997, les indices de brun (IB) et de jaune (IJ) sont déterminés à l'aide d'un nouveau type d'appareil : colorimètre MINOLTA modèle CR 310, en remplacement du spectrocolorimètre Hunterlab, modèle Labscan, qui avait été utilisé entre 1982 et 1996. Les résultats sont toujours exprimés en fonction du système d'unité de mesure C.I.E. L.a.b. (racine cubique), mais ce changement d'appareil, qui ne modifie pas le classement des variétés, a des incidences sur les valeurs absolues trouvées : diminution de l'indice de jaune de 6 points et augmentation de celles de l'indice de brun de 6 points en moyenne, rendant difficile la comparaison des récoltes 96 et 97.

III - QUALITÉ CULINAIRE DES PÂTES ALIMENTAIRES

La qualité culinaire est fonction de la teneur en gluten des semoules et de sa qualité. La première est appréciée par le dosage de la teneur en protéines, la deuxième par un test de cuisson (état de surface et viscoélasticité).

1. Teneur en protéines des grains

La teneur en protéines est déterminée par la méthode Kjeldahl : la minéralisation est faite sur 1 gramme de grains broyés ; l'ammoniac formé est dosé par titrimétrie ; le coefficient de transformation de l'azote en protéines est 5,7. Les résultats sont exprimés en % m.s.

2. Cuisson des pâtes alimentaires

Les spaghetti obtenus dans les conditions décrites ci-dessus (§ B-II-2) sont mis à cuire de la manière suivante : 100 grammes de pâtes sèches coupées en brins de 20 cm environ sont versés dans 3 litres d'eau d'Evian salée à 7 grammes par litre et maintenue à franche ébullition. Le temps minimum de cuisson T est déterminé en prélevant des brins de spaghetti en cours de cuisson, en les écrasant entre deux

plaques de verre et en suivant la disparition d'une ligne centrale blanche dont la présence témoigne de ce que l'amidon situé au cœur de la pâte est encore cru. La cuisson est poursuivie jusqu'à des temps T+1, T+6 et T+11 minutes de cuisson.

a) Appréciation de l'état de surface

Aux temps de cuisson T+6 et T+11 les pâtes sont notées de 1 à 9 (1 : très mauvais, 9 : excellent) par un jury spécialisé de 3 personnes minimum sur la base des seuls caractères considérés globalement : délitescence (par référence à des photos témoins) et tendance à coller. Il n'est pas tenu compte de la couleur. On calcule la valeur moyenne de l'état de surface (ES).

$$ES = (ES (T+6) + ES (T+11))/2$$

b) Appréciation de la viscoélasticité (fermeté des pâtes cuites).

On mesure à l'aide d'un Viscoélastographe l'épaisseur (E) des spaghetti cuits, l'épaisseur (e1) après écrasement sous une charge constante (M = 500 g) et l'épaisseur (e2) après retrait de cette charge. Les mesures sont faites aux temps T+1, T+6 et T+11 sur 5 brins de spaghetti.

Des valeurs moyennes obtenues, on déduit :

- la compressibilité ou tendreté de la pâte : $c = (E - e1)/E$
- la recouvrance relative : $R = (e2 - e1) / (E - e1)$
- l'indice de viscoélasticité : $IV = R/C \times 10$

La moyenne des valeurs des indices de viscoélasticité aux trois temps (T+1), (T+6) et (T+11) est utilisée pour exprimer le résultat final, soit :

$$IV = ((IV (T+1) + IV (T+6) + IV (T+11)) / 3$$

<p>C - ANALYSES FAITES POUR LE COMITÉ TECHNIQUE PERMANENT DE LA SÉLECTION</p>

Ce bulletin rassemble :

- les résultats des analyses effectuées au Laboratoire LABOVAL de Bourg-les-Valence (poids de 1000 grains, mitadinage, moucheture, teneur en protéines) sur la totalité des essais récoltés en 1996 et en 1997.

- les résultats des analyses effectuées à l'INRA-Montpellier (indice de brun et indice de jaune des pâtes crues ; état de surface et indice de viscoélasticité des pâtes cuites) sur 6 essais issus de la récolte 1996 et 1 essai issus de la récolte 1997.

I - Culture d'hiver - Zone Sud

En 1997, 4 variétés étaient proposées à l'inscription. Les 4 variétés témoins étaient : **ARDENTE, NÉODUR, IXOS, ACALOU.**

Pour la récolte 1996, les analyses ont été réalisées sur des échantillons provenant des 12 stations expérimentales suivantes :

- 63 - CLERMONT FD - INRA CLERMONT
- 34 - MONTPELLIER - GEVES LAVALETTE
- 31 - ONDES - INRA ONDES
- 81 - LAVAUUR - LYCÉE LAVAUUR
- 11 - CASTELNAUDARY - CAL CASTELNAUDARY
- 82 - MONTBÉQUI - SERASEM MONTECH
- 84 - BOLLÈNE - ITCF VALENCE
- 17 - ST PIERRE AMILLY - ITCF MAGNERAUD
- 30 - FOURQUES - UCASP ARLES
- 32 - NOUGAROULET - ITCF AUCH
- 11 - ALZONNE - COOP. BRAM
- 32 - POUY ROQUELAURE - HYBRINOVA

Pour la récolte 1997, compte tenu des incidents climatiques du printemps, les analyses n'ont pu être réalisées que sur les échantillons provenant des 8 essais suivants :

- 34 - MONTPELLIER - GEVES LAVALETTE
- 34 - MONTPELLIER - GEVES LAVALETTE (*)
- 31 - AUZEVILLE TOLOSAN - INRA AUZEVILLE
- 11 - CASTELNAUDARY - CAL CASTELNAUDARY
- 82 - MONTBÉQUI - SSERASEM MONTECH

- 84 - BOLLÈNE - ITCF VALENCE (*)
- 11 - ALZONNE - COOP. BRAM
- 04 - ORAISON - ITCF MANOSQUE (*)

(*) Essai comportant une répétition supplémentaire conduite avec une fertilisation azotée réduite de 40 unités (cf. la proposition de modification du protocole dans le compte-rendu de la Commission Technologique Blé dur du 17 Avril 1996).

II - Culture d'hiver - Zone nord

En 1997, 1 variété était proposée à l'inscription. Les 4 variétés témoins étaient : **NÉODUR, LLOYD, GALADUR** (récolte 1996) et **NÉODUR, LLOYD, TÉTRADUR, EXELDUR** (récolte 1997).

Pour la récolte 1996, les analyses ont été réalisées sur des échantillons provenant des 8 stations expérimentales suivantes :

- 78 - GUYANCOURT - GEVES LA MINIÈRE
- 28 - GERMIGNONVILLE - HYBRITECH
- 36 - ISSOUDUN - UNISIGMA
- 28 - SOURS - ITCF CHARTRES
- 91 - MILLY LA FORÊT - GAE MAISSE
- 18 - CROSSES - ITCF BOURGES
- 63 - CLERMONT FD - INRA CLERMONT
- 78 - ORGERUS - Ets BENOIST

Pour la récolte 1997, les analyses ont été réalisées sur des échantillons provenant des 7 stations expérimentales suivantes :

- 63 - CLERMONT FD - INRA CLERMONT
- 28 - GERMIGNONVILLE - HYBRITECH
- 18 - VORNAY - ITCF BOURGES
- 28 - SOURS - ITCF CHARTRES
- 91 - MILLY LA FORÊT - GAE MAISSE
- 41 - SELOMMES - COOP. FRANCIADÉ
- 78 - GUYANCOURT - GEVES LA MINIÈRE

Les résultats sont regroupés dans les tableaux suivants :

- Poids de 1000 grains : Tableaux 1, 2, 3, 4
- Taux de mitadinage : Tableaux 5, 6, 7, 8
- Taux de moucheture : Tableaux 9, 10, 11, 12

- Indice de brun : Tableaux 13, 14
- Indice de jaune : Tableaux 15, 16
- Teneur en protéines : Tableaux 17, 18, 19, 20
- État de surface : Tableaux 21, 22
- Viscoélasticité : Tableaux 23, 24
- Moyennes comparées des variétés : Tableaux 25, 26
- Définition des classes technologiques : Tableau 27

D - APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DES BLÉS DURS D'HIVER - ZONE SUD

Sur la récolte 1996, la qualité des échantillons est assez bonne, malgré des teneurs en protéines un peu faibles et des taux de mitadinage encore élevés (≈ 40 %). Les poids de mille grains sont par contre en diminution de 3-4 points (43 grammes sur la moyenne des essais 1996), mais ceci vient après deux années successives de fortes valeurs. Quant aux taux de moucheture, ils restent en moyenne élevés (7 %), comme l'année précédente, avec des valeurs toujours très élevées chez NEODUR (21 %) mais très faibles pour IXOS (3 %) ainsi que pour deux des nouvelles variétés (NEFER et ARLATAN). Concernant les résultats des mini essais de technologie, les tendances sont les suivantes. D'après les résultats des essais de 2^o année récoltés en 1996, les indices de jaune des pâtes sont apparus en nette progression, retrouvant des valeurs très voisines de celles de la récolte 1994 (51 pour NEODUR, 49 pour IXOS, 42 pour ARDENTE, 50 pour la moyenne de tous les essais), tandis que les indices de brun retrouvent également des valeurs normales (comprises entre 31 et 32). Toutefois, la comparaison avec les indices de coloration des essais de 1^o année récoltés en 1996 est difficile en raison de la mise en place d'un nouveau colorimètre (cf. ci-dessus § II-1-c) dont les résultats ne se situent plus dans la même plage que précédemment. Concernant la qualité culinaire, on ne note que peu de différences au niveau de l'état de surface, avec des valeurs de 5,6-6,3 pour NEODUR et ARDENTE, légèrement plus faibles (5,1-5,5) pour IXOS et ACALOU. Enfin, les indices de viscoélasticité se situent à un niveau (moyenne de tous les essais : 5,0) intermédiaire entre ceux de 1994 (2,8) et de 1995 (6,2) avec le classement suivant des témoins : ARDENTE > NEODUR >> ACALOU > IXOS

La campagne 1997 a été marquée par des conditions climatiques très défavorables (gels, pluies au stade de la floraison et au cours de la maturité des grains), entraînant l'élimination de plusieurs essais. En particulier, seulement 3 essais comportant la répétition supplémentaire conduite avec une fertilisation azotée réduite de 40 unités ont pu être récoltés. Sur les 5 autres essais conduits avec le protocole habituel, on a observé des teneurs en protéines nettement plus élevées qu'en 1996 (+ 2 à 3 points), sans que cela se soit réellement traduit par une diminution des taux de mitadinage (des taux de 40 à 75 % ont encore été enregistrés pour la plupart des variétés). Pour les mêmes raisons de conditions climatiques pluvieuses, les taux de moucheture ont été nettement plus élevés qu'en 1996, à l'exception de génotypes très résistants comme 68603 et 69836. Concernant les résultats des mini essais de technologie, un seul lieu (Monbéqui) ayant pu être analysé en 2^o année, il n'est guère possible de porter dès à présent une appréciation de la récolte 1997 concernant la couleur et la qualité culinaire des pâtes.

Appréciation des variétés étudiées

ARDENTE : Variété à gros grains, qui résiste généralement bien à la moucheture mais moyennement au mitadinage. La couleur des pâtes n'est que médiocre avec notamment un très faible indice de jaune. La teneur en protéines est relativement élevée, surtout en 1997. La qualité culinaire (particulièrement la viscoélasticité des pâtes cuites) est également très bonne.

NÉODUR : Variété à assez gros grains, très sensible à la moucheture mais qui a relativement bien résisté au mitadinage. La couleur des pâtes est très bonne avec un fort indice de jaune et un faible indice de brun. La teneur en protéines est élevée. La qualité culinaire des pâtes est très bonne (en moyenne, état de surface légèrement supérieur et viscoélasticité légèrement inférieure à ARDENTE).

IXOS : Variété à grains moyens, assez sensible au mitadinage mais très résistante à la moucheture. La teneur en protéines, moyenne en 1996, a été très élevée en 1997. La couleur des pâtes est moyenne à bonne en raison d'un indice de jaune assez élevé mais d'un indice de brun également élevé. L'état de surface des pâtes cuites est acceptable mais la viscoélasticité n'est que médiocre.

ACALOU : Variété à assez gros grains, moyennement résistante au mitadinage mais sensible à la moucheture. La teneur en protéines, moyenne en 1996, a été élevée en 1997. La couleur des pâtes est bonne (bon indice de jaune et très faible indice de brun), mais la qualité culinaire n'est que moyenne (état de surface acceptable et viscoélasticité médiocre).

68603 : Variété à très petits grains, très sensible au mitadinage mais extrêmement résistante à la moucheture. La teneur en protéines est moyenne. La couleur des pâtes est bonne avec un très fort indice de jaune et un indice de brun moyen. La qualité culinaire n'est que moyenne : état de surface acceptable et viscoélasticité médiocre).

69773 (inscrite sous la dénomination **CARLIT**) : Variété à poids de mille grains élevé (légèrement supérieur à celui de ARDENTE), qui a nettement mieux résisté au mitadinage que les autres variétés, mais qui apparaît assez sensible à la moucheture. La teneur en protéines est assez élevée, à peine inférieure au niveau de NEODUR. La couleur des pâtes est bonne (bon indice de jaune et faible indice de brun). La viscoélasticité des pâtes est satisfaisante, sans toutefois atteindre le niveau de ARDENTE ou NEODUR, et l'état de surface est également très bon.

69833 (inscrite sous la dénomination **ARTIMON**) : Variété à très petits grains, très sensible au mitadinage et sensible à la moucheture. La teneur en protéines est plutôt faible. La couleur des pâtes est très bonne (indice de jaune excellent et faible indice de brun). La qualité culinaire (état de surface et viscoélasticité) n'est que moyenne, du niveau de IXOS ou ACALOU.

69836 : Variété à grains moyens, très sensible au mitadinage mais très résistante à la moucheture. Le taux de protéines est le plus faible de la série de variétés à la fois en 1996 et en 1997. L'indice de jaune des pâtes serait bon, mais il s'accompagne d'un indice de brun particulièrement élevé. La qualité culinaire est nettement insuffisante (très faible indice de viscoélasticité et faible état de surface).

D - APPRÉCIATION DE LA QUALITÉ DES BLÉS DURS D'HIVER - ZONE NORD

Globalement, la qualité des essais récoltés en 1996 a été assez bonne : teneurs en protéines relativement élevées (14,7 % en moyenne), faibles taux de mitadinage (10,7 %), taux de moucheture satisfaisants (8,6 %), poids de mille grains élevés (44,9 g). Les aptitudes technologiques des géotypes expérimentés se sont normalement exprimées avec, par exemple, les classements habituels : LLOYD \approx GALADUR > NEODUR pour les indices de coloration et NEODUR \gg LLOYD > GALADUR pour la viscoélasticité des pâtes.

Sur la récolte 1997, on a observé une dégradation de l'ensemble des caractéristiques physiques des grains, avec des teneurs en protéines sensiblement plus faibles que l'année précédente (13,8 % en moyenne), des taux de mitadinage beaucoup plus élevés (36,7 %), des taux de moucheture considérablement plus élevés (42 %) et des poids de mille grains en baisse d'environ 3 points.

Appréciation des variétés étudiées

NÉODUR : Variété à assez gros grains, très sensible à la moucheture mais résistante au mitadinage. La couleur des pâtes est bonne avec un bon indice de jaune et un indice de brun moyen. La teneur en protéines est très élevée. La qualité culinaire des pâtes (viscoélasticité et état de surface) est très bonne.

LLOYD : Variété à assez gros grains, relativement résistante au mitadinage et qui, malgré des taux moyens de moucheture de 33 % en 1997, semble y avoir mieux résisté que les autres variétés. La teneur en protéines est moyenne. La couleur des pâtes est très bonne (indice de jaune élevé et faible indice de brun). La qualité culinaire est satisfaisante, bien que sensiblement plus faible que celle de NEODUR).

GALADUR : Variété à grains moyens, relativement résistante au mitadinage mais assez sensible à la moucheture. La teneur en protéines est assez élevée. La couleur des pâtes est très bonne (indice de jaune élevé et faible indice de brun) et comparable à celle de LLOYD. L'état de surface des pâtes cuites est satisfaisant mais, en 1996, l'indice de viscoélasticité n'a été que moyen, sensiblement inférieur à celui de LLOYD.

TETRADUR : Variété à faible poids de mille grains, qui a relativement résisté au mitadinage en 1997, mais qui a été très atteinte par la moucheture. La teneur en protéines est moyenne.

EXELDUR : Variété à faible poids de mille grains, qui a assez mal résisté au mitadinage en 1997 et qui a été encore plus atteinte par la moucheture que TETRADUR. La teneur en protéines est moyenne.

69865 : Variété à grains moyens, qui est apparue sensible à la fois au mitadinage et à la moucheture. La teneur en protéines est relativement faible, inférieure à celle de tous les témoins. La couleur des pâtes est très bonne (indice de jaune excellent et faible indice de brun). La qualité culinaire des pâtes est insuffisante (état de surface médiocre et faible indice de viscoélasticité).