

Université Abdelhamid Ibn
Badis – Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

N°...../SNV/2017

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté Par

M^{elle}.KANA LYDIA

Pour l'Obtention du diplôme de
MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES
Spécialité : Biotechnologie Alimentaire

THEME

Contribution à l'étude des facteurs technologiques de la
Cuisson-extrusion en vue d'optimiser la qualité des petits
déjeuners

DEVANT LE JURY

Soutenu Publiquement le : /06/2017

Présidente

M^{me}. HAMOU

MAA à L'université de Mostaganem

Examineur

Mr. BENMILOUD

MAA à L'université de Mostaganem

Encadreur

Mr. ARIBI

MAA à L'université de Mostaganem

Année Universitaire: 2016/2017

Remerciements

Au terme de travail, nous tenons à remercier :

- Dieu tout puissant pour sa protection, sa bénédiction, son assistance et pour l'énergie, la force qu'il nous a procure durant la réalisation de ce travail.
- Monsieur Aribi , qui nous a fait l'honneur de nous inspirer ce sujet et d'accepter m'encadrer pour l'élaboration de ce travail malgré ses multiples préoccupations.
- Madame HAMOU, qui a bien voulu nous faire l'honneur de présider le jury.
- Monsieur Benmiloud , qui a bien voulu nous faire l'honneur d'examiner ce travail.
- Tout le personnel de l'entreprise Menut's Mosieur BELABAS Moussa et KELLACI Mohamed pour leur accueil chaleureux et leur précieux aide durant la réalisation de ce travail.

DEDICACE

A ma très chère mère et a mon cher père, vous n'avez ménagé aucun effort pour consacrer votre vie tout a nous vos enfants, votre précieuse richesse, votre exhortation au travail bien fait, vos conseil, vos encouragements et votre assistance m'ont toujours bien servi. Vous demeurez toujours un parfait exemple pour moi. Que Dieu vous prête longue vie afin que vous puissiez savourer le fruit de vos efforts.

A mes frères et sœurs, profonde gratitude et amour fraternel a vous tous.

Liste des tableaux

Tableau N°01 : Composition biochimique de la farine (Colas et Petel , 1984).....	02
Tableau 2 Composition de la farine de blé (D'après Atwell, 2001).....	05
Tableau N°03 : Exemples d'applications agroalimentaires de la cuisson-extrusion (Colonna et Della 1994).....	28
Tableau N°4 : Variation de la température	27
Tableau N°5 : Variation du % d'eau ajouté	27
Tableau 06 : Résultats des analyses du premier essai	30
Tableau 07 : Résultats des analyses du troisième essai.....	31
Tableau N08 : Résultats des analyses du deuxième essai	32
Tableau N°09: Analyses physico-chimiques d'huile de soja.....	32
Tableau N°10: Analyses physico-chimiques de bicarbonate de sodium	33
Tableau N°11: Analyses physico-chimiques de l'arôme.....	34
Tableau N°12 : Résultats du test de dégustation du critère croustillant petit déjeuner	49
Tableau N°13: Résultats à requis sur les critères goût	51
Tableau N°14: Résultats à requis sur les critères aspect	53
Tableau N°15 : Résultats du test de dégustation de l'odeur de petit déjeuner	54

Liste des abréviations

Menut's : Metidji Nutrition

P : pression

FAO : Organisation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture

Gr : gramme

L : litre

ISO : Organisation international de normalisation

Kg : kilogram me

Mn : Minute

S : Seconde

T°: Température

Aw : Activité de l'eau

L* : l'indice de clarté

B* : l' indice brun

A* : l'indice de jaune

Um : Micromètre

Liste des figures

Figure N ⁰ 01: Le bilan de la mouture du grain de maïs (M. Moll et N .Moll, 2002)	04
Figure N°2 : Classifications des protéines de la farine proposées par (a) Osborne (1907).....	06
Figure N ⁰ 04 : Schéma d'une extrudeuse bivis (Clextral, 1999)	11
Figure N ⁰ 05: Coupe d'une extrudeuse monovis à noyau vis croissant (Clextral, 1999).....	12
Figure N ⁰ 05 : Coupe d'une extrudeuse bivis (Clextral, 1999).....	15
Figure N°06 : Effet de la variation de la température sur le taux de protéines du produit.....	35
Figure N°07: Effet de la variation du pourcentage d'eau ajoutée sur le taux de protéines.....	35
Figure N°08: Effet de la variation de la température sur le taux de fibres du produit.....	37
Figure N°09: Effet de variation du pourcentage d'eau ajoutée sur le taux de fibres du produit.....	37
Figure N°10: Effet de la variation de température sur l'Aw du produit.....	41
Figure N°11: Effet de la variation du pourcentage d'eau ajoutée sur l'Aw du produit.....	41
Figure N°12: Effet de la variation de la température sur le taux d'humidité du produit	42
Figure N° 13: Effet de la variation du pourcentage d'eau ajoutée sur le taux d'humidité du produit.....	43
Figure N 16: Effet de la variation du pourcentage d'eau ajouté sur le taux de cendres du produit.....	45

Résumé

Ce présent travail porte sur l'étude des facteurs technologiques en vue d'optimiser la qualité des produits issus de la cuisson-extrusion des différents types de farines, aussi de point de vue nutritionnel qu'organoleptique.

Notre travail porte sur :

Dans un premier temps, nous avons essayé d'étudier, suite aux variations de la température du fourreau et de la quantité d'eau ajoutée, l'effet de la cuisson-extrusion sur quelques constituants des farines; afin d'en déduire les paramètres permettant d'optimiser la qualité des produits finis.

Dans un deuxième temps nous avons réalisé un test organoleptique sur les produits étudiés.

Les résultats de la première étape de notre travail nous ont permis de constater que :

- ✚ La température de cuisson au-delà d'une certaine valeur (75°C), entraîne une baisse progressive de la quantité des constituants biochimiques du produit; à l'exception des fibres alimentaires, et des taux de cendres pour les quelles nous avons pas remarqué d'effets significatifs.
- ✚ Le pourcentage d'eau ajoutée au mélange de matières premières lors de l'opération de cuisson-extrusion a également une influence sur la qualité du produit fini.

Nous avons pu observer :

- Une corrélation positive entre la teneur en fibres et l'augmentation d'eau.
- L'absence d'effets significatifs sur la teneur en cendres et en matière grasse du produit.

SOMMAIRE

Introduction.....	01
-------------------	----

PARTIE THEORIQUE

Généralités sur les farines.....	02
----------------------------------	----

I.1 La farine de maïs	02
-----------------------------	----

I. 1 Définition et caractéristiques de la farine de maïs	02
--	----

I.1 Définition de la farine de maïs.....	02
--	----

I. 2 Compositions biochimiques de la farine de maïs.....	02
--	----

I.3 La fabrication de la farine de maïs	03
---	----

II.2 La farine de blé.....	05
----------------------------	----

Composition de la farine de blé	05
---------------------------------------	----

• les protéines..... ;.....	06
-----------------------------	----

• l'amidon..... ;.....	07
------------------------	----

• les lipides..... ;.....	07
---------------------------	----

II.4. Ingrédients minoritaire.....	07
------------------------------------	----

III. La farine de riz	08
-----------------------------	----

Valeurs nutritionnelles.....	08
------------------------------	----

Chapitre I : Technologies de la cuisson extrusion	09
---	----

II- La Cuisson- Extrusion.....	09
--------------------------------	----

II-1 Définition.....	09
----------------------	----

II-1-1 L'extrusion simple.....	09
--------------------------------	----

II-1-2 La cuisson-extrusion.....	09
----------------------------------	----

II-1-3 La cuisson-extrusion-expansion.....	09
--	----

II-1-4 Les techniques dérivées.....	09
-------------------------------------	----

II-1-4 -1 La coextrusion.....	09
-------------------------------	----

II-1-4 -2 La coexpansion.....	09
-------------------------------	----

II-2 Les Composants des extrudeuses.....	10
--	----

II-3 Étude du fonctionnement des extrudeuses monovis et bivis.....	10
--	----

II-3-1 Les extrudeuses monovis.....	10
-------------------------------------	----

II-3 -2 Les extrudeuses bivis.....	12
------------------------------------	----

INTRODUCTION

Introduction :

La technologie céréalière a toujours occupé une place importante dans l'histoire de l'industrie alimentaire. Malgré la chute importante de la consommation des produits céréaliers de cuisson dans les pays développés, observée au XX^{ème} siècle, ils restent très largement consommés dans le monde entier. Toutefois, de l'aliment de première nécessité, les produits céréaliers ont évolué vers un statut d'aliment plaisir intégré aux repas (Roussel et Chiron, 2002). On observe ainsi une tendance à la diversification, avec comme objectif un maintien des parts de marché de ce secteur face à la concurrence des autres produits alimentaires. C'est grâce à des innovations bien orientées et maîtrisées que les producteurs cherchent à fabriquer des produits qui répondent à l'attente des consommateurs, c'est à dire des produits présentant un bon attrait gustatif et de texture, ainsi que de bonnes qualités nutritionnelles et d'usage (Nicolas, 1994).

Notre présente étude s'est focalisée sur les petits déjeuners. Ces produits sont obtenus par le procédé basé sur la cuisson-extrusion des farines.

La cuisson extrusion est une opération qui consiste à faire subir en continu à des matières premières ou à un mélange de matières premières, hydratées ou non, un traitement mécanique et un traitement thermique simultanés, durant un temps très court. Le traitement mécanique est un cisaillement combiné à une compression (jusqu'à 300 bar). (**Bouroche et Bars 1998**)

L'objectif visé par notre travail est d'optimiser la qualité du produit aussi bien du point de vue nutritionnel qu'organoleptique. Pour cela nous étudierons l'influence de la variation de paramètres liés à la matière première (teneur en eau) et au procédé de cuisson-extrusion (température du fourreau) sur les caractéristiques du produit fini.

En Algérie l'entreprise « Menut's », qui est une filiale du « groupe Metidji », est la seule spécialisée dans la production de céréales pour petit déjeuner et de snacks. Nos expérimentations ont été effectuées au sein de cette entreprise.

PARTIE THEORIQUE

GENERALITES
GENERALITES
SUR LES FARINES
SUR LES FARINES

Généralités sur les farines

I.1 La farine de maïs :

I. 1 Définition et caractéristique de la farine :

I.1 Définition de la farine :

La farine de maïs est une poudre jaune obtenue par le broyage et le décorticage de grains de maïs dégermés et nettoyés. Selon le degré de finesse de la mouture on obtient des farines ou des semoules plus ou moins fines. (Deruttet, 1987)

I. 2 Compositions biochimiques de la farine :

Le tableau ci-dessous résume la composition biochimique d'une farine

Tableau N^o01 : Composition biochimique de la farine (Colas et Petel , 1984)

Humidité	Max 14 %
Matières azotées	6.5 à 8 %
Matières grasses	2 à 3.5%
Matières minérales	0.4 à0.8 %
Amidon	78 à 83 %
Matières cellulosiques	0.5 à 0.9 %

CHAPITRE I

CHAPITRE I

CUISSON-EXTRUSION

I - La Cuisson- Extrusion

I. 1 Définition :

I-1-1 L'extrusion simple :

Il s'agit d'une opération mais sans cuisson, ni expansion, à forte teneur en eau, correspond uniquement à une mise en forme du produit extrudé, qui conserve la forme de la filière. Ce type de procédé est surtout utilisé pour la fabrication de pâtes alimentaires, pâtes à gâteaux et certains biscuits. Elle est généralement réalisée à une Température inférieure à 70°C. **(Lorient ,1998)**

I-1-2 La cuisson-extrusion :

Elle consiste à faire subir en continu à des matières premières ou à un mélange de matières premières, hydratées ou non, un traitement mécanique et un traitement thermique simultanés, durant un temps très court. Le traitement mécanique est un cisaillement combiné à une compression (jusqu'à 300 bar). **(Bouroche et Bars 1998)**

I-1-3 La cuisson-extrusion-expansion :

Elle se caractérise par une expansion du produit à la sortie de la filière. Cette expansion s'explique par le fait suivant : aux fortes pressions de travail, dans l'extrudeuse, l'eau reste à l'état liquide malgré une température supérieure à 100°C ; par contre, dès l'expulsion du produit hors de la filière, il se produit une vaporisation instantanée d'une partie de l'eau contenue dans le produit. Ce phénomène se traduit par une expansion **(Bouroche et Bars 1996)**

I-1-4 Les techniques dérivées :

I-1-4 -1 La coextrusion :

Elle permet d'obtenir un produit composite associant deux ou plusieurs textures.

I-1-4 -2 La coexpansion :

Elle met en œuvre un procédé de cuisson extrusion, au cours duquel deux produits d'origines différentes sont traités chacun dans deux extrudeuses distincts, mais expansent à la sortie d'une filière unique. Cette coexpansion peut aussi être obtenue dans une extrudeuse bivis dont la partie terminale du fourreau comporte deux chambres distinctes. **(Colonna,1994)**

CHAPITRE II
CHAPITRE II
LES PETITS DEJEUNERS
LES PETITS DEJEUNERS

Chapitre II : les petits déjeuners

II.1 Présentation de l'unité Menut's :

L'entreprise « Menut's » est une filiale du grand groupe céréaliier « Metidji » spécialisé dans la première et deuxième transformation des céréales, elle tient son nom des abréviations des deux mots « Metidji Nutrition », elle est spécialisée dans la production de céréales petit déjeuner et de snacks.

L'entreprise est située à la commune de Mazagran dans la wilaya de Mostaganem et emploie 120 personnes. Elle fut créée en 2006 et est entrée officiellement en production en octobre 2007.

Dotée d'une technologie de pointe, elle met à la disposition du consommateur des produits sûrs et d'excellente qualité.

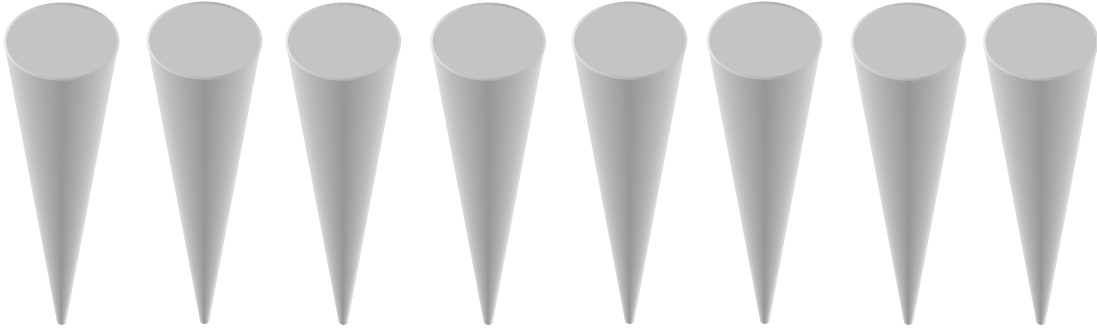
II – 2 Les produits de l'unité « Menut's » :

II – 2- 2 Les différents gammes de petit déjeuner :

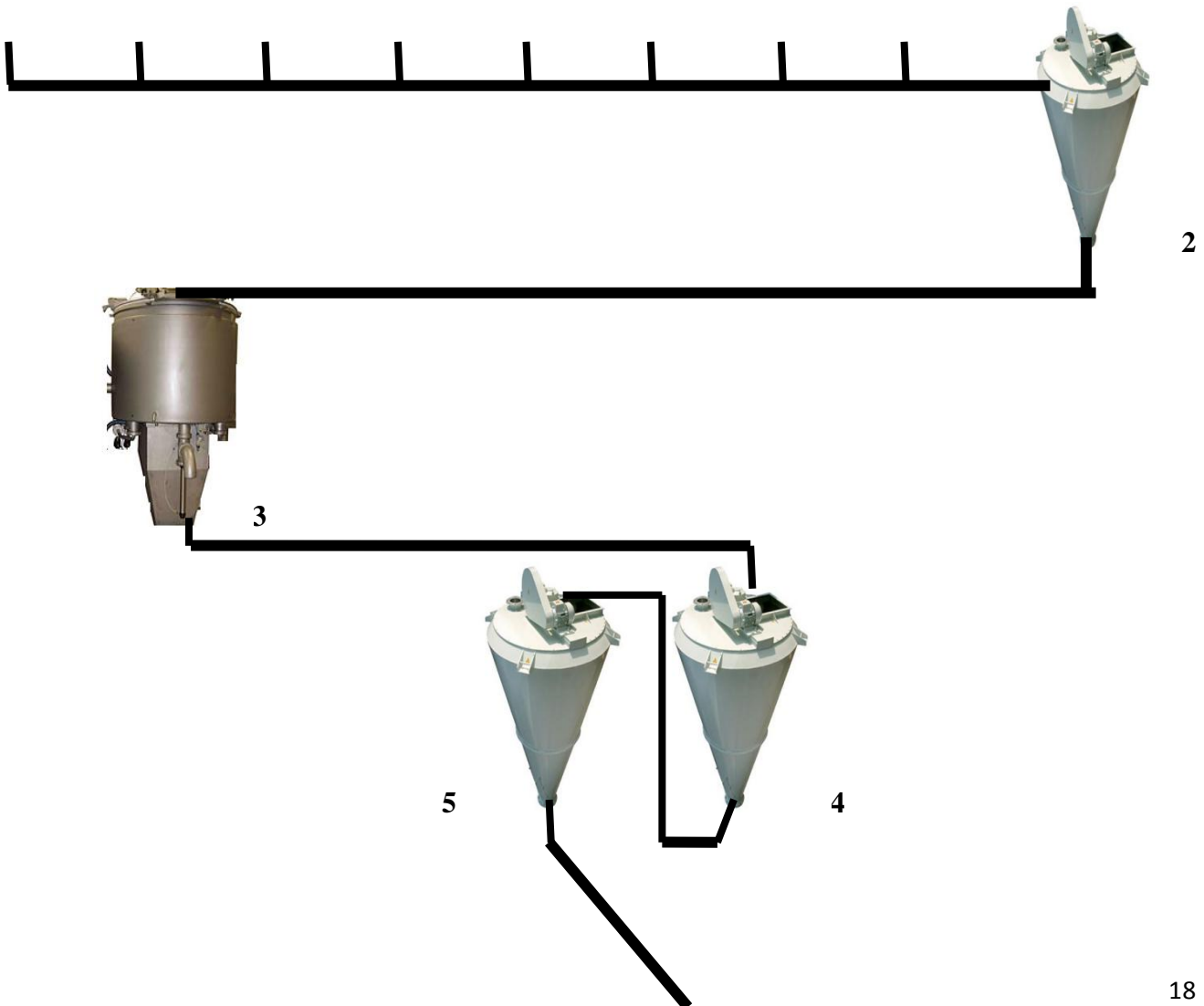
- Pétales au chocolat
- Les anneaux au chocolat
- Boules au miel
- Les oursons au chocolat

II - 2 -1 Les différents gammes de snacks :

- Triangle au gout italien (tomate et basilic)
- Boules au fromage
- Carré chips paprika (poivron rouge)
- Carrée chips salé
- Triangle au gout mexicain

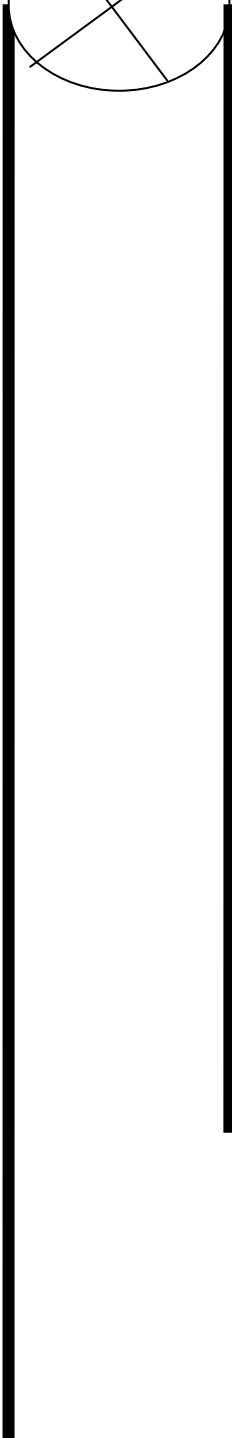
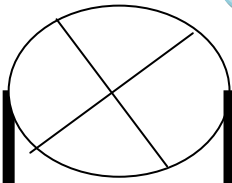


□





7



6



12



11





9

8

10

- 1- Les silos de réception de la matière première
- 2- Doseur
- 3- Mélangeur
- 4- Tamiseur
- 5- Doseur (volumétrique/ gravimétrique)
- 6- Extrudeuse
- 7- Ecluse à air chaud
- 8- Tambour d'enrobage
- 9- Sécheur
- 10- convoyeur
- 11- Elévateur
- 12- conditionneuse

Légende et explication :

1. Réception de la matière première :

La sélection rigoureuse des matières premières est régie par des normes très strictes à l'étape de la réception qui s'assure que la qualité de la matière soit optimale par des techniques d'échantillonnage. Elle s'effectue dans une zone spécifique (dans des silos à capacité de 1500 kg).

2. Dosage :

Le transfert du produit à partir d'une trémie vide sacs, d'un silo vers une trémie intermédiaire pesée avec un poids objectif afin d'obtenir un débit précis et régulier.

3. Malaxage :

Cette étape s'effectue dans des cuves semi -cylindrique à l'aide d'un bras pour assurer l'homogénéisation des ingrédients de base de la pâte.

4. Tamisage :

Cette opération est effectuée par des tamis et a pour but :

- ❖ La destruction d'agrégats formés dans un produit pris en masse
- ❖ L'élimination des particules de taille supérieure à la granulométrie finale souhaitée.

5. Dosage de mélange :

Effectuée par un doseur volumétrique –gravimétrique, il permet de passer la quantité souhaitée à l'extrudeuse.

6. cuisson-extrusion :

Consiste à faire subir, en continu, au mélange des matières premières, hydratées, un traitement mécanique et un traitement thermique simultanés, durant un temps très court. Le traitement mécanique est un cisaillement combiné à une compression.

7. Le passage à l'écluse :

Il a pour but :

- ❖ D'éviter le colmatage du produit semi-fini.

PARTIE EXPERIMENTALE
PARTIE EXPERIMENTALE

PREMIERE
PREMIERE
PARTIE
PARTIE

Partie I : Etude de l'effet des paramètres de la cuisson-extrusion sur quelques constituants des farines.

I. Méthodologie :

I.1 Objectifs et intérêt de l'étude :

Dans un monde où l'optimisation perpétuelle de la qualité du produit est l'un des meilleurs moyens de fidéliser les clients et d'en attirer d'autres, les industries de production en générale et les industries agro alimentaires en particulier se doivent de porter une attention particulière à la qualité de leurs produits.

En plus de tout ce qui se faisait déjà au niveau de l'entreprise de production de produits céréaliers, Menut's, notre travail consiste à développer, tout en tenant compte de la qualité organoleptique, un autre aspect de la qualité du produit, il s'agit de son aspect nutritionnel.

Le but de notre travail est d'étudier les effets des variations de la température du fourreau et de la quantité d'eau ajoutée, l'effet de la cuisson-extrusion sur quelques constituants des farines et d'en déduire les paramètres de cuisson permettant d'optimiser la qualité nutritionnelle du produit.

I.2 Modalités de prélèvements :

Afin de vérifier la conformité de nos résultats, nous avons réalisé trois séries d'expériences. Pour chaque expérience, les prélèvements se sont effectués comme suit :

➤ Prélèvements de matières premières (farines et mélanges) :

Les matières premières constituent le point de départ de tout le processus de fabrication. Il est donc évident que la qualité du produit final dépend en grande partie de celle des matières mise en œuvre.

Par ailleurs l'entreprise Menut's soumet, des matières, premières, à des séries d'analyses afin de s'assurer de leur qualités. Ces produits sont, soit utilisés directement ou soit stockés dans des conditions convenables pour limiter leurs altération.

DEUXIEME
DEUXIEME
PARTIE

PARTIE II : Test organoleptique :

II. Test organoleptique :

Ce test a été réalisé uniquement sur les produits de la première expérience.

Les sujets qui ont participé aux tests de dégustation sont au nombre de dix et sont tous habitués au goût des petits déjeuners.

II.1 Déroulement du test :

Les sujets doivent apprécier sur une échelle de notation de 1 à 10 points selon le degré d'appréciation (10 étant le degré d'appréciation maximal du produit) les caractéristiques suivantes :

- L'aspect croustillant du produit
- Le goût du produit
- L'aspect du produit

II.2 Identification des produits :

Produits	Identifiant
Témoin	Témoin
Variation de la T=76°C	P1
Variation de la T°C=79°C	P2
Variation de la T=83°C	P3
Variation d'eau 6%	P4
Variation d'eau 6.5%	P5
Variation d'eau 7%	P6

CONCLUSION

Arrive au terme de notre travail, nous avons pu dégager la conclusion suivante :

La cuisson extrusion des produits céréaliers n'entraîne pas lors qu'elle est pratiquée dans des conditions de traitements doux d'effet négatifs importants sur la qualité des produits finis.

Les résultats obtenus à l'issue de nos expériences de la première partie de notre travail nous a permis de constater que :

- ✚ La température de cuisson au-delà d'une certaine valeur (75°C) , entraîne une baisse progressive de la quantité des constituants biochimiques du produit ; à l'exception des fibres alimentaires , et des taux de cendres pour les quelles on nous avons pas remarques d'effets significatifs.
- ✚ Le pourcentage d'eau ajoute au mélange de matières premières lors de l'opération de cuisson-extrusion a également une influence sur la qualité du produit fini. On a pu observer qu'elle :
 - Améliore légèrement la teneur en fibre du produit au fur et mesure que son pourcentage augmente.
 - N'a pas d'effets significatifs sur la teneur en cendres et en matières grasses du produit.
 - Diminution de la teneur en protéine du produit au fur et a mesure son pourcentage augmente.
 - Est corrélée avec l'Aw et la teneur en eau du produit.

En ce qui concerne la deuxième étape de notre travail , qui a fait l'objet d'un test organoleptique , les jurys dégustateurs ont juges acceptable la totalité des produits ce qui nous permet de suggérer à l'entreprise d'adapter une température supérieure ou égale à 79°C préalablement utilisé .Cependant les proportions d'eau ajoutée au mélange pourront être maintenues telles qu'elle sans pour autant avoir une influence négative sur le produit.

Nos perspectives dans ce cadre nous conduisent à envisager d'étudier l'effet d'autres paramètres tels que la vitesse de rotation des vis de l'extrudeuse et la pression fourni par l'extrudeuse sur la qualité des petits déjeuners.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HOSENEYR. C., 1986- *Principles of Cereal Science and Technology*. Amer. Assoc. Cereal Chem., St Paul, MN, U.S.A.

ITCF, 2001-*Institut technique des céréales et des fourrages*

LAPLACE. D ; COSSON. J., 1994 -*La cuisson-extrusion dans les industries agroalimentaires*. Les cahiers de l'ingénierie n° 55..p19.

MARTIN.A., 2000 *apport nutritionnels conseillés pour la population français ; agence français de sécurité sanitaire des aliments 3^{em} édition 300p : 155*

MASSON.O., 2002 *bases biochimiques de la diététique - biochimie 400p :152*

MOLL.M, MOLL.N., 2002 *collection « sciences et techniques agroalimentaire » 2^e édition 500p : 203*

TKACHURK .V., 1989 *Amino acid composition of cereals Chem. pp206: 46*

VIDAILHET.M., 2004 *apport nutritionnels conseillés pour les enfants et adolescents ; agence français de sécurité sanitaire des aliments 2^{em} édition 400 p : 196-198*

WATSON, S.A., 1 987-*Structure and composition. Carn. Chemistry and technology p. 53-82. St Paul, Minn. EtatsUnis, Am. Assoc. Cereal Chem.*

Bartolucci, J.C. 1997. Comportement rhéologique des pâtes et qualité des farines de blés

tendres français en panification et en biscuiterie. *Thèse de doctorat*. ENSIA, France. 300p.

Berger, M. 1983. Les lipides du blé tendre : 2 - composition lipidique des farines de moutures d'essai de huit variétés Françaises de blé tendre. *Science des Aliments*, 3, 181-217.

Berland, S. 1993. Etude rhéologique et calorimétrique de l'influence de traitements de congélation-décongélation sur les propriétés des pâtes de farine de blé. Répercussions en technologie boulangère. *Thèse de doctorat*. ENSIA, France.141p.

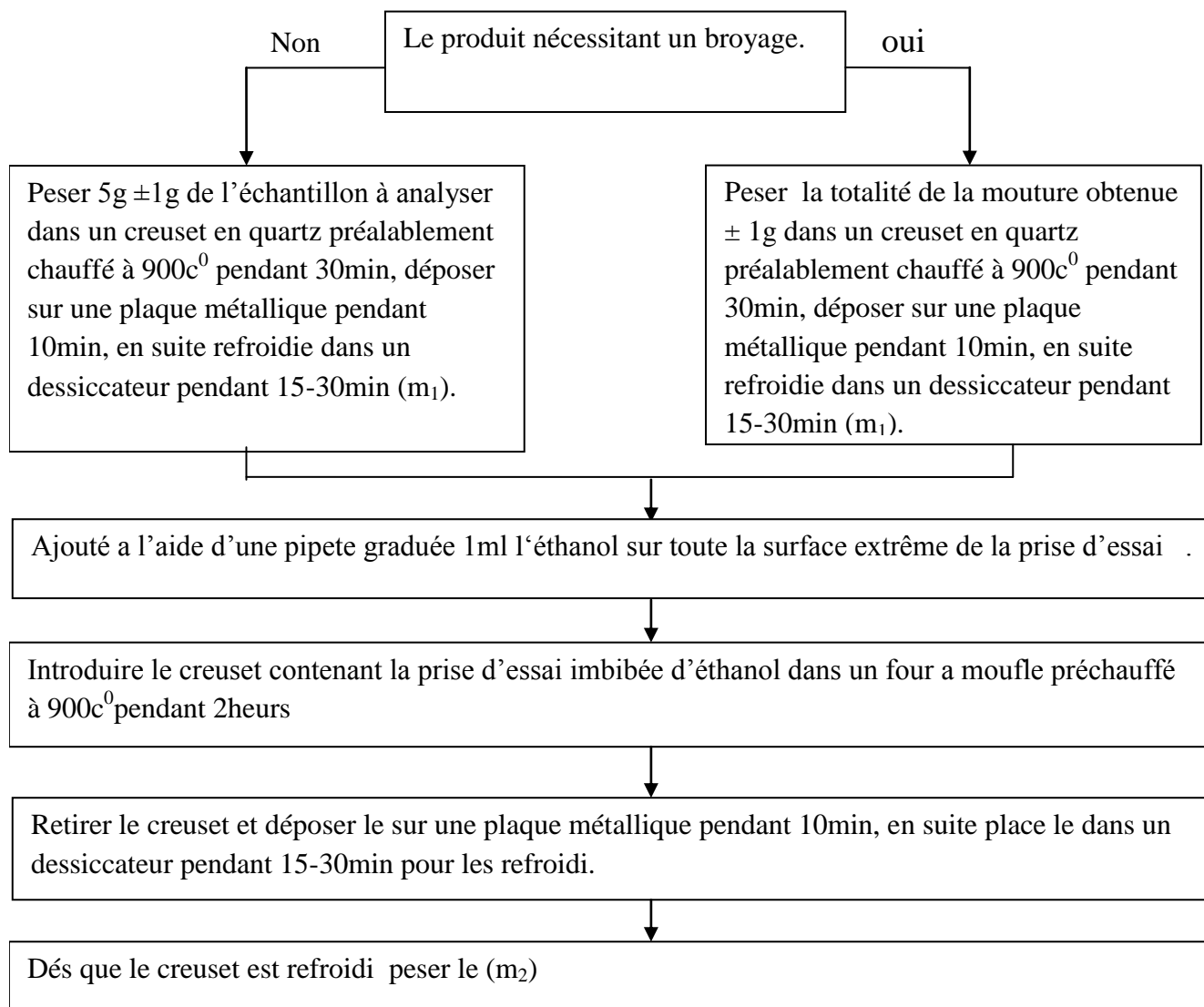
Berland, S. and Launay, B. 1995. Shear softening and thixotropic properties of wheat flour doughs in dynamic testing at high shear strain. *Rheologica Acta*, 34, 622-628.

Bertrand, D., Le Guernevé, C., Marion, D., Devaux, M.F. and Robert, P. 1992.

ANNEXES

Détermination du taux de cendres : (iso 2171)

❖ Mode opératoire de la technique :



Calcule et expression des résultats :

Le taux de cendre par rapport à la matière sèche est calculé selon l'équation suivante:

$$\text{Taux de cendre \%} = \left\{ \left[\frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \times 100 / (100 - H) \right] \right\} \times 100$$

M₁ : poids de la prise d'essai

M₂ : poids de la coupelle contenant la prise d'essai après dessiccation

H : taux d'humidité

