

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
12 juin 2014 (12.06.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/087386 A1

(51) Classification internationale des brevets :
A21D 10/02 (2006.01) A23L 1/10 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/IB2013/060710

(22) Date de dépôt international :
6 décembre 2013 (06.12.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
12 61763 7 décembre 2012 (07.12.2012) FR

(71) Déposants : INSTITUT NATIONAL DE LA RE-
CHERCHE AGRONOMIQUE (INRA) [FR/FR]; 147
rue de l'Université, F-75338 Paris Cedex 07 (FR). TOU-
LOUSAIN DES FARINES [FR/FR]; Zone Industrielle
Mirepeisset, F-11590 Salles-d'Aude (FR). ARTERRIS
INNOVATION [FR/FR]; 24 avenue Marcel DASSAULT,
F-31500 Toulouse (FR).

(72) Inventeurs : ABECASSIS, Joël; 2 rue Frédéric Chopin,
F-34920 Le Cres (FR). BERNABE, Antoine; Domaine de
Grand-Vigne, F-11100 Narbonne (FR). CHAURAND,
Marc; 4 coteau des Cypres, F-34980 Montferrier-sur-lez
(FR). CHIRON, Hubert; 8 chemin de la Hautière, F-
44240 La Chapelle-sur-erdre (FR). DUBOIN, Guillaume;
"Campagnac" Route de Folcardre, F-31290 Villefranche
De Lauragais (FR). PELLERIN, Philippe; 2 chemin de
l'Horte, F-11120 Pouzols (FR).

(74) Mandataire : JUPIN, Claude; Cabinet Nony, 3 rue de
Penthièvre, F-75008 Paris (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : DURUM WHEAT FLOUR

(54) Titre : FARINE DE BLE DUR

(57) Abstract : The invention relates to durum wheat flour wherein the particle size (D₉₀) of at least 90 % of the grains is smaller than 200 µm and wherein the damaged starch content is higher than 8 %.

(57) Abrégé : La présente invention est relative à une farine de blé dur dans laquelle au moins 90% des grains possèdent une taille de particule (D₉₀) inférieure à 200 µm et dans laquelle la teneur en amidon endommagé est supérieure à 8 %.



WO 2014/087386 A1

« Farine de blé dur »

Domaine de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine de la fabrication de farines destinées à l'alimentation humaine, en particulier pour les filières boulangerie, viennoiserie, biscuiterie ou encore pâtisserie et pâtes alimentaires.

Art antérieur

Dans l'alimentation humaine, le pain est un produit de consommation courante réalisé à partir de farine, d'eau, de sel, de levure et éventuellement d'adjuvants tels que des agents tensio-actifs, des agents de texture, des agents colorants, des agents antioxygène ou encore des agents conservateurs.

Le procédé de fabrication du pain comprend de manière classique les étapes suivantes :

- a) réaliser un mélange de farine, d'eau, de sel et d'au moins un agent levant,
- b) réaliser un malaxage, aussi appelé pétrissage, du mélange préparé à l'étape a) (étape dite de frasage»),
- c) laisser ainsi reposer la pâte pétrie obtenue à la fin de l'étape b) qui commence à lever sous l'action de l'agent levant (étape dite de « pointage »),
- d) diviser la pâte levée obtenue à la fin de l'étape c) en une pluralité de morceaux de dimensions plus réduites, aussi appelées pâtons (étape dite de « division »),
- e) laisser les pâtons reposer à température ambiante, selon une étape classiquement appelée « détente » des pâtons,
- f) façonner les pâtons obtenus à la fin de l'étape e) en une forme appropriée pour l'obtention des pains désirés (étape dite de façonnage »),
- g) maintenir la pâte façonnée sur un tissu ou dans un moule pendant une durée suffisante pour obtenir le niveau de gonflement désiré (étape dite « d'apprêt »),
- h) réaliser la cuisson de pâte façonnée et levée obtenue à la fin de l'étape g) (étape de « cuisson »), et
- i) récupérer les pains cuits, prêts à être consommés.

Traditionnellement, pour la fabrication du pain de boulangerie, l'utilisation de farine de blé tendre (*Triticum aestivum*) a été privilégiée, en raison notamment de son excellente aptitude à la panification qui lui est notamment conférée par la finesse des grains qui la composent ainsi que par la qualité du gluten que cette farine contient.

On connaît aussi, en particulier dans certains pays bordant le sud de la Méditerranée, des procédés traditionnels de fabrication de pain à partir d'une farine de blé dur (*Triticum durum*). Toutefois, la structure très dure et très vitreuse de l'amande du grain de blé dur ne permet pas l'obtention d'une farine panifiable en utilisant les techniques de fabrication de farine de blé tendre. Selon ces procédés connus, les grains de blé dur sont d'abord soumis à une

5 farine de blé tendre. étape de mouture permettant l'obtention d'une semoule de blé dur, dont la granulométrie est d'environ 300 µm, puis la semoule obtenue subit une étape de réduction très progressive afin de limiter l'endommagement de l'amidon et obtenir une farine de blé dur panifiable appelée « rimacinata » dont la granulométrie est sensiblement supérieure à la farine de blé tendre.

10 Il existe donc un besoin des artisans et des industriels de diversifier les produits de boulangerie, en vue notamment d'offrir au public des produits panifiés nouveaux possédant des caractéristiques nutritives, olfactives, gustatives, de texture ou encore de couleur qui soient spécifiques. L'utilisation d'une farine de blé dur pour la fabrication de pain est une des solutions pour combler ce besoin.

15 Toutefois, l'aptitude d'une farine à être panifiée s'accroît avec la finesse des grains qui la constituent et la farine de blé dur connue ne possède pas les caractéristiques granulométriques appropriées pour la fabrication d'une pâte à pain ayant les qualités attendues.

L'une des principales difficultés de la mouture du blé dur est liée à la texture de l'albumen des grains qui rend très difficile la réduction de l'amande sous forme de farine. La

20 texture des grains résulte de deux facteurs principaux : la dureté et la vitrosité des grains (Abecassis, J. , Mabilley, F., Haddad, Y., Autran, J-C., Benet, J-C. 1997. La dureté des blés, état des connaissances actuelles. Industries des Céréales (101) 11-18). Le premier facteur correspond à des propriétés mécaniques et dépend principalement de l'origine génétique. Le second facteur correspond davantage à des caractéristiques visuelles (aspect vitreux ou farineux) liées au degré

25 de remplissage du grain et donc aux conditions agro-climatiques. Les blés durs dont l'albumen n'est pas totalement vitreux sont dénommés « mitadinés ».

La dureté des blés a fait l'objet de nombreux travaux de recherche au cours de ces 20 dernières années. Ces travaux ont montré que l'apport du génome D dans le patrimoine génétique du blé tendre a notamment permis d'obtenir des grains à texture plus friable. Ces

30 gènes de friabilité sont codés sur le bras court du chromosome 5D spécifique du génome de blé tendre. Des travaux de recherches (Morris, C.F. ; Giroux, M.J. 2003 Modification of cereal grain hardness via expression of puroindoline protein. US patent n° 6 596 930 B1 du 22 juillet) sont en cours notamment en Italie et aux USA pour introduire ces gènes de friabilité dans le génotype de blé dur qui en est dépourvu (absence du génome D). Dans une publication très récente

(Morris, C.F., Simeone, M.C., King, G.E., Lafiandra, D. 2011. Transfer of soft kernel texture from *Triticum aestivum* to durum wheat, *Triticum turgidum* ssp. durum. Crop Science. 51:114-122), les auteurs revendiquent l'introduction réussie des gènes de friabilité du blé tendre dans une variété élite de blé dur. Ce qui ouvre la voie à la création de nouvelles variétés de blé dur possédant une texture plus friable.

Une autre approche plus technologique peut être envisagée par la modification de la texture des grains avant mouture (Gaines, C.S., Windham, W. R. 1998. Effect of Wheat Moisture Content on Meal Apparent Particle Size and Hardness Scores Determined by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. Cereal Chemistry 75:3, 386-391). Cette opération appelée conditionnement ou préparation est couramment utilisée pour tous les types de blés. Elle consiste en un ajout d'eau suivi d'une période de repos plus ou moins longue : Les blés tendres les plus friables sont généralement conditionnés pendant environ 12h alors que les blés tendres les plus résistants à la mouture nécessitent un temps de préparation plus long (jusqu'à 48h) de façon à réduire leur albumen en forme de farine (Kweon, M., Martin, R.J., Souza, E.J. 2009. Effect of Tempering Condition on Milling Performance and Flour Functionality. Cereal Chemistry. 86(1):12-17). Dans le cas du blé dur, le temps de préparation en semoulerie est réduit pour éviter de rendre trop friable l'albumen et ainsi d'accroître le taux de production de farine, dénommée « gruau D » (sous-produit de la mouture). Toutefois, les procédés ci-dessus, s'ils peuvent permettre de surmonter certains inconvénients liés à la mauvaise aptitude à la panification de la farine de blé dur, sont inadaptés à la production de farine de blé dur à une échelle industrielle, en particulier en utilisant les dispositifs actuels adaptés à la production de farine de blé tendre, ainsi qu'à la production de farine de blé dur apte à être panifiée à des prix de revient qui sont compatibles avec les contraintes commerciales de la filière de la boulangerie.

Il existe donc un besoin des artisans et des industriels de la boulangerie pour des farines de blé dur dont les caractéristiques soient appropriées pour la fabrication de pâte à pain de la qualité attendue.

Résumé de l'invention

Il est fourni selon la présente invention une farine de blé dur ayant des caractéristiques, notamment des caractéristiques de granulométrie, qui sont adaptées à la fabrication de pâtes utilisées notamment en boulangerie viennoiserie – pâtisserie et biscuiterie.

La présente invention est relative à une farine de blé dur dans laquelle au moins 90% des grains possèdent une taille de particule (D_{90}) inférieure à 200 μm et dans laquelle la teneur en amidon endommagé est supérieure à 8 %.

Dans certains modes de réalisation, la farine de blé dur possède une dispersion granulométrique (D_{90} - D_{10}) des grains varie de 80 % à 95 % de la valeur de D_{90} .

La présente invention concerne aussi une pâte de boulangerie, ce qui inclut une pâte à pain possédant un taux d'hydratation supérieur à 75 %, et de préférence inférieur à 80 %.

5 L'invention a aussi trait à un procédé pour l'obtention d'une farine de blé dur telle que définie ci-dessus, comprenant les étapes suivantes :

a) nettoyage des grains de blé dur,

b) broyage des grains,

c) tamisage des grains broyés

10 d) facultativement, sassage des grains broyés,

c) claquage des grains broyés et triés au cours des 'étapes de tamisage et sassage,

d) convertissage

Une illustration d'un tel procédé d'obtention d'une farine de blé dur conforme à celle définie dans la présente description est fournie à l'exemple 1.

15 La présente invention concerne en outre un mélange de farines comprenant au moins une farine de blé tendre et au moins une farine de blé dur selon l'invention, dans lequel la farine de blé dur selon l'invention représente au moins 20% en poids du mélange.

La présente invention concerne également une pâte de boulangerie comprenant un tel mélange de farines.

20

Description des figures

La **Figure 1** illustre la comparaison du profil granulométrique d'une pluralité de farines. En abscisse : taille de grain, exprimée en μm . En ordonnées : pourcentage cumulé. Symbole carré plein (■) : farine de blé tendre. Symbole triangle plein (▲) : farine de blé dur telle que définie dans la description. Symbole losange plein (◆) : farine de blé dur de type « rimacinata ». Symbole en croix (✕) : farine de blé dur du type « Gruau D ».

25

La **Figure 2** est un schéma de principe d'un test de l'évolution rhéologique d'une pâte à base de farine avec le temps de pétrissage à température constante. En abscisse ; la durée de malaxage, exprimé en minutes. En ordonnées : la valeur du couple maximal, exprimée en unités Brabender (BU).

30

La **Figure 3** est un schéma de la courbe type de l'évolution rhéologique de la figure 2 dans lequel sont indiqués le calcul des différents paramètres caractéristiques, respectivement : (i) valeur du couple maximum, exprimée en unités Brabender (BU).; (ii) la valeur du couple pendant la latence, exprimée en unités Brabender (BU)., (iii) la durée de développement,

exprimée en heures, et (iv) l'énergie mécanique spécifique, exprimée en unités d'aires sous la courbe.

La **Figure 4** illustre les résultats des essais comparatifs de quatre farines distinctes, selon l'évolution rhéologique mesurée à l'aide du GlutoPeak dont le principe est illustré sur la Figure 2. Courbe n° 1 : farine de blé tendre Tradition française. Courbe n° 2 : farine de blé dur telle que définie dans la présente description. Courbe n° 3 : farine de blé dur du type « Rimacinata ». Courbe n° 4 : farine de blé dur du type « Gruau D ».

La **Figure 5** représente une courbe type d'essai de protocole de mesure du comportement rhéologique d'une pâte soumise à une double contrainte de pétrissage et de température selon les normes NF EN ISO 712 et NF V03-764.

La **Figure 6** illustre les résultats du comportement rhéologique d'une pâte à base de blé dur tel que défini dans la présente description. Du haut vers le base de la figure : Courbe n° 1 : température bloc ; Courbe n° 2 : température pâte ; Courbe n° 3 : rhéologie de la pâte.

Ordonnées (échelle de gauche) : couple, exprimé en Nm. Ordonnées (échelle de droite) : température, exprimée en degrés Celsius. Abscisse : temps, exprimé en minutes.

La **Figure 7** illustre les résultats du comportement rhéologique d'une pâte à base de farine de blé tendre commerciale de type « Tradition française ». Ordonnées (échelle de gauche) : couple, exprimé en Nm. Du haut vers le base de la figure : Courbe n° 1 : température bloc ; Courbe n° 2 : température pâte ; Courbe n° 3 : rhéologie de la pâte. Ordonnées (échelle de droite) : température, exprimée en degrés Celsius. Abscisse : temps, exprimé en minutes.

La **Figure 8** illustre les résultats du comportement rhéologique d'une pâte à base de blé dur tel du type « Rimacinata ». Du haut vers le base de la figure : Courbe n° 1 : température bloc ; Courbe n° 2 : température pâte ; Courbe n° 3 : rhéologie de la pâte. Ordonnées (échelle de gauche) : couple, exprimé en Nm. Ordonnées (échelle de droite) : température, exprimée en degrés Celsius. Abscisse : temps, exprimé en minutes.

La **Figure 9** illustre les résultats du comportement rhéologique d'une pâte à base de blé dur du type « Gruau D ». Du haut vers le base de la figure : Courbe n° 1 : température bloc ; Courbe n° 2 : température pâte ; Courbe n° 3 : rhéologie de la pâte. Ordonnées (échelle de gauche) : couple, exprimé en Nm. Ordonnées (échelle de droite) : température, exprimée en degrés Celsius. Abscisse : temps, exprimé en minutes.

La **Figure 10** illustre les résultats comparatifs du comportement rhéologique d'une pâte à base de blé dur du type « Gruau D ». Ordonnées (échelle de gauche) : couple, exprimé en Nm. Courbe n° 1 : Température bloc ; Courbe n° 2 : température pâte ; Courbe n° 3 : pâte à base de farine de blé dur Rimacinata ; Courbe n° 4 : pâte à base de farine de blé dur selon

l'invention ; Courbe n° 5 : pâte à base de farine de blé dur du type « Gruau D » ; Courbe n° 6 : pâte à base de farine de blé tendre du type « tradition française ». Ordonnées (échelle de droite) : température, exprimée en degrés Celsius. Abscisse : temps, exprimé en minutes.

5 **Description détaillée de l'invention**

La présente invention fournit une farine de blé dur dont les caractéristiques spécifiques confèrent à celle-ci une excellente aptitude à la préparation d'une pâte destinée à la fabrication de compositions alimentaires, et plus particulièrement de pâtes destinées à la fabrication de pains, viennoiseries, pâtisseries.

10 De manière surprenante, la demanderesse a montré qu'une farine de blé dur ayant des caractéristiques de faible granulométrie peut être obtenue à partir du blé dur.

De manière tout aussi surprenante, la demanderesse a montré que, à l'encontre des connaissances conventionnelles de l'homme du métier dans le domaine de la fabrication de farine issue de végétaux et plus spécifiquement de farine issue de céréales, et tout
15 particulièrement de la farine de blé, des propriétés avantageuses sont obtenues avec une farine de blé dur ayant une teneur en amidon endommagé qui est normalement considéré comme indésirable et que les techniques connues de fabrication de farine de blé dur recherchaient à éviter ou tout au moins à tempérer.

La présente invention est relative à une farine de blé dur dans laquelle au moins 90
20 % des grains possèdent une taille de particule (D_{90}) inférieure à 200 μm et dans laquelle la teneur en amidon endommagé est supérieure à 8 %.

Par « blé dur », on entend selon l'invention une plante de l'espèce *Triticum durum* (aussi appelé *Triticum turgidum subsp durum*), distinct du blé tendre qui est une plante de l'espèce *Triticum aestivum*.

25 A titre illustratif, le blé dur englobe notamment les variétés ou cultivars suivants : Acalou (France), AC Avonlea (Canada), AC Melita (Canada), AC Morse (Canada), AC Navigator (Canada), AC Pathfinder (Canada), Agridur (France), Altar 84 (Mexique), Anton (Espagne), Appio (Italie), Appuio (Italie), Aramon (France), Arcalis (France), Arcangelo (Italie), Arcobaleno (Italie), Ardente (France), Arstar (France), Auroch (France), Belikh 2 (Liban),
30 Belzer (Etats-Unis), Ben (Etats-Unis), Bravadur (Etats-Unis), Brindur (France), Bronte (Italie), Capeiti 8 (Italie), Cappelli (Italie), Ciccio (Italie), Colorado (Italie/Etats-Unis), Colosseo (Italie), Cortez (Etats-Unis), Creso (Italie), Don Pedro (Espagne), Duillio (Italie), Duraking (Etats-Unis), Durex (Etats-Unis), Durfort (France), Duriac (France), Edmore (Etats-Unis), Excalibur (France), Extradur (Autriche), Flavio (Italie), Fortore (Italie), Frankodur (Autriche), Galadur (France),

Gargano (Italie), Goldur (Autriche), Grandur (Autriche), Grazia (Italie), Heider (Syrie), Helidur (Autriche), Hercules (Canada), Ionio (Italie), Iride (Italie), Italo (Italie), Ixos (France), Jabato (Espagne), Kabir (Algérie), Kamilaroi (Australie), Karel (Italie), Korifla (Syrie), Kronos (Etats-Unis), Kyle (Canada), L 35 (Italie), Lakota (Etats-Unis), Langdon (Etats-Unis), Latino (Italie),
5 Lira (Italie), Lloyd (Etats-Unis), Maier (Etats-Unis), Messapia (Italie), Mexicali 75 (Mexique), Mindum (Etats-Unis), Mohawk (Etats-Unis), Munich (Etats-Unis), Nefer (France), Neodur (France), Ofanto (Italie), Orjaune (France), Platani (Italie), Plaza (Etats-Unis), Plenty (Canada), Plinio (Italie), Primadur (France), Produra (Italie), Renville (Etats-Unis), Reva (Etats-Unis), Roqueno (Espagne), Rugby (Etats-Unis), Russello SG7 (Italie), San Carlo (Italie), Saragolla
10 (Italie), Sceptre (Canada), Semperdur (Autriche), Simeto (Italie), Solex (Italie), Svevo (Italie), Tacna (Etats-Unis), Tetradur (France), Topdur (Autriche), Trinakria (Italie), Valbelice (Italie), Valforte (Italie), Valnova (Italie), Varano (Italie), Vic (Etats-Unis), Waha (Syrie), Wallarol (Australie), WB 881 (Etats-Unis), WB Turbo (Etats-Unis) et Yallarol (Australie).

Au sens de l'invention, une farine de blé dur englobe (i) les farines de blé dur
15 provenant d'une seule variété ou cultivar de blé dur et (ii) les farines issues d'un mélange de farines provenant de variétés ou de cultivars de blé dur distincts.

Par « taille de particule » des grains constitutifs d'une farine, on entend la taille des grains telle que mesurée par la technique de granulométrie laser, bien connue de l'homme du métier. De préférence, selon l'invention, la taille de particule est mesurée par granulométrie laser
20 en utilisant un appareil granulomètre du type « Mastersizer® » commercialisé par la Société Malvern Instruments (Orsay, France).

Par « teneur en amidon endommagé », on entend la mesure du pourcentage d'amidon endommagé telle que réalisée selon la méthode d'essai AACC 76-31 (standard ICC n°164, RACI Standard method), qui est une méthode de référence définie par l'AACC
25 (American Association of Cereal Chemists, Inc., Etats-Unis), bien connue de l'homme du métier. En résumé, selon cette méthode standard de référence, la teneur en amidon endommagé est mesurée en réalisant successivement (i) une étape d'hydratation des grains, puis (ii) une étape d'hydrolyse enzymatique de l'amidon en malto-saccharides et en alpha dextrines faisant agir une alpha-amylase fongique, afin de solubiliser les grains endommagés tout en conservant
30 sensiblement intacts les grains non endommagés. Après arrêt de la réaction par addition d'acide sulfurique, des échantillons sont prélevés et traités avec de l'amyloglucosidase en excès afin d'obtenir une dégradation complète des dextrines dérivées de l'amidon en glucose, avant de mesurer la quantité de glucose, en général avec un mélange de glucose oxydase et de peroxydase

de haute pureté. Les résultats sont exprimés en pourcentage en poids d'amidon endommagé, par rapport au poids total de farine.

De manière inattendue, la demanderesse a montré qu'une farine de blé dur ayant une teneur minimale en amidon endommagé permet l'obtention d'une pâte pour la fabrication de pain, ladite pâte ayant un taux d'hydratation significativement supérieur au taux d'hydratation habituellement pratiqué pour les pâtes à pain classiques, ce qui englobe les pâtes à pain obtenues à partir de farine de blé tendre et les pâtes à pain obtenues à partir de blé dur.

La demanderesse a montré qu'une farine de blé dur ayant une teneur minimale en amidon endommagé ne présentait aucun des inconvénients auxquels se serait attendu l'homme du métier. En particulier, une farine de blé dur ayant les caractéristiques de granulométrie et de teneur minimale en amidon endommagé définies dans la présente description (i) permet la formation d'une pâte qui n'est pas collante au pétrissage et au façonnage, (ii) permet la formation d'une pâte ayant un beau volume, et en particulier d'une pâte dont le rendement boulanger, c'est-à-dire le nombre de pains qui peuvent être obtenus à partir d'une quantité donnée de farine de départ, est supérieur au rendement boulanger calculé pour une farine de blé tendre ou pour une farine de blé dur connue, (iii) permet une cuisson sans retombée de la pâte et (iv) permet l'obtention de pains ou d'autres produits de boulangerie de viennoiseries ou de pâtisserie à mie jaune et un rassissement plus lent.

Le fort taux d'hydratation d'une pâte à pain, lequel est rendu possible grâce à l'utilisation de la farine de blé dur selon l'invention, permet de réaliser aisément l'étape de pétrissage de ladite pâte, et en particulier de réaliser l'étape de pétrissage dans des conditions similaires sinon identiques à celles couramment pratiquées pour pétrir une pâte à pain réalisée à partir de farine de blé tendre.

L'aptitude d'une farine de blé dur de l'invention à former une pâte possédant des caractéristiques avantageuses pour la fabrication de pains est encore accrue lorsque ladite farine de blé dur possède certaines caractéristiques spécifiques de granulométrie.

Avantageusement, dans une farine de blé dur conforme à l'invention, au moins 80 % des grains possèdent une taille de particule inférieure à 160 μm .

Selon un autre aspect avantageux, les grains constitutifs d'une farine de blé dur conforme à l'invention possèdent une répartition granulométrique qui est très proche de la répartition granulométrique des grains constitutifs d'une farine de blé tendre, ce qui permet l'obtention d'une pâte lisse, qui ne colle pas et qui est facile à travailler, et qui permet la réalisation d'une fermentation régulière des pâtons qui ont une bonne tenue à l'enfournement,

puis, en dernier lieu, l'obtention de pains ayant un beau volume et une mie peu dense et bien alvéolée.

Avantageusement, dans une farine de blé dur selon l'invention, la valeur granulométrique D_{90} est inférieure à 200 μm . Aux fins de la présente description, la valeur de D_{90} est la valeur de taille de grain au percentile 90 de la répartition granulométrique cumulée. De même, la valeur de D_{10} est la valeur de taille de grain au percentile 10 de la répartition granulométrique cumulée. De manière similaire, la valeur de D_{50} est la valeur de taille de grain au percentile 50 de la répartition granulométrique cumulée et correspond donc au diamètre médian des grains constitutifs de la farine considérée.

Avantageusement, dans une farine de blé dur selon l'invention, la valeur de dispersion granulométrique ($D_{90}-D_{10}$) des grains varie de 80 % à 95 % de la valeur de D_{90} .

Avantageusement, la valeur de dispersion granulométrique ($D_{90}-D_{10}$), exprimée comme la différence entre les valeurs de taille D_{90} et D_{10} des grains est inférieure à 200 μm , et encore mieux inférieure à 180 μm .

Avantageusement, la valeur de dispersion granulométrique ($D_{90}-D_{10}$), exprimée comme le rapport de la valeur de D_{10} à la valeur de D_{90} (D_{10}/D_{90}), est inférieure à 0,16, ce qui englobe les valeurs de rapports D_{10}/D_{90} inférieures à 0,15, et inférieures à 0,14.

Il ressort des mesures comparatives présentées dans les exemples que le profil granulométrique d'une farine de blé dur conforme à l'invention est proche du profil granulométrique d'une farine de blé tendre conventionnelle. En revanche, le profil granulométrique d'une farine de blé dur selon l'invention est sensiblement distinct de celui des farines de blé dur connues. En particulier, comme cela est montré dans les exemples, la valeur de D_{90} d'une farine de blé dur selon l'invention est bien moindre que la valeur de D_{90} qui est mesurée pour les farines de blé dur connues.

Egalement, la valeur de répartition granulométrique d'une farine de blé dur selon l'invention illustre que la taille des grains est plus homogène que dans les farines de blé dur connues, pour lesquelles on mesure couramment des valeurs de rapport D_{10}/D_{90} supérieures à 0,16.

De manière générale, les caractéristiques granulométriques d'une farine de blé dur selon l'invention définissent une farine qui est conforme aux usages en vigueur, comme la norme CODEX STAN 152-1985, qui définit la farine standard par une granulométrie telle que au moins 98% de la farine doit passer au travers d'un tamis de taille de maille de 212 microns (N° 70). Selon une caractéristique précitée d'une farine de blé dur conforme à l'invention, la teneur en amidon endommagé est supérieure à 8%.

De manière inattendue, cette teneur minimale en amidon endommagé, qui est généralement considérée comme un inconvénient par l'homme du métier, contribue, spécifiquement pour la farine de blé dur définie dans la présente description, à l'aptitude de ladite farine de blé dur à former une pâte hautement hydratée possédant des caractéristiques rhéologiques appropriées pour la fabrication de pains ayant une qualité très proche des pains préparés à partir de farines de blé tendre. Il est en effet communément admis dans l'état de la technique qu'une teneur anormalement élevée d'amidon endommagé est de nature à altérer négativement l'aptitude d'une farine à former une pâte de bonne qualité boulangère. En particulier, il est estimé qu'une trop forte teneur en amidon endommagé conduit à la préparation d'une pâte très collante et très extensible, dont le pétrissage est rendu difficile, et qui a une mauvaise tenue à l'enfournement.

Au contraire de ce qui était normalement attendu du fait des connaissances générales de l'homme du métier, la farine de blé dur de l'invention qui est caractérisée notamment par une teneur minimale de 8 % d'amidon endommagé, permet la préparation d'une pâte fortement hydratée possédant des caractéristiques rhéologiques proches de celles d'une pâte obtenue à partir de farine de blé tendre.

Comme cela est illustré dans les exemples, la farine de blé dur de l'invention a une forte capacité à absorber l'eau (phase C1 de la courbe de mesure de la rhéologie de la pâte), supérieure à la fois à celle observée pour les farines de blés dur connues, et à celle observée pour les farines de blé tendre. La pâte obtenue à partir de farine de blé dur de l'invention possède aussi une excellente stabilité rhéologique à l'action du travail mécanique de pétrissage (phase C1-C2). Selon une autre caractéristique, l'amidon d'une pâte obtenue à partir de farine de blé dur de l'invention possède une aptitude à la gélatinisation (phase C2-C3) qui est moindre que celle de certaines farines de blé dur connues, mais qui est supérieure à la farine de blé tendre. Il est aussi observé que la pâte obtenue à partir de farine de blé dur de l'invention possède un niveau de stabilité du gel formé à chaud qui est supérieur à la fois à (i) certaines farines de blé dur connues de granulométrie supérieure et à (ii) une farine de blé tendre de granulométrie similaire (phase C3-C4), ce qui est tout à fait inattendu.

Toutefois, la farine de blé dur de l'invention a avantageusement une teneur en amidon endommagé qui est inférieure à 15 %, et de préférence à 13 %. Selon un autre aspect, la farine de blé dur de l'invention possède une teneur en matières minérales supérieure à 0,7 %.

Par « teneur en matières minérales », ou « taux de cendres », on entend selon l'invention le taux de cendres tel que mesuré selon la norme NF V03-720 / ISO 2171. De

manière générale, la teneur en matières minérales correspond à la mesure du poids de matières résiduelles après incinération de la farine à 900°C

La teneur minimale relativement élevée en matières minérales d'une farine de blé dur selon l'invention contribue à la qualité gustative ou nutritionnelle d'un pain fabriqué avec celle-ci. Les matières minérales contiennent principalement du phosphore, du potassium et du magnésium, dont l'apport quotidien est favorable au maintien d'une bonne santé.

Dans certains modes de réalisation, la farine de blé dur de l'invention possède avantageusement une teneur en matières minérales inférieure à 2 %, et de préférence inférieure à 1,5 % et de manière tout à fait préférée inférieure à 1,1 %.

La teneur élevée en matières minérales de la farine de blé dur de l'invention permet l'obtention d'une pâte colorée, de teinte jaune, qui confère un aspect original et particulièrement attrayant au pain, qui possède une mie ayant un aspect bien jaune et attrayant pour le consommateur final.

Selon encore un autre aspect avantageux, la farine de blé dur de l'invention permet de préparer une pâte possédant un taux d'hydratation élevé.

Dans certains modes de réalisation, la pâte est préparée en utilisant, en tant que farine, exclusivement une farine de blé dur telle que divulguée dans la présente description. Ces modes de réalisation englobent une pâte obtenue à partir d'un mélange de plusieurs farines de blé dur selon l'invention, par exemple de différentes farines de blé dur selon l'invention obtenues à partir de variétés de blé dur distinctes.

Dans d'autres modes de réalisation, la pâte est préparée en utilisant, en tant que farine, un mélange d'une farine de blé dur telle que divulguée dans la présente description avec une ou plusieurs farines de blé tendre.

Classiquement, une pâte à pain comprend de la farine, de l'eau, et le cas échéant du sel. Une pâte à pain comprend aussi, dans la majorité des cas, une quantité appropriée d'un agent levant, telle que de la poudre levante chimique ou de la levure biologique, dite « levure de boulanger » ou « levure de panification ». La poudre levante chimique peut être par exemple du bicarbonate de soude. Comme levure de panification, on utilise classiquement la souche *Saccharomyces cerevisiae*, qui est aisément disponible et se présente par exemple sous différentes formes telles que la levure fraîche en blocs, la levure sèche réactivable ou encore la levure instantanée en paillettes).

Par « taux d'hydratation » d'une pâte, on entend selon l'invention le rapport du poids d'eau au poids de farine utilisé dans la pâte.

Une pâte obtenue à partir d'une farine de blé dur selon l'invention possède, pour une valeur donnée de viscosité de la pâte, un taux d'hydratation significativement supérieur à la fois (i) aux farines de blé dur connues et (ii) aux farines de blé tendre destinées à la panification.

Comme cela est illustré dans les exemples, une farine de blé dur de l'invention permet l'obtention d'une pâte ayant une excellente aptitude à la panification et ayant un taux d'hydratation supérieur à 75 %. Par comparaison, une pâte apte à être panifiée obtenue à partir de farine de blé tendre possède classiquement un taux d'hydratation inférieur à 70 %.

On précise que la présente invention englobe une pâte obtenue à partir de la farine de blé dur telle que définie dans la présente description, laquelle pâte a un taux d'hydratation supérieur à 75 % pour une viscosité définie par un couple de 1,1 Nm selon la méthode de mesure « Chopin+ » selon la norme NF V03-764.

Avantageusement, le taux d'hydratation d'une farine de blé dur conforme à l'invention, tel que mesuré selon la méthode précitée, est supérieur à 80 %, et peut dans certains modes de réalisation être supérieur à 85 %.

Le taux élevé d'hydratation d'une pâte apte à être panifiée obtenue à partir d'une farine de blé dur de l'invention contribue au caractère peu collant ou non collant de ladite pâte, au fait que le pétrissage de la pâte est très aisé, ce qui permet la préparation de pains ayant un beau volume, une belle section et un beau coup de lame.

De plus, le taux élevé d'hydratation d'une pâte, qui est rendu possible en utilisant une farine de blé dur telle que définie dans la présente description, permet l'obtention d'un rendement boulanger accru, par comparaison au rendement boulanger qui est couramment observé avec la farine de blé tendre ou encore avec la farine de blé dur connue. Ainsi, l'utilisation d'une farine de blé dur conforme à l'invention permet d'accroître le rendement de production de pâte de boulangerie. L'utilisation d'une telle farine de blé dur permet aussi de réduire les coûts de fabrication d'un pain, ou à tout le moins de compenser le coût du blé dur de départ, qui est actuellement plus élevé que celui du blé tendre.

Selon un autre aspect, les pains à base de la farine de blé dur selon l'invention sont aussi caractérisés par une vitesse de rassissement réduite, en comparaison avec les pains à base de farine de blé tendre et en comparaison avec les pains à base des farines de blé dur connues.

Le demandeur a mis au point un procédé spécifique d'obtention de la farine de blé dur qui est définie dans la présente description, lequel est détaillé ci-après.

La présente invention concerne aussi un procédé d'obtention d'une farine de blé dur telle que définie dans la présente description, comprenant les étapes suivantes :

a) nettoyage des grains de blé dur,

b) conditionnement des grains de blé dur nettoyés obtenus à la fin de l'étape a) par ajustement leur teneur en eau ajustée à une valeur allant de 16 % à 20 %, préférentiellement de 17 % à 19 %,

c) broyage des grains conditionnés à l'étape b), selon un diagramme de mouture comprenant de 4 à 6 passages de broyage en utilisant des cylindres cannelés d'un diamètre de 250 millimètres qui sont mis en rotation à une vitesse de 300 à 700 tours/min pour le cylindre le plus rapide, avantageusement à une vitesse d'environ 500 tours/min pour le cylindre le plus rapide, et en appliquant un rapport de vitesse différentielle allant de 1 à 2,5

d) claquage des particules de grains broyés selon un diagramme de mouture comprenant de 4 à 6 passages de claquage en utilisant des cylindres lisses de 250 millimètres de diamètre qui sont mis en rotation à une vitesse allant de 500 à 900 tours/min pour le cylindre le plus rapide, avantageusement à une vitesse d'environ 700 tours/min pour le cylindre le plus rapide, et en appliquant un rapport de vitesse différentielle allant de 1 à 1,2,

e) convertissage des particules obtenues à la fin de l'étape d) selon un diagramme de mouture comprenant de 6 à 8 passages de convertissage en utilisant des cylindres lisses de 250 millimètres de diamètre qui sont mis en rotation à une vitesse allant de 500 à 900 tours/min pour le cylindre le plus rapide, avantageusement à une vitesse d'environ 700 tours/min pour le cylindre le plus rapide, et en appliquant un rapport de vitesse différentielle allant de 1 à 1,2.

L'étape a) du procédé est réalisée de manière classique selon les techniques usuelles utilisées dans les minoteries, lesquelles sont bien connues de l'homme du métier.

A l'étape b), la teneur en eau des grains nettoyés est ajustée à une valeur allant de 16% à 20%, préférentiellement de 17 % à 19 %. A cette étape, les grains sont laissés au repos pendant une durée allant de 36 heures à 72 heures, de préférence pendant une durée allant de 18 heures à 60 heures. Dans certains modes de réalisation du procédé, les grains sont soumis à une opération de décorticage pour éliminer une partie des enveloppes.

Préférentiellement, l'étape c) de broyage est réalisée selon un diagramme de mouture comprenant de 4 à 6 passages de broyage en utilisant des cylindres cannelés d'un diamètre de 250 millimètres qui sont mis en rotation à une vitesse de 300 à 700 tours/min pour le cylindre le plus rapide, avantageusement à une vitesse d'environ 500 tours/min pour le cylindre le plus rapide, et en appliquant un rapport de vitesse différentielle allant de 1 à 2,5. A l'étape c), on utilise des cylindres dont le nombre de cannelures et le profil des cannelures est choisi selon la taille et la nature des grains de blé dur qui doivent être broyés.

Préférentiellement, l'étape d) de claquage est réalisée selon un diagramme de mouture comprenant de 4 à 6 passages de claquage en utilisant des cylindres lisses de 250 millimètres de diamètre qui sont mis en rotation à une vitesse allant de 500 à 900 tours/min pour le cylindre le plus rapide, avantageusement à une vitesse d'environ 700 tours/min pour le cylindre le plus rapide, et en appliquant un rapport de vitesse différentielle allant de 1 à 1,2.

Préférentiellement, l'étape e) de convertissage est réalisée selon un diagramme de mouture comprenant de 6 à 8 passages de convertissage en utilisant des cylindres lisses de 250 millimètres de diamètre qui sont mis en rotation à une vitesse allant de 500 à 900 tours/min pour le cylindre le plus rapide, avantageusement à une vitesse d'environ 700 tours/min pour le cylindre le plus rapide, et en appliquant un rapport de vitesse différentielle allant de 1 à 1,2.

De manière générale, pour réaliser le procédé d'obtention d'une farine de blé dur ayant les caractéristiques définies dans la présente description, les paramètres de réglage des appareils à cylindres, respectivement les appareils broyeurs, les appareils claqueurs et les appareils convertisseurs, sont adaptés (i) en appliquant un niveau de pression supérieur à celui qui est couramment pratiqué dans les procédés de mouture de grains de blé tendre, ii) en utilisant une valeur d'écartement réduit entre les cylindres et (iii) en réduisant d'environ 50% le débit d'alimentation en grains de blé dur, par rapport au débit d'alimentation en grains de blé tendre qui serait appliqué avec le même dispositif de mouture. On précise que, avec un moulin industriel fonctionnant avec un débit d'alimentation allant de 16 à 20 tonnes par heure pour la mouture d'un blé tendre, le débit d'alimentation doit être ajusté à une valeur allant de 8 à 10 tonnes par heure pour la mise en œuvre du procédé d'obtention de farine de blé dur détaillé dans la présente description.

La mise en œuvre d'un débit réduit d'alimentation du moulin entraîne la formation d'une couche de produit en cours de mouture sur les cylindres broyeurs, les cylindres claqueurs et les cylindres convertisseurs, qui est d'épaisseur réduite, par rapport à l'épaisseur obtenue sur ces cylindres lorsqu'un débit normal est utilisé. Cette étape de réduction peut être réalisée avec ou sans sassage préalable des semoules.

Une illustration détaillée d'un tel procédé d'obtention d'une farine de blé dur conforme à celle définie dans la présente description est fournie à l'exemple 1.

La présente invention fournit en outre un mélange de farines comprenant, voire constitué, au moins une farine de blé tendre et au moins une farine de blé dur selon l'invention telle que définie précédemment, dans lequel la(les) farine(s) de blé dur représente(nt) au moins 10% en poids du mélange.

Selon un mode préféré, la(les) farine(s) de blé dur représente(nt) au moins 20% en poids du mélange, de préférence au moins 25% en poids, de préférence au moins 3% en poids, préférentiellement au moins 35% en poids, de préférence 40% en poids.

5 Selon un mode de réalisation, la farine de blé dur de l'invention représente jusqu'à 100% en poids du mélange de farines, de préférence jusqu'à 99%, 98%, 97%, 96%, 95%, 94%, 93%, 92%, 91% ou 90% en poids du mélange de farines.

Selon un mode de réalisation, un mélange de farines de l'invention est tel que la(les) farine(s) de blé tendre représente(nt) 80% en poids du mélange et la(les) farine(s) de blé dur selon l'invention représente(nt) 20% en poids du mélange.

10 Selon un autre mode de réalisation, un mélange de farines de l'invention est tel que la(les) farine(s) de blé tendre représente(nt) de 50% à 60% en poids du mélange et la(les) farine(s) de blé dur selon l'invention représente(nt) de 40 à 50% en poids du mélange.

15 Selon un autre mode de réalisation, un mélange de farines de l'invention est tel que la(les) farine(s) de blé tendre représente(nt) 40% en poids du mélange et la(les) farine(s) de blé dur selon l'invention représente(nt) 60% en poids du mélange.

Selon encore un autre mode de réalisation, un mélange de farines de l'invention est tel qu'il comprend au moins 80% en poids de farine de blé dur selon l'invention.

20 Un mélange de farines selon l'invention possède une excellente aptitude à la préparation d'une pâte destinée à la fabrication de compositions alimentaires, et plus particulièrement de pâtes destinées à la fabrication de pains, biscuits, viennoiseries ou pâtisseries.

25 De manière inattendue, et comme illustré dans les exemples, la demanderesse a montré qu'une pâte comprenant un mélange de farines selon l'invention confère aux pains, viennoiseries, pâtisseries, pâtes alimentaires et/ou biscuits préparés à partir de cette pâte des propriétés avantageuses en termes notamment de couleurs, de tenue dans le temps, d'hydratation et/ou de résistance mécanique.

La présente invention est aussi illustrée, sans y être aucunement limitée, par les exemples qui suivent.

EXEMPLES

Exemple 1 : Procédé d'obtention d'une farine de blé dur

1.1. Nettoyage des grains

Avant mouture les grains sont nettoyés afin de réduire le nombre de contaminants bactériens ou fongiques, éliminer les cailloux et autres déchets inertes, éliminer les insectes et les fragments d'insectes, et le cas échéant éliminer les graines indésirables, principalement les graines autres que les graines de blé dur. On utilise classiquement une pluralité de dispositifs de nettoyage choisis parmi (i) un aimant, (ii) un aspirateur, (iii) un nettoyeur-séparateur, (iii) un trieur, (iv) un épierreur, (v) une table densimétrique, (vi) une brosse ou une époinçuse, (vii) un toboggan et (viii) un trieur colorimétrique.

1.2. Conditionnement et préparation à la mouture

La préparation est une étape importante visant à adapter la texture des grains avant mouture en ajustant la teneur en eau et le temps de repos des grains de manière à créer un gradient d'eau favorable à une bonne séparation entre l'amande ainsi qu'à ameublir la texture de l'amande pour faciliter sa réduction sous forme de particules de farine.

La teneur en eau des grains est ajustée à une teneur en eau comprise entre 16 % et 20 % et préférentiellement entre 17 % et 19 %. Le temps de repos est compris entre 36 heures et 72 heures et préférentiellement entre 48 heures et 60 heures.

Si nécessaire, le blé dur est soumis à une opération préalable de décorticage pour le débarrasser d'une partie de ses enveloppes.

1.3. Mouture :

Après le conditionnement spécifique, les graines de blé dur sont soumises à l'étape de mouture *per se*, suivant un diagramme de mouture qui est couramment mis en œuvre pour les graines de blé tendre.

On utilise un diagramme de mouture constitué de 4 à 6 passages de broyage avec des cylindres cannelés d'un diamètre de 250 mm tournant à une vitesse de 500 tpm pour le cylindre le plus rapide et avec un rapport de vitesse différentielle de 1 à 2.5, Le nombre de cannelures et leur profil est ajusté à la taille et à la nature des produits à broyer ; 4 à 6 passages de claquage à l'aide de cylindres lisses de 250 mm de diamètre: vitesse du cylindre le plus rapide = 700 tpm avec une vitesse différentielle de 1 à 1.2 et 6 ou 8 passages de convertissage à l'aide de cylindres lisses de 250 mm de diamètre, tournant à la vitesse de 700 tpm et avec un rapport de vitesse différentielle de 1 à 1.2. Les paramètres de réglages des appareils à cylindres (broyeurs, claques et

convertisseurs) sont adaptés à la texture des grains de blé dur, en appliquant un niveau de pression supérieur à celui pratiqué pour la mouture de grains de blé tendre, en utilisant un écartement réduit des cylindres (au contact) et en réduisant d'environ 50% le débit d'alimentation en grains de blé du système, par rapport au débit qui est pratiqué pour la mouture de grains de blé tendre.

La mise en œuvre d'un débit réduit d'alimentation du moulin entraîne la formation d'une couche de produit en cours de mouture sur les cylindres broyeurs, les cylindres claqueurs et les cylindres convertisseurs, qui est d'épaisseur réduite, par rapport à l'épaisseur obtenue sur ces cylindres lorsqu'un débit normal est utilisé. Cette étape de réduction peut être réalisée avec ou sans sassage préalable des semoules.

1.4. Rendement :

En utilisant le protocole de mouture de grains de blé dur décrit aux paragraphes 1.1. à 1.3 ci-dessus, on obtient des rendements en farine comparables à ceux obtenus avec du blé tendre (rendement compris entre 74 % et 78 %).

La farine ainsi obtenue correspond aux spécifications recherchées par le demandeur et permet d'obtenir certains produits de panification qui n'avaient jamais été obtenus auparavant avec le blé dur.

Exemple 2 : Caractéristiques de la farine de blé dur ; comparaison avec la farine de blé tendre et d'autres farines de blé dur.

A. Matériels et Méthodes

A.1. Farines

On a utilisé les farines de blé tendre ou de blé dur décrites ci-après.

- farine de blé dur obtenue selon le procédé décrit à l'exemple 1,
- farine de blé tendre commerciale Tradition française de Type 065 commercialisée par la Société des Grands Moulins de Strasbourg (Strasbourg, France).
- farine de blé dur du type « Rimacinata » commercialisée par la Société Farco (Italie). La « Rimacinata » : produit utilisé pour l'élaboration de produits de panification, notamment dans le nord du bassin méditerranéen. Ce produit est élaboré par un processus de transformation complexe. Un procédé de mouture de type blé dur est tout d'abord mis en œuvre pour obtenir une semoule purifiée c'est-à-dire débarrassée des parties périphériques du

grain ; puis, dans un deuxième temps les semoules obtenues sont rebroyées très progressivement par plusieurs passages de réduction.

- farine de blé dur du type « Gruau D » commercialisée par la Société Moulins Maurel (Marseille, France). Le « Gruau D » : sous-produit de la mouture, qui correspond à des fractions périphériques de l'albumen et qui est généralement utilisé pour l'alimentation animale, en particulier pour la fabrication de pâtes pour chien.

A.1. Mesure de la granulométrie

La granulométrie de chaque farine a été mesurée par granulométrie laser en utilisant un appareil granulomètre du type « Mastersizer® » commercialisé par la Société Malvern Instruments (Orsay, France).

A.2. Mesure de la teneur en amidon endommagé

La teneur d'amidon endommagé de chaque farine a été mesuré en utilisant le protocole mesure du pourcentage d'amidon endommagé telle que réalisée selon la méthode d'essai AACC 76-31 (standard ICC n°164, RACI Standard method), qui est une méthode de référence définie par l'AACC (American Association of Cereal Chemists, Inc., Etats-Unis).

A.3. Mesure de la teneur en matières minérales

La teneur en matières minérales a été mesurée selon la norme NF V03-720 / ISO 2171. De manière générale, la teneur en matières minérales correspond à la mesure du poids de matières résiduelles après incinération de la farine.

B. Résultats

B.1. Comparaison de la granulométrie

Les résultats de la comparaison des profils granulométriques des quatre farines sont représentés sur la Figure 1.

A partir d'une courbe granulométrique, il est possible de tirer différentes informations :

- La proportion de produit dont la taille est inférieure à un tamis donné. Par exemple sur la figure 1, on peut observer le pourcentage de particules dont la taille est inférieure à 160 et 200 µm (valeurs généralement admises pour qualifier des farines de blé). Ces valeurs varient dans de larges proportions pour les 4 produits étudiés comme le montre le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1

Produits	Pourcentage < 160 µm	Pourcentage < 200 µm
Farine de blé tendre	91.7	97.5
Farine de blé dur	84.5	94.0
Rimacinata	59.7	73.7
Gruau D	59.2	78.1

La comparaison des valeurs mesurées montre que la distribution granulométrique de la farine de blé dur est proche de celle d'une farine de blé tendre alors que les produits classiques de blé dur contiennent une proportion significative (plus de 20 %) de particules de taille supérieure à 200 µm.

D'autres grandeurs caractéristiques peuvent être déduites de l'analyse des courbes granulométriques, en particulier :

- La granulométrie médiane ou D_{50} qui correspond au diamètre médian des particules composant la poudre,
- Granulométrie D_{90} et D_{10} qui représentent respectivement les diamètres équivalents des particules pour des valeurs caractéristiques (90 % et 10 %) de la distribution granulométrique. Ces valeurs servent aussi à déterminer la dispersion granulométrique ($D_{90}-D_{10}$) d'une population de particules.

Le tableau 2 ci-dessous regroupe ces informations.

Tableau 2

Produits	D_{10} (µm)	D_{50} (µm)	D_{90} (µm)	$D_{90}-D_{10}$ (µm)
Farine de blé tendre	14.9	73.9	169.8	154.9
Farine de blé dur	28.1	101.9	201.1	173.0
Rimacinata	53.3	152.6	314.6	261.2
Gruau D	54.2	151.9	333.6	279.4

Il ressort des résultats présentés dans le tableau 2 ci-dessus que la distribution granulométrique des particules de farine de blé dur se distingue significativement de celles des autres produits de blé dur pour s'approcher de celle d'une farine de blé tendre. C'est notamment le cas pour les particules les plus grosses (D_{90}) dont la valeur correspond à un diamètre équivalent de 200 µm alors que les autres produits de blé dur présentent une granulométrie plus grossière ($D_{90} > 300$

µm). C'est aussi le cas pour la dispersion granulométrique qui pour les farines restent inférieures à 200 µm (respectivement 155 et 173 µm pour la farine de blé tendre et de blé dur) alors que les autres produits de blé dur présentent une dispersion granulométrique supérieure à 250 µm.

5 B.2. Teneurs en amidon endommagé et en matières minérales (cendres)

Les résultats des mesures de la teneur en amidon endommagé et de la teneur en matières minérales sont présentés dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3

Produit	Matières minérales (% m.s.)	Amidon endommagé (%)
Farine de blé tendre	0.54	6.0
Farine de blé dur	1.03	10.4
Rimacinata	0.88	7.7
Gruau D	1.57	7.6

10

- La teneur en matières minérales est utilisée pour mesurer la pureté des produits de mouture. Cette teneur est généralement inférieure pour les produits de blé tendre comparativement aux produits de blé dur. La farine de blé dur présente une teneur en matières minérales comprise entre celles mesurées pour les 2 autres produits de blé dur ;
- Le taux d'amidon endommagé mesuré par dosage enzymatique suivant la norme AACC fait ressortir les caractéristiques particulières de la farine de blé dur. En effet, la farine de blé dur présente un taux d'amidon endommagé élevé comparativement aux autres produits. Ce résultat correspond à une intensification du procédé de réduction de l'amande du blé dur sous forme de farine. A cette caractéristique, est généralement associée une capacité des farines à fixer un taux d'hydratation élevé.

15

20

Exemple 3 : Propriétés d'une pâte obtenue à partir de la farine de blé dur, à température constante

25

A. Matériels et Méthodes

A.1. Propriétés des pâtes obtenues avec les différentes farines

Les propriétés des pâtes obtenues avec les différentes farines ont été évaluées par mesure de l'évolution de la valeur du couple maximal à température ambiante (25 °C) avec un appareil

Gluten Peak Tester® commercialisé par la Société Brabender (Allemagne), selon les recommandations du fabricant.

Cet équipement développé par la société Brabender permet de déterminer rapidement le couple résistant d'une farine au cours du pétrissage pour un taux d'hydratation donné. Une courbe type est donnée sur la figure 2.

Cette courbe peut être décomposée en 4 phases :

A : Augmentation du couple lié à l'hydratation de la farine

B : Phase de latence : agglomération

C : Augmentation du couple : formation du réseau de gluten au sein de la pâte

D : Diminution du couple par sur-pétrissage

A partir des courbes obtenues on peut déterminer plusieurs paramètres, comme illustré sur la figure 3 :

- Le couple de latence avant formation de la pâte
- Le couple maximum de la pâte
- La durée de développement de la pâte
- L'énergie mécanique spécifique

A.2. Essais d'aptitude à la panification

On a réalisé la panification des pâtes obtenues à partir de chacune des quatre farines précitées, dans les conditions décrites par la méthode BIPEA appliquée à l'essai de panification pour le pain de tradition française mais en ajustant le taux d'hydratation des farines en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques et suivant l'expertise du boulanger expérimentateur. Le protocole de panification est décrit ci-après.

Recette :

Tableau 4

INGREDIENTS	QUANTITES (en g.)
Farine de Tradition Française	2000 (base 15 % eau) – cf annexe
Eau	A adapter (consistance constante)
Sel (au début de frasage)	1,8 %
Levure (au début du frasage)	0,5 %

Pétrissage lent :Tableau 5

	Frasage (1 ^{ère} vitesse)	Pétrissage (1 ^{ère} vitesse)	Total
Axe oblique	5 min	15 min	20 min
Artofex	4 min	15 min	19 min
Spirale	5 min	7 min	12 min

➤ Température de pâte : 23-25 °C

5 ➤ Consistance de pâte recherchée : douce (minimum 65 % : cf annexe)

➤ Fin du pétrissage : Appliquer une légère mise en forme avant de la mettre en bac

Pointage :

➤ Durée totale : 2h30

10 ➤ 1 Rabat après 1h15

➤ Rabat : sortir la pâte du bac, la dégazer sans excès et plier en quatre sans bouler

➤ Température de pointage : 25-27 °C

Division : Manuelle

15 ➤ Poids des pâtons : 350 g

Mise en forme : Sans serrer et sans dégazer

➤ Ronde pour les bâtards

➤ Navette pour les baguettes (18 cm ± 2 de longueur)

20 **Détente** : Durée : 15 minutes (à partir du début de la mise en forme)

Façonnage :

➤ Mécanique (rouleaux de laminage desserrés, la soudure doit être formée)

➤ Partie en bâtards : Sortie de 30-32 cm sans reprise manuelle

25 ➤ Partie en baguettes : Sortie de 50 cm sans reprise manuelle

Apprêt :

➤ Durée : 45 minutes

➤ Température : 25-27 °C

Mise au four :

- Bâtard → 2 coups de lame
- Baguette → 5 coups de lame

5 Cuisson :

- Durée : 23 minutes pour les baguettes / 28 minutes pour les bâtards
- Température : 250 ± 10 °C

Les quantités d'eau minimum à ajouter en début de pétrissage selon l'humidité de la farine sont précisées dans le Tableau 6. Les quantités sont ajustées par l'homme du métier afin d'obtenir une

10 pâte possédant les qualités appropriées, en particulier pour obtenir une pâte bien douce et lisse.

B. Résultats**B.3. Propriétés rhéologiques à température constante (température ambiante, environ 25 °C)**

Dans un premier temps, les mesures au Gluten Peak tester ont été réalisées au même taux

15 d'hydratation soit 10 g d'eau pour 10 g de farine. Les résultats obtenus avec les différents produits sont présentés dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 7

Produit	Couple latence (BU)	Couple Maximum (BU)	Temps de développement (min)	Energie Méc. Spécifique (SU)
Farine de blé tendre	15.8	57.4	2.9	42.4
Farine de blé dur	33.9	78.1	0.74	18.2
Rimacinata	26.5	51.4	1.57	30.3
Gruau D	22.1	51.0	1.65	27.7

20 La figure 4 illustre les différences de comportement rhéologique des différentes pâtes étudiées pour un même taux d'hydratation

Il ressort de l'ensemble des données que la farine de blé dur présente des caractéristiques particulières comparativement à la farine de blé tendre et aux autres produits de blé dur. Il en ressort notamment un couple maximum très élevé associé à un temps de formation très court.

25 Ces résultats indiquent que la farine de blé dur requiert un taux d'hydratation supérieur à celui

des autres produits pour former une pâte. Des essais complémentaires ont été réalisés à différents taux d'hydratation. Pour obtenir une pâte aux caractéristiques comparables aux autres produits, le taux d'hydratation de la farine de blé dur a dû être augmenté de plus de 10 %.

5 B.4. Essais comparatifs d'aptitude à la panification

Des essais de panification entre les différentes farines ont été réalisés dans le fournil d'essais des Grands Moulins de Strasbourg. Les essais de panification des produits de blé dur ont été conduits sur « poolish » qui nécessite l'utilisation d'une faible quantité de levure tout en rendant le pain plus moelleux et plus aéré. La farine de blé dur a néanmoins été panifiée suivant
10 la méthode classique avec de la levure. Les pains obtenus sont présentés dans la figure 6 ci-dessous :

Hormis l'aspect des pains obtenus, on trouvera ci-dessous les commentaires des boulangers ayant réalisés ces essais :

- 15 - Farine de blé dur avec poolish : pâte bien lisse et très agréable à travailler. La pâte est courte et élastique au façonnage sans excès de collant. La fermentation est régulière et le produit conserve une bonne tenue à l'enfournement. Les pains ont un beau volume, une belle section et un beau coup de lame. L'alvéolage est irrégulier, avec une mie peu dense et bien alvéolée, et une coloration jaune. Volume du pain : 1750 cm³
- 20 - Farine de blé dur avec levure : même sans la poolish, la pâte reste bien lisse et se travaille bien. Il y a cependant une légère perte de volume et de section même si le produit reste très satisfaisant. Le goût est aussi moins prononcé. Volume : 1700cm³
- 25 - Rimacinata avec poolish : Pâte bien lisse et qui se travaille bien. Les baguettes sont courtes et élastique au façonnage et ont une bonne tenue à l'enfournement. Les pains ont un beau coup de lame, et un aspect bien jaune, surtout en intérieur de mie. Cependant les baguettes ont tendance à manquer de volume. Le coup de lame a un peu de mal à grigner. Volume : 1680cm³.
- 30 - Gruau D avec poolish : Pâte très collante, avec une forte viscosité. Elle relâche complètement à la fin du pointage. Lors du façonnage, la pâte est très extensible, et trop collante. Le réseau de gluten est mal constitué, et il y a donc un manque de rétention gazeuse. Il y a un gros manque de tenue lors de la mise au four, et des difficultés à disposer les produits sur le tapis tellement la pâte est collante. Les pains sont très plats et le coup de lame ne ressort pas. L'alvéolage, plus foncé que sur la Rimacinata et la farine de blé dur, est insuffisant. Volume : 1400 cm³.

Il résulte des résultats des essais de panification que la farine de blé dur est la farine donnant les produits de panification les plus satisfaisants en matière de volume, d'aspect, de section et de coup de lame. C'est aussi celle qui se travaille le plus facilement avec le moins de collant pour une hydratation identique, voire supérieure.

5

Exemple 4 : Propriétés rhéologiques d'une pâte à base de blé dur

A. Matériels et Méthodes

Description des objectifs techniques poursuivis

I. Contexte de l'étude:

10 Le Mixolab est un appareil qui permet de caractériser le comportement rhéologique d'une pâte soumise à une double contrainte de pétrissage et de température. A partir des résultats obtenus au Mixolab, il est possible de discriminer différentes qualités d'un même type d'échantillons grâce à leurs propriétés rhéologiques.

II. Documents de référence:

15 *Norme NF EN ISO 712* : Céréales et produits céréaliers – Détermination de la teneur en eau (méthode de référence).

Norme NF V03-764 : Céréales et produits céréaliers – Farine et mouture complète de blé tendre (*T. aestivum*) – Détermination du comportement rhéologique des pâtes en fonction du pétrissage et de l'augmentation de la température.

20

III. Performances visées:

Déterminer les caractéristiques Mixolab de la farine de « blé dur INRA » à hydratation constante (en surhydratation), puis comparer ces dernières à celles des produits de blé dur existants (rimacinata et gruaud) ainsi qu'avec une farine classique de blé tendre (tradition française).

25

Détail des matériels et méthodes:

Trois farines de blé dur et une farine de blé tendre fournies par l'INRA de Montpellier (Tableau AI-3) sont analysées en teneur en eau (NF EN ISO 712) et sur Mixolab. Les essais Mixolab sont réalisés en utilisant le protocole « Chopin+ » (NF V03-764) à hydratation constante de 70% base

30

14% (Tableaux 5 et 6 et Figure 5).

Le Mixolab est un pétrin enregistreur qui permet de mesurer le comportement rhéologique des pâtes soumises à la double contrainte du pétrissage et de la température. Il mesure en temps réel le couple de torsion (en Nm) produit par la pâte entre deux friseurs. Le test se base sur la

confection d'une masse de pâte constante hydratée de manière à obtenir une consistance cible lors de la première phase du test. En protocole « Chopin + » la masse de pâte est de 75 grammes et la consistance cible est de 1.1 Nm (+/- 0.05 Nm). Il est possible d'adapter les protocoles en travaillant à hydratation constante par exemple.

5

Tableau 8: Protocole Chopin+ (NF V03-764, AACC 54-60.01, ICC N°173)

Paramètres	Chopin+
Vitesse de pétrissage	80 t/min
Masse de pâte	75 g
Température de l'eau	30 °C
Température 1 ^{er} palier	30 °C
Durée 1 ^{er} palier	8 min
Température 2 ^e palier	90 °C
Vitesse de montée en température	4 °C.min ⁻¹
Durée 2 ^e palier	7 min
Vitesse de montée en température	-4 °C .min ⁻¹
Température 3 ^e palier	50 °C
Durée 3 ^e palier	5 min
Durée totale de l'Analyse	45 min

10

Tableau 9 : Paramètres de la courbe Chopin+ présentée dans la figure 5

Points	Signification	Paramètres associés	
C1	Sert à déterminer l'absorption de l'eau	T°C1 et T1	Température de la pâte et temps correspondant à l'apparition des différents couples
C2	Mesure l'affaiblissement de la protéine en fonction du travail mécanique et de la température	T°C2 et T2	
C3	Mesure la gélatinisation de l'amidon	T°C3 et T3	
C4	Mesure la stabilité du gel formé à chaud	T°C4 et T4	
C5	Mesure la rétrogradation de l'amidon en phase de refroidissement	T°C5 et T5	

II. Etapes de réalisation et résultats:

Les résultats obtenus (Tableau 10 ci-dessous) montrent :

- que pour les 4 échantillons testés, le couple maximal atteint (C1) est largement inférieur au couple cible de 1,1 Nm communément visé sur les essais Mixolab. Cela confirme que les essais ont bien été réalisés en surhydratation.
- Que la farine de blé dur INRA possède une capacité d'absorption d'eau supérieure aux 3 autres échantillons testés (C1 obtenu le plus important).

Tableau 10 : Consistance maximale et hydratation estimée

	Blé dur (présente description)	Blé tendre « Tradition française »	Blé dur « Gruau D »	Blé dur « Rimacinata »
Couple « C1 » pour un taux d'hydratation de 70%, en Nm	0,74	0,55	0,51	0,53
Hydratation estimée (%) b14 pour atteindre un couple C1 de 1,1 Nm +/- 0,05 Nm	64,6	60,5	59,5	60

L'analyse complète des courbes obtenues (Figure 1, Tableau 11, Figures 6 à 9) montre par ailleurs :

- que la farine de blé dur INRA présente une faible gélatinisation (C3, C3-C2 faible) et une forte stabilité à chaud (C3-C4 faible)
- que la farine de tradition française se caractérise par un temps de développement long (temps pour C1 élevé), une faible stabilité à chaud (C3-C4 élevé) signe probable d'une forte activité amylasique et une faible rétrogradation (C5 et C5-C4 faible)
- que la Rimacinata présente une gélatinisation importante (C3 et C3-C2 élevés) et une forte stabilité à chaud (C3-C4 faible)

Les résultats sont présentés dans le tableau 11 ci-dessous.

Tableau 11 : Résultats de l'essai avec Mixolab®

Echantillon	<i>Blé dur</i> (présente description)	<i>Blé dur gruau D</i>	<i>Blé dur rimacinata</i>	<i>Blé tendre tradition française</i>
Hydratation (%b14)	70	70	70	70
Teneur en eau (%)	13,3	13,6	13,0	13,7
Amplitude (Nm)	0,06	0,04	0,05	0,02
Stabilité (min)	10,32	10,95	10,80	5,35
Temps (min)				
C1	3,98	4.83	3.72	9.55
C2	16,30	17.08	16.28	17.23
C3	22,92	22.48	23.22	22.55
C4	30,37	32.42	32.13	34.90
C5	45,03	45.05	45.03	45.03
Couple (Nm)				
C1	0,74	0.51	0.53	0.55
C2	0,34	0.21	0.23	0.19
C3	1,3	1.34	1.50	1.34
C4	1,15	0.94	1.25	0.66
C5	1,71	1.27	1.87	0.93
C1-C2 (Nm)	0,40	0,30	0,30	0,36
C3-C2 (Nm)	0,96	1,13	1,27	1,15
C3-C4 (Nm)	0,15	0,40	0,25	0,68
C5-C4 (Nm)	0,56	0,31	0,62	0,27

5 L'étude à hydratation constante montre que la capacité d'absorption de la farine « blé dur INRA » est forte comparée aux autres farines.

Tableau 6

Humidité de la farine (%)	Masse de farine (en g) à mettre dans le pétrin	Masse d'eau minimum (en g) à mettre au départ dans le pétrin
Base 2000 g		
11,6	1923	1377
11,7	1925	1375

Humidité de la farine (%)	Masse de farine (en g) à mettre dans le pétrin	Masse d'eau minimum (en g) à mettre au départ dans le pétrin
Base 1500 g		
11,6	1442	1033
11,7	1444	1031

Humidité de la farine (%)	Masse de farine (en g) à mettre dans le pétrin	Masse d'eau minimum (en g) à mettre au départ dans le pétrin
11,8	1927	1373
11,9	1930	1370
12	1932	1368
12,1	1934	1366
12,2	1936	1364
12,3	1938	1362
12,4	1941	1359
12,5	1943	1357
12,6	1945	1355
12,7	1947	1353
12,8	1950	1350
12,9	1952	1348
13	1954	1346
13,1	1956	1344
13,2	1959	1341
13,3	1961	1339
13,4	1963	1337
13,5	1965	1335
13,6	1968	1332
13,7	1970	1330
13,8	1972	1328
13,9	1974	1326
14	1977	1323
14,1	1979	1321
14,2	1981	1319
14,3	1984	1316
14,4	1986	1314

Humidité de la farine (%)	Masse de farine (en g) à mettre dans le pétrin	Masse d'eau minimum (en g) à mettre au départ dans le pétrin
11,8	1446	1029
11,9	1447	1028
12	1449	1026
12,1	1451	1024
12,2	1452	1023
12,3	1454	1021
12,4	1456	1019
12,5	1457	1018
12,6	1459	1016
12,7	1460	1015
12,8	1462	1013
12,9	1464	1011
13	1466	1009
13,1	1467	1008
13,2	1469	1006
13,3	1471	1004
13,4	1472	1003
13,5	1474	1001
13,6	1476	999
13,7	1477	998
13,8	1479	996
13,9	1481	994
14	1482	993
14,1	1484	991
14,2	1486	989
14,3	1488	987
14,4	1489	986

Humidité de la farine (%)	Masse de farine (en g) à mettre dans le pétrin	Masse d'eau minimum (en g) à mettre au départ dans le pétrin
14,5	1988	1312
14,6	1991	1309
14,7	1993	1307
14,8	1995	1305
14,9	1998	1302
15	2000	1300
15,1	2002	1398
15,2	2005	1295
15,3	2007	1293
15,4	2009	1291
15,5	2012	1288
15,6	2014	1286
15,7	2017	1283
15,8	2019	1281
15,9	2021	1279
16	2024	1276

Humidité de la farine (%)	Masse de farine (en g) à mettre dans le pétrin	Masse d'eau minimum (en g) à mettre au départ dans le pétrin
14,5	1491	984
14,6	1493	982
14,7	1495	980
14,8	1496	979
14,9	1498	977
15	1500	975
15,1	1502	973
15,2	1504	971
15,3	1505	970
15,4	1507	968
15,5	1509	966
15,6	1511	964
15,7	1512	963
15,8	1514	961
15,9	1516	959
16	1518	957

Exemple 5 : Propriétés de pâtes à base de mélanges de farines de blé tendre et de blé dur

- 5 a) Une pâte extrudée est utilisée pour fabriquer des sticks, la pâte comprenant un mélange de farines tel que 20% en poids du mélange constitue de la farine de blé dur et 80% en poids du mélange constitue de la farine de blé tendre.

Il est ainsi observé, après comparaison avec des sticks obtenus de façon similaire mais dont la pâte ne comprend pas de farine de blé dur selon l'invention, qu'un tel mélange de farines confère une amélioration de la résistance mécanique des sticks obtenus.

10

- b) Des pains sont fabriqués, en pousse lente façonnée (de 8 °C à 12°C) ou bloqués en masse (4°C), à l'aide d'une pâte comprenant un mélange de farines tel que 50% en poids du

mélange constitue de la farine de blé dur et 50% en poids du mélange constitue de la farine de blé tendre.

Il est observé, après comparaison avec des pains obtenus de façon similaire mais dont la pâte ne comprend pas de farine de blé dur selon l'invention, qu'un tel mélange de farines permet avantageusement de diminuer les améliorants boulangers à mettre en œuvre, bien connus de l'homme du métier, d'augmenter l'hydratation et l'extensibilité de la pâte, et permet également de conférer à la mie une couleur crème, voire jaune avantageuse.

c) Une pâte à pizza à fermentation longue (de 48 à 100 heures entre 3 et 5°C) est fabriquée à l'aide d'un mélange de farines tel que 60% en poids du mélange constitue de la farine de blé dur et 40% en poids du mélange constitue de la farine de blé tendre.

Il est observé, après comparaison avec des pâtes à pizza obtenues de façon similaire mais dont la pâte ne comprend pas de farine de blé dur selon l'invention, qu'un mélange de farines selon l'invention permet avantageusement de diminuer le temps de pétrissage de la pâte, d'améliorer la tenue dans le temps de la pâte et de conférer à la pâte une couleur jaune avantageuse.

d) Enfin, des viennoiseries, brioches et biscuits sont préparés à partir d'une pâte comprenant un mélange de farines constitué de 80% à 100% de farine de blé dur selon l'invention.

L'ensemble des produits ainsi obtenus ont été comparés à des produits équivalents à ceci prêt que la pâte utilisée pour les obtenir ne comprend pas de farine de blé dur selon l'invention.

Les viennoiseries obtenues sur la base d'un mélange de farines de l'invention possèdent avantageusement un feuilletage jaune très prononcé, ce qui permet avantageusement de ne pas avoir à mettre en œuvre les colorants tels que le beurre et les beurres de carotènes. En outre, le mélange de farines selon l'invention permet de diminuer de 8 à 12% le beurre de tourrage et d'améliorer significativement le laminage de la pâte.

Concernant les brioches obtenues sur la base d'un mélange de farines de l'invention, elles possèdent une mie d'un jaune très prononcé, ce qui permet avantageusement de ne pas avoir à mettre en œuvre les colorants que sont le beurre et le jaune d'œuf, ce dernier étant souvent utilisé dans la fabrication des brioches pour justement donner une couleur dorée à la mie.

Enfin, les biscuits obtenus à partir d'une pâte comprenant un mélange de farines de l'invention possèdent une tenue améliorée. En outre, l'utilisation de cette farine permet de supprimer le rétreint au four.

REVENDEICATIONS

1. Farine de blé dur dans laquelle au moins 90 % des grains possèdent une taille de particule (D_{90}) inférieure à 200 μm et dans laquelle la teneur en amidon endommagé est supérieure à 8%.
5
2. Farine selon la revendication 1, dans laquelle au moins 80 % des grains possèdent une taille de particule inférieure à 160 μm .
3. Farine selon l'une des revendications 1 et 2, dans laquelle la dispersion granulométrique (D_{90} - D_{10}) des grains varie de 80 % à 95 % de la valeur de D_{90} .
10
4. Farine selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle la teneur en amidon endommagé est inférieure à 15 %, de préférence inférieure à 13 %.
5. Farine selon l'une des revendications 1 à 4, dans laquelle la teneur en matières minérales est supérieure à 0.70 % m.s.
15
6. Pâte de boulangerie comprenant une farine selon l'une des revendications 1 à 5 ayant un taux d'hydratation supérieur à 75 %.
20
7. Procédé pour l'obtention d'une farine selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant les étapes suivantes :
 - a) nettoyage des grains de blé dur,
 - b) conditionnement des grains de blé dur nettoyés obtenus à la fin de l'étape a) par ajustement leur teneur en eau ajustée à une valeur allant de 16% à 20%, préférentiellement de 17 % à 19 %,
25
 - c) broyage des grains conditionnés à l'étape b), selon un diagramme de mouture comprenant de 4 à 6 passages de broyage en utilisant des cylindres cannelés d'un diamètre de 250 millimètres qui sont mis en rotation à une vitesse de 300 à 700 tours/min pour le cylindre le plus rapide, avantagement à une vitesse d'environ 500 tours/min pour le cylindre le plus rapide, et en appliquant un rapport de vitesse différentielle allant de 1 à 2,5
30
 - d) claquage des particules de grains broyés selon un diagramme de mouture comprenant de 4 à 6 passages de claquage en utilisant des cylindres lisses de 250 millimètres de diamètre qui sont mis en rotation à une vitesse allant de 500 à 900 tours/min pour le cylindre le plus

rapide, avantageusement à une vitesse d'environ 700 tours/min pour le cylindre le plus rapide, et en appliquant un rapport de vitesse différentielle allant de 1 à 1,2,

e) convertissage des particules obtenues à la fin de l'étape d) selon un diagramme de mouture comprenant de 6 à 8 passages de convertissage en utilisant des cylindres lisses de 250 millimètres de diamètre qui sont mis en rotation à une vitesse allant de 500 à 900 tours/min pour le cylindre le plus rapide, avantageusement à une vitesse d'environ 700 tours/min pour le cylindre le plus rapide, et en appliquant un rapport de vitesse différentielle allant de 1 à 1,2.

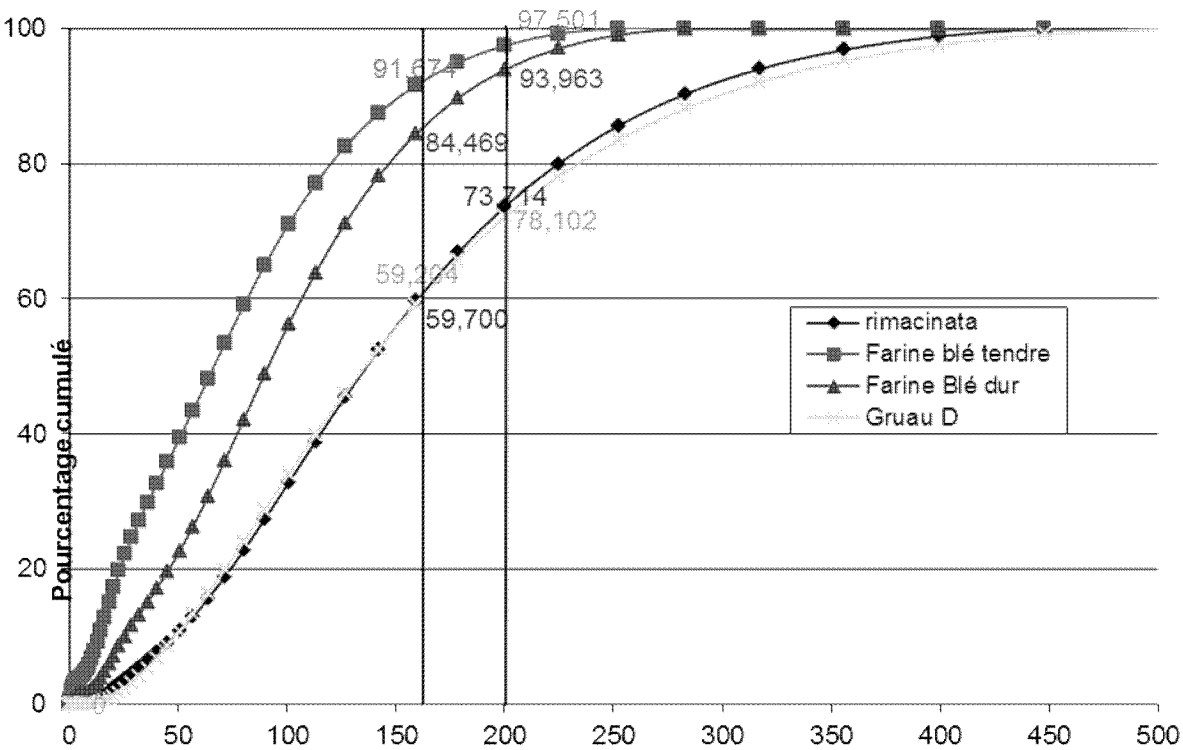
10 8. Mélange de farines comprenant au moins une farine de blé tendre et au moins une farine de blé dur telle que définie selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel la farine de blé dur représente au moins 10% en poids du mélange, de préférence au moins 20% en poids.

15 9. Mélange de farines selon la revendication 8, dans lequel la farine de blé tendre représente 80% en poids du mélange et la farine de blé dur représente 20% en poids du mélange.

20 10. Mélange de farines selon la revendication 8, dans lequel la farine de blé tendre représente de 50% à 60% en poids du mélange et la farine de blé dur représente de 40% à 50% en poids du mélange.

11. Mélange de farines selon la revendication 8, dans lequel la farine de blé tendre représente 40% en poids du mélange et la farine de blé dur représente 60% en poids du mélange.

25 12. Pâte de boulangerie comprenant un mélange de farines selon l'une quelconque des revendications 8 à 11.



5

Figure 1

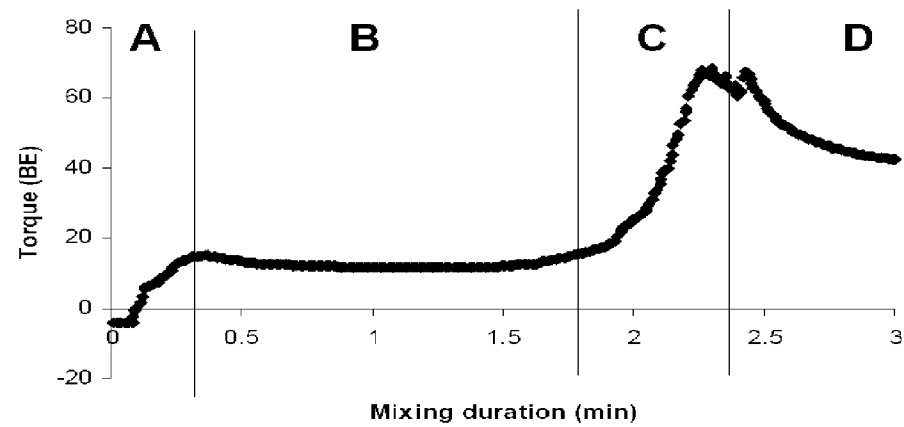


Figure 2

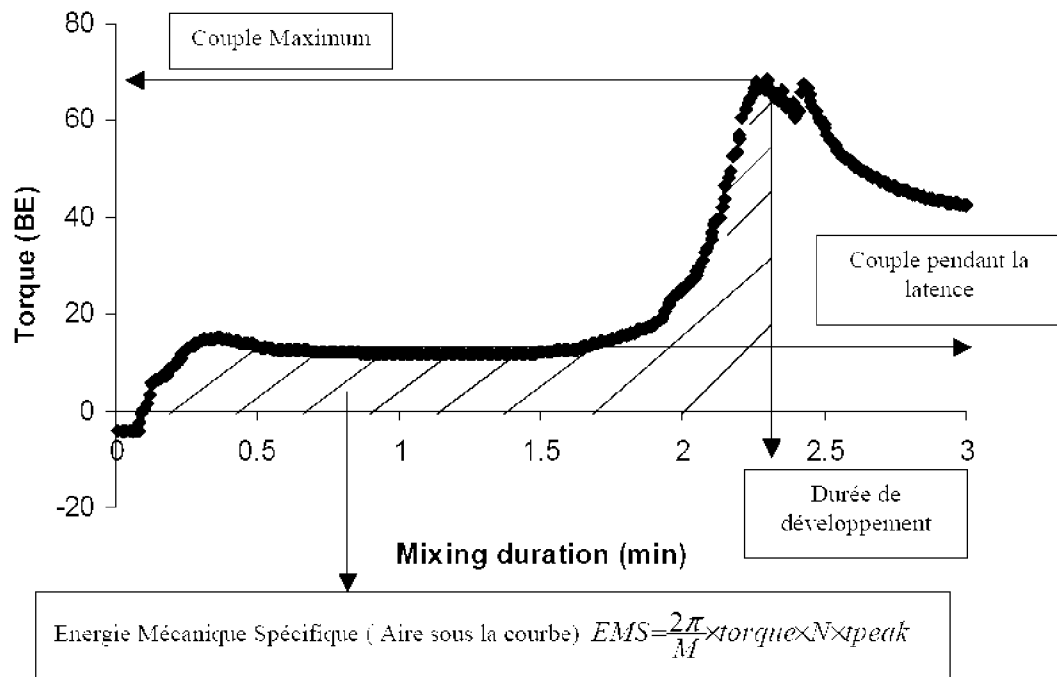
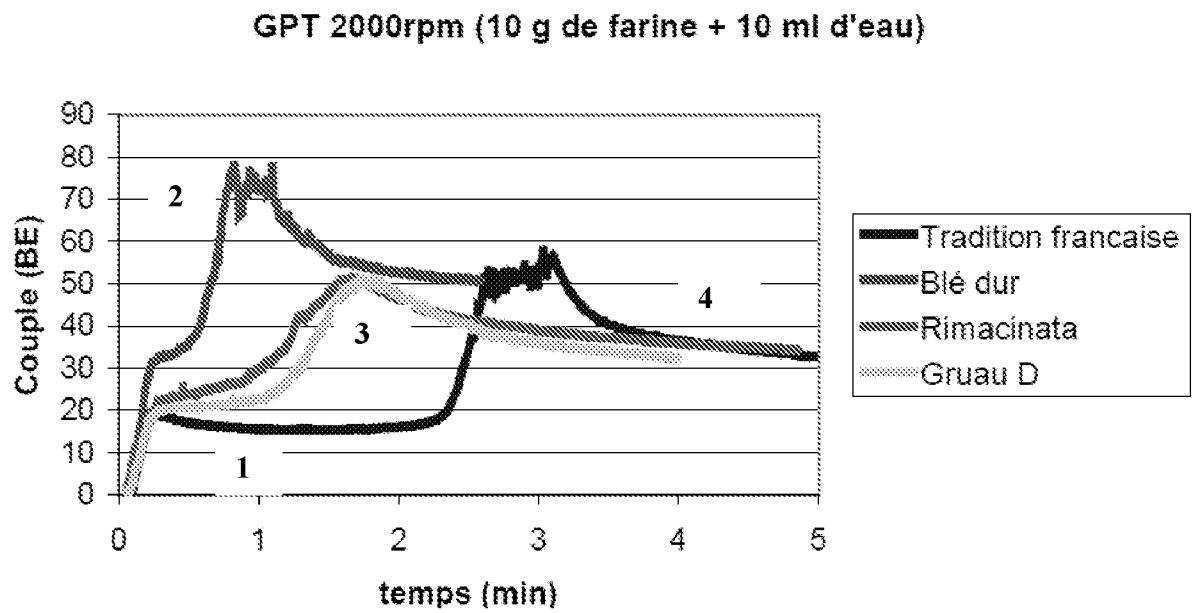


Figure 3

**Figure 4**

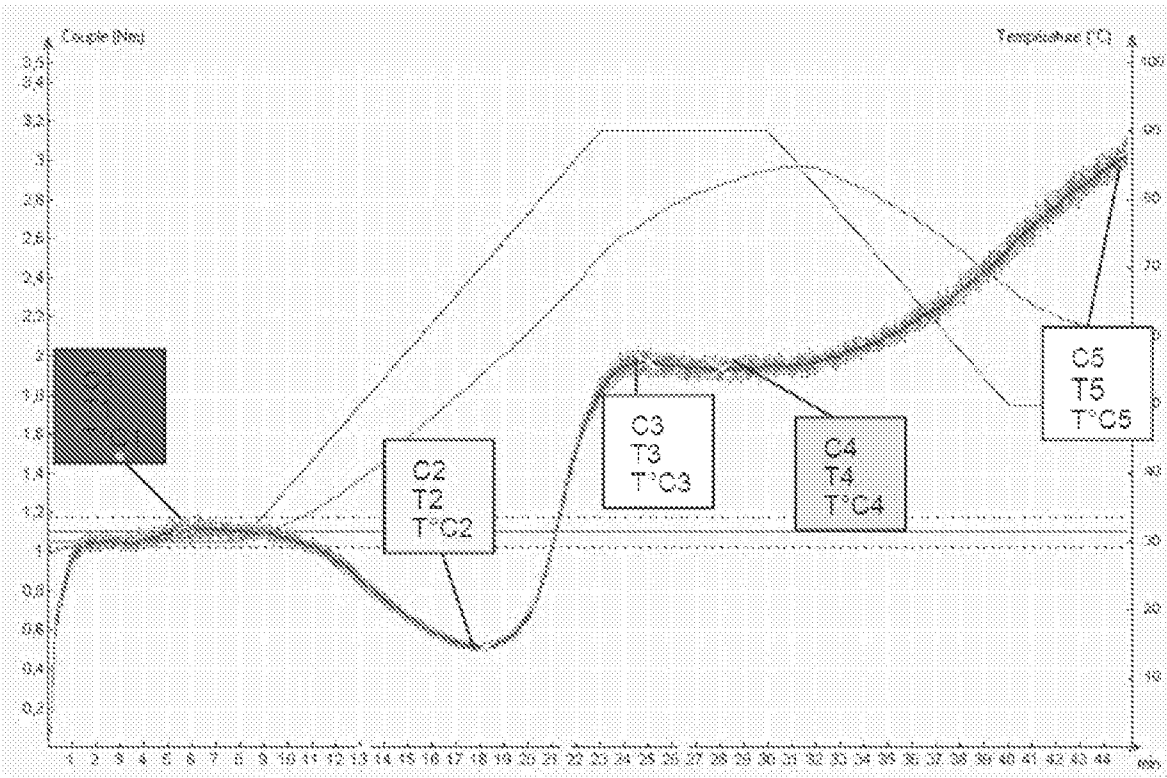
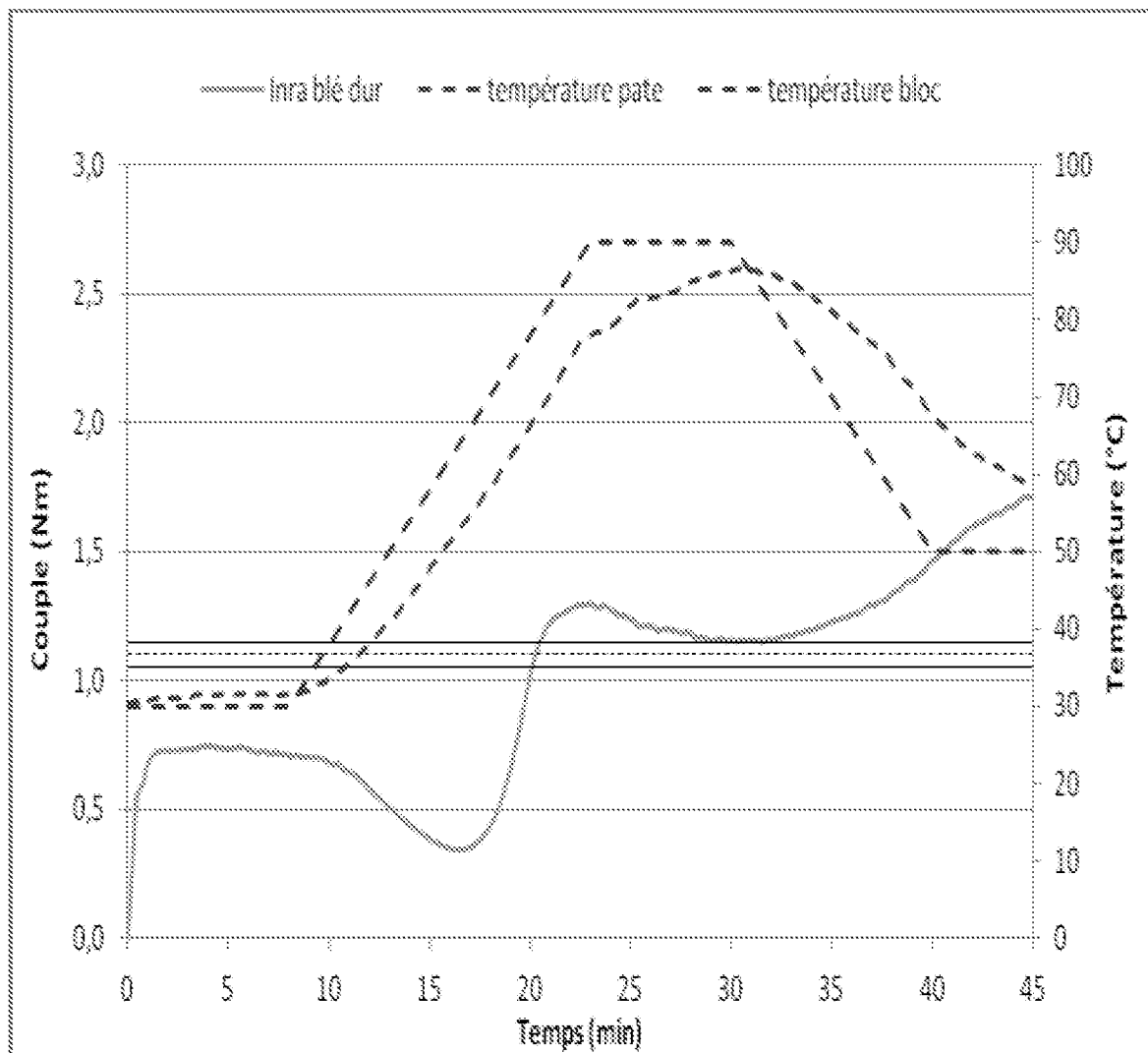


Figure 5

**Figure 6**

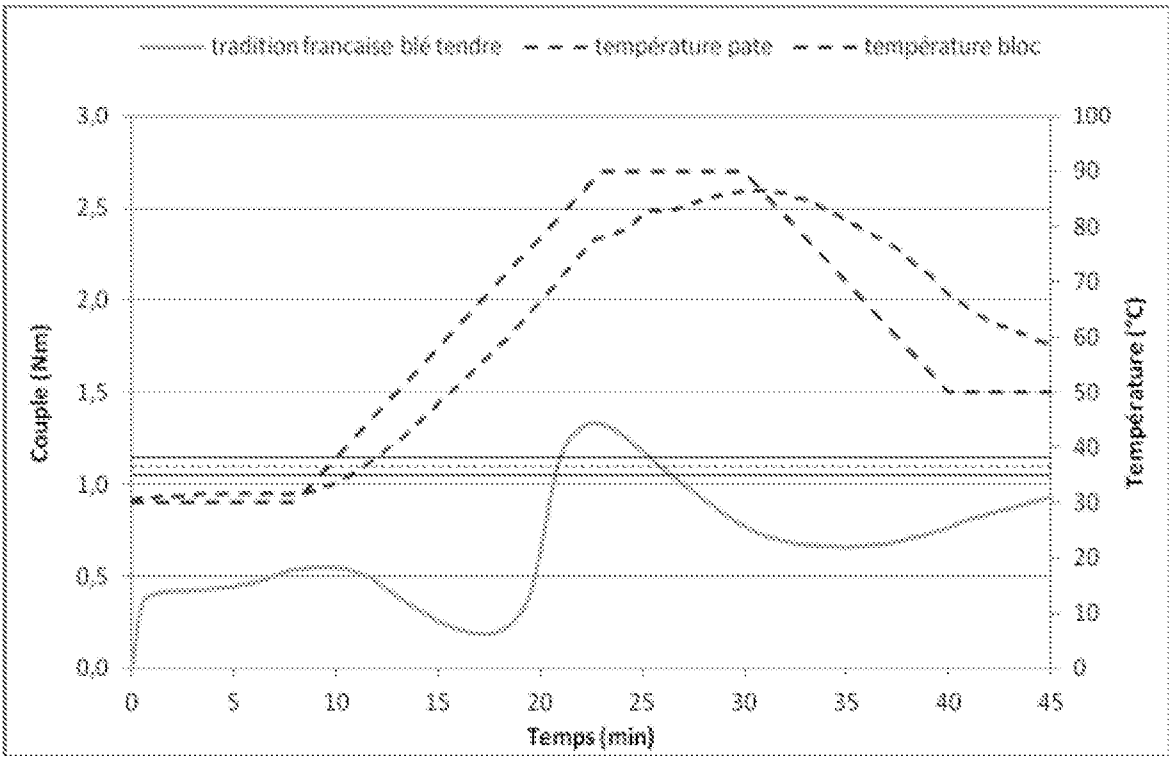
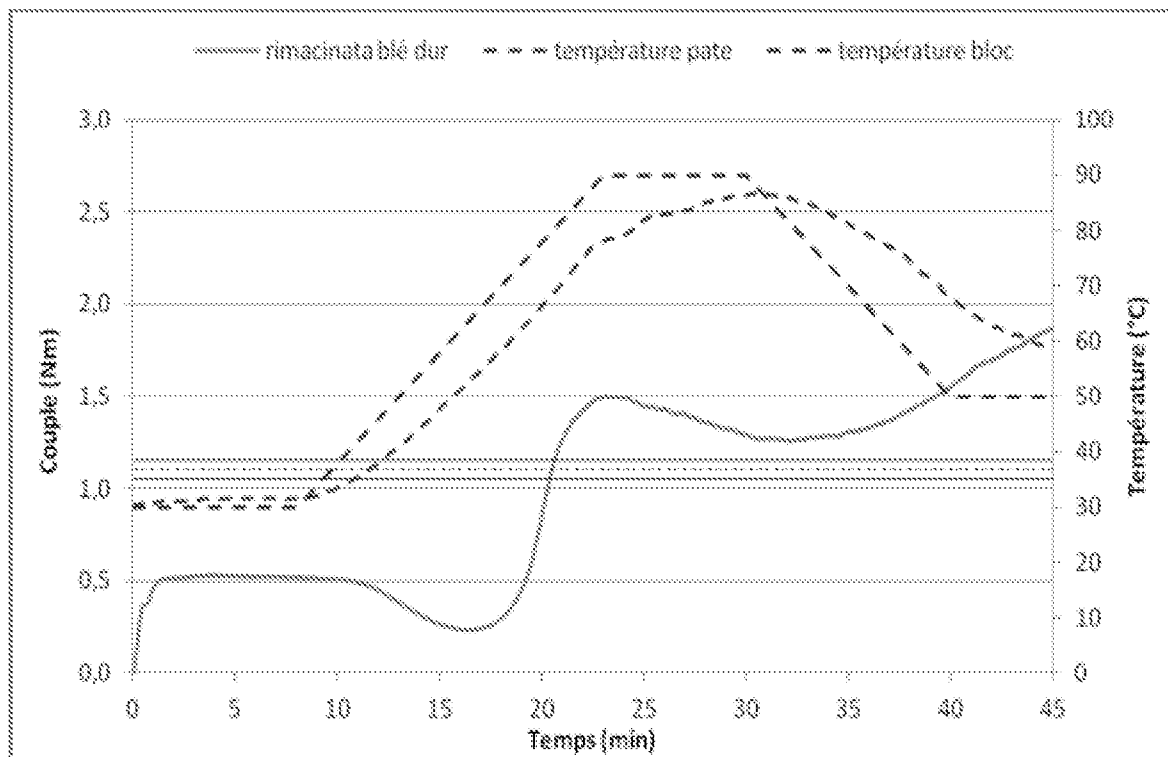
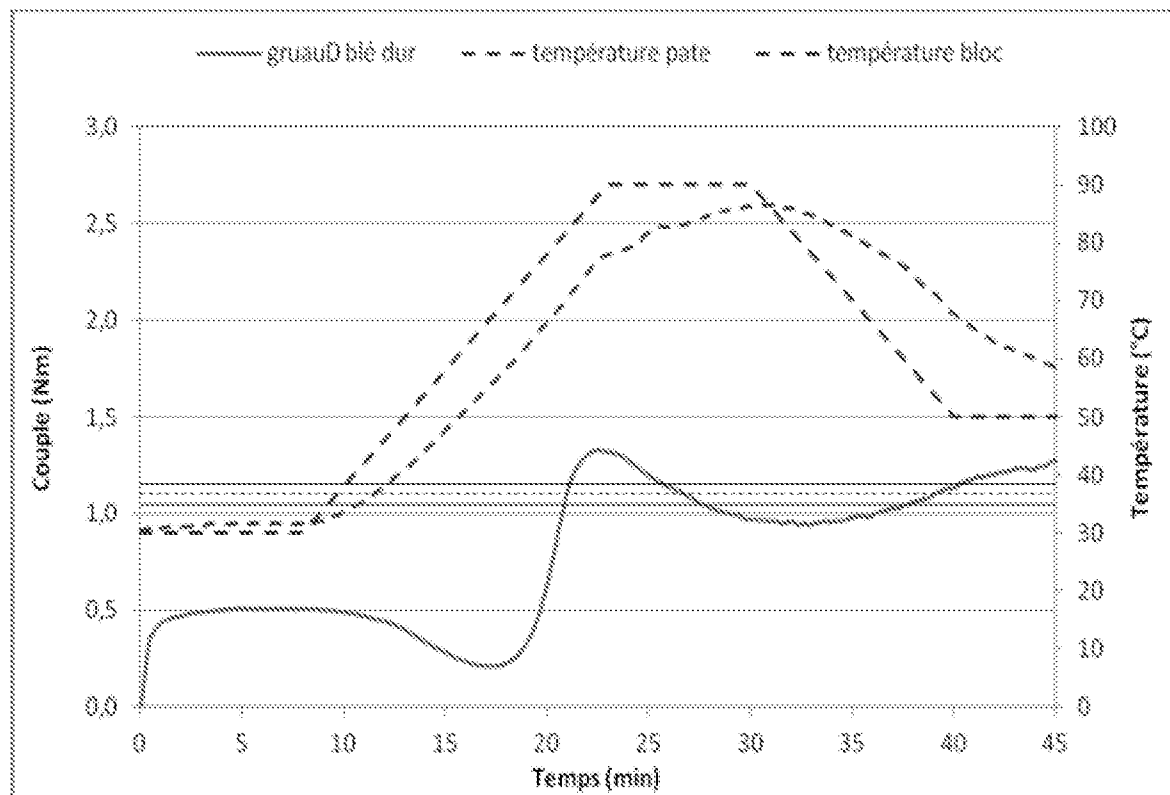
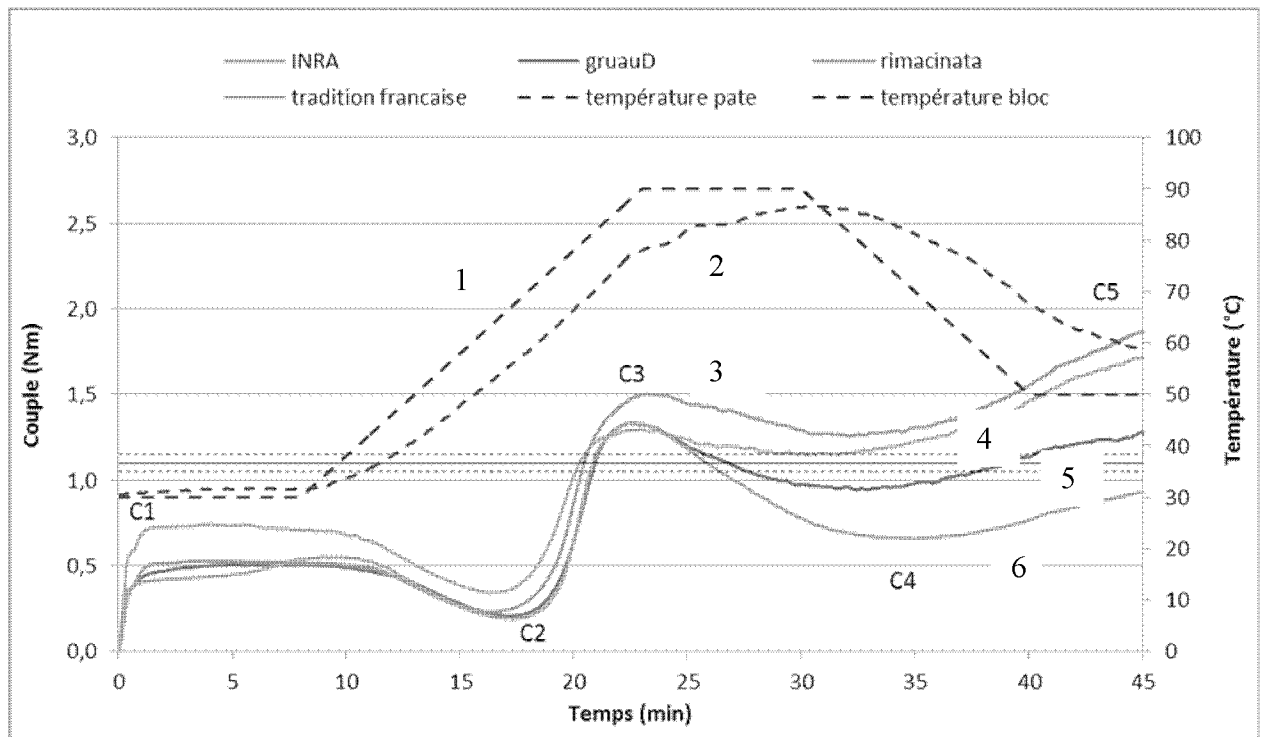


Figure 7

**Figure 8**

**Figure 9**

**Figure 10**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2013/060710

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A21D10/02 A23L1/10
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A21D A23L B02C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, BIOSIS, FSTA, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006 101728 A (NIPPON FLOUR MILLS) 20 April 2006 (2006-04-20) abstract paragraphs [0003], [0007] - [0008], [0011] - [0014], [0018] -----	1-12
A	JP 2007 116907 A (SHOWA SANGYO CO) 17 May 2007 (2007-05-17) abstract paragraphs [0001] - [0002], [0004], [0006] - [0007], [0010] -----	1-12
A	US 6 010 736 A (MOTOI HIROFUMI [JP] ET AL) 4 January 2000 (2000-01-04) column 2, lines 18-22 column 5, line 32 - column 6, line 14 examples 1-6 ----- -/--	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 March 2014

Date of mailing of the international search report

27/03/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Couzy, François

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/IB2013/060710

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	W0 2004/071198 A1 (MASIH JANET [GB]) 26 August 2004 (2004-08-26) page 1, lines 4-13,23-28 page 2, line 7 page 3, lines 7-12 page 4, lines 2-4,25-26 page 5, line 27 - page 6, line 5 -----	1-8
A	US 4 956 190 A (CHAWAN DHYANESHWAR B [US] ET AL) 11 September 1990 (1990-09-11) column 1, lines 9-19,60-63 -----	1-8
A	US 2011/186661 A1 (BOHM ARTURO [CH] ET AL) 4 August 2011 (2011-08-04) paragraphs [0003] - [0004], [0009] - [0010], [0020], [0046], [0062], [0064] - [0066] -----	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2013/060710

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2006101728 A	20-04-2006	NONE	
JP 2007116907 A	17-05-2007	JP 4575871 B2 JP 2007116907 A	04-11-2010 17-05-2007
US 6010736 A	04-01-2000	AU 712799 B2 AU 7530696 A CA 2192432 A1 JP 3495859 B2 JP H09220049 A US 6010736 A	18-11-1999 19-06-1997 16-06-1997 09-02-2004 26-08-1997 04-01-2000
WO 2004071198 A1	26-08-2004	GB 2386537 A WO 2004071198 A1	24-09-2003 26-08-2004
US 4956190 A	11-09-1990	AT 106677 T CA 1333348 C DE 68916009 D1 DE 68916009 T2 DK 99590 A EP 0394584 A2 ES 2054024 T3 JP H02293054 A NO 901403 A PT 93808 A US 4956190 A	15-06-1994 06-12-1994 14-07-1994 22-09-1994 25-10-1990 31-10-1990 01-08-1994 04-12-1990 25-10-1990 20-11-1990 11-09-1990
US 2011186661 A1	04-08-2011	CN 102076418 A EP 2313199 A2 JP 2011526538 A KR 20110038651 A RU 2011103519 A US 2011186661 A1 WO 2010000811 A2	25-05-2011 27-04-2011 13-10-2011 14-04-2011 10-08-2012 04-08-2011 07-01-2010

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/IB2013/060710

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. A21D10/02 A23L1/10
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
A21D A23L B02C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, BIOSIS, FSTA, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	JP 2006 101728 A (NIPPON FLOUR MILLS) 20 avril 2006 (2006-04-20) abrégé alinéas [0003], [0007] - [0008], [0011] - [0014], [0018] -----	1-12
A	JP 2007 116907 A (SHOWA SANGYO CO) 17 mai 2007 (2007-05-17) abrégé alinéas [0001] - [0002], [0004], [0006] - [0007], [0010] -----	1-12
A	US 6 010 736 A (MOTOI HIROFUMI [JP] ET AL) 4 janvier 2000 (2000-01-04) colonne 2, ligne 18-22 colonne 5, ligne 32 - colonne 6, ligne 14 exemples 1-6 ----- -/--	1-12

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

5 mars 2014

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/03/2014

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Couzy, François

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/IB2013/060710

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	W0 2004/071198 A1 (MASIH JANET [GB]) 26 août 2004 (2004-08-26) page 1, ligne 4-13,23-28 page 2, ligne 7 page 3, ligne 7-12 page 4, ligne 2-4,25-26 page 5, ligne 27 - page 6, ligne 5 -----	1-8
A	US 4 956 190 A (CHAWAN DHYANESHWAR B [US] ET AL) 11 septembre 1990 (1990-09-11) colonne 1, ligne 9-19,60-63 -----	1-8
A	US 2011/186661 A1 (BOHM ARTURO [CH] ET AL) 4 août 2011 (2011-08-04) alinéas [0003] - [0004], [0009] - [0010], [0020], [0046], [0062], [0064] - [0066] -----	1-8

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/IB2013/060710

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2006101728	A	20-04-2006	AUCUN	
JP 2007116907	A	17-05-2007	JP 4575871 B2 JP 2007116907 A	04-11-2010 17-05-2007
US 6010736	A	04-01-2000	AU 712799 B2 AU 7530696 A CA 2192432 A1 JP 3495859 B2 JP H09220049 A US 6010736 A	18-11-1999 19-06-1997 16-06-1997 09-02-2004 26-08-1997 04-01-2000
WO 2004071198	A1	26-08-2004	GB 2386537 A WO 2004071198 A1	24-09-2003 26-08-2004
US 4956190	A	11-09-1990	AT 106677 T CA 1333348 C DE 68916009 D1 DE 68916009 T2 DK 99590 A EP 0394584 A2 ES 2054024 T3 JP H02293054 A NO 901403 A PT 93808 A US 4956190 A	15-06-1994 06-12-1994 14-07-1994 22-09-1994 25-10-1990 31-10-1990 01-08-1994 04-12-1990 25-10-1990 20-11-1990 11-09-1990
US 2011186661	A1	04-08-2011	CN 102076418 A EP 2313199 A2 JP 2011526538 A KR 20110038651 A RU 2011103519 A US 2011186661 A1 WO 2010000811 A2	25-05-2011 27-04-2011 13-10-2011 14-04-2011 10-08-2012 04-08-2011 07-01-2010