
Soumis le: 06/12/2019

Forme révisée acceptée le: 03/06/2020

Correspondant: bouhadidjilali@yahoo.fr



**Revue
Nature et Technologie**

<http://www.univ-chlef.dz/revuenatec>

ISSN : 1112-9778 – EISSN : 2437-0312

Effet de l'ajout de la farine de malt sur les caractéristiques fonctionnelles et technologiques de la farine de blé tendre

Djilali BOUHADI¹, Kada IBRI², Ahmed HARIRI¹, Zouaoui BENATTOUCHE¹ et Hamza BELKHODJA¹

¹ Laboratoire de Bioconversion, Génie Microbiologie et Sécurité Sanitaire, Université de Mascara (UN 2901), BP. 763, Sidi Saïd, 29000, Algérie.

² Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de Vie, Université de Mascara (UN 2901), BP. 763, Sidi Saïd, 29000, Algérie

Résumé

Notre travail consiste à étudier l'amélioration de la qualité de panification de la farine de blé tendre (c'est le seul que vous avez étudié) par utilisation d'un produit naturel qui est la farine de malt afin de la mettre en valeur comme produit intermédiaire, et ce, en examinant son influence sur le comportement biochimique, nutritionnel, technologique et organoleptique du produit fini. La composition chimique des farines panifiables tel que la farine de blé tendre additionnées de la farine de malt (teneur en eau, matière grasse, protéines, cendres, amidon) ainsi que, les propriétés technologiques et fonctionnelles (gluten, indice de chute, Zeleny, alvéographe CHOPIN) ont ainsi été déterminées. L'étude a montré que l'incorporation de la farine de malt dans la farine de blé apporte plus de sels minéraux, de matière grasse et d'amidon et une diminution de l'indice de sédimentation, de l'activité amylasique, de l'indice de gonflement « G » et le travail de déformation « W » et une augmentation de la tenacité « P ». Les pains obtenus ont présenté un bon volume, une bonne texture de la mie, de la finesse de croûte et un bon goût pour notamment les farines additionnées de 1 % et 2 % de malt comparable au pain témoin.

Mots-clés : Farine de malt ; Panification ; Gluten, Indice de chute, Zeleny, Alvéographe CHOPIN

Effect of Malt Flour Addition on the Functional and Technological Characteristics of Common Wheat Flour

Abstract

Our work consists of studying the improvement of the bread-making quality of soft wheat flour by using a natural product, malt flour, to enhance its value as an intermediate product, by examining its influence on the biochemical, nutritional, technological and organoleptic behavior of the finished product. The chemical composition of bread flours (you have only studied soft wheat flour) with added malt flour (water, fat, protein, ash, starch content) as well as the technological and functional properties (gluten, falling number, Zeleny, CHOPIN alveograph) were thus determined. The study showed that the incorporation of malt flour into wheat flour provides more mineral salts, fat and starch and a decrease in the sedimentation index, amylase activity, swelling index "G" and deformation work "W" and an increase in tenacity "P". The breads obtained had a good volume, a good crumb texture, a fine crust and a good taste, especially for flours with 1% and 2% malt added, comparable to the control bread.

Keywords: Malt flour; Bread; Gluten; Falling number; Zeleny; CHOPIN alveograph

1. Introduction

Le régime alimentaire Algérien est basé sur les céréales qui constituent l'essentiel de l'apport énergétique et protéique, sans oublier la place qu'elles occupent dans l'agroéconomie mondiale. Dans l'industrie alimentaire en Algérie, la transformation des

céréales occupe une place prépondérante. Elle seule contribue à assurer la couverture de 60% des besoins alimentaires de la population [1,2].

En Algérie la production céréalière reste toujours faible, et particulièrement la production en orge, et est liée à de nombreuses contraintes biotiques et abiotiques.



Ceci est un document en libre accès selon les termes de [Creative Commons Attribution License CC-BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), ce qui permet de le partager, copier, reproduire, distribuer, communiquer, réutiliser ou de l'adapter avec l'obligation de créditer son auteur.

Actuellement, la consommation des céréales repose, à près de 70 %, sur les importations, et a pratiquement doublé malgré les efforts consentis en production nationale depuis le début des années 60.

Cette situation oblige l'état à consacrer plus d'un quart de ses revenus pétroliers à cette facture alimentaire d'orge qui est transformée en malt au cours de différentes phases : le nettoyage, le trempage, la germination et le séchage. Le malt représente un marché assez important.

Selon la Chambre d'Agriculture Hauts-de-France¹, les échanges mondiaux de malt ont atteint, en 2017, le record de 5,8 millions de tonnes exportés. Ce marché est dominé par l'Union Européenne et notamment par la France, troisième producteur après l'Allemagne et le Royaume-Uni, et premier exportateur mondial depuis 1967 ans avec 1,42 millions de tonne, soit 19 % de la production mondiale. L'Union Européenne exporte plus de 3 millions de tonnes par an alors que l'Australie et le Canada se disputent la deuxième place exportant entre 0,5 et 0,6 millions de tonnes [1, 2].

Pour les importations, la Brésil reste en tête de liste en important 0,8 millions de tonnes par an après que la Russie perde cette place avec la récente mise en place de malteries chez elle.

Le pain est un aliment très élaboré, sa préparation demande un savoir-faire et des connaissances technologiques et scientifiques pour réussir un produit fini de très bonne qualité nutritionnelle et sensorielle.

Cette qualité n'est pas due seulement à la qualité de la farine utilisée mais aussi aux différentes substances utilisées comme additifs afin d'améliorer les différents aspects du produit et de faciliter le processus de panification.

Actuellement il y a une tendance de plus en plus importante vers l'utilisation des produits naturels dont l'intérêt pour la santé n'est pas à démontrer [3].

Notre travail consiste à contribuer à l'amélioration de certains aspects de la panification tout en utilisant un produit naturel qui est la farine de malt. Cela permet de mettre en valeur ce produit intermédiaire et étudier son influence sur le comportement biochimique et rhéologique de la farine destinée à la panification. Les propriétés technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre à différents taux d'incorporation de farine

de malt (1 %, 2 %, 3 %, 4 % et 5 %) ont été suivies et des essais de panification réalisés.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel végétal

Pour notre étude nous avons utilisé une farine panifiable, la farine de blé tendre, couramment utilisée en panification et boulangerie industrielle provenant de l'entreprise régionale des industries alimentaires céréalières et dérivées (ERIAD) de Mascara (à l'ouest de l'Algérie) au taux d'extraction de 75 % (type 55). A cette farine nous avons additionné différents taux de farine de malt.

La farine de malt est extraite d'une variété d'orge « Saida183 », récolté en 2019 dans la région de Mascara, et nous a été fournie par sa coopérative des céréales et des légumes secs (CCLS). Le choix de cette variété est effectué selon certains critères qui sont la faible teneur en matière azotée, la finesse des enveloppes, la haute faculté de germination et l'homogénéité des lots. Cette extraction est effectuée selon le diagramme suivant (Figure 1) :

¹ https://hautsdefrance.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publicati

<ons/Hauts-de-France/filieres-vegetales-chapitre4.pdf> (consulté le 08/11/2019)

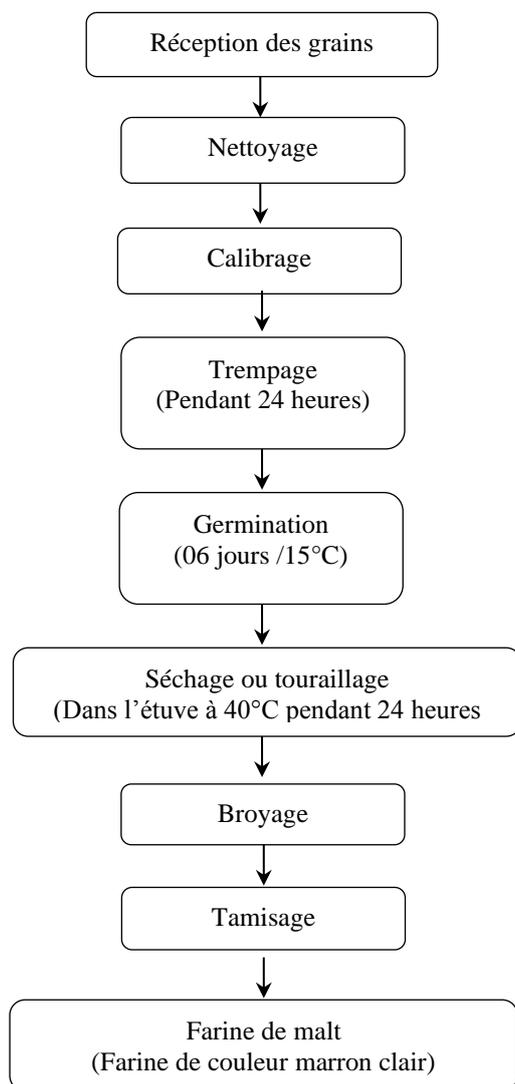


Figure 1 : Schéma représentatif des étapes de préparation de la farine de malt

Les caractéristiques organoleptiques de la farine de malt sont :

- *Aspect* : fine poudre, absences de particules étrangères.
- *Couleur* : marron clair
- *Odeur-saveur* : odeur et goût caractéristiques du malt

2.2. Méthodes d'analyses

2.2.1. Caractéristiques technologiques et fonctionnelles des mélanges

La détermination de l'humidité des mélanges de farines aux différents taux d'incorporation se fait par séchage du produit à 130 ± 1 °C à pression atmosphérique normale, selon la norme algérienne² NA 1132 /1990 ISO 712 qui est en concordance avec la norme française NF 707/1976 [4,5].

La teneur de la matière grasse selon la norme (NF EN ISO 734-1, 2000). Un ballon de 500 ml est séché à l'étuve à une température de 105 °C pendant une heure, refroidi au dessiccateur pendant 30 mn. 20 g du produit à analyser est pesée dans une capsule en porcelaine et introduite dans la cartouche de papier filtre. La cartouche est ensuite placée à l'intérieur de l'appareil Soxhlet. Un volume de 200 ml d'éther de pétrole est versé dans le ballon et 50 ml dans l'extracteur. Le ballon est chauffé pendant 4 heures (2 siphonages par heure) jusqu'à l'épuisement de la matière grasse présente. Après l'élimination du solvant par distillation, le résidu contenu dans le ballon est séché dans une étuve entre 70 et 80 °C ensuite refroidi dans un dessiccateur pendant 30 mn. Le ballon est pesé avec l'huile à la précision de 0.001 g. L'opération de séchage est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant du ballon [6].

Le taux de cendres est déterminé selon la norme NA 732/1990, qui est en parfaite concordance technique avec la norme NF V 03.760 [7], et ce par la pesée du résidu obtenu après incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante à une température de 900 °C jusqu'à combustion complète de la matière organique qui est estimée par simple différence avec le taux de cendres.

L'azote total est déterminé dans une hotte ventilée, par minéralisation de 1 g de farine dans un appareil de minéralisation de type 1007 Digestor Tecator, en présence d'acide sulfurique concentré et de catalyseur (Pastille Merck à base de CuSO_4 , K_2SO_4 et de Sélénium), suivie par une alcalinisation des produits de la réaction, d'une distillation de l'ammoniac libéré au moyen d'un distillateur Büchi et titrage par de l'acide sulfurique N/20 jusqu'au virage selon DJELDAHL [8]. Le taux de protéines brutes est calculé en multipliant par un coefficient de 6,25 (NF V03-050, 1970).

² Disponible sur le site de l'IANOR. URL : http://ianor.dz/upload/files/referentiels/r%20e%20f%20e%20r%20e%20n%20i%20e%20l_a%20g%20r%20o.pdf

(consulté le 20/11/2019)

Le dosage de l'amidon est déterminé selon la méthode normalisée (CEE N°123) [8]. La méthode comprend une double détermination. Dans la première, l'échantillon est traité à chaud par l'acide chlorhydrique dilué. Après filtration on a mesuré par polarimétrie le pouvoir rotatoire de la solution. Dans la seconde, l'échantillon est extrait par l'éthanol 40 % après acidification du filtrat par l'acide chlorhydrique, défécation et filtration, on mesure le pouvoir rotatoire dans les mêmes conditions que lors de la première détermination. La différence entre les deux, multipliée par un facteur connu donne la teneur en amidon de l'échantillon.

2.2.2. Analyses Technologiques

Trois analyses rhéologiques ont été effectuées au cours de cette étude. Il s'agit de la détermination de l'indice de Zeleny, du temps de chute, des forces boulangères et de la qualité et quantité de gluten.

Test à l'alvéographe CHOPIN, appelé forces boulangères réalisé selon la norme ISO 5530-4 : 2002. Le principe de la méthode repose sur le gonflement d'un échantillon de pâte soumis à une pression d'air. Le volume de la bulle est fonction de l'extensibilité de la pâte. L'évolution de la pression dans la bulle est mesurée et reportée sous forme de courbe appelée Alvéogramme [9]. L'alvéographe permet d'étudier la ténacité (P), l'extensibilité (L), le gonflement (W) et l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité (P/L) de la pâte.

Test de Zeleny II est réalisé selon ICC n° 116/1 et 118 (ICC, 2003). L'indice de Zeleny est obtenu en mesurant la hauteur du dépôt obtenu après agitation et sédimentation d'une préparation de farine dans un réactif (acide lactique et de bleu bromophénol), alors que le test de sédimentation est réalisé selon un protocole expérimental utilisant les propriétés de gonflement des protéines en milieu acide [10,11].

La détermination du gluten humide se fait par préparation d'une pâte au moyen d'un échantillon de farine et d'une solution de chlorure de sodium et isolement du gluten humide par lavage de cette pâte avec la solution de chlorure de sodium, puis essorage et pesée du produit obtenu (NA 735.1991, ISO 55 31) [12]. Celui-ci séché dans une étuve Chopin pendant 15 heures à 130 °C, donne le gluten sec (NA, 736.1991, ISO 6646).

La détermination de l'activité amylasique (indice de chute) des blés et des farines est effectuée selon la norme

NA 1176/1994, par la méthode de gélatinisation rapide d'une suspension aqueuse de mouture intégrale ou de farine de céréales est effectuée dans un bain d'eau bouillante suivie d'une mesure de la liquéfaction par l'alpha amylase de l'empois de l'amidon contenus dans l'échantillon [13].

La détermination du gluten humide se fait par préparation d'une pâte au moyen d'un échantillon de farine et d'une solution de chlorure de sodium et isolement du gluten humide par lavage de cette pâte avec la solution de chlorure de sodium, puis essorage et pesée du produit obtenu (NA 735.1991, ISO 55 31) [14,15]. Celui-ci séché dans une étuve pendant 15 heures à 130 °C, donne le gluten sec (NA, 736.1991, ISO 6646).

Afin de compléter nos analyses physico-chimiques et technologiques, nous avons effectué des analyses sensorielles pour vérifier l'effet et l'intérêt de l'addition de l'extrait de malt sur l'aspect final du pain après cuisson selon le protocole adopté représenté par la figure 2. Pour choisir l'épreuve utilisée il faut d'abord connaître la nature du problème. Les échantillons, les sujets qui font les tests, les conditions des milieux.

L'évaluation sensorielle est réalisée sur des échantillons de pains et de la mie une heure après la sortie de four par 10 dégustateurs. Le test à épreuve de notation a été adopté, par rapport aux critères d'aspect extérieur (section, couleur, finesse de la croûte et coups de lame), aspect de la mie (couleur et texture) et flaveur (odeur et saveur). Le sujet après dégustation attribue à note désignée selon un barème défini suivant une échelle structurée correspondant aux critères testés. Les résultats de ces paramètres se traitent par l'utilisation des analyses statistiques (analyse de variance ANOVA avec un niveau de signification $P < 0,05$).

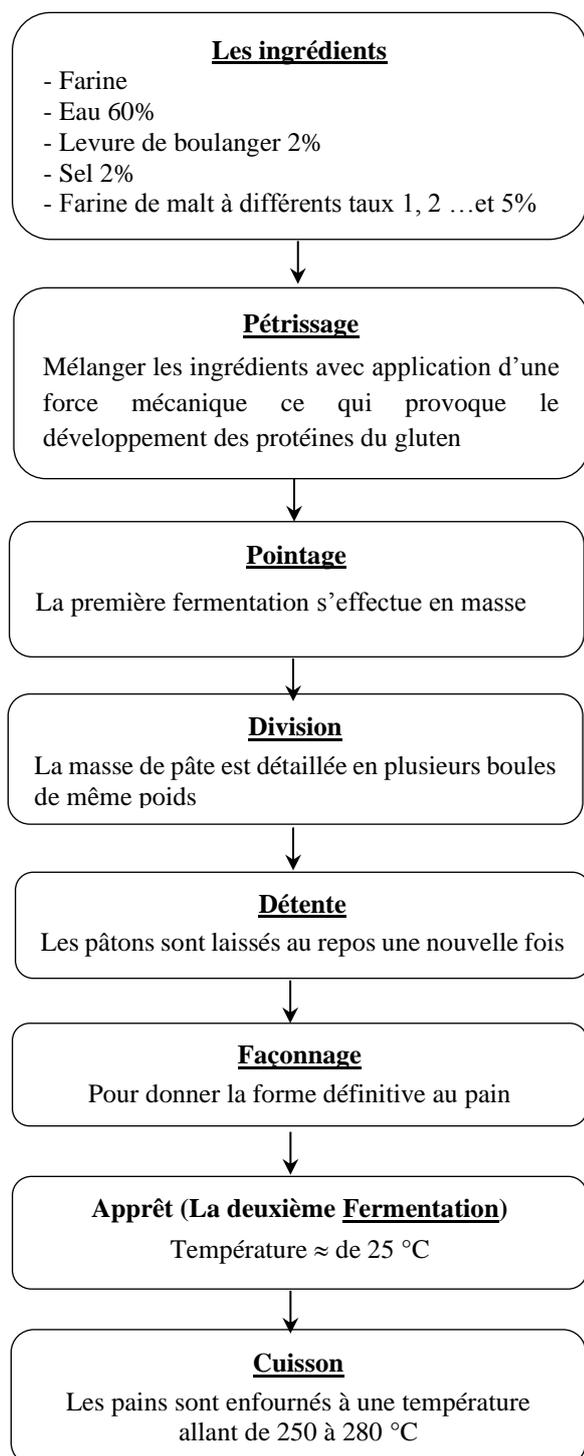


Figure 2 : Procédés de panification avec l'ajout de la farine de malt.

3. Résultats et discussion

La farine de malt a été incorporée à des proportions croissantes allant de 1 % jusqu'à 5 %. Le choix de ce taux d'incorporation est basé sur des essais préliminaires dans lesquels nous avons utilisé des taux allant jusqu'à 20 %.

Les résultats préliminaires après pétrissage ont montré que le taux élevé de farine de malt ajouté donne au pain une odeur désagréable, c'est pourquoi nous avons retenu un taux maximum de 5 %.

Les résultats obtenus sur différentes farines (Tableau 1) montrent une diminution remarquable d'humidité en fonction du taux de malt la plus élevée est à 0 % avec 12.89 % suivi par le F₁ % avec 11.01 %, contre des teneurs assez proches pour les taux F₂ %, F₃ %, F₄ %, et F₅ %. Cette diminution est probablement causée par la modification de la structure de la farine de malt qui est passée de la forme cristallisée à la forme amorphe sous l'effet de la chaleur, car la farine de malt a été séchée pendant son processus d'extraction et d'utilisation. La forme amorphe de cette farine cause une absorption d'eau significative. Cette qualité de rétention d'eau peut améliorer l'aspect physique et chimique des produits finis et peut présenter une protection naturelle et positive contre les effets non souhaités des traitements thermiques lors de la cuisson, et contribue ainsi à la régulation de la perte naturelle d'eau après l'élaboration des produits.

Tableau 1

Caractérisation technologique des farines de blé incorporées à différents taux de farine de malt

% d'incorporation de la farine de malt	Témoin	F ₁ %	F ₂ %	F ₃ %	F ₄ %	F ₅ %
Humidité (%)	12,89 ± 1,01	11,01 ± 0,9	10,99 ± 0,99	10,72 ± 1,75	10,69 ± 0,65	10,44 ± 1,23
Taux de cendre %	0,60 ± 0,01	0,67 ± 0,4	0,72 ± 0,12	0,80 ± 0,01	0,91 ± 0,02	01,15 ± 0,09
Taux de protéines %	11,90 ± 1,02	10,54 ± 1,01	10,01 ± 0,13	09,87 ± 0,56	09,30 ± 1,07	08,25 ± 0,65
Teneur en amidon %	65,68 ± 2,11	67,38 ± 1,8	69,28 ± 1,28	70,78 ± 1,79	72,94 ± 2,57	73,14 ± 1,78
Matière grasse %	0,94 ± 0,02	01,10 ± 0,2	01,14 ± 0,90	01,19 ± 0,23	01,22 ± 0,01	01,35 ± 0,03
Gluten humide %	32,14 ± 1,09	27,30 ± 1,6	20,10 ± 1,44	17,20 ± 1,43	20,10 ± 0,26	20,42 ± 1,46
Gluten sec %	10,00 ± 0,50	04,01 ± 0,7	05,10 ± 0,90	06,40 ± 0,70	05,20 ± 0,43	04,34 ± 0,37
Capacité d'hydratation %	68,88 ± 1,90	67,23 ± 3,4	66,00 ± 2,45	62,79 ± 1,68	56,21 ± 1,37	54,26 ± 2,46
Indice de sédimentation (ml)	23,00 ± 1,02	21,00 ± 1,23	18,20 ± 0,87	17,40 ± 0,49	15,50 ± 0,91	14,70 ± 1,09
Temps de chute de HAGBERG (s)	320,00 ± 2,30	257,00 ± 3,25	245,00 ± 3,25	220,00 ± 2,87	215,00 ± 3,15	197,00 ± 2,43

Pour le taux de cendres et en comparaison avec les normes (0,65 à 0,75 %), nous pouvons dire que la farine de blé additionnée de farine de malt perd ses caractéristiques rhéologiques, sauf pour les deux échantillons F₁ % et F₂ % qui sont conformes aux normes indiquées. L'augmentation des sels minéraux serait donc due à la richesse de la farine de malt incorporée dans la farine expérimental du blé tendre. Nous pouvons aussi considérer que l'addition de cette farine peut augmenter l'aspect nutritif du produit fini qui est tant recherché, notamment la teneur en sels minéraux.

Sur l'ensemble des échantillons analysés nous avons observé une diminution très significative ($P < 0,05$) de la valeur protéique de 11,9 % pour le témoin F₀ % jusqu'à 8,20 % pour l'incorporation de 5 % de farine de malt. La farine de malt contient des sels minéraux, des enzymes et d'autres substances libres qui peuvent avoir un effet complexant ou détériorant sur les protéines de la farine de blé qui ne sont plus libres pour qu'elles soient analysées). Ceci peut avoir un effet négatif sur le rôle de ces protéines en panification ainsi que sur leur quantité totale et sur le gluten en particulier.

Le taux 65,68 % d'amidon de la farine témoin reste inférieur à la norme qui est de 75 %. Le malt est riche en ce composé qui représente 56,55 %. Cette richesse en ce dernier influe positivement sur la teneur en amidon des différents taux d'incorporation qui varient entre 67,38 et 73,14 %.

La matière grasse montre une augmentation au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation, qui devient significative ($P < 0,01$) au taux de F₅ % (1,35 % par rapport au témoin 0,94 %). Cette richesse. Cette richesse peut avoir un effet positif sur la qualité du produit fini, car certains chercheurs notent des

interactions possibles entre cette matière grasse et le processus biochimique de la formation des ponts et liaisons entre les différents polymères.

Une diminution significative a été enregistrée pour le gluten aux cinq taux d'incorporation notamment à F₅ % où il passe de 27,3 % à 20,42 % pour le gluten humide et de 10 % à 4,34 pour le gluten sec.

L'augmentation des incorporations en farines de malt varie inversement avec la qualité et la quantité du gluten, ceci s'explique par la faible charge de farine de malt en gluten et par conséquent la diminution de sa capacité d'hydratation de 67,23 % pour F₁ % à 54,26 pour F₅ % et ceci malgré l'addition de farine de malt qui ne représente que 5 % du total de la farine panifiable.

L'indice de chute d'Hagberg montre une diminution au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation, qui devient significatif au taux de F₅ % (197 sec) par rapport au « G » témoin (320 sec). Il semble donc que l'addition de farine de malt améliore cet indice de chute qui représente l'activité amylasique et ceci à partir de F₁ %. Ceci semble logique, car cette addition apporte une quantité non négligeable de l'enzyme α -amylase.

L'indice de Zeleny qui dépend de la quantité et de la qualité du gluten (principaux facteurs de la force boulangère) a diminué en fonction du taux d'incorporation de la farine de malt Plus le taux d'incorporation augmente, plus l'indice de Zeleny diminue. D'après ces résultats il semble que la farine de malt ne contribue pas à améliorer la qualité rhéologique de la farine panifiable. Ce résultat semble confirmer l'effet de cette addition sur les protéines totales et sur le gluten en particulier.

On constate que la ténacité « P » et le rapport de configuration « P/L » augmentent progressivement en fonction du taux d'incorporation de farine de malt et que

le gonflement au contraire diminue avec les mêmes taux (Tableau 2).

Tableau 2
Caractéristiques rhéologiques et fonctionnelles du mélange (farine-malt)

% d'incorporation de la farine de malt	F ₀ % (Témoin)	F ₁ %	F ₂ %	F ₃ %	F ₄ %	F ₅ %	Norme
W (ergs)	144	139	132	120	111	94	> 170
G (cm ³)	24,01	23,63	21,96	16,10	11,08	11,09	> 20
P (mm)	36,27	38,84	39,6	50,6	54,08	61,22	-
P/L	1,51	1,64	1,80	3,14	4,88	5,52	P/L < 0,7

Certains aspects de l'alvéographe telle que « P » sont améliorés par l'addition de la farine de malt à partir de F₃ % et la ténacité obtenue est supérieure aux normes indiquées qui sont de 45 mm. Cet indice indique une bonne force et rigidité boulangères qui contribuent au maintien de la forme de la pâte et des poches d'air (CO₂). Le phénomène inverse se produit pour d'autres aspects tels que le « W » et le « G » qui sont, au contraire acceptables uniquement pour F₁ %, F₂ % et la farine témoin ; par contre avec F₂ % et plus de l'incorporation de farine de malt, nous avons un effet contraire qui se présente par une faible plasticité et malléabilité.

Il semble donc que la complexité de la farine de malt rend son utilisation brute controversée, ce qui demande une étude plus approfondie avec une séparation des substances ou des traitements appropriés pour arriver à avoir des effets convaincants.

Les résultats des essais de panification et l'appréciation des pâtes (Tableau 3) ont donné des pains de couleur rouge et brillante pour F₁ %. L'augmentation du taux d'incorporation de farine de malt donne plus d'intensité à la couleur du pain après la cuisson, ce qui a contribué à avoir une couleur sombre et intense.

Tableau 3
Résultats de l'appréciation des pâtes

Critères	Farine					
	F ₀ % (Témoin)	F ₁ %	F ₂ %	F ₃ %	F ₄ %	F ₅ %
Maniabilité	Sèche	Sèche	Peu Collante	Collante	Collante	Collante
Caractéristiques physiques	Elastique	Elastique	Elastique	Peu élastique	Peu élastique	Peu élastique
Tenue	Bonne	Bonne	Bonne	Assez bonne	Assez bonne	Mauvaise
Activités fermentaire	Normale	Rapide	Normale	Lente	Lente	Lente

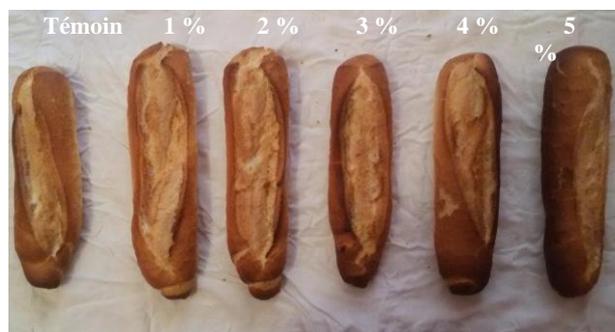
Concernant la forme de section, les résultats obtenus montrent que l'épreuve de notation ne présente pas de différence de la forme de la section entre la farine témoin et la farine F₁ % (F calculé est inférieur au F théorique de 5 %) mais il y a une certaine différence entre les autres farines. D'après les analyses statistiques en comparant F₁ % avec F₂ %, F₃ %, F₄ %, et F₅ % on remarque une différence significative (F calculé est supérieure à F théorique de 5 %). La présence de la farine de malt avec un léger pourcentage 1 % dans le pain lui confère une odeur plus particulière et plus appréciable mais avec des taux d'incorporations supérieures, le pain semble être moins agréable pour les dégustateurs. Du point de vue statistique, les variations entre l'odeur de l'ensemble des échantillons sont significatives. Cette analyse indique

que la farine de malt, après cuisson, peut produire une odeur plus intense qui serait indésirable pour des quantités supérieures à 1 %.

La présence de la farine de malt affecte la couleur de la mie qui, après la cuisson, donne un aspect plus sombre que celui du témoin. Les dégustateurs ont apprécié la couleur de la farine témoin dont la mie n'était plus blanche que les autres farines et plus légère (Figure 3), par contre la notation la plus faible est donnée au F₅ % qui contient plus de farine de malt. Cet assombrissement de la couleur peut être expliqué par l'effet de la chaleur sur les particules de la farine de malt qui favorise les réactions de Maillard. D'après l'analyse de variance nous pouvons dire que la différence entre F₁ % et les autres

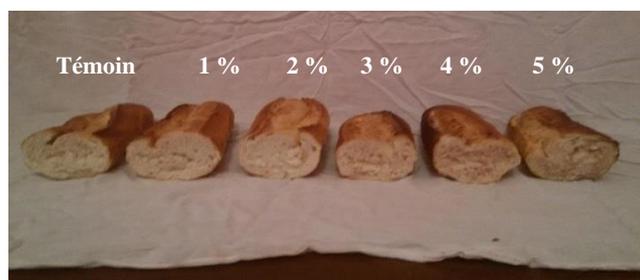
farines est significative ($P < 0,05$) concernant le critère de la couleur et de l'aspect de la mie.

Pain obtenu avec F₁ % ; F₂ % ; F₃ % ; F₄ % et F₅ %



(A)

Mie obtenu avec F₁ % ; F₂ % ; F₃ % ; F₄ % et F₅ %



(B)

Figure 3 : Planche (A et B) démontrant les essais de panification selon les différents d'incorporation de la farine de malt

4. Conclusion

La farine de malt, qui est un produit fabriqué à partir de l'orge germé représente un matériel abandon, facile et rentable. L'addition de la farine de malt présente des effets positifs pour la valeur et la technologie de panification. Les essais d'incorporation de la farine de malt apportent plus de sels minéraux, de matière grasse et d'amidon. Pour la mesure de tenacité, l'ajout de farine de malt donne plus de fermeté à la farine de panification. Les analyses organoleptiques nous ont montré des effets assez positifs de cette addition notamment pour les farines additionnées de 1 % et de 2 % de farine de malt qui représentent des caractéristiques appréciables.

Références

- [1] Rahal-Bouziane H., L'orge en Algérie : passé, présent et importance pour la sécurité alimentaire face, aux nouveaux défis. "Barley in Algeria: past, present and importance for food security in the face of new challenges", Recherche Agronomique, 17 (27) (2015): 07-24. 2015. Disponible sur URL :

<https://www.asjp.cerist.dz/en/article/25955> (Consulté le 18/04/2020)

- [2] Kellou R. (2008). « *Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives Sud céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop* », Thèse de Master of Science du CIHEAM-IAMM n° 93, Montpellier (France), 167 p., Disponible sur URL : https://www.iamm.ciheam.org/ress_doc/opac_css/doc_num.php?explnum_id=4390 (Consulté le 12/11/2019).
- [3] Rastoin J-L. et Benabderrazik H., Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb : Pour un co-développement de filières territorialisées. Paris (France) : IPeMed 2014. 134 p. Disponible sur URL : <https://prodinra.inra.fr/record/281396> (Consulté le 20/04/2020)
- [4] Fisher J., Informations apportées par les essais de panification : Signification, interprétation, limites., Industrie des céréales, 103 (1997) : 17-22.
- [5] AFNOR, 1982. Recueil des normes françaises – céréales et produits céréaliers. Paris : AFNOR NF V03-703.
- [6] AFNOR, 1986 : céréales et produits céréaliers. Recueil de norme française 2^{ème} Ed. Tec. et Doc., Lavoisier. pp 123-126, 146-154.
- [7] AFNOR, Recueil de normes françaises des céréales et produits céréaliers. 1^{er} Edition (1982).
- [8] AOAC, Official Methods of Analysis, 16th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. (1997).
- [9] Godon B., Guide pratique des analyses dans les industries des céréales. Lavoisier, Paris, (1997). 819 p.

-
- [10] Raymond C., La boulangerie moderne, Editions Eyrolles, 1980. 190p.
- [11] ISO 5529, Blé tendre- Détermination de l'indice de sédimentation. Test de Zenely. ISO/ TC34/SC4, (2007). 12p. [Version HTML] sur URL : <https://www.iso.org/fr/standard/40524.html?browse=tc> (Consulté le 25/04/2020)
- [12] Perten H., Rapid measurements of wet gluten quality by gluten index. Cereal Foods World 35, (1990). 401p.
- [13] ISO 5530 – 4, Specifies a method, using an alveograph, for determining certain rheological properties of doughs obtained from soft or hard wheat flours *Triticum aestivum* L. (2002). ISO/TC34/SC4. [Version HTML] sur URL : <https://www.iso.org/standard/28326.html> (Consulté le 26/04/2020)
- [14] Mustapha K., Zahida B., Lynda B., Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre, Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 12/ Janvier 2015, Pages 16 à 26. Disponible sur URL : <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/39943> (Consulté le 25/11/2019)
- [15] Fliss M., « Contribution à la maîtrise et à l'optimisation du procédé de maltage : Conditions de procédé, qualités fonctionnelles et organoleptiques du malt », thèse INPL, Spécialité : Génie des procédés, 1996. Nancy. Disponible sur URL : <https://hal.univ-lorraine.fr/te1-01749704/document> (Consulté le 19/03/2020)