

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET
DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Qualité des produits et Sécurité Alimentaire

Pâtes d'Amor Ben Amor: Évaluation de la reproductibilité de fabrication, des qualités physicochimiques, organoleptiques et application de l'HACCP

Présenté par :

KHALDI Manel

MECHALI Mohamed Amine

MERABTI Warda

Devant le jury composé de :

Président : Dr. MOKHTARI Abdelhamid **M.C.B** **Université de Guelma**

Examineur : Mr. MEZROUA El yamine **M.A.A** **Université de Guelma**

Encadreur : Dr. BOUDALIA Sofiane **M.A.B** **Université de Guelma**

Juin 2015

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude à monsieur MOKHTARI Abdelhamid d'avoir bien accepté de présider ce jury. Nous vous remercions pour l'intérêt que vous avez porté à ce travail et pour vos précieux conseils et remarques.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude à monsieur MEZROUA El yamine pour avoir exprimé son entière disponibilité à participer à ce jury et examiner ce mémoire.

A notre encadreur BOUDALIA Sofiane, votre modestie, vos qualités scientifiques et pédagogiques, votre rigueur et votre dynamisme font de vous un maître tant apprécié. Cher encadreur, permettez-nous de vous renouveler l'expression de notre vive reconnaissance et de notre profond respect.

A nos amis Kacem et Zaki.

Avec gentillesse, patience, compétence et une grande disponibilité, vous nous avez aidé dans la réalisation de ce travail.

Nos remerciements vont également à tous les enseignants qui nous ont encouragé et soutenu depuis le début de notre premier cycle d'études jusqu'à la fin de la cinquième année universitaire.

Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues, et à tout ceux qui ont participé à la réalisation de ce mémoire. A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Résumé

Les pâtes alimentaires sont des produits préparées par pétrissage, sans fermentation, de la semoule de blé dur additionnée d'eau et soumise à des traitements physiques appropriés. Malgré un processus de fabrication simple, la question de *répétabilité* reste une finalité qui aide à prendre les décisions sur l'aptitude d'un système à remplir ses fonctions d'évaluation au regard des exigences.

L'objectif de ce travail était d'étudier l'évolution et la stabilité des qualités physicochimiques et organoleptiques des pâtes *Amor Ben Amor* (ABA) durant une période de 40 jours. Puis les comparer avec d'autres marques de pâtes et enfin la mise en place d'un plan HACCP.

Nos résultats montrent une stabilité dans le processus de fabrication, mais des différences significatives ont été enregistrées par rapport à d'autres marques de pâtes. L'application de la méthode HACCP, permet d'éliminer ou bien minimiser les dangers pour assurer une meilleure gestion de la sécurité alimentaire.

Mots clés : HACCP, répétabilité, processus de fabrication, critères physicochimiques, critères organoleptiques.

Abstract

Pasta products are prepared by kneading, without fermentation, durum wheat semolina mixed with water and subjected to appropriate physical processing. Despite a simple fabrication process, *repeatability* issue remains a goal that helps make decisions on the ability of a system to fulfill its functions of evaluation against the requirements.

The objective of this work was to study the evolution and stability of physicochemical and sensory qualities of *Amor Ben Amor* (ABA) pasta for a period of 40 days. Then compare them with other brands of pasta.

Our results show stability in the manufacturing process, but we have recorded some significant differences relative to other pulp marks. The application of HACCP methodology in ABA factory can eliminate or minimize hazards to ensure better food safety management.

Keywords: HACCP, repeatability, manufacturing processes, physicochemical criteria organoleptic criteria.

المخلص

العجانن الغذائية هي عبارة عن منتجات محضرة عن طريق خلط سميد القمح القاسي والماء والقيام بالمعالجة الفيزيوكيميائية لها دون عملية التخمير. وعلى الرغم من ان عملية التصنيع بسيطة لكن لا تزال قضية التكرار بنفس المواصفات تطرح اشكالية.

الهدف من هذا العمل هو دراسة تطور واستقرار الصفات الفيزيوكيميائية والحسية لعجانن عمر بن عمر وذلك لمدة 40 يوما. ثم مقارنتها مع غيرها من العلامات التجارية الاخرى.

ان النتائج التي توصلنا لها تشير إلى الاستقرار في عملية التصنيع (الصفات الفيزيوكيميائية والحسية) مع تسجيل فروق مقارنة مع العلامات التجارية الاخرى.

ان تطبيق نظام تحليل المخاطر يساعد على القضاء أو التقليل من المخاطر لضمان أفضل إدارة سلامة الأغذية

الكلمات المفتاحية: نظام تحليل المخاطر, التكرار, عمليات التصنيع, المعايير الفيزيوكيميائية, المعايير حسية

Abréviations

ABA	Amor Benamor
AFNOR	Association Française de Normalisation
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillances et leurs Effets et de leur Criticité
BPA	Bisphénol A
BPF	Bonne pratique de fabrication
BPH	Bonne pratique d'hygiène
°C	Degré Celsius
CCP	Points critiques pour la maîtrise
DEHP	Di (2-ethylhexyl) phthalate
D.L.U.O	Date Limite d'Utilisation Optimale
h	Heure
H	Humidité
HACCP	<i>Hazard Analysis Critical Control Points</i> (analyse des dangers et des points critique pour leur maîtrise)
g	Gramme
ISO	Organisation international de standardisation
J	Jour
Kcal	Kilo calorie
KJ	Kilo Joule
Kg	Kilogramme
Kg/cm ²	Kilogramme par centimètre carrée
l	Litre
m ²	Mètre carrée
mm	Millimètre
ml	Millilitre
min	Minute
ms	Matière sèche
mg	Mili gramme
Mo	Masse de la prise d'essai (en g)
M1	Masse du résidu (en g)
MAB	Moulins Amor Benamor
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
sec	Seconde
SSSE	Semoule sassé sur finisseur extra
SSSF	Semoule sassé sur finisseur
SSSSE	Semoule super sassé super extraite
SD	<i>Standard Deviation</i>
t	Tonnes
TOC	Temps Optimal de Cuisson
tr / min	Tour /minute
t/j	Tonne par jour

t/h	Tonne par heure
μ	Micro
μm	Micromètre
%	Pourcentage

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Présentation du site d'étude (les moulins AMORBENAMOR) (Google Earth)	8
2	Pâte Farfalle	9
3	Pâte Papillon	9
4	Tamiseur Rota-choc, Tamis	11
5	Colorimètre avec calculateur pour mesurer la couleur	13
6	Dessiccateur halogène pour déterminer l'humidité	14
7	Mode opératoire pour déterminer le temps de cuisson	16
8	Mode opératoire pour déterminer la taille de produit	17
9	Mode opératoire pour déterminer le taux de cendres de la semoule	20
10	Le système Glutomatic	23
11	Principe de la méthode gluten index	24
12	Mode opératoire pour déterminer le Gluten Index	25
13	Evolution des paramètres physico-chimiques des pâtes ABA	30
14	Analyses physico-chimiques (ABA vs Panzani)	33
15	Analyses physico-chimiques (ABA vs Warda)	35
16	Les pâtes ABA	44
17	Diagramme de fabrication des pâtes ABA	45

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Données des produits utilisés	27
2	Analyses physico-chimiques de la matière première (la semoule)	28
3	Les dangers et les risques	48
4	Les points critiques (ccp)	49
5	Les limites critiques et les actions correctives	50
6	Exemple de plan de contrôle des pâtes alimentaires	52
7	Exemple de plan de maintenance des pâtes alimentaires de blé dur	53
8	Exemple de plan de nettoyage des locaux, des installations et du matériel des pâtes de blé dur	54

Sommaire

1. Introduction.....	1
1.1. Classification des pâtes	3
1.2. Constituants de la pâte.....	3
1.3. Processus de fabrication des pâtes alimentaires	4
1.4. Les critères de qualité des pâtes alimentaires.....	6
1.5. Les déterminants de qualité des pâtes alimentaires.....	6
1.6. Les catégories des pâtes	7
2. Matériels et Méthodes	8
2.1. Le site de l'étude	8
2.2. Pâtes de l'étude.....	8
2.3. Matière première	9
2.4. Les analyses physicochimiques.....	10
2.4.1. La granulométrie.....	10
2.4.2. La couleur de la semoule (indice de jaune-indice de brun).....	12
2.4.3. L'humidité de la semoule	13
2.4.4. Le temps de cuisson (résistance de pâtes)	14
2.4.5. La taille de produit.....	16
2.4.6. Le taux de cendres	17
2.4.7. L'indice de gluten	21
3. Plan statistique	26
4. Résultats	26
5. Méthode HACCP	39
6. Conclusion	55
Références bibliographiques	56

1. Introduction

Les pâtes alimentaires sont des produits originaires du Japon, elles sont développées dans le but de substituer le pain. Ces produits présentent une ration assez complète de point de vue nutritionnel et ceci grâce aux quantités considérables qu'elles apportent en protéines, glucides, lipides et fer ([Feillet 2000](#)).

On entend par « pâtes alimentaires » les produits prêts à l'emploi culinaire, préparées par pétrissage, sans fermentation, de semoule de blé dur additionnée d'eau et soumise à des traitements physiques appropriés.

Au départ l'agriculteur livre et décharge ses grains de blé dans un silo. Les bonnes pratiques de stockage (nettoyage systématique des silos et des grains, ventilation éventuelle des grains pour mieux les refroidir et donc les conserver) permettent de préserver leur qualité jusqu'à leur utilisation pour la fabrication des pâtes, parfois plusieurs mois après la récolte.

La qualité du blé dur est contrôlée au laboratoire avec des échantillons, dès son arrivée pour faire de bonnes semoules, il faut du bon blé dur.

La transformation du blé dur en semoule se fait de manière mécanique. Les grains de blé dur sont broyés en passant plusieurs fois de suite entre des cylindres, pour arriver à obtenir une semoule. Contrairement au grain de blé tendre, l'amande du grain de blé dur résiste à l'écrasement. C'est pourquoi il se réduit en semoule quand on le broie et non en farine comme le grain de blé tendre.

La fabrication des pâtes est simple, elle s'effectue même sans cuisson. La semoule est mélangée à l'eau puis malaxée pour donner une pâte à pâtes. Cette dernière passe ensuite dans un moule qui va donner aux pâtes alimentaires la forme souhaitée : spaghetti, coquillettes, tagliatelles...etc. Les pâtes sont ensuite séchées puis conditionnées avant d'être expédiées dans les magasins.

Dans un autre sens ; en industrie agroalimentaire *la répétabilité* d'un processus de fabrication, d'un équipement de mesure est obligatoirement constante. L'association équipement, instruction et opérateur de mesure constitue un « système de mesure ». En définitive, *la répétabilité* se matérialise par l'écart de mesure de la même caractéristique du même objet, par un même opérateur.

Déterminer la reproductibilité consiste à mettre en évidence des différences entre les écarts moyens obtenus par plusieurs opérateurs. On cherche à quantifier la dispersion du système propre à des causes assignables.

Ce type d'étude est approprié aux systèmes de mesure utilisés pour surveiller des productions en série (plus de 300 pièces) et dont le résultat est supposé être affecté par une (variabilité induite par l'opérateur et le mode opératoire. La finalité de cette méthode est de prendre une décision sur l'aptitude du système à remplir ses fonctions d'évaluation au regard des exigences ([Lacroix 2015](#)).

Notre travail a pour objectifs :

- *L'évaluation des qualités physicochimiques et organoleptiques de l'une des marques des pâtes se trouvant sur le marché Algérien (Amor BenAmor : ABA).*
- *L'étude de la stabilité et la reproductibilité des opérations de fabrication afin d'assurer les mêmes qualités physico-chimiques et organoleptiques des pâtes ABA.*
- *La comparaison avec d'autres produits de marques différentes.*
- *Et enfin l'application d'un plan HACCP.*

En effet, à partir d'une matière première, l'industriel doit fabriquer des pâtes d'une qualité stable et constante et cela en respectant les contraintes technologiques, économiques et hygiéniques. Pour répondre à la question de reproductibilité, nous avons évalué la qualité physico-chimique et organoleptique des pâtes d'ABA.

Le présent travail est divisé en deux parties :

La première partie, se résume en une recherche bibliographique portant sur des généralités au sujet des pâtes alimentaires.

La deuxième partie pratique, décrit le matériel et les méthodes utilisées dans cette étude, ainsi que les analyses statistiques retenues pour le traitement des données.

La dernière partie rapporte les résultats obtenus et leurs discussions, ainsi qu'une application de la méthode HACCP.

Enfin la conclusion résume les résultats les plus importants de ce travail.

1.1. Classification des pâtes

Selon Tremoliere *et al.*, les pâtes alimentaires sont classées en deux groupes selon les machines utilisées pour la fabrication ([Tremoliere J et al 1984](#)).

➤ *Pâtes pressées ou tréfilées*

C'est une pâte comprimée par une presse à travers une filière qui sert de moule dont on obtient les formes classiques telles que le spaghetti, macaroni, coquillettes ou coupées à volonté de manière à obtenir des pâtes longues ou courtes.

➤ *Pâtes laminées*

Ce type de produit est abaissé par laminage entre deux cylindres et est réduit en feuilles larges et minces. Celles-ci sont soit divisées en rubans, soit amenées sur des machines munies d'emporte-pièces ce qui donne la forme désirée.

1.2. Constituants de la pâte

➤ *Semoule*

La semoule de blé dur est considérée comme le témoin auxquels sont comparées les autres matières premières. Elle est reconnue comme substrat principal pour la fabrication des pâtes alimentaires en raison de sa teneur en gluten qui confère aux pâtes (couscous, pâtes alimentaires, ...) des propriétés technologiques et rhéologiques spécifiques, de sa dureté, sa couleur unique, sa flaveur et sa qualité de cuisson ([Feillet & Dexter 1996](#)) ([Godon B & Willm C 1991](#)) ([Petitot et al 2009](#)). Après conversion en pâte, elle donne des produits avec des bonnes qualités culinaires et une stabilité à la cuisson ([Sissons 2008](#)). L'Amidon (74 - 76 %) et les protéines (12 - 15 %) sont des constituants majeurs de la semoule de blé dur ([Duranti 2006](#)). La qualité technologique d'une semoule pour la fabrication des pâtes alimentaires est définie par son aptitude à donner des produits finis dont l'aspect et la qualité culinaire répondent aux désirs des consommateurs. Ces deux caractéristiques sont influencées par la composition biochimique et l'état physique granulométrie des semoules, eux même liés à l'origine histologique des produits ([Abecassis 1991](#)).

➤ *L'eau*

Selon de nombreuses observations faites par les industriels, il ressort que la qualité de l'eau utilisée au cours de l'embâchage peut exercer une influence non négligeable sur l'aspect et le comportement des produits finis au cours de la cuisson. Des eaux de faible dureté hydrotimétrique sont généralement recommandées ([Feillet 2000](#)).

1.3. Processus de fabrication des pâtes alimentaires

Aujourd'hui, le procédé de fabrication continu est réalisé à l'aide de l'automatisation des lignes de production, donnant lieu à une productivité haute (2-5 t/h). Il comporte trois étapes fondamentales ([Feillet 2000](#)) ([Petitot et al 2010](#)) :

1. *L'hydratation/ malaxage de la semoule.*
2. *Le formage ou façonnage (extrusion/ laminage).*
3. *Le séchage.*

➤ *Hydratation et malaxage*

La quantité d'eau ajoutée pour l'hydratation est environ 25 à 34 kg/100 kg de semoule, de manière à ce que la teneur en eau final soit voisine de 44 à 49 % de la matière sèche. Cette quantité d'eau compte tenu de l'humidité initiale de la semoule qui se situe généralement aux environs de 14% (matière sèche) ([Abecassis et al 1994](#)) et la forme finale de la pâte ([Dalbon et al 1996](#)). Le mélange des constituants de la pâte s'effectue dans un malaxeur qui tourne à 120 tr /min pendant 20 minutes ([Petitot et al 2010](#)).

➤ *Formage*

Le façonnage de la pâte est assuré soit sous l'effet de laminage, soit par le principe d'extrusion (le plus couramment utilisé).

➤ *Extrusion*

La semoule hydratée est reprise par une vis sans fin dont la fonction est d'assurer l'avancement des pâtes tout en les comprimant de manière à provoquer leur extrusion à travers un moule situé en tête de vis. Les pressions auxquelles est soumis la pâte au cours de cette opération peuvent dépasser 100 kg/cm² et semble être essentielle pour donner la compacité nécessaire au produit final pour une meilleure tenue à la cuisson ([Kruger et al](#)

[1996](#)). Un système de refroidissement à circulation d'eau situé autour du cylindre d'extrusion et de la tête de presse permet d'éviter un accroissement excessif de la température qui doit rester inférieure à 45-50 °C afin d'éviter une dégradation des constituants de la semoule ([Petitot 2009](#)). La forme des filières, la vitesse d'extrusion et les conditions de découpe déterminent le format des produits finis (spaghetti, macaroni, pâtes courtes, papillons, farfalles).

➤ *Laminage*

Dans le processus de laminage, la pâte est pétrie et laminée en feuille entre deux cylindres rotatifs. Trois à cinq paires de rouleaux sont utilisés jusqu'à ce que la feuille atteigne l'épaisseur désirée. La feuille est ensuite coupée en brins de largeur et de longueur souhaitée. Les deux techniques utilisées sont différentes au niveau de l'énergie mécanique dont elles utilisent pour le formage de la pâte ([Abecassis et al 1994](#)). L'énergie transférée à la pâte est plus élevée avec le procédé d'extrusion qu'avec celui de laminage et une partie de celle-ci est dissipée sous forme de chaleur.

En outre, lors de l'extrusion, la pâte est soumise à un stress de cisaillement alors que pendant le laminage, un stress lors de l'élongation est appliqué. Ces différences dans les paramètres (le stress, la chaleur et la pression) peuvent entraîner la formation des pâtes de structures différentes ([Petitot et al 2010](#)).

➤ *Séchage*

Le séchage des pâtes alimentaires se fait immédiatement après les opérations de malaxage et d'extrusion. C'est l'opération la plus importante et certainement la plus délicate de la fabrication ([Boudreau & Germain 1992](#)). Le séchage stabilise la qualité de la matière première. Il a pour objectif de réduire la teneur en eau de la pâte à 12,5%, ce qui permet une conservation de longue durée, la stabilisation de texture des pâtes est assurée par dessiccation.

Selon *Jeantet et al*, dans le cas des pâtes alimentaires, le rôle du séchage (humidité 12,5%) est de ([Jeantet R et al 2007](#)) :

- *Stabiliser la forme de la pâte donnée après tréfilage.*
- *Assurer une homogénéité de couleur et d'aspect.*
- *Assurer la rigidité et l'élasticité.*
- *Assurer une meilleure conservation au cours du temps.*

1.4. Les critères de qualité des pâtes alimentaires

Les critères de qualité des pâtes alimentaires sont :

- *Le goût* : les pâtes alimentaires à base de blé dur ont un meilleur goût que les pâtes alimentaires à base de blé tendre et restent mieux « *al dente* » le processus de séchage détermine aussi le goût.
- *L'aspect* :
 - ❖ *la couleur doit être ambre-jaune : des pâtes grisâtres doivent être évitées.*
 - ❖ *les piqures brunes, noires et blanches dans le produit doivent être absentes le plus que possible.*

La résistance à la cuisson : cela détermine en quelle mesure les pâtes vont coller en cas de sur cuisson (la sur cuisson est donc la cuisson trop longue par rapport au temps de cuisson prescrit).

1.5. Les déterminants de qualité des pâtes alimentaires

La qualité des pâtes alimentaires est essentiellement déterminée par :

- ❖ *la qualité du blé employé.*
- ❖ *la norme la plus importante pour la semoule et /ou la farine est le taux et la qualité de gluten. Ceci détermine la résistance à la cuisson.*

Les glutens sont essentiellement faits d'un nombre de protéines, surtout glutenine et la gliadine. Elles forment après la cuisson un squelette autour des amidons. Ce squelette détermine la structure des pâtes alimentaires, l'aspect « *al dente* » et les valeurs nutritionnelles puisqu'ils évitent que les amidons et les protéines se diluent dans l'eau de cuisson.

A côté de cela, la pureté de la semoule est importante. Les pâtes alimentaires de très haute qualité ont une couleur ambre-jaune. Si dans la mouture, on moule trop loin, on obtient d'un côté un taux de cendres trop élevé, de l'autre côté on peut trouver des piqures brunes en provenance de la peau du blé. On peut alors retrouver cela dans le produit fini. Si la

granulométrie de la semoule est trop élevée. Des points blancs peuvent se retrouver dans les pâtes alimentaires et ces points blancs prennent difficilement de l'eau lors de la cuisson.

1.6. Les catégories des pâtes

- **Les pâtes sèches** : de fabrication industrielle, résultent du mélange de semoule avec de l'eau dans un pétrin mécanique, elles sont ensuite tréfilées pour les pâtes rondes ou laminées pour les pâtes plates, puis découpées. Les pâtes sont alors séchées pour réduire l'eau de plus ou moins 90%, conditionnées et stockées. Elles se conservent plusieurs mois ([association-belge-du-Diabète 2009](#)).

- **Les pâtes fraîches** : anciennement de fabrication exclusivement artisanale, sont actuellement industrialisées à grande échelle. Elles sont conservées en frigo pendant une courte période ou sont surgelées ([association-belge-du-Diabète 2009](#)).

La coloration

La couleur des pâtes alimentaires résulte de la superposition d'une composante jaune, recherchée, et d'une composante brune, indésirable. On avance l'hypothèse que le brunissement des pâtes est la somme du brunissement intrinsèque de l'albumen (paramètre dominant dans le cas où la semoule transformée est peu contaminée par les parties périphériques du grain), de réactions enzymatiques (activité du polyphénol oxydases) dont l'intensité dépend du degré de pureté des semoules, et de réactions de Maillard pouvant se produire lorsque des températures élevées de séchage sont utilisées ([Feillet et al 2000](#)).

La cuisson des pâtes

La meilleure cuisson pour préserver les vertus nutritives de la semoule de blé dur est la cuisson *al dente* qui signifie « à la dent ». Plus les pâtes sont cuites, plus l'index glycémique augmente, et plus la digestion est rapide. Pour que les pâtes restent un sucre lent, leur cuisson doit être courte.

Cuire peu les pâtes pour les manger lentement. Plus elles sont croquantes, plus on les mastique. Plus la mastication est longue, plus la digestion est lente et compatible avec la santé. En effet, la mastication fait saliver et facilite la digestion de l'amidon ([Laty & Mallet 2004](#)).

2. Matériels et Méthodes

2.1. Le site de l'étude

❖ *Usine Amor Benamor*

En 2000, le Groupe « *Amor Benamor* » est implanté à la zone industrielle d'El Fedjoudj-Wilaya de Guelma.

Au niveau national le groupe ABA est le premier producteur des semoules, couscous et pâtes alimentaires (<http://www.amorbenamor.com/nos-filiales/moulins-amor-benamor> 13-04-2015).



Figure 1 : Présentation du site d'étude (les moulins AMORBENAMOR) (Google Earth)

2.2. Pâtes de l'étude

- *Farfalle*

Les *Farfalles* naissent d'anciennes pâtes qui se faisaient à la maison en Emilie-Romagne en serrant avec les doigts la partie centrale d'un carré d'abaisse, ainsi modelées, les pâtes prenaient une forme très fantaisiste.

A allégé la forme d'origine des *Farfalle*, en s'inspirant justement des créatures légères de l'air.



Figure 2 : Pâte Farfalle

- **Papillon**

Cette forme de pâtes naît d'une feuille qui est ensuite travaillée à la forme typique d'un papillon. Son origine est contestée par de nombreuses régions Italiennes du nord au sud. Ce format apprécié par les grands et les petits est excellent avec la sauce tomate classique.



Figure 3 : Pâte Papillon

2.3. Matière première

- ❖ La semoule

Du latin *simila*, fleur de farine ; fragments plus ou moins gros de grains de céréales, principalement de blé dur, obtenus par mouture des grains humidifiés, suivie de séchage et de tamisage.

Les semoules sont des produits de mouture obtenus à partir de céréales à amande cornée ou vitreuse, non farineuse (blé dur, sorgho.. etc.).

On distingue deux types de semoule :

- Semoule « *supérieure* » : elle résulte du broyage de la partie centrale de l'amande du grain de blé.

- Semoule « *courante* » : elle contient davantage de parties périphériques du grain.

Et selon son utilisation on a :

- Semoule Super Sassi Super Extraite (SSSSE) : destinée à la fabrication des pâtes alimentaires de haute qualité.
- Semoule Sassi Sur Finisseur Extra (SSSE) : semoule ordinaire destinée à la fabrication des pâtes alimentaires moyennes.
- Semoule Sassi Sur Finisseur (SSSF) : semoule très fine (semoulette), à un aspect farineux, elle a fait l'objet de plusieurs recherches dont le but de son incorporation dans farine panifiable ([Belaid 2012](#)).

❖ L'eau

L'effritement des pâtes sèches s'explique par la teneur en matières minérales élevée des semoules ou de l'eau. L'eau de la fabrication doit être exempte de matière organique ; et laisser après évaporation, un résidu inférieur à 400 ou 500 mg de matière minérales par litre.

On recommande l'utilisation d'une eau avec un faible taux du Ca^{++} , Mg^{++} et une teneur en bicarbonates.

De plus, l'eau doit être tiède et de température uniforme tout au long du malaxage, notamment en hiver où la semoule est stockée à l'extérieur. La température de l'eau ne doit jamais dépasser 35°C ([Boudreau & Germain 1992](#)).

2.4. Les analyses physicochimiques

Deux séries de paramètres ont été estimés

- *Paramètres relatifs aux caractéristiques de la semoule de blé dur.*
- *Paramètres relatifs aux caractéristiques de la pâte de blé dur.*

2.4.1. La granulométrie

➤ **Définition** : La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules. C'est une caractéristique fondamentale en relation directe avec toutes les opérations unitaires de broyage, de séparation, de mélange et de transfert mais aussi avec les phénomènes d'échange et de réactivité, qu'ils soient physique (migration d'eau, séchage, solubilisation) ; chimique (oxydation) ou enzymatique (digestion des aliments) ([Melcion 2000](#)).

➤ **Intérêt** : Classer les semoules selon leur utilisation finale.

➤ **Principe** : Le rota choc est constitué d'un empilement de tamis (diamètre décroissant : 600 μm , 500 μm , 450 μm , 355 μm , 250 μm , 200 μm , 150 μm), par un mouvement circulaire excentré dont l'amplitude est réglable, il permet un tamisage efficace des semoules selon la norme AFNOR NF 03-721.

Le système original de dégommage par chocs inférieurs garantit une précision optimale du processus de tamisage.

➤ **Appareillage**

- *Tamiseur rota choc.*
- *Tamis granulométriques.*
- *Balance de précision.*

➤ **Mode opératoire**

- *Peser 100 g de semoule dans les tamis.*
- *Placer au tamiseur.*
- *Les retenues sur chacun des tamis sont ensuite pesées.*



Figure 4 : Tamis (1), Tamiseur Rota-choc (2)

2.4.2. La couleur de la semoule (indice de jaune-indice de brun)

➤ **Définition** : La couleur se caractérise par des composantes : *l'indice de jaune* et *l'indice de brun*, dans tous les cas, plus l'indice de jaune est élevé et l'indice de brun est faible, le résultat est meilleur ([I.T.C.F. 2001](#)).

➤ **Intérêt** : Le consommateur cherche des pâtes claires de belle couleur jaune ambrée qui ne présente pas des piqures ([I.T.C.F. 2001](#)).

➤ **Principe** : Les indices de couleur donnent une valeur chiffrée pour caractériser le jaune et la clarté des pâtes fabriquées à partir du blé. La mesure se fait avec un *chromamètre* qui fournit 3 paramètres :

- *La clarté ou L**: cet indice varie de 0 (noir parfait) à 100 (blanc parfait). L'indice de brun calculé par l'équation : $100 - L$
- *L'indice de brun ou a**: la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le rouge et le vert. Les valeurs positives correspondent à du rouge et les valeurs négatives à du vert. Cet Indice n'est généralement pas exploité sur le blé dur.
- *L'indice de jaune ou b**: la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le jaune et le bleu. Les valeurs positives correspondent à du jaune et les valeurs négatives à du bleu. Plus l'indice est élevé en valeur absolue, plus la couleur est intense.

➤ **Appareillage**

- Colorimètre CR-410 avec calculateur DP-400.
- Tube de projection lumineuse CR-A33e.
- Baguette en plastique.
- Verre en verre.

➤ **Mode opératoire**

Le mode opératoire avec l'appareil est montré dans la figure 5.

- Poser l'échantillon dans les coupelles de chromamètre.
- Appuyer sur la touche « mesurer ».

- *Noter la valeur des indices : l^* : clarté, a^* : brun, b^* : jaune.*



Figure 5 : Colorimètre avec calculateur pour mesurer la couleur

2.4.3. L'humidité de la semoule

- **Définition** : Étalonnée par rapport à la méthode fondamentale, la méthode de référence pratiquée consiste en un étuvage à pression atmosphérique, à une température de 130-133 °C, dans des conditions opératoires définies. La perte de la masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit ([I.T.C.F. 2001](#)).
- **Intérêt** : La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits est une opération capitale présente. Elle présente trois intérêts principaux :
 - **Intérêt technologique** : Pour la détermination de la conduite rationnelle des opérations de récolte, de séchage, de stockage ou de transformation industrielle ([I.T.C.F. 2001](#)).
 - **Intérêt analytique** : Pour rapporter les résultats des analyses de toute nature à une base fixe (matière sèche ou teneur en eau standard) ([I.T.C.F. 2001](#)).
 - **Intérêt commerciale et réglementaire** : Les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneur en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réductions. L'intérêt des humidimètres est de contrôler rapidement la teneur en eau des produits ([I.T.C.F. 2001](#)).
- **Principe** : Déterminer le poids de l'échantillon, puis l'échantillon est rapidement chauffé et l'humidité s'évapore.

Humidité est le pourcentage (%) : $\text{poids final} - \text{poids initial} / \text{poids initial}$.

➤ **Appareillage**

- Dessiccateur halogène HG63.
- Cuillère.

➤ **Mode opératoire**

Le mode opératoire avec l'appareil est montré dans la figure 6.

➤ **Expression des résultats**

La teneur en eau est exprimée en pourcentage (%) de la masse du produit.



Figure 6 : Dessiccateur halogène pour déterminer l'humidité

2.4.4. Le temps de cuisson (résistance de pâtes)

➤ **Définition :** Les temps minimal, optimal et maximal de cuisson qui correspondent respectivement à :

- *la durée à partir duquel l'amidon est gélatinisé.*
 - *le temps nécessaire pour donner à la pâte la texture recherchée,*
 - *le temps au-delà duquel les produits se désintègrent dans l'eau de cuisson ([Frank et al 2002](#)) ([Abecassis 2011](#)).*
- ***Intérêt*** : L'état de délitescence des pâtes, c'est à dire l'état de désagrégation superficielle de la pâte cuite.
- ***Principe*** : Ecraser la pâte cuites entre deux plaques en verre. La disparition d'une ligne centrale blanche est révélatrice de l'état de cuisson minimum.
- ***Appareillage***
- Deux plaques en verre.
 - Chronomètre.
 - Plaque chauffante.
 - Balance.
- ***Mode opératoire***
- Un échantillon de 100 g de pâtes (non fissuré, non malformé) est plongé dans 2 litres d'eau, après 7 min de cuisson, à des intervalles de temps réguliers soit toutes les 15 à 30 sec, 2 grains de (*farfalle* ou *papillon*) sont prélevés puis immédiatement écrasés entre deux plaques de plexiglas, afin de visualiser la ligne blanche correspondant à l'amidon non gélatinisé. Le temps optimal de cuisson (TOC) correspond au temps à partir du quel la ligne blanche a totalement disparu (amidon complètement gélatinisé).



Figure 7 : mode opératoire pour déterminer le temps de cuisson

- 1- (1) Plaque chauffante + 100 g de produit+ 2 l d'eau + la casserole.
- 2- (2) Deux plaques en verre.
- 3- (3) Chronomètre pour mesurer le temps de cuisson.
- 4- (4) Plonger les pâtes alimentaires dans la casserole.
- 5- (5-6) Vérifier la cuisson de produit.
- 6- (7-8-9-10-11-12) Vérifier la résistance ou non résistance du produit.

2.4.5. La taille de produit

- **Définition** : Elle correspond à la longueur, la largeur et l'épaisseur des pâtes alimentaires (figure 8).
- **Intérêt** : Permet de détecter les malformations et les irrégularités dans la fabrication.

➤ **Appareillage**

La taille des pâtes est mesurée par un pied à coulisse (appareil de mesure directe, entièrement en acier inoxydable).

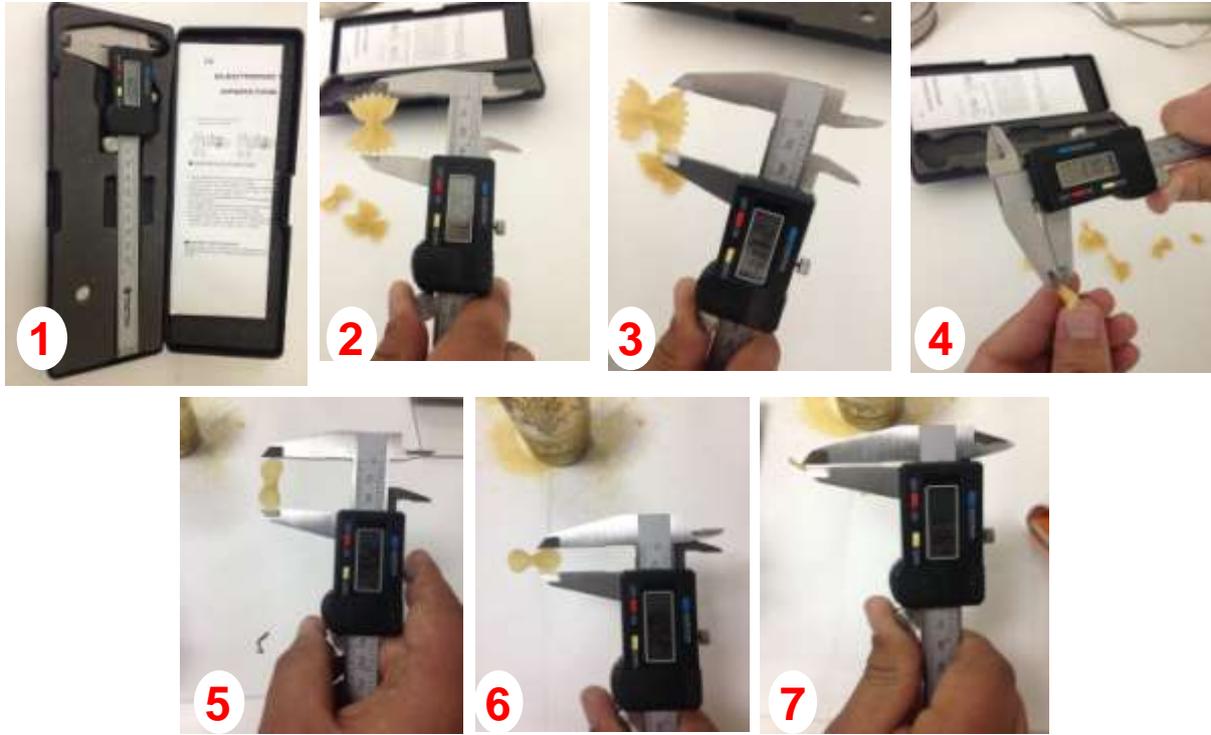


Figure 8 : mode opératoire pour déterminer la taille de produit

- 1- (1) Pied à coulisse.
- 2- (2) Mesure de la longueur pour la *Farfalle*.
- 3- (3) Mesure de la largeur pour la *Farfalle*.
- 4- (4) Mesure de l'épaisseur pour la *Farfalle*.
- 5- (5) Mesure de la longueur pour la *Papillon*.
- 6- (6) Mesure de la largeur pour la *Papillon*.
- 7- (7) Mesure de l'épaisseur pour la *Papillon*.

2.4.6. Le taux de cendres

➤ **Définition:** Résidu obtenu après incinération à 900°C dans les conditions décrites dans la présente méthode et exprimée en (%) en masse par rapport à la matière sèche.

➤ **Principe** : Le principe repose sur l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 900 °C jusqu'à combustion complète de la matière organique. La teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu ([I.T.C.F. 2001](#)).

➤ **Intérêt** : La mesure de la teneur en cendres a un intérêt essentiellement réglementaire. ([I.T.C.F. 2001](#)). Elle permet de classer les farines et les semoules :

* *Classement des farines selon les types définis par la réglementation.*

* *Classement des semoules de blé dur pour la fabrication des pâtes alimentaires.*

➤ **Appareillage**

- Four électrique à moufle.
- Balance analytique.
- Nacelles à refroidissement (dessiccateur).
- Pince en acier inoxydable.
- Pipette graduée.

➤ **Réactifs**

- Ethanol à 95%.

➤ **Mode opératoire**

Le mode opératoire à suivre est la méthode de référence pour déterminer la teneur en cendres selon la norme ISO 2171 :180-céréales, légumes secs et produits dérivés.

Détermination de la teneur en cendres :

- Chauffer durant environ 15 min les nacelles dans le four réglé à 900 °C +25 °C.
- Laisser ensuite refroidir à température ambiante dans l'appareil pendant une 45 min.
- Peser les nacelles vides pour obtenir le poids initial.

- Peser 5 g de l'échantillon, et reparti la matière en une couche d'épaisseur uniforme sans tasser.
- Humecter la prise d'essai dans la nacelle immédiatement avant le pré incinération au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol.
- Placer la nacelle et son contenu à l'entrée du four ouvert préalablement chauffé à $900^{\circ}\text{C} + 25^{\circ}\text{C}$ jusqu'à ce que la matière s'enflamme.
- Aussitôt que la flamme est éteinte, placer avec précaution la nacelle dans le four pour suivre l'incinération pendant 1 h:45 min à 2 h.
- Retirer progressivement la nacelle du four, et laisser refroidir sur la plaque thermorésistante pendant une minute puis dans le dessiccateur pendant 45 min (température ambiante).
- Peser les nacelles.

➤ ***Expression des résultats***

Les résultats sont exprimés à 0.01% près et rapportés à la matière sèche.

$$\text{Teneur en cendres} = M_1 \times (100/M_0) \times (100/100-H).$$

M_0 : masse de la prise d'essai (g).

M_1 : masse du résidu (g).

H : teneur en eau de l'échantillon (%).



Figure 9 : Mode opératoire pour déterminer le taux de cendres de la semoule

- 1- **(1)** Four a moufle réglé à $900\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 2- **(2)** Nacelles (creusets) en quartz et pince.
- 3- **(3)** Dessiccateur avec gel absorbant.
- 4- **(4)** Balance analytique (précision 0.1 mg).
- 5- **(5)** Chauffage des nacelles pendant 10 min.
- 6- **(6)** Refroidissement dans le dessiccateur pendant 45 min.
- 7- **(7)** Peser 5 g de l'échantillon.
- 8- **(8)** Ajouter 1 a 2 ml de l'éthanol dans chaque nacelle.
- 9- **(9)** Placer les nacelles à l'entré du four ouvert jusqu'à que la matière s'enflamme.
- 10- **(10)** Dès la flemme s'éteint, fermer la porte du four, poursuivre l'incinération pendant 2 heures.

11- **(11)** Retirer les nacelles et laisser refroidir dans le dessiccateur durant 45 min.

12- **(12)** Peser les nacelles à la balance de précision.

2.4.7. L'indice de gluten

➤ **Définition** : Le gluten est le composant fonctionnel des protéines qui détermine les caractéristiques du procédé de la pâte pour le blé et la farine de blé.

Le réseau gluténique est composé de protéines insolubles : gliadine et gluténines. La qualité des gliadines influence l'extensibilité de la pâte alors que les gluténines lui donnent des propriétés d'élasticité.

➤ **Intérêt** : Les propriétés d'élasticité, de ténacité et d'extensibilité du gluten sont utilisées pour renforcer les farines dans des utilisations spécifiques.

Il augmente l'hydratation de la pâte car il est capable de fixer environ deux fois son poids d'eau.

Il augmente la tenue au pétrissage à la boulange et au façonnage.

Il permet une meilleure rétention gazeuse au cours de la fermentation.

➤ **Principe** : Le gluten est obtenu par une lixiviation d'une pâte et élimination des substances solubles dans l'eau salée (amidon, protéines solubles) ([Belaid 2012](#)).

La totalité du gluten obtenu est le gluten humide, le gluten index correspond au rapport entre le gluten n'ayant pas traversé la grille et celui qui l'a traversé.

Le gluten sec est obtenu après élimination de l'eau du « *glutork* ».

○ *Appréciation de la quantité de gluten* :

Les protéines qui composent le gluten ne sont pas solubles dans l'eau salée. Pour obtenir le gluten ; il suffit de pétrir et de rincer une quantité de gluten humide obtenu. Cette mesure se fait à l'aide du *glutomatic*.

Extraction du gluten par malaxage mécanique et lavage d'un mélange de mouture avec solution d'eau salée à 2% ([I.T.C.F. 2001](#)).

○ *Appréciation de la qualité de gluten :*

Elle est appréciée par la mesure de caractéristiques viscoélastiques du gluten par centrifugation à travers une grille performée et la mesure du pourcentage restant sur tamis à la fin de l'opération.

Cette quantité est en fonction des caractéristiques de gluten ([I.T.C.F. 2001](#)).

Plus le gluten est tenace et élastique plus la quantité de gluten passant à travers du tamis lors de la centrifugation est faible et plus le gluten est élevé.

Ces deux opérations sont réalisées automatiquement en duplicate avec l'appareil Glutamate ([I.T.C.F. 2001](#)).

➤ ***Appareillage***

L'ensemble d'appareillage utilisé est montré dans la figure 10.

- Glutomatic.
- Bécher de récupération de l'eau de lavage 600 ml.
- Chambre de lavage 88 μm pour la farine lisse.
- Cassette tamis gluten indice 88 μm .
- Cercle plexiglas pour chambre de lavage séparée.
- Balance de précision (0,01 mg).
- Centrifugeuse à vitesse de rotation fixée avec précision (gluten index centrifuge 2015).
- Réservoir avec couvercle contenant 10 litres.
- Distributeur réglable (utilisé à 4,8 ml).
- Pince à épiler ou brucelles.
- Spatule inoxydable.
- Glutork 2020.

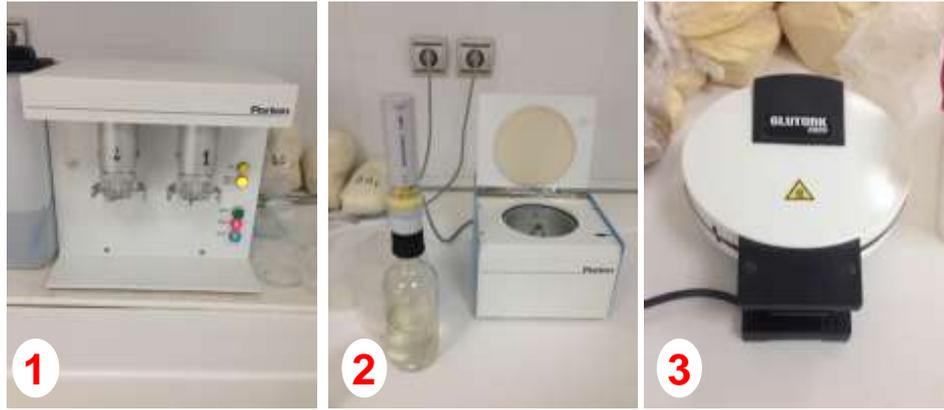


Figure 10 : Le système Glutomatic

- 1- (1) Le Glutomatic 2200 2020.
- 2- (2) La centrifugeuse Gluten Index 2015.
- 3- (3) Le Glutork.

➤ **Mode opération**

Le principe de la méthode gluten index est montré dans la figure 11.

Le mode opératoire se réalise en plusieurs étapes :

Le gluten humide est préparé à partir de farine ou farines complètes avec l'extracteur de gluten Glutomatic 2200. Le Gluten Index Centrifuge 2015 est utilisé afin de faire passer le gluten humide à travers un tamis spécialement conçu à cet effet. La quantité relative du gluten tamisé indique les caractéristiques du gluten. Le séchage du gluten se poursuit dans Glutork 2020 qui calcule la teneur sec et la capacité de fixation de l'eau du gluten humide.

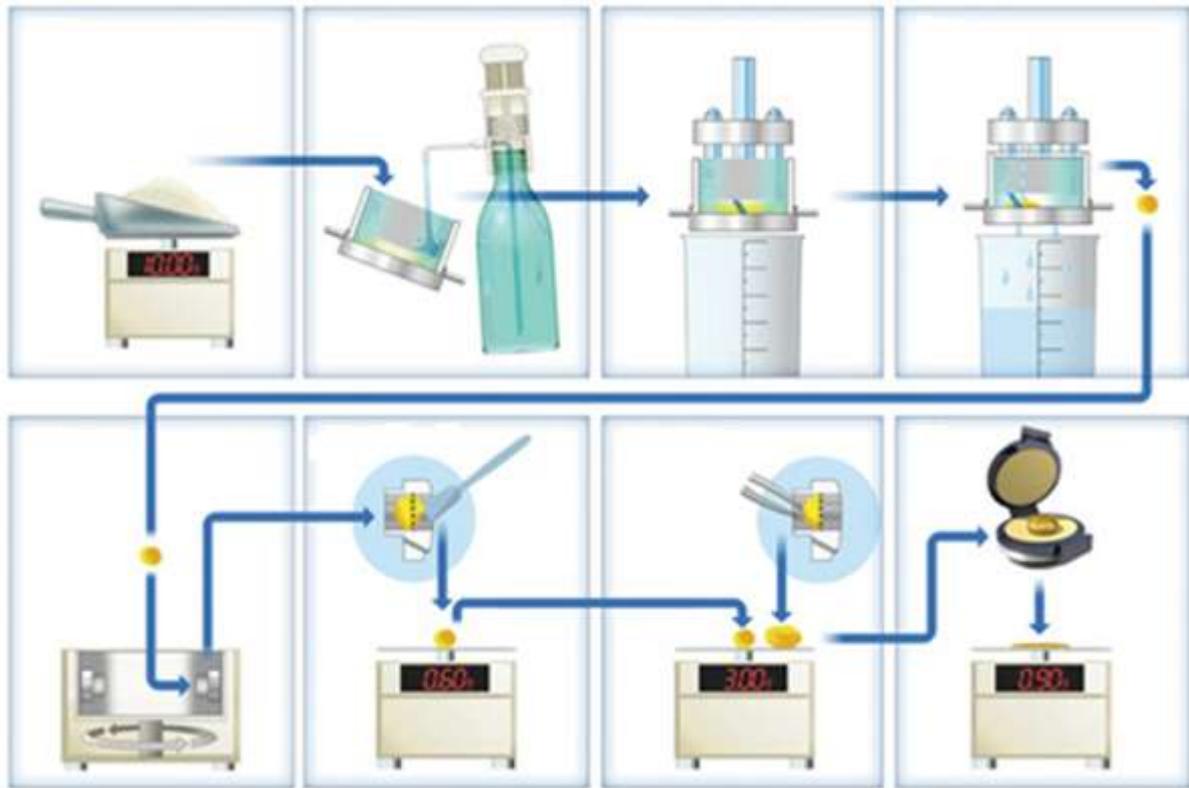


Figure 11: principe de la méthode gluten index

- *La pesée*
10,0 g \pm 0,01 g des farines est pesés dans et placés dans la chambre de lavage du Glutomatic doté d'un tamis en polyester 88 μ m. Lorsque le gluten vital est mesuré : 1,5 \pm 0,01 g est pesé.
- *La distribution*
4,8 ml d'une solution salée sont ajoutés aux échantillons de farines. Aucune solution salée n'est ajoutée aux échantillons de gluten vital.
- *Le mélange*
Les farines et la solution salée sont mélangées pendant 20 secondes de manière à former une pâte.
- *Le lavage*
Après la phase de mélange, le lavage débute automatiquement et se poursuit pendant 5 minutes. L'échantillon de farine de blé est transféré vers la chambre équipée d'un tamis grossier de 840 μ m permettant aux particules d'être lavées.

- *La centrifugation*

30 secondes précisément après la fin du lavage, le morceau entier de gluten humide est transféré vers le tamis spécial et centrifugé pendant une minute dans la centrifugeuse à 6000 tr/min.

- *La pesée*

La fraction qui est passée à travers le tamis est grattée avec une spatule puis pesée. La fraction qui reste dans le tamis est recueillie puis ajoutée à la balance. On obtient le total du gluten humide.

- *Le séchage*

La totalité du gluten humide est séché à 150 °C minimum pendant 4 min dans le Glutork 2020. Après le séchage, on pèse le gluten.

- *Le calcul*

Le *Gluten Index* est la quantité de gluten qui reste dans le tamis de la centrifugeuse par rapport au poids total du gluten humide.



Figure 12 : Mode opératoire pour déterminer le Gluten Index

1- (1) Préparation de la solution salée.

2- (2) Peser 10 g de semoule.

- 3- (3) Assembler le socle chambre et le tamis polyester 88 μm .
- 4- (4) Verser 4,8 ml d'une solution de NaCl à 20%.
- 5- (5) Fixer dans sa place dans le Glutomatic.
- 6- (6) Placer les béchers au-dessous de chaque chambre et appuyer sur « START ».
- 7- (7) Pendant 5 min de mélange, puis récupérer la pâte.
- 8- (8) Laver la pâte dans la chambre de lavage.
- 9- (9) Placer chaque pâte dans une cassette.
- 10- (10) Placer les cassettes dans la centrifugeuse.
- 11- (11) Récupérer la pâte avec la pince.
- 12- (12) Le gluten humide c'est la masse de l'ensemble.

3. Plan statistique

Les résultats sont exprimés sous forme des moyennes \pm SD (*Standard Deviation* = Ecart type). L'évolution ainsi que les différences entre les différents paramètres physico-chimiques font l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) suivi d'une comparaison des moyennes (test de Dunnett, test Newman Keuls ou test de Tukey) quand les conditions de normalité et d'homogénéité des variances sont respectées (test de Kolmogorov-Smirnov), et le cas échéant d'une analyse de variance non paramétrique (Kruskal-Wallis) suivi du test de Mann-Whitney.

La moyenne et l'écart type sont calculés pour toutes préparations, pour chaque critère.

Dans notre modèle, la partie fixe comprend les effets d'un facteur « *jour de préparation* ».

Les données ont été traitées grâce au logiciel Minitab 16.

Le seuil minimum de significativité retenu est $p < 0,05$.

4. Résultats

Le tableau 1, représente les données des produits utilisés. On peut voir dans le tableau ci-dessous que les quatre produits ont presque les mêmes valeurs énergétiques et nutritionnelles.

Tableau 1 : données des produits utilisés :

Le produit		Pâtes spéciale A.B.A FARFALLE	Pâtes spéciale A.B.A Papillon	Pâtes spéciale WARDA	Pâtes spéciale PANZANI
Date de fabrication		11/02/2014	19/10/2014	23/11/2014	01/08/2014
Date d'expiration		11/02/2016	19/10/2016	23/11/2016	01/08/2016
Poids		506,8 g	507 g	506,4 g	507 g
Aspects de produit		Homogène	Homogène	Homogène	Homogène
Scellage		Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Valeurs nutritionnelles (100 g)	Protéines :	12% (= 12 g)	12 g	12 g	12 g
	Glucides :	72% (= 72 g)	72 g	72 g	72 g
	Lipides :	2% (=2 g)	2 g	1,5 g	2 g
Valeurs énergétiques 100 g		356 K cal	356 K cal	1519 KJ (369 Kcal)	1531 KJ (361 Kcal)

Tableau 2 : analyses physico-chimiques de la matière première (la semoule) :

3SE	Humidité (%)	Coloration			Granulométrie (100 g - 7 min)							Taux de Cendres (%)	Gluten R1/R2	
		L :	a :	b :	600 um	500 um	450 um	355 um	250 um	200 um	150 um		76	77
1	14.88	84.67	-3.37	37.43	0	0	1.3	36.3	54.3	6.9	0.5	0.690	85	86
2	14.61	85.13	-3.34	36.49	0	0	1.4	40.7	51.4	5.8	0.5	0.730	83.9	83.9
3	14.56	84.58	-3.43	37.08	0	0	0.9	34.3	54.7	9	0.6	0.630	83	86
4	14.36	85.54	-3.47	37.49	0	0	1.8	40.2	50.6	6.8	0.5	0.640	82	86
5	13.89	84.84	-3.54	38.05	0	0	1	35.9	53.6	7.3	1.3	0.720	85	86
Moy	14.460	84.952	-3.430	37.308	0.000	0.000	1.280	37.480	52.920	7.160	0.680	0.678	82.483	84.150
SD	0.369	0.390	0.080	0.574	0.000	0.000	0.356	2.818	1.819	1.167	0.312	0.042	3.383	3.602

Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD. R1 : Répétition 1, R2 : Répétition 2.

Le tableau 2 représente les résultats des analyses physico-chimiques de la matière première (SSSE) utilisée au niveau de l'usine ABA.

Cinq prélèvements répartis sur une période de 40 jours ont été effectués, et cinq paramètres ont été analysés :

- Le taux d'humidité : qui varie entre 13-14%.
- La coloration des pâtes avec la mesure des trois indices (clarté, jaune et brun) qui varient entre (84/ -3 et 36 a 38) respectivement.
- La granulation : la taille de la semoule 3SE est supérieure à 250 μm dans plus de 52% (m/m) de notre échantillon analysé.
- Le taux de cendres : il varie de 0.63%-0.73%.
- Le taux de gluten : il est mesuré en duplicate, les résultats varient entre 76% - 87%.

Les résultats de cette analyse répondent aux normes selon la réglementation Algérienne ([JORADP. 2007](#)) ([JORADP. 1997](#)), et internationales [Humidité ($\leq 14,5\%$) ; Taux de cendres ($\leq 0,80\% \pm 0,05$) ; Indice de gluten ($\geq 65\%$) ; Coloration de semoule ($l^* : 82$ minimum, $a^* : -2,5$ minimum, $b^* 34$ minimum) ; Granulométrie + 50% avec : $200 \mu\text{m} < \text{diamètre} < 250 \mu\text{m}$].

❖ Evolution des paramètres physico-chimiques des pâtes ABA

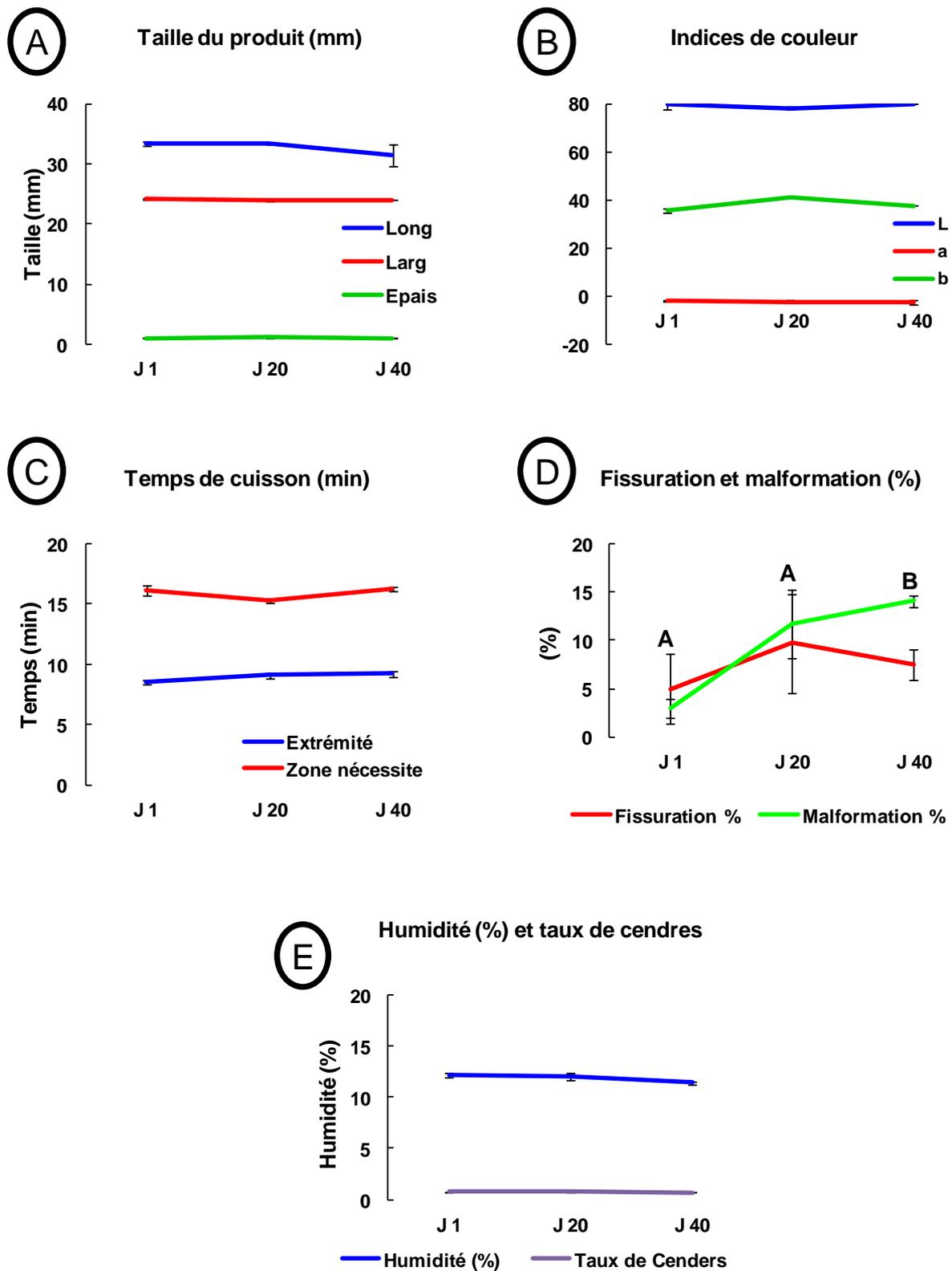


Figure 13 : Analyses physico-chimiques des pâtes ABA. Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD. Les données ont fait l'objet d'une analyse de variance (Anova) suivie d'un test paramétrique de Tukey. A, B : des lettres différentes indiquent des valeurs significativement différentes ($p < 0,05$). ■ Farfalle ABA, ■ Farfalle PANZANI.

❖ *La morphométrie des pâtes*

Les résultats de la morphométrie (longueur, largeur et épaisseur) sont illustrés sur la figure 13 A. La longueur des pâtes ABA se situe entre (30-40 mm), la largeur est de 20-30 mm, alors que l'épaisseur est inférieure à 5 mm.

Le même graphe montre que le processus de fabrication est stable durant toute la période l'expérimentation (de J0 a J40).

❖ *La coloration des pâtes*

La figure 13 B représente les résultats de la coloration des pâtes ABA.

Les pâtes ABA sont de couleur jaune ambré. La stabilité dans le processus de fabrication et malgré une légère augmentation pour l'indice (b*) qui représente la couleur jaune à J20, aucune différence significative n'a été enregistrée.

❖ *Le temps de cuisson des pâtes*

La figure 13 C représente les résultats de temps de cuisson des pâtes ABA ; la durée varie entre (8-9 min vs 15-16 min) pour la zone d'extrémité et la zone nécessite (l'anneau de la pièce) respectivement.

Quelques soit la zone de cuisson (extrémité ou nécessite) il n'y a pas de variation en fonction du temps, cela signifie une stabilité dans le processus de fabrication.

❖ *Le taux de fissuration et les malformations des pâtes*

La figure 13 D représente les résultats de fissuration et les malformations des pâtes.

Pour la fissuration on n'a pas enregistré d'effet significatif, cependant pour le taux de malformations, une augmentation significative a été enregistrée ($p < 0.05$) lors de notre dernier prélèvement.

❖ *Le taux d'humidité des pâtes*

Le taux d'humidité représente la teneur d'eau dans les pâtes, il est mesuré continuellement sur plusieurs points de ligne de production. La figure 13 E représente les résultats des taux d'humidité du produit fini.

Ces taux varient entre 11-12%, et côté stabilité dans le processus de fabrication, aucune différence significative n'a été enregistrée.

❖ *Le taux de cendres des pâtes*

Les taux de cendres varient entre 0.65% - 0.75%. Nos résultats montrent que malgré une légère baisse à J40, le taux de cendres est stable, cela signifie une stabilité dans le processus de fabrication.

❖ Analyse physico-chimiques des pâtes farfalles (ABA vs Panzani)

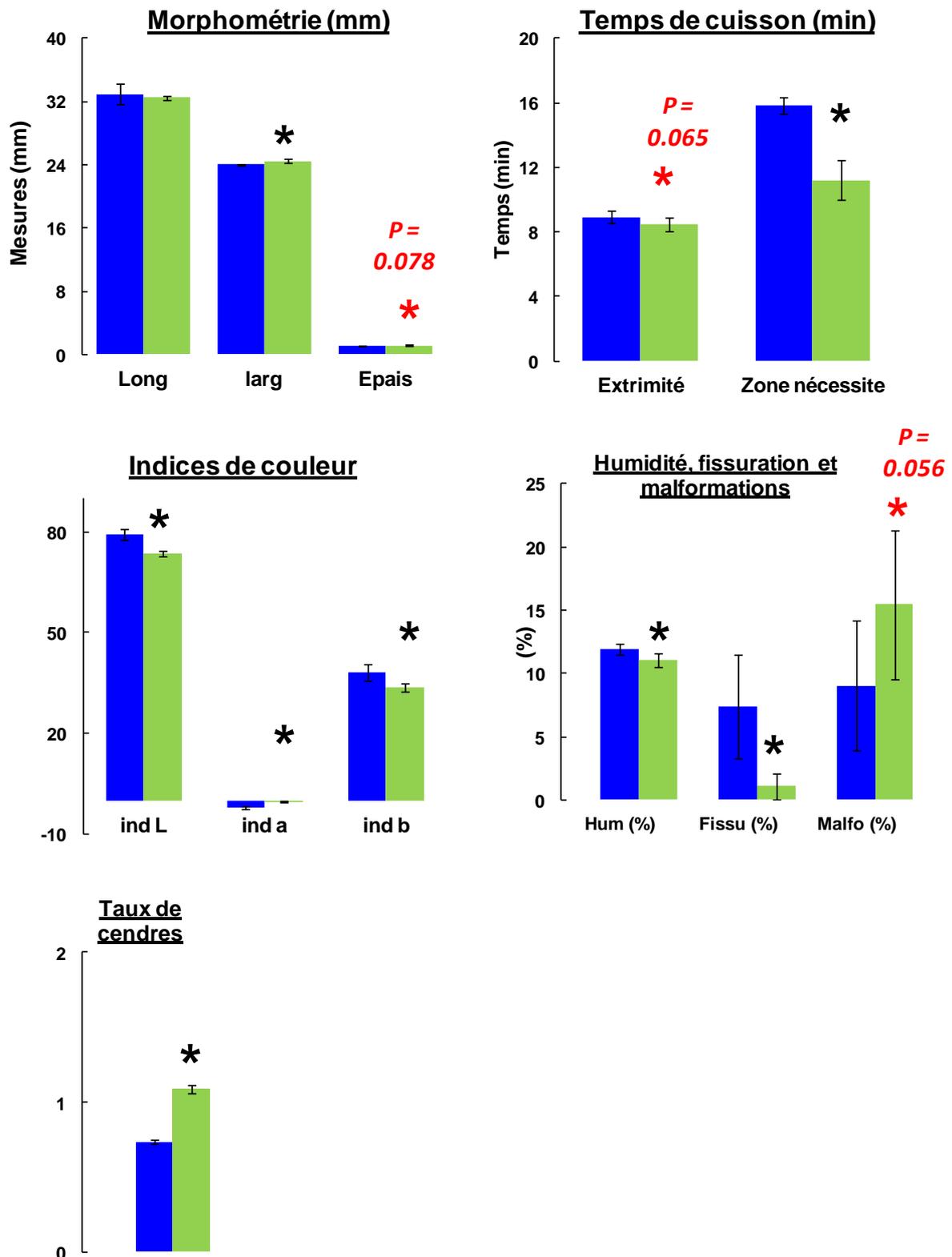


Figure 14: analyses physico-chimiques (ABA vs Panzani). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD. * indique une différence significative entre les deux groupes (*One-way ANOVA*, $p < 0,05$). ■ Farfalles ABA, ■ Farfalles PANZANI.

ABA vs Panzani

❖ *La morphométrie des pâtes*

Pour la longueur, aucune différence significative n'a été enregistrée entre les pâtes ABA et Panzani.

Cependant pour la largeur, les pâtes Panzani sont plus larges que les pâtes ABA ($p < 0.05$). Alors que pour le dernier paramètre de la morphométrie, l'épaisseur est plus grande dans les pâtes Panzani par rapport aux pâtes ABA, mais les résultats ne sont pas significatifs ($p = 0,078$).

❖ *La coloration des pâtes*

Les résultats de la comparaison sont représentés dans la figure 14. Une baisse significative pour les trois indices (clarté l, jaune b, brun a) dans les pâtes Panzani par rapport aux pâtes ABA ($p < 0.05$), cette baisse se traduit par une couleur jaune moins prononcée dans les pâtes Panzani par rapport aux pâtes ABA.

❖ *Le temps de cuisson des pâtes*

La figure 14 montre une comparaison entre deux types de pâtes : ABA vs Panzani, et d'une manière générale, le temps de cuisson est plus supérieur pour les pâtes ABA par rapport aux pâtes Panzani.

L'analyse en fonction de la zone de cuisson (*extrémité* et *nécessite*) montre que cette baisse est valable pour les deux zones, mais elle est significative uniquement pour la zone dite *nécessite* ($p < 0.05$).

❖ *Le taux d'humidité, la fissuration et les malformations des pâtes*

Le taux d'humidité des pâtes ABA est supérieur à celui des pâtes Panzani ($p < 0.05$). Cependant le taux de fissuration est plus inférieur ($p < 0.05$), et le taux des malformations est plus supérieur mais les résultats ne sont pas significatifs ($p = 0.056$).

❖ *Le taux de cendres des pâtes*

Les pâtes Panzani ont un taux de cendres plus supérieur ($> 1\%$) que celui des pâtes ABA ($< 1\%$) ($p < 0.05$).

❖ Analyse physico-chimiques des pâtes papillon (ABA vs WARDA)

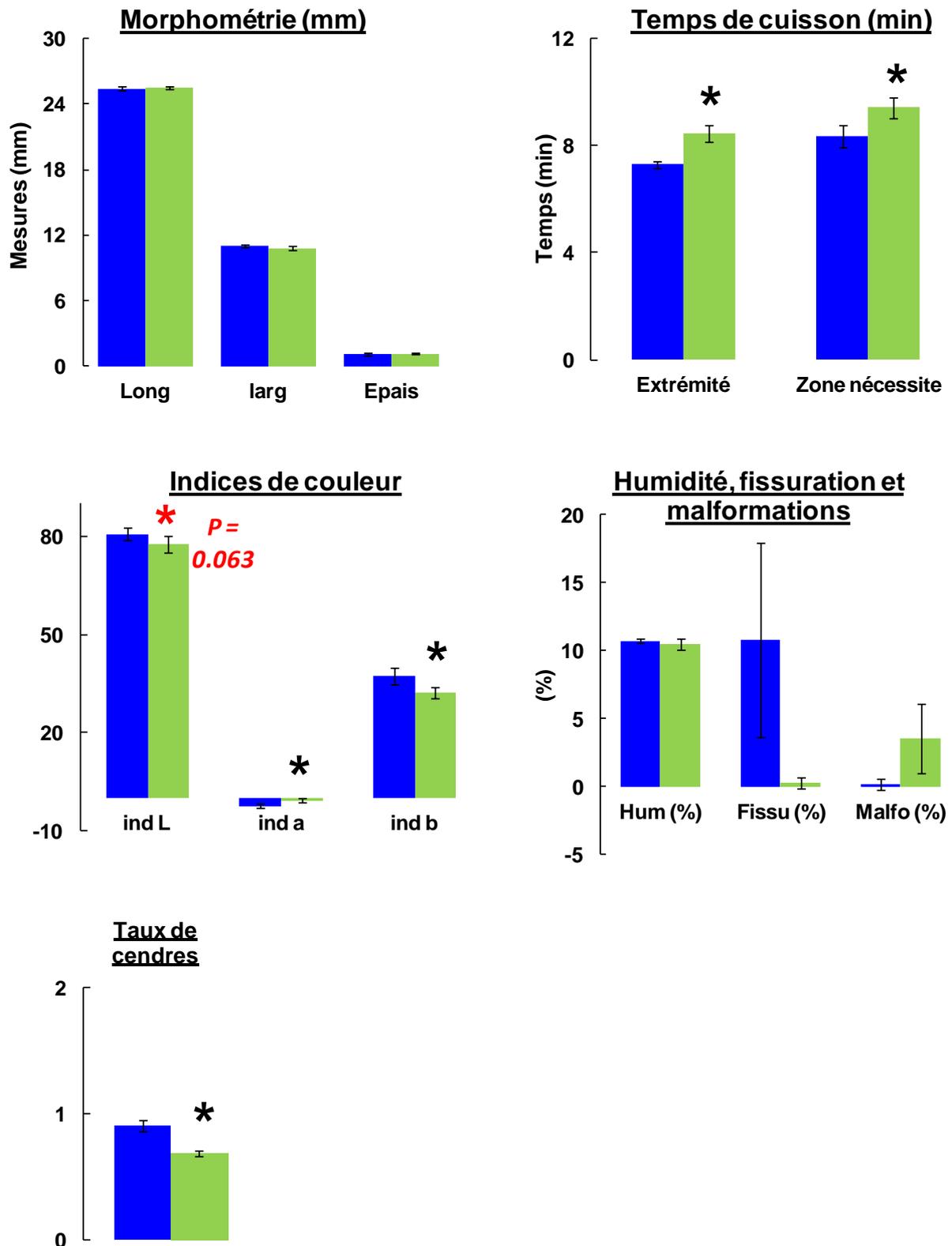


Figure 15: analyses physico-chimiques (ABA vs Warda). Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD. * indique une différence significative entre les deux groupes (*One-way ANOVA*, $p < 0,05$). ■ Papillon ABA, ■ Papillon WARDA.

ABA vs Warda

❖ *La morphométrie des pâtes*

Comme le montre la figure 15 la longueur est supérieure à 24 mm, la largeur est supérieure à 10 mm, et l'épaisseur est inférieure à 3 mm, et cela pour les deux types de pâtes (ABA et Warda).

L'analyse de la variance, révèle qu'il n'existe aucune différence significative pour les trois paramètres de la morphométrie (longueur, largeur, épaisseur).

❖ *Le temps de cuisson*

Le temps de cuisson est supérieur à 7 min au niveau de la zone d'extrémité, et supérieur à 8 min au niveau de la zone de nécessité (pâtes ABA). Pour les pâtes Warda le temps de cuisson est supérieur à 8 min, et à 9 min (zone d'extrémité et zone de nécessité respectivement).

Les résultats de la figure 15 montrent que le temps de cuisson est plus supérieur pour les pâtes Warda, par rapport à celui des pâtes ABA et cela est valable pour les deux zones (zone extrémité, zone nécessité) ($p < 0.05$).

❖ *La coloration des pâtes*

Les résultats présentés dans la figure 15 montrent qu'une baisse significative a été enregistrée pour les deux indices (ind L et ind a avec un $p < 0.05$).

Les pâtes ABA présentent un indice L (indice de clarté) inférieur à celui des pâtes Warda, mais les résultats ne sont pas significatifs ($p = 0.063$).

❖ *Le taux d'humidité, la fissuration et les malformations des pâtes*

Les résultats de la figure 15 montrent qu'il n'existe aucune différence significative pour les trois paramètres (humidité, taux de fissuration et de malformations).

Malgré une grande différence entre les deux moyennes pour le taux de fissuration, l'analyse statistique ne révèle pas de différence significative, cela est dû à l'hétérogénéité de notre échantillon.

❖ *Le taux de cendres des pâtes*

Le taux cendres est plus supérieur dans les pâtes ABA par rapport aux pâtes WARDA ($p < 0.05$). Ce taux est inférieur à 1% pour les deux marques de pâtes.

Dans la première partie de notre étude, la lecture des étiquettes révèle que les pâtes alimentaires d'ABA, Panzani et Warda contiennent surtout des glucides complexes, environ 72 g pour 100 g crues, mais aussi des protéines (12 g/100 g) et un très faible taux des lipides (< 2 g pour 100 g crues). Cette composition confère aux pâtes une place très importante dans notre alimentation ([Feillet et al 2000](#)).

L'analyse des paramètres physicochimiques de la semoule 3SE utilisée par l'industriel ABA montre qu'elle possède un faible taux de gluten, une humidité moyenne de 14% et un taux de gluten inférieur à 1%, ce qui correspond à la réglementation Algérienne qui exige un taux d'humidité maximum de 14.5% ([JORADP. 1997](#)).

La comparaison avec d'autres marques des pâtes (Panzani et Warda) montre qu'il existe des différences. Les pâtes ABA ont une coloration plus claire par rapport aux autres marques.

Dans le même sens, les pâtes ABA ont plus de fissurations et moins de malformations par rapport aux autres marques.

Conclusion

L'objectif de notre travail était d'étudier les paramètres physicochimiques des pâtes ABA dans un premier temps.

Puis dans un deuxième temps, vérifier la stabilité dans le processus de fabrication des différents paramètres (physicochimiques et organoleptiques) durant une période de 40 jours et une comparaison avec d'autres pâtes qui sont commercialisés sur le marché Algérien (Panzani et Warda).

Nos résultats montrent que d'un point de vue physico-chimique et organoleptique la matière premières (semoule 3SE) utilisée par ABA, ainsi que les pâtes ABA répondent aux normes Algériennes de qualité ([JORADP. 2007](#)) ([JORADP. 1997](#)).

Dans le même sens, l'analyse de la stabilité dans le processus de fabrication montre qu'il n'existe pas de variation en fonction du temps. Cependant des différences significatives ont été observées lors de la comparaison avec d'autres marques de pâtes.

Après cette première étape d'expérimentation, on a essayé d'établir un plan HACCP (Analyse des Dangers Points Critiques pour leur maîtrise), dont le but est d'assurer le contrôle des risques liés au personnel et à l'environnement de fabrication des pâtes alimentaires, en vue de créer des conditions favorables à la production et aussi contrôler les risques liés directement aux aliments transformés ou au processus de fabrication des pâtes alimentaires.

Le système HACCP est un système qui n'est pas rigide en cours du temps, il peut évoluer en fonction des modifications dans l'entreprise qui affectant le processus d'un produit.

5. Méthode HACCP

LE SYSTEME HACCP

Historique

Le système HACCP existe depuis assez longtemps dans l'industrie agroalimentaire (depuis 1960), dont le concept original a été établi par la société *Pillsbury* avec la NASA et les laboratoires de l'armée américaine lors des programmes aéronautiques. Il consistait à l'Analyse des Modes de Défaillances et leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) en postérité des procédés de fabrication.

Passant par une phase de transition, le système HACCP a subi une mise à jour pour devenir aujourd'hui l'outil référentiel en agroalimentaire en particulier quand il s'agit de la sécurité sanitaire des aliments ([Bouali 2010](#)).

L'objectif de la démarche HACCP est de garantir la mise en place et l'application de mesures d'hygiène qui permettent d'assurer une bonne sécurité des aliments. Cette démarche a largement été décrite par de nombreux spécialistes sur la base des principes édictés par le Codex alimentaires.

Définition du système HACCP

HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) traduit par : Analyse des Dangers des Points Critiques pour leur maîtrise, c'est un système préventif désigné pour l'élimination ou bien la miniaturisation des dangers biologiques, chimiques et physiques basé sur une approche de la gestion de la sécurité alimentaire axée sur le bon sens. Il recherche les dangers, puis prévoit des contrôles afin que le produit ne soit pas nuisible pour le consommateur ([Boutou 2011](#)).

Bien qu'il sollicite l'acquisition d'un certain niveau d'expertise, le HACCP n'est qu'une démarche logique fondée sur une compréhension approfondie du produit, matière première et procédés, ainsi que les facteurs environnants ([Bouali 2010](#)).

Les sept principes de l' HACCP :

Principe 1 : Procéder à une analyse des risques.

Principe 2 : Déterminer les points critiques pour la maîtrise (CCP : Critical Control Point).

Principe 3 : Fixer le ou les seuil (s) critique (s).

Principe 4 : Mettre en place un système de surveillance permettant de maîtriser les ccp.

Principe 5 : Déterminer les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance révèle qu'un ccp donné n'est pas maîtrisé.

Principe 6 : Appliquer des procédures de vérification afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement.

Principe 7 : Construire un dossier dans lequel figurera toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en application.

Les 13 étapes du système HACCP

- | | |
|----------|---|
| Etape 1 | Définir le champ de l'étude. |
| Etape 2 | Constituer l'équipe. |
| Etape 3 | Décrire le produit. |
| Etape 4 | Identifier l'utilisation attendue du produit. |
| Etape 5 | Elaborer un diagramme de fabrication. |
| Etape 6 | Vérifier le diagramme de fabrication sur place. |
| Etape 7 | Analyser les dangers et les risques. |
| Etape 8 | Parmi les dangers identifiés, quels sont les CCP ? |
| Etape 9 | Etablissement de critères, valeurs limites, tolérance pour le contrôle. |
| Etape 10 | Mise en place de la surveillance des CCP pour leur maîtrise. |
| Etape 11 | Identification des actions correctives. |
| Etape 12 | Constituer des dossiers et tenir des registres. |
| Etape 13 | Vérification du bon fonctionnement du système HACCP. |

Etape 1 : Définir le champ de l'étude

Les moulins Amor BenAmor

En 2000, le Groupe Benamor entame sa première diversification, dans la céréaliculture, avec le lancement des Moulins Amor Benamor (MAB) pour la production d'aliments de base dérivés du blé dur.

Son approvisionnement privilégie la proximité : avec 55 agriculteurs adhérents, le réseau blé dur englobe une superficie semée de 3 444 hectares pour une production de 63 285 quintaux de blé dur (campagne 2013-2014).

Au fil des ans, MAB a enrichi ses activités de transformation pour proposer une offre variée répondant aux besoins de consommation du marché national : semoules et couscous, pâtes alimentaires, auxquels s'ajoute une boulangerie industrielle.

Avec une capacité de trituration du blé dur de 700 t/jour, la production annuelle en 2011 était de 273 000 t, faisant des Moulins Amor Benamor un acteur incontournable de ce secteur en Algérie. Certifiée selon la norme internationale ISO 22000, relative à la sécurité alimentaire, la filiale envisage à présent d'exporter ses produits en Europe.

Les moulins AMOR BENAMOR, constituent un important complexe industriel implanté dans la zone industrielle d'EL FEDJOU DJ installé à l'Ouest de la wilaya de GUELMA (Nord-est Algérien) ; créé en septembre 2000 ; sur un terrain d'une superficie de 42.500 m² ([Kalarasse & Zpuaimia 2010](#)).

Les moulins AMOR BENAMOR sont caractérisées par ([Kalarasse & Zpuaimia 2010](#)) :

- Une capacité de production des moulins (700 t /J)
- Une capacité de stockage de blé 27500 t.

En se conformant à des normes extrêmement rigoureuses d'un point de vue qualité les moulins AMOR BENAMOR arrivent à développer des produits de plus en plus prisés par les consommateurs.

Le champ d'application de l'étude concerne la fabrication des pâtes alimentaires de blé dur, y compris les semoules biologiques et complètes, depuis le transport et la réception de la matière première (blé dur) jusqu'à l'expédition du produit fini (semoules de blé dur, en vrac ou sac destinée aux industriels ou aux consommateurs). Les dangers d'origine biologique, physique, chimique et microbiologique, spécifique à l'industrie des pâtes alimentaires de blé dur, sont traités dans cette étude. Ne sont retenus dans le cadre de cette étude que les dangers pouvant nuire à la sécurité des consommateurs ([Souadkia 2014](#)).

Cette étude est consacrée à l'application du système HACCP dans le procédé de fabrication des pâtes alimentaires de blé dur.

Etape 2 : Constituer l'équipe

Pour être appliqué avec succès, le système HACCP requiert l'engagement sans réserve et la pleine participation de la direction et du personnel. La constitution de l'équipe HACCP implique :

Engagement de la direction de l'établissement, nomination d'un coordinateur HACCP, constitution de l'équipe HACCP proprement dite, si possible pluridisciplinaire, formation du personnel, description de la portée du plan HACCP.

La formation d'une équipe multidisciplinaire composée de représentants des départements de la production, des installations sanitaires, de la maîtrise de la qualité et de la microbiologie alimentaire. Chaque membre de l'équipe doit être chargé de segments spécifiques de la chaîne alimentaire :

✓ Responsable de la qualité des produits et sécurité alimentaire

- Sensibilisation du personnel aux règles d'hygiène dans le respect des bonnes pratiques d'hygiène (BPH).
- Supervision l'application des règles d'hygiène et l'application de HACCP.
- Vérification quotidienne des analyses de laboratoire dans le respect des bonnes pratiques de laboratoire (BPL).

✓ Responsable de production ou expert technologique

- Supervision les activités de la chaîne production et l'assurance le bon fonctionnement des machines.
- Sensibilisation des personnels aux règles d'hygiène.
- Supervisions quotidiennes des personnels.

✓ Responsable de service commercial

- Supervision des fonctions de production et de gestion qualité, fonctions en relation avec l'approvisionnement, la transformation, la commercialisation et la gestion qualité.
- Centralisation et l'analyse des réactions des clients en cas de réclamation, après concertation avec les conseillers techniques si nécessaire.
- Supervision des actions de sensibilisation/formation du personnel in situ.
- Révision du programme HACCP, en collaboration avec le juriste, pour y inclure toute nouvelle norme ou méthode de contrôle plus performante.
- Révision des listes de fournisseurs agréé par les moulins AMOR BENAMOR, notamment pour les blés et l'emballage.

✓ **Responsable d'hygiène et sécurité sur site**

✓ **Responsable de la maintenance**

- Supervision quotidienne des lignes de production (machine, pc,.....).
- Réparation suite à des pannes ou problèmes de fonctionnement.

✓ **Responsable de laboratoire**

- Analyse microbiologique de matière première, produits intermédiaires et produits finis.
- Analyse physico-chimique, sensorielle de la matière première, produits intermédiaires et produits finis.
- Vérification quotidienne des analyses toxicologiques.

La communication entre les différents membres de l'équipe HACCP doit être conçue de façon à permettre une rapidité et une complémentarité des interventions. Le ou les membres qui devront être informés des résultats d'analyses ou des contrôles sont identifiés sur les documents et consultés rapidement pour prendre les mesures qui s'imposent.

Etape 3 : Décrire le produit

A- Matière première

1- La semoule (Cf page 3, 9).

2- Le produit fini

Selon une définition généralement admise, les pâtes alimentaires peuvent être décrites comme des produits prêts à l'emploi culinaire, préparés par pétrissage sans fermentation de semoule de blé dur additionnée d'eau potable et soumis à des traitements physiques appropriés tels que le tréfilage, le laminage et le séchage, ce qui leurs donnent l'aspect souhaité par les usagers. L'ajout de gluten, des légumes et des aromates est également autorisé ([Feillet 2000](#)).

Les produits finis utilisé dans cette étude sont :



Papillon

Farfalle

Figure 16 : Les pâtes ABA

Étape 4 : Identifier l'utilisation attendue du produit

Destiné à l'utilisation culinaire (consommation), les pâtes alimentaires sont universellement consommées et appréciées : la simplicité de leur fabrication, leur facilité de transport, leur excellente aptitude à la conservation et au stockage, leur bonne qualité nutritionnelle et hygiénique, la diversité des modes de préparations sont autant d'atouts qui favorisent leur utilisation et leur consommation ([Petitot et al 2009](#)). Le produit conditionné doit comporter les mentions obligatoires : dénomination de vente, liste des ingrédients, DLUO (Date Limite d'Utilisation Optimale).

Etape 5 : Elaborer un diagramme de fabrication

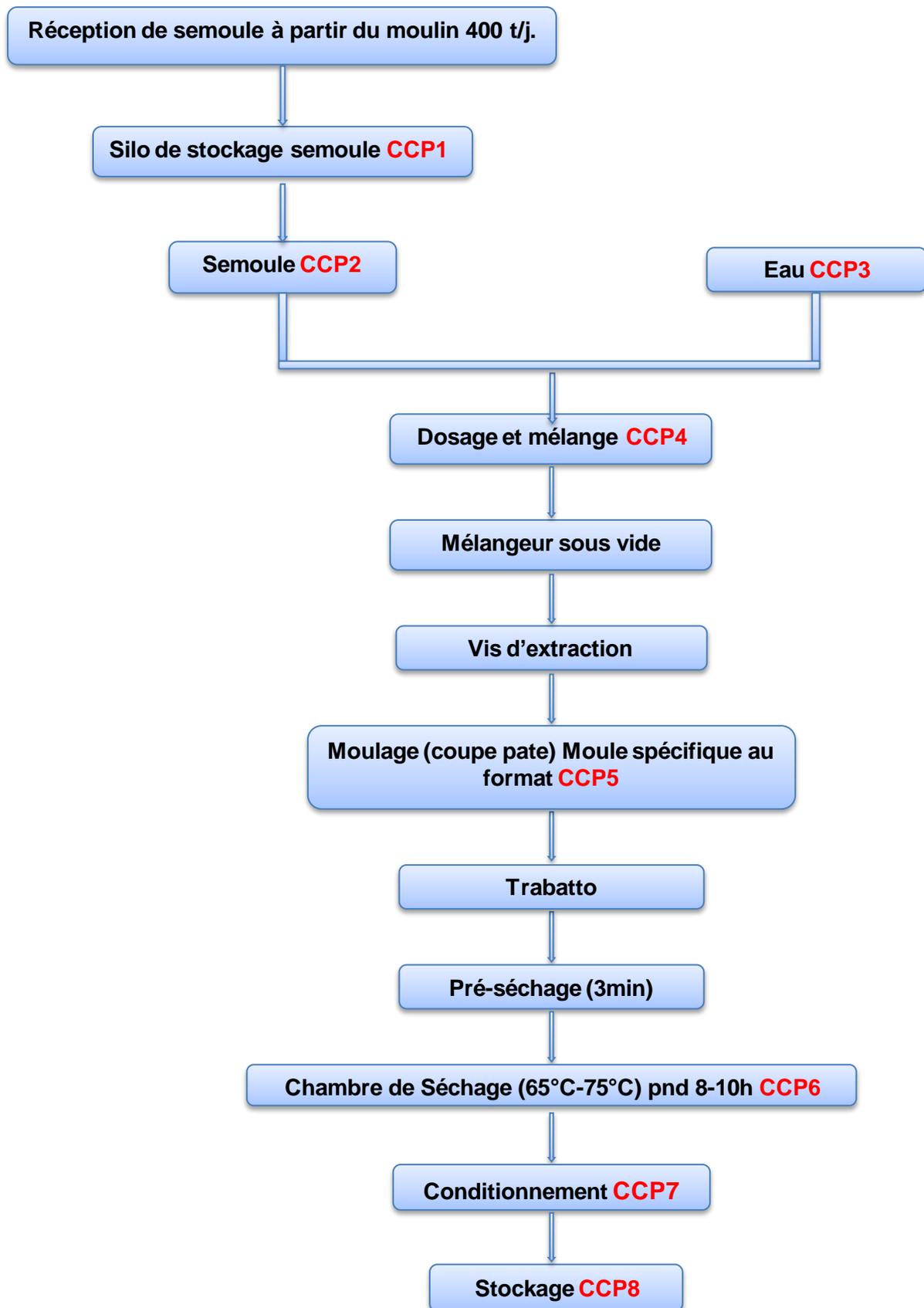


Figure 17: Diagramme de fabrication

La réception de la semoule

Les étapes préalables à la fabrication des pâtes incluent la réception de la semoule à l'usine, le stockage en silos (ou la température extérieure et celle du produit sont rigoureusement surveillées afin d'éviter la contamination de l'eau à l'intérieur du silo).

Le GROUPE BENAMOR possède sa propre semoulerie, proche de l'unité de la fabrication des pâtes alimentaires.

L'unité des pâtes alimentaires possède des silos dont la capacité moyenne de stockage d'un silo est de 100 t. La semoule conservée reste dans les silos une courte période.

Ensuite la semoule est expédiée par :

- *Transfert par pipe*

La semoule est transférée par pipe souterrain qui relie la semoulerie avec l'unité des pâtes et le transfert se fait par une pression pneumatique.

- *Transfert par camions*

Ce type de transfert est utilisé dans le cas où le transfert par pipe ne fonctionne pas ([Bendjamaa & Yacoubi 2015](#)).

1) Centrifugation et mélange de la pâte

On ajoute la semoule de blé dur, éventuellement avec les autres ingrédients et en même temps on ajoute de l'eau chauffée. Dans des installations modernes, un ordinateur veille à une proportion constante entre l'ingrédient et l'eau afin d'obtenir une qualité constante, on ajoute environ 28 à 30% d'eau. En fonction des taux d'humidité de la semoule, on mélange afin d'obtenir une pâte homogène, c'est-à-dire où la quantité d'eau est reprise par les particules de semoule, l'eau doit être absorbée par l'intérieur de la semoule, puis la pâte est poussée vers la vis d'extrusion ([Souadkia 2014](#)).

2) Extraction et moule de la pâte

Après le pétrissage de la pâte. Celle-ci est poussée à travers une chambre vide où on enlève l'air de la pâte. Ceci est nécessaire pour éviter l'extrusion de l'air dans la pâte et éviter l'obtention des pâtes avec des taches blanches.

La pâte est extrudée par la vis d'archimède vers la tête de presse à travers le moule, ceci se fasse avec une pression entre 40 et 60 bars ([Kruger et al 1996](#)).

La vitesse d'extrusion et la condition de découpe détermine le format des produits finis (spaghetti, macaroni, pâtes courtes papillons, farfalles.....).

Toutefois, lorsque la pâte est transférée dans la vis, la pression s'accumule et la température de la pâte monte localement. Les transformations structurales sont donc une conséquence des forces mécanique (le cisaillement) et thermiques impliqués lors de l'extrusion.

3) Pré séchage

Dans un premier temps les pâtes coupées sont séchées dans un séchoir (trabatto) pour une courte durée (3 min). Le but de ce séchoir est de sécher un tout petit peu la surface pour éviter le colmatage des pâtes en enlevant à peu près 1 à 2% d'humidité.

Cette opération se fait grâce à une machine avec surfaces dynamiques, entièrement construit en acier inoxydable. Le mouvement de ventilation et de chauffage permet de séparer le produit, conserver la forme originale et sécher superficiellement afin d'éliminer un pourcentage d'humidité et par conséquent de prolonger la conservation.

4) Séchage

Les pâtes sont ensuite disposées dans des claies en bois traditionnelles et introduites dans une chambre spéciale climatisée. C'est une étape qui permet d'obtenir un produit de haute qualité. Le processus de séchage se fait à une température basse-moyenne et il a une durée qui varie selon les formats (papillon ou farfalle : 8 à 10 heures).

Les pâtes justement pressées ont un taux d'humidité de 29 à 31 %. Elles doivent être séchées à un taux d'humidité de 12.5 % maximum. Puisque c'est à partir de ce taux là que les pâtes alimentaires sont parfaitement conservables ([Feillet 2000](#)).

En plus, ce séchage a d'autres avantages :

- *Amélioration de la résistance à la cuisson.*
- *Un produit séché est plus homogène.*
- *Accentuation de la couleur ambre-jaune ([Souadkia 2014](#)).*

5) Conditionnement et stockage

Emballage

Il est fait avec des machines équipées de vibrotamis, détecteurs de métaux, contrôle du poids et des sondes spéciales. Cette étape inclut la notion de contrôle de conformité des produits finis. On prévoit une étape intermédiaire pour vérifier et détecter d'éventuels métaux avant l'emballage en film propylène ou en carton soit de 250 g, 500 g, 1 kg ou selon la demande et l'utilisation.

6) Emballage des pâtes alimentaires

Après la production des pâtes alimentaires et après un contrôle de qualité, les pâtes sont emballées. Le principe des différentes lignes d'emballage est toujours le même :

- Pesage du poids.
- Emballage individuel.
- Emballage dans des colis distributeur.

Etape 6 : Vérifier le diagramme de fabrication sur place

Après avoir établi le diagramme de fabrication, il est ensuite confirmé par le responsable de production et les membres de l'équipe HACCP. Il est révisé plusieurs fois pendant le travail pour s'assurer que toutes les opérations de la chaîne de fabrication ont été bien indiquées.

Etape 7 : Analyser les dangers et les risques

Les dangers potentiels provenant, soit de la matière première, soit pouvant apparaître au cours du procédé de fabrication, sont les suivants :

Tableau 3 : les dangers et les risques

Dangers biologique	<ul style="list-style-type: none">• Rongeurs, volatiles et / ou leur traces macroscopiques (identifiés comme facteurs de dangers biologiques).• Insectes des céréales et / ou leur traces macroscopiques (identifiés comme facteurs de dangers biologique).• Flore pathogène et toxines : salmonella, bacilles Creus et toxines, Escherichia coli, staphylococcies, aureus et toxines.• Mycotoxines (toxines).
Dangers physique	<ul style="list-style-type: none">• Température.• Humidité.• Mal fonctionnement des machines.
Dangers chimiques	<ul style="list-style-type: none">• Pesticides : résidus de produits phytosanitaires.• Métaux lourds : (plomb, cadmium, mercure...).• Produits utilisés pour les opérations de nettoyage et de maintenance, produits de lutte contre les rongeurs et autres nuisibles.• Migrants d'emballage (BPA, DEHP, ...etc.).

Etape 8 : Parmi les dangers identifiés, quels sont les CCP ?

Tableau 4 : les points critiques (ccp)

Ccp	Danger	Etape	Identification
ccp 1	Chimique et physique	Stockage de semoule	- Corps étrangers. - Température trop élevée. - Humidité trop élevée.
ccp 2		Matières première Semoule	- Faible taux de gluten. - Granulation : une semoule trop grosse provoque des problèmes lors de la fabrication des pâtes. - Une semoule trop fine aura perdu trop de bêta-carotène (vitamine A). - La couleur brune de blé dur. - Taux élevé des cendres.
ccp 3	chimique	Eau	- Contamination.
ccp 4	physique	Dosage et mélange	- Dosage des ingrédients non surveillé. - Durée insuffisante de mélange.
ccp 5	Physique et chimique	Moulage	- Présence de l'air dans la pâte provoque des tâches blanches. - Malformations : surface non lisse du produit. - Nettoyage incomplet des moules. - Malformations suite à une augmentation de la pression au niveau de la ligne de production.
ccp 6	physique	Séchage	- Température insuffisante. (fissurations suite à des chocs thermiques). - Un dépassement dans la valeur d'humidité.
ccp 7	chimique	Conditionnement	- Emballage abimé et non stérile. - Corps étrangers.
ccp 8		Stockage	- Infection de moisissure ou d'insectes lorsque l'humidité de l'air est trop élevée pendant une longue période. - Infection suite à la présence des produits voisins contaminée ou d'un stockage dans un environnement poussiéreux, sale.

Etape 9 : Etablissement des critères, valeurs limites et tolérance pour le contrôle.

Etape 10 : Mise en place de la surveillance des ccp pour leur maîtrise.

Etape 11 : Identification des actions correctives.

Tableau 5 : les limites critiques et les actions correctives :

ccp	Limite critique	surveillance	Action corrective
1 et 8			- Endroit propre - Température et humidité contrôlées.
2	Taux de cendres 1%	Laborantin	- Mettre au point un instrument de mesure de la viscoélasticité de gluten dans le laboratoire. - Surveillance granulométrique de semoule.
3		Laborantin	- Eau fraîche : le contrôle permanent est garant de la pureté. - La source de l'eau doit être bien analysée.
4	Humidité de la pâte 30%-32% La durée de pétrissage 15-20 min	Laborantin	- L'emploi des balances de précision assurant le dosage exact des différents ingrédients. - L'utilisation d'un système de pétrissage en continu pour une bonne homogénéisation de la pâte.
5			- Le gazage qui permet l'évacuation de l'air de la pâte afin d'éviter la déformation de la pâte - Utilisation des téflons dans les trous des moules pour obtenir des pâtes de surface lisse.
6	La température 60-75°C L'humidité 12,5% max Durée de séchage 8-10 h	Laborantin	- Séchage à haute température jusqu'à 75°C. - Le produit (test) est uniformément réparti sur les plateaux qui seront acheminés grâce à des chariots vers l'enceinte de séchage. Le temps de séjour des produits dans les chambres de séchage est de 8-10 heures.
7			Les matériaux d'emballage polypropylène bien contrôlé.

Etape 12 : Constituer des dossiers et tenir des registres (la traçabilité)

La tenue de registres précis et rigoureux est indispensable à l'application du système HACCP.

Les procédures HACCP devraient être documentées et devraient être adaptées à la nature et à l'ampleur de l'opération. Un tableau (ou des tableaux) doit reprendre les informations.

Suivantes :

Les dangers listés : chimiques, physiques ou biologiques.

➤ Pour chaque danger, si le danger est une contamination, une survie ou un développement possible :

- ✓ L'évaluation du danger.
- ✓ Les mesures préventives mises en place pour diminuer le danger.
- ✓ Si le danger représente un ccp.
- ✓ Pour chaque ccp : le seuil critique du ccp.
- ✓ La procédure de surveillance, la fréquence, le responsable.
- ✓ Les mesures correctives liées au ccp.
- ✓ Les références des documents.

Un système de registre simple peut être efficace et facilement communiqué aux employés.

Les modalités d'application du système HACCP doivent être révisées et il faut y apporter les changements requis chaque fois que le produit, le procédé ou l'une des étapes subissent une modification.

Dossiers et registres, exemple :

1. Plan de contrôle

Le plan de contrôle peut inclure les éléments suivants :

- ✓ Le type de produits à analyser.
- ✓ Le type de prélèvement : où, comment, quand, combien prélève-t-on et qui le fait.
- ✓ La nature de l'analyse : type d'analyse et qui le fait.
- ✓ Les enregistrements.

Le but d'un plan de contrôle est de suivre la qualité des produits (matière première, au cours de fabrication, semi-finis et finis) à l'aide de différents moyens de contrôle selon un planning préétabli.

Tableau 6: exemple de plan de contrôle des pâtes alimentaire

Type de produit	Lieu de prélèvement	Nature de l'analyse	Fréquence de l'analyse	Opérateur qui réalise cette analyse	Enregistrement
Semoule de blé dur	A la réception	Contrôle visuel et olfactif et analyse physico-chimique Biochimique et microbiologique	A chaque réception	Laborantin	Fiche d'enregistrement du contrôle à la réception
L'eau	L'eau de mélange	Analyse physico-chimique Biochimique et microbiologique	A chaque mélange	Laborantin	Résultat des analyses
Au cours de la fabrication	Pré-séchage Et séchage	Mesure de l'humidité	A chaque séchage	Laborantin	Résultat des analyses
Conditionnement et emballage	Conditionnement et emballage	Analyse physico-chimique Biochimique et microbiologique	A chaque conditionnement et emballage	Laborantin	Fiche d'enregistrement du contrôle des pâtes

2. Plan de maintenance

Le plan de maintenance décrit les opérations de maintenance préventive à réaliser régulièrement comme représenté le tableau ci-dessous, il peut contenir :

- ✓ La description des machines.
- ✓ La localisation des machines.
- ✓ L'objet de l'intervention à réaliser.
- ✓ La fréquence des interventions à réaliser.
- ✓ Le personnel responsable de ce type d'intervention.
- ✓ Les enregistrements des interventions.

Tableau 7: Exemple de plan de maintenance des pâtes alimentaire de blé dur

<i>Machine/ Localisation</i>	<i>Objet de l'intervention</i>	<i>Fréquence de l'intervention</i>	<i>Personne qui réalise cette intervention</i>	<i>Enregistre ment</i>
Mélangeur, centrifugation	Vérification de l'état de machine	Une fois par mois	Conducteur ou opérateur	Fiche d'entretien machine
Les adoucisseurs, et circuit de l'eau	Vérification et entretien	Une fois par ans	Superviseur chargé de traitement d'eau	Fiche d'entretien machine
Balance	Vérification de l'état de la balance	Une fois par trimestre	Responsable de métrologie	Fiche d'entretien machine
Moule	Entretien et lavage	Chaque format	Conducteur de ligne	Fiche d'entretien machine
Vis d'extraction	Vérification et nettoyage	Une fois par 2 ans	Responsable de la maintenance	
Prés séchoir et séchoir	Vérification et entretien (pièce grisage)	Une fois par mois	Groupe de maintenance	Fiche d'entretien machine
Machine de conditionnement et emballage	Vérification de l'usure des vis	Une fois par trimestre	Responsable de la maintenance	Fiche d'entretien machine

3. Plan d'hygiène

Exemple : Le plan de nettoyage des locaux, des installations et du matériel

Le nettoyage est l'action de rendre propre l'installation pour maintenir une sécurité et des denrées alimentaires.

Le plan de nettoyage concerne l'hygiène des locaux, des installations et des machines, il peut décrire les informations suivantes :

- ✓ La localisation des nettoyages : bâtiment, étage et machine.
- ✓ La fréquence des nettoyages.

- ✓ Le responsable des nettoyages.
- ✓ L'objet des nettoyages
- ✓ L'enregistrement des nettoyages (la traçabilité).

Tableau 8: exemple de plan de nettoyage des locaux, des installations et du matériel des pâtes de blé dur

<i>Localisation</i>	<i>Objet</i>	<i>Fréquence</i>	<i>Responsable</i>	<i>Enregistrement</i>
Réception de la semoule	Enlèvement des corps étranger	Deux fois par jour	Opérateur	Pas d'enregistrement
Machines de production et installation de transfert	Elimination des résidus de produits	A chaque arrêt d'activité	Opérateur	Enregistrement d'arrêt moulins
Conditionnement des pâtes : sac	Nettoyage des lignes d'ensachage	Une fois par jour	Manutentionnaire	Enregistrement des nettoyages à l'ensachage
Conditionnement des pâtes : vrac	des nettoyages des postes de chargement vrac	Une fois par jour	Manutentionnaire	Enregistrement des nettoyages au chargement vrac
Silo de stockage	Enlèvement des poussières et des corps étranger	Une fois par jour	Opérateur	Pas d'enregistrement

Etape 13 : Vérification du bon fonctionnement du système HACCP

La vérification du système HACCP correspond à des dispositions de surveillance de l'ensemble des éléments du système. Elle vise à s'assurer de l'efficacité du système et également à son application effective.

Elle peut comprendre des audits internes du système HACCP, qui peuvent être documentés dans le cadre du système qualité. La vérification s'appuie, notamment, sur la consultation des dossiers et registres prévus.

De plus, les procédures de sécurité établies doivent être revues périodiquement, notamment conformément à l'exigence de mis à jour et de revue des procédures ([Souadkia 2014](#)).

6. Conclusion

Notre étude nous a permis de faire le point sur la base de connaissance concernant les qualités physico-chimiques et organoleptiques des pâtes alimentaires ABA.

Elle nous a permis également de réaliser une comparaison avec d'autres produits sur le marché Algérien et enfin l'application de la méthode HACCP.

L'analyse de nos résultats montre que les paramètres analysés répondent aux normes algériennes et internationales.

Le produit fini du groupe *Amor BenAmor* est un produit de bonne qualité, apte à la consommation et il satisfait les besoins des consommateurs.

Pour arriver a des résultats fiables, il est nécessaire d'appliquer les bonnes pratiques de fabrication (BPF), les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et de choisir une matière première de bonne qualité (semoule : SSSE) avec une eau potable bien traitée.

Références bibliographiques

- Abecassis J. 1991. *La mouture de blé dur*. pp. 221.
- Abecassis J. 2011. *Innovations pour améliorer la qualité des productions et des produits céréaliers*.
- Abecassis J, Abbou R, Chaurand M, Morel MH, Vernoux P. 1994. Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature and pressure in the extruder and on pasta quality. *Cereal chemistry* 71 (3): 247-53.
- association-belge-du-Diabète. 2009. Les céréales et dérivés du grain de blé au spaghetti. *Article ABD*.
- Belaid C. 2012. Etude comparative de quelques caractéristiques technologiques des blés durs locaux et importés destinés à la fabrication de semoule.
- Bendjamaa B, Yacoubi M. 2015. Fabrication des pâtes alimentaires (pâte court) par l'application du système HACCP au niveau de l'unité BEN AMOR., ed. G Université de 8 Mai 1945.
- Bouali W. 2010. Contribution à la mise en place d'un plan HACCP dans une unité de fabrication des aliments pour animaux., ed. UO 3.
- Boudreau A, Germain M. 1992. *Le blé : élément fondamentaux et transformation*. *Les presses de l'université laval*.
- Boutou O. 2011. *De l'HACCP à l'ISO 22000*.
- Dalbon G, Grivon D, Pagani MA. 1996. *Pasta: continuous manufacturing process*. pp.13-58.
- Duranti M. 2006. *Grain legume proteins and nutraceutical properties*. . pp. 77 (2), 67-82.
- Feillet P. 2000. *Le grain de blé, composition et utilisation*. *Institut national de la recherche agronomique*. pp. 308.
- Feillet P, Autran J, Icard-Vernière C. 2000. Bases biochimiques du brunissement des pâtes alimentaires., ed. INDIRA Unité de Technologie des Céréales et des Agro-polymères.
- Feillet P, Dexter JE. 1996. *Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production*.
- Frank A, Manthey LS, Anton LS. 2002. *Physical and Cooking Quality of Spaghetti Made From Whole Wheat Durum*.
- Godon B, Willm C. 1991. *Les industries de première transformation des céréales : Technique et Documentation*.
- I.T.C.F. 2001. *Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux*.
- Jeanet R, Croguennec T, Schuck P, G. B. 2007. *Science des aliments biochimie, microbiologie, procédés et produits*. pp. 456.
- JORADP. 1997. Spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage.
- JORADP. 2007. Les prix à la production et aux différents stades de la distributions des semoules de blé dur.
- Kalarasse A, Zpuaimia I. 2010. Suivi de la qualité des semoules des moulins AMOR BENAMOR : application de la méthode HACCP., ed. G Université de 8 Mai 1945.
- Kruger JE, Mastuo RR, Dick JW. 1996. *Pasta and noodle technology*.
- Lacroix M. 2015. Étude de répétabilité et de reproductibilité. ed. A Editions.
- Laty D, Mallet JB. 2004. Le régime des pâtes. *Odile Jacob*: 315P.
- Melcion JP. 2000. La granulométrie de l'aliment : principe, mesure et obtention. *Prod.Anim.INRA*. vol.13.
- Petitot M. 2009. *Pâtes alimentaires enrichies en légumineuse. Structuration des constituants au cours du procédé : impact sur la qualité culinaire et les propriétés nutritionnelles des pâtes*. Montpellier.
- Petitot M, Boyer L, Minier C, Micard V. 2010. Fortification of pasta with split pea and faba bean flours : Pasta processing and quality evaluation. . *Food Research International* 43. 634–641.
- Petitot M, Brossard C, Barrona C, Larre C, Morel MH, Micard V. 2009. Modification of pasta structure induced by high drying temperatures. Effects on the invitro digestibility of protein and starch fractions and the potential allergenicity of protein hydrolysates. *Food Chemistry* 116(2), 401-412.
- Sissons M. 2008. *Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread*. pp. 75- 90.

Souadkia A. 2014. Le suivi de qualité de fabrication de semoule et pâtes alimentaires et application HACCP., ed. G Université de 8 Mai 1945.
Tremoliere J, Serviles Y, R. J. 1984. Manuel d'alimentation humaine : les aliments. pp. 540.