UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

D'ANTSIRABE VAKINANKARATRA

GENIE des PROCEDES CHIMIQUES et INDUSTRIELS

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE LICENCE

ETUDE DE PROCEDE DE FABRICATION DES PATES ALIMENTAIRES

Présenté par : RAMANITRARIVONY Sitraka Tantely

Soutenu le : 03 Avril 2017

Promotion 2016

UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

D'ANTSIRABE VAKINANKARATRA

GENIE des PROCEDES CHIMIQUES et INDUSTRIELS

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE LICENCE

ETUDE DE PROCEDE DE FABRICATION DES PATES ALIMENTAIRES

Présenté par : RAMANITRARIVONY Sitraka Tantely

Devant le jury composé de :

Président : RAKOTOSAONA Rijalalaina, Professeur

Directeur de Mémoire : RAKOTOMAMONJY Pierre, Maître de Conférence

Examinateurs : 1. RAKOTONDRAMANANA Samuel, Maître de Conférence

2. RAJOELINIRINA Vézulah, Assistant

3. RABIBISOA Daniel, Maître de Conférence

4. RANDRIAMANGA ANDONIRINA Catherine Jane Rica

Soutenu le : 03 Avril 2017

Promotion 2016

REMERCIEMENT

Nous remercions Dieu tout puissant et toutes les personnes ayant contribuées de près ou de loin à la réalisation de cet ouvrage, notamment à:

- Monsieur le Directeur de l'IES-AV, RAJAONARISON Eddie Franck, Maître de Conférences d'avoir si bien voulu nous accueillir dans son établissement afin que nous puissions poursuivre nos études universitaires, tous les Enseignants, Chercheurs chevronnés et les personnels administratifs et techniques de l'IES-AV ;
- Monsieur le Chef de mention de GPCI, Professeur RANDRIANA Nambinina Richard, d'avoir si bien voulu accepter nos candidatures, en plus de sa gratitude envers nous lors des TP à l'ESPA de Vontovorona;
- Monsieur RAKOTOMAMONJY Pierre, Maître de conférence d'avoir si bien voulu apporter sa contribution si précieuse du début jusqu'à l'aboutissement de ce mémoire, avec ses instructions et ses conseils ;
- Monsieur RAKOTOSAONA Rijalalaina, Professeur, d'avoir si bien voulu présider ce mémoire de soutenance, de nous avoir encouragé à toujours travailler plus dur ;
- Monsieur RAKOTONDRAMANANA Samuel, Maître de Conférences, d'avoir si bien voulu examiner ce mémoire de soutenance, de sa franchise et de nous avoir aidé à mieux rédiger notre mémoire ;
- Monsieur RAJOELINIRINA Vézulah, d'avoir si bien voulu assister ce mémoire de soutenance, de nous avoir partagé ses connaissances ;
- Monsieur RABIBISOA Daniel, d'avoir si bien voulu honorer ce mémoire de soutenance, de nous avoir incité à faire notre travail de manière scientifique ;
- Madame RANDRIAMANGA ANDONIRINA Catherine Jane Rica, de nous avoir encouragé à choisir ce thème de mémoire et d'avoir si bien voulu contribuer à notre mémoire de soutenance afin que nous puissions améliorer la version finale de ce mémoire ;
- Madame RAHANTAVOLOLONA Tiana ainsi que toute sa famille d'avoir si bien voulu nous accueillir chez elle, de nous avoir aidé à fabriquer des pâtes
- Toute notre famille et tous nos amis, pour leur encouragement.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

PARTIE 1 : ETUDE THEORIQUE SUR LA FABRICATION DES PATES ALIMENTAIRES 2

CHAPITRE 1 : FABRICATION DES PATES ALIMENTAIRES 3

I. Généralité 3

II. Matières premières 12

CHAPITRE 2 : PROCEDE DE FABRICATION DES PATES ALIMENTAIRES 21

I. Généralité 21

II. Production des pâtes alimentaires 27

PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE 39

CHAPITRE 3 : FABRICATION DE PATE ALIMENTAIRE A ECHELLE MAISON 40

I. Les 4 étapes à suivre pour fabriquer les pâtes jaunes 41

II. Fabrication de cacapigeon et croquette 46

CONCLUSION 49

GLOSSAIRE

- Pâton : mélange farine-eau, prêt à être laminé
- Laminoir : machine à fabriquer des pâtes fraîches

ACRONYMES (liste des abréviations)

- Cas : cuillère à soupe
- ESPA : Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo
- GC : Génies Chimiques
- GPCI : Génies des Procédés Chimiques et Industriels
- HT : Haute Température
- HV : Harinera Vilafranquina
- IES-AV : Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra
- Pc : petite cuillère
- SA : Société Agroalimentaire
- STE : Sciences et Techniques de l'Environnement
- STGP : Sciences et Techniques de Génies des Procédés
- T : type
- TD : Travaux Dirigés
- TP : Travaux Pratiques
- TPE : Travaux Personnels de l'Etudiant

NOTATIONS ET UNITES

- Cm : le centimètre, unité de mesure de la longueur
- Kg : le kilogramme, unité de mesure de la masse
- L : le litre, unité de mesure du volume
- °C : le degré Celsius, unité de mesure de la température
- t/j : le tonne/jour, permet de savoir la capacité de production en tonne par jour

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures :

Figure 1 : Pâtes fantaisies 11
Figure 2 : Différentes formes de macaronis 11
Figure 3 : Pâtes longues 11
Figure 4 : Coupes longitudinale d'un grain de blé 13
Figure 5 : Taux de composants de la farine T55 17
Figure 6 : Profil machine à extrudeuse 21
Figure 7 : matrices en bronze pour pâtes courte et longue 29
Figure 8 : Semoule de couscous 31
Figure 9 : Clextral, industrie de fabrication de pâtes coutes à THT 32
Figure 10 : Clextral-Evolum plus marquées 33
Figure 11 : Oromas industrie 33
Figure 12 : Groupe HV 34
Figure 13 : Matrices en Bronze 35
Figure 14 : Commerce mondial de produits alimentaires en 1994 36
Figure 15 : Mélange farine/eau 41
Figure 16 : Formation du pâton 41
Figure 17 : Pétrissage 42
Figure 18 : Recouvrement de la cuvette par un sac de farine 42
Figure 19 : Amincissement manuel 44
Figure 20 : Amincissement avec machine 44
Figure 21 : Mise en forme finale des pâtes fraiches 44
Figure 22 : Tamis à pied 45
Figure 23 : Emplacement des pâtes sous forme de cercle avec un creux au centre, cocotte 45 45
Figure 24 : Ingrédients 46
Figure 25 : Mise en forme 48
Figure 26 : Différentes mises en forme 48
Figure 27 : Après friture 48

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Nomenclature des différentes pâtes selon ses origines 8
Tableau 2 : Point à maîtriser en malaxage 22
Tableau 3 : Point à maîtriser lors de l'extrusion 24
Tableau 4 : Conditionnement 26
Tableau 5 : Capacité de production d'Oromas 34
Tableau 6 : Nouilles 37
Tableau 7 : Spaghettis 38

INTRODUCTION

Dans le monde d'aujourd'hui, la connaissance en informatique est indispensable, dans le domaine de l'enseignement tout aussi bien que dans le domaine du travail. De même maitrisé la chimie, le mathématique et la physique sont indispensables pour devenir un véritable génie des procédés. Ce sont les véritables bases pour ceux qui veulent porter le titre d'Ingénieur. Dans la Grande Ile, les grandes industries nécessitent d'ingénieurs aussi compétents que chercheurs pour apporter leurs savoir et savoir-faire dans les diverses recherches de l'usine. De ce fait les établissements universitaires publics et privés depuis toujours incitent les étudiants à la filière en GPCI. Elle s'étend sur tous les domaines d'activités, mettant en priorité le monde de l'industriel. C'est en cette filière qu'on peut comprendre les différents phénomènes scientifiques les plus rares. Pour ne plus dire que c'est magique mais plutôt que c'est scientifique.

A Madagascar, la malnutrition est sans aucun doute l'une des raisons à ne pas prendre à la légère qui démontre la pauvreté. L'étude sur la fabrication des pâtes alimentaires est un apport pour diminuer ce problème.

Dans cet ouvrage, notre recherche se focalise d'avantage dans les procédés alimentaires. Ce qui nous a amené à choisir le thème : **« Etude de procédé de fabrication des pâtes alimentaires »**. Nous savons bien que pour une meilleure conservation, les aliments doivent suivre divers processus. Les pâtes alimentaires font parties des aliments qui peuvent être conservées en suivant des procédés de fabrications pour pâtes alimentaires. Notre travail se divise en deux grandes parties. La première partie est consacrée à des études théoriques sur les pâtes alimentaires, à l'aide de plusieurs ouvrages écrits et publiés sur le net, qui vont nous permettre en général de voir au préalable les démarches à suivre pour fabriquer des pâtes alimentaires. Puis pour mieux approfondir, dans la deuxième partie, nous avons réalisé des travaux expérimentaux pour fabriquer des pâtes fraiches.

PARTIE 1 : ETUDE THEORIQUE SUR LA FABRICATION DES PATES ALIMENTAIRES

Chapitre 1 : Fabrication de pâtes alimentaires

I. Généralités

Pâte alimentaire [**1**] [**2**] [**3**] [**4**] [**5**] [**6**] [**7**] [**8**]

I.1. L'origine des pâtes alimentaires

I.1.1. Dates marquantes de l'histoire des pâtes

- -2000 avant J.C (Chine, Italie) :
  - Les plus anciennes traces de pâtes alimentaires connues jusqu'à ce jour, sont des nouilles de types *lā miàn*, constituée de farine de deux millets, *setaria italica* et *panicum miliaceum*, retrouvés dans les ruines de *Lajia*, en ***Chine*** et datées de **-2000** avant Jésus Christ. Le terme « pâte » vient du bas-latin *pasta*, de même sens. Les pâtes réputées les meilleures viennent principalement d'***Italie***, et de Chine, ces pâtes, dans les deux cas ont influencé les pays voisins qui ont su créer des variétés de nouilles particulières (France, Corée, Japon, Vietnam).
  - Une légende raconte que, de retour de son voyage en Chine en **1295**, Marco Polo en rapporta à Venise et leur donna une nouvelle notoriété, cependant, des tablettes cunéiformes, traduites en 1994, leur attribuent une paternité culinaire mésopotamienne vieille de plusieurs millénaires. Au tout début en **-2000** : il y avait eu les nouilles de millet faites à la main, à Lajia, Chine.
- Du IV^{e} siècle avant J.C à 800 (Epoque des Trois Royaume, république maritimes de Gênes et de Pise):
  - Puis, au **IV^{e} siècle-II^{e} siècle** avant Jésus christ, la Route de la soie relie l'Europe et la Chine. En l'année **79, le 24 août**, des machines à faire des nouilles sont enterrés, lors de l'explosion du Vésuve à Pompéi. Et durant l'époque des Trois Royaumes (**220-265**), Zhang Yi, a écrit vers **220** à **232**dans son glossaire, intitulé Guangva, la recette des raviolis bouillis

chinois. **V^e^ siècle** : un texte d'Apicius décrit un mets qui ressemble à s'y méprendre aux lasagnes.

- C'est en **800** qu'on trouve des traces de pâtes sèches confectionnées à partir de semoule de blé dur. Elles ont été introduites par les conquérants musulmans de la Silice, et au **XII^e^ siècle** : républiques maritimes de Gênes et de Pise commercialisent des pâtes sèches.

➢ <u>1154 jusqu'au XVI^e^ (Empire Arabe, Italie, France) :</u>

- De plus en **1154** : le géographe arabe Al Idrisi fait référence dans ses écrits aux pâtes de Trabia, un village auprès de Palerme en Sicile. Les caravanes qui traversaient l'Empire Arabe se nourrissaient déjà de pâtes séchées.
- C'est l'une des premières traces écrites relative aux pates. Aussi en **1295** : la légende raconte que Marco Polo rentrant à Venise après son fabuleux voyage en Chine, a introduit les pates en Italie. Cependant, dans son livre *il Milione* celui-ci dit au sujet des lasagnes faites en Chine qu'elles sont « …bonnes, autant que celles que j'ai mangé tant de fois en Italie ».
- Au **XIII^e^ siècle** : la Papauté établit des standards de qualité pour les pâtes ; au **XIV^e^ siècle** : les pates commencent à être farcies en Europe, plus de dix siècles après la Chine. De plus qu'au **XVI^e^ siècle** : les pates sont importées en France à la suite du mariage de Catherine de Médicis avec Henri II de France.

➢ <u>1933 à 1948 (France) :</u>

- Et en **1933** : l'Italie met au point une loi réglementant le commerce et la production des pâtes. Un an après, en **1934** : en France, une loi impose de fabriquer les pâtes alimentaires à partir de semoule de blé dur. En ***France***, le « Milliat frères » est une entreprise fondée en **1929**, l'usine entre en fonctionnement en **1948**, produit des pâtes fabriquées à partir de semoule de blé dur, conditionnées dans des boites de carton. L'usine fonctionne en continu actuellement et fait partie du premier groupe industriel pour la production de pâtes en France.
- La cuisine chinoise utilise un grand nombre de variétés de nouilles (traditionnel 麵, simplifié 面, pinyin *mian*). *Mian* sont les nouilles de blé

alors que 粉 ou *fen* sont celles de riz. Contrairement aux pâtes italiennes, les nouilles chinoises sont préparées avec de la farine et non de la semoule.

- La matière première est intimement liée à l'origine géographique : le riz dans les régions où la riziculture est prédominante, le blé ailleurs. La pâte fraîche peut-être découpée de multiples façons : couteau, ciseaux, baguettes...La nomenclature des nouilles chinoise est difficile à établir en raison de leur grand nombre et des différents dialectes du chinois. Chaque type de nouilles peut être écrit en pinyin et en mandarin, mais à Hong Kong et dans le Guangdong il sera connu par sa prononciation cantonaise, alors qu'en Malaisie, à Singapour et outremer on utilise le hokkien à la place.

I.1.2. Histoire des pâtes fraîches

- Il existe en Chine des restaurants de quartier spécialisés dans les pâtes fraîches, faites à la main sans aucun outil de découpe.
  - ces pâtes sont appelées *lā miàn* ce qui signifie « pâtes étirées ».
  - les restaurants de *lā miàn* sont tenus par des Hui, des Chinois musulmans, originaires de l'Ouest de la Chine.
- Ils ne vendent pas de plats à base de porc, mais ils vendent souvent de l'alcool. La fabrication des pâtes se fait à partir d'un pâton de farine de blé très souple, étiré et replié environ sept fois jusqu'à obtention d'une unique pâte fraîche, longue et fine, qui sera ensuite jetée dans un bouillon aromatisé pour être dégusté ensuite dans un bol accompagné de différents ingrédients comme de la viande séchée, des cacahuètes et des épices.
- D'autres régions, les provinces de Shandong ou de Shanxi, ont pour tradition les nouilles au couteau (Dao Mian). On prépare un pâton de farine de riz en enroulant sur elle-même la pâte abaissée, jusqu'à atteindre la taille d'une bouteille de vin (standard à magnum). Puis le cuisinier fait sauter des copeaux de pâte directement dans l'eau bouillante, à l'aide d'une large plaque de métal aiguisée (couteau à légumes local). Dao Mian désigne le plat de la lame sur un sabre. Une fois cuites, les pâtes sont sautées dans un wok avec la garniture.

I.1.3. Machine à extrusion

- L'extrudeur est un réacteur de chimie alimentaire formant un gel colloïdal ; sous la forte pression de cisaillement, l'eau demeure à l'état liquide, propre à l'expansion
    - à la sortie, la filière assure non seulement, la forme désirée du produit, mais sa résistance aux efforts de la vis provoque cisaillement, compression et chaleur (le produit extrudé supporte, en une fraction de seconde, des variations de températures supérieures à 100° C) ;
    - la décompression à la sortie assure la structure expansée. Il y a de nombreux types d'extrudeurs variant en particulier par le nombre et les caractéristiques des vis, par la vitesse de cisaillement et par la forme du fourreau (appareil français CLEXTRAL bis-vis, avec son chauffage par induction, est parmi les meilleurs).
- L'extrudeur-cuisson est une technique d'avenir :
    - l'utilisation des extrudeurs permet un travail en continu avec des infrastructures industrielles légères. Les débits très faibles à l'origine, permettent actuellement d'atteindre 9t/h sur certains produits ;
    - la gamme des produits « extrudables » est étendue et permet de travailler des matières premières non traditionnelles ; les tolérances des dimensions des particules des matières premières mises en œuvre sont grand (du granule d'amidon au grain entier).
- L'extrudeur est un réacteur qui permet d'obtenir des farines instantanées pour enfants avec des frais moindres que les tambours HATMAKER habituels. On peut extrapoler cette instantanéisation aux soupes, aux boissons. C'est aussi un appareil d'avenir pour l'alimentation du bétail (utilisation d'urée, détoxification de certaines matières premières).
    - on extrude non seulement les céréales, mais aussi les protéagineux et l'extrudeur est le moyen le plus simple de structurer les protéines ;
    - ce réacteur permet encore de modifier les amidons, de décristalliser le sucre de désincruster de la lignine les produits riches en cellulose.

I.1.4. Première industrie en fabrication de nouille à Madagascar

- Créée en 1964, SALONE est une des sociétés pionnières de l'agroalimentaire à Madagascar. La toute première en tout cas à avoir fabriqué des nouilles chinoises instantanées en sachet. Des pâtes oui, mais des SALONES !
- A l'origine de la marque, une famille d'origine cantonaise, les Chen, installée à Madagascar depuis 5 générations. Tout naturellement, c'est vers la production de nouilles instantanées que Salone fait ses premiers pas en 1964.
- Ces pâtes déshydratées, inventées à Taïwan à la fin de Seconde Guerre Mondiale, font vraiment partie en Asie du paysage alimentaire. Economiques et faciles à préparer, elles deviennent rapidement l'un des classiques du repas malgache.
- Tout comme les pâtes jaunes que Salone met également en production et qui sont aujourd'hui inséparables des mi-sao.

I.1.5. Groupe HV

- Plus de 550 collaborateurs à Maurice et à Madagascar. Plus de 50 marques locales et internationales. 51-nième des tops 100 compagnies à Mauritius 2012. Dans les années 70, Mr. HEMATLAL VELJEE démarre les activités commerciales dans le textile et la mercerie à Antananarivo, capitale de Madagascar qui est aussi sa terre natale.
- Début 90 ses fils HEMATLAL SANJEEV et ROUPESH se joignent à lui. En 2001, après le décès de Mr. HEMATLAL VELJEE la famille décide de s'implanter à Maurice et de fonder HV INTERNATIONAL LTD, une centrale d'achats portant ses initiales, qui avait pour but initial de ravitailler le marché malgache, marché ou le groupe continue ses activités et maitrise confortablement.
- Deux ans plus tard la structure familiale se transforme en un conglomérat axé sur le commerce international, la distribution, la fabrication et l'immobilier HV HOLDINGS LTD… Ainsi des nombreux défis industriels et commerciaux ont été menés à bon port et un patrimoine immobilier bien diversifié à travers Maurice, Madagascar et en Afrique a été bâti.

Caractères	Pinyin	Cantonais	Hokkien	Description	Equivalent occidental
面/麵/麺	*miàn*	*min*	*mee*	(terme général) nouilles épaisses ou plates, éventuellement aux œufs	**spaghetti ou fettuccine**
			Mee kiah	nouilles fines aux œufs	**vermicelles**
面薄			*Mee pok*	nouilles plates aux œufs	**fettuccine**
拉麵	*lā miàn*	*lai mien*		nouilles faites à la main ; Ramen japonaises	
米粉	*mǐfěn*	*mai fun*	*bee hoon*	nouilles de riz fines	**vermicelles de riz**
叻沙			*Laksa*	nouilles de riz Peranakan	**spaghetti de riz**
果条	*gǔotiáo*		*kway teow*	nouilles de riz plates et épaisses	**fettuccine de riz**
河粉	*héfěn*	*ho fun*	*hor fun*	nouilles de riz plates larges	**pappardelles de riz**
冬粉	*dong fen*		*dang hun*	vermicelles de fécule de haricot mungo transparentes lorsqu'elles sont cuites ; cuisson extrêmement rapide ;	**vermicelles de haricot mungo**
麵線	*Mian Xian*		Misua	vermicelles très fins	**vermicelles**
伊面			*Ee Mee*	nouilles épaisses salées (1 mm de diamètre) ; cuisson délicate car extrêmement collantes ;	

Tableau 1 : Nomenclature des différentes pâtes selon ses origines

I.2. Description

I.2.1. Définition

L'atout principal de ces produits est la qualité gustative. Ce sont des préparations alimentaires plus ou moins consistante et souple, à base de farine délayée, additionnée ou non de levain et d'autres ingrédients divers (beure, œufs, aromates) et pétrie, destinée à la cuisson pour faire du pain, des gâteaux ou divers mets salés ou sucrés. Malaxer, pétrir, travailler, laisser reposer, faire lever la pâtes, aplatir, étendre la pâte au rouleau ; pâte à pain, à pizza, à tarte, à beignets, à choux, à crêpes, à gaufres, à nouilles ; pate à frire, pâte brisée, feuilleté, sablée, pate sans levain, crue, cuite, blanche, ferme, fine, homogène, légère, lourde.

- Petits morceaux de pâtes séchées à base de semoule de blé dur, de forme diverses (et aux dénominations variées selon la forme, vendus prêts pour la cuisine).
- En Asie, on fabrique également les pâtes avec de la farine de blé tendre, de riz, de riz glutineux, de haricot mungo (soja vert), de patate douce, etc.
- La dénomination *pâtes alimentaires aux œufs* ne peut être utilisée que pour les pâtes contenant au minimum, par kilogramme de semoule, 140 g d'œufs entiers ou de jaunes. Il existe aussi des pâtes au blé complet.
- Les pâtes alimentaires se présentent sous des formes très variées, ***lames*** (lasagnes), ***rubans*** (nouilles en français, linguine ou tagliatelle en italien, miantiao en chinois), ***fils*** (vermicelles, spaghettis), ***tubes*** (macaronis), ***coussins*** (ravioles en français, ravioli en italien, jiaozi en chinois) etc.
- Les formes sont innombrables. Encore plus que la forme, l'aspect de surface de la pâte joue pour accrocher la sauce : la qualité de la semoule et du blé qui la compose entre ici en jeu. Les pâtes alimentaires sont définies par les trois caractéristiques suivantes, catégorie, et la composition.

I.2.2. Les principales catégories pour classer les pâtes alimentaires

- ***Pâtes longues*** (*pasta lunga*), **3 mm de largeur**, par opposition aux pates courtes : spaghetti, nouilles, spaghettini, linguine, bucatini (trouées), fusilli lunghi, cheveux d'ange (*capellini*)
- ***Rubans*** (*fettuccine*), **1 cm de large voire 2 à 3 mm pas plus ; 2,5 cm de large** : nouilles plates, tagliatelles, pappardelle, tonnarelli, Fettuccine, tagliolini, paglia e fieno (paille et foin)
- ***Tubes*** (*tubi*) : Cavatappi, Penne lisce (lisses), penne rigate (rayées), penne ziti, pennoni, garganelli ; Chifferi, gigantoni, rigatoni ; Macaroni longs ou parfois courts
- ***Tubes en coude*** (*tubi*) : Macaroni courts, coquillettes, pipe (lisce, rigate, etc.)
- ***Pâtes farcies*** (*pasta ripiena*) : agnolotti, capelletti, cannelloni, jiaozi, pansoti, panzerotti, pieerogi, pelmeni, ravioles, ravioli, tortellini ; lasagnes
- ***Formes fantaisies, pâtes farcies et parfumées*** : Gnocchi, malloreddus, escargots, oreilles, radiateurs, crêtes de coq ; coquillages de tailles et de formes diverses ; Roues, hélices, stozzapreti, farfalle (nœud papillon)
- ***Pâtes à potages (****pasta per minestra*) : Accini di pepe, alfabetini, anelli, farfaline, quadrucci, ramen, risoni, *lā miàn*, stelline, tubetti, vermicelles

I.2.3. La composition

- La composition des pâtes alimentaires la réglementation la concernant est très précise, elles ne peuvent contenir que de la semoule de blé dur, de l'eau et du sel. En plus des ingrédients et additifs supplémentaires autorisés qui sont les suivants: lécithine, œufs ou parties d'œufs de poulets, de canards ou d'oies (ou des parties de ces produits), légumes et épices : les épinards et les tomates (respectivement pour des pâtes alimentaires vertes et rouges), l'ail, le basilic, le safran…, colorants, vitamines de minéraux, soja, le sarrasin, le millet (l'ajout de soja, de sarrasin et de millet est possible et se fait essentiellement pour des raisons diététique, ainsi on obtient une différence de goût).Tout le reste (blé tendre, additifs, colorants…) est interdit.

- Ainsi les pates sont riches en glucides complexes et pauvres en matières grasses. Elles permettent donc de faire le plein d'énergies sans excès de calories. Elles sont également riches en protéines végétales, surtout quand elles sont aux œufs, et en vitamines du groupe B, indispensables à l'équilibre digestif, tissulaire et nerveux. De plus, elles contiennent de la sérotonine, substance présente dans le sang qui entraine le bien-être et favorise le sommeil. Les pates sont à la base d'une alimentation saine et équilibrée. Elles se marient particulièrement bien à l'huile d'olive aux vertus nutritionnelles reconnues grâce à sa richesse en antioxydant et acides gras aminés essentiels.

Figure 1 : Pâtes fantaisies

Figure 2 : Différentes formes de macaronis

Figure 3 : Pâtes longues

II. Matières premières et produits finis

Blé, farine, pâtes sèches et fraîche [**9**] [**10**] [**11**] [**12**] [**13**] [**14**] [**15**]

II.1. Blé et farine :

Avant de nous porter sur le vrai thème de ce mémoire, l'étude sur les pâtes alimentaires, voyons d'abord ce qui concerne l'ingrédient principal de cette étude qui n'est autre que la farine. Ainsi donc nous avons consacré le sous-paragraphe suivant sur l'étude du blé et de la farine.

- Pour faire du pain, des pâtes, des pâtisseries et des articles de confiserie, il faut disposer en qualités et en quantités voulues des types de farines appropriés à chacun de ces usages. Pour certains produits, les chapattis par exemple, on a besoin d'une farine à fort taux de blutage ayant conservé la plupart du son ; pour fabriquer des pâtes, en revanche, le produit idéal est une farine à faible taux de blutage, riches en protéines.
- En boulangerie, les blés durs, propices à la formation de gluten, sont préférables. Pour la fabrication de biscuits, enfin, on optera pour des farines de blé tendre, pauvre en protéines. La taille des particules a également son importance : si la pâtisserie exige les farines les plus fines, les couscous, par contre, requiert une moulure grossière et des particules du type semoule.

II.1.1. Blé

II.1.1.1. Définition :

- Le blé est un terme générique qui désigne plusieurs céréales appartenant au genre Triticum.
- L'utilisation du blé dur, qui est d'abord transformé en semoule, permet aux pâtes alimentaires de mieux résister à la cuisson, de demeurer plus fermes et plus collantes.
- Cependant, le blé dur retrouvé dans la liste des ingrédients ne veut pas dire que les pâtes sont élaborées à partir de grain entier, ce qui définit un grain entier d'un grain raffiné découle des procédés de transformations agroalimentaires, par exemple, lors de la fabrication de farine.
- Le grain entier, possède encore le son et l'endosperme, tandis que le grain entier intégral contient toutes les composantes du grain, incluant le germe. A l'inverse, le grain raffiné a perdu (par extraction) le son et la germe, ce qui équivaut à une perte de précieux éléments nutritifs (fibres, vitamines, minéraux, acides gras essentiels).
- Dans le cas des pâtes alimentaires, la semoule utilisée est habituellement produite à partir de grain raffinés.

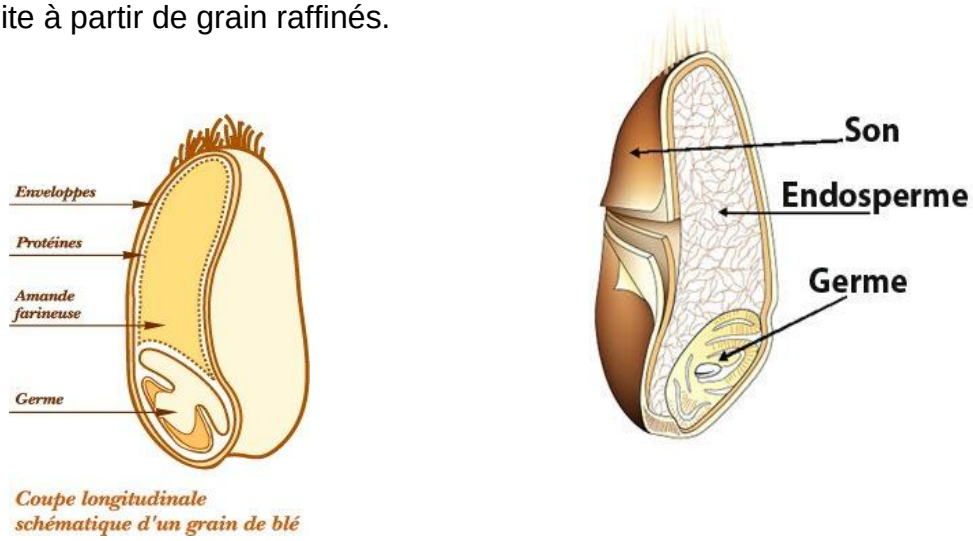

Figure 4 : Coupes longitudinale d'un grain de blé

II.1.1.2. Etude biométrique du grain de blé :

La forme des grains se définit en mesurant :

- la longueur L,
- la largeur l,
- et l'épaisseur ou dimension dorso-ventrale,
- et en faisant le rapport de ces 3 dimensions 2 à 2 ou mieux, pour une variété donnée,

Le rapport des moyennes de chacune des 3 dimensions. Les mesures étant toujours effectuées sur la même centaine de graine par exemple. Pour avoir une idée de l'uniformité des grains d'une même variété,

- diviser l'amplitude de variation de chacune des 3 dimensions en 3 classes égales ;
- si cette division est inexacte on accorde le bénéfice du quotient par excès à la classe moyenne les 100 grains de la variété considérée se répartissent dans les 3 classes et l'on compte combien de grain sur 100 appartiennent à la même classe par leur 3 dimensions,
- le chiffre obtenu est ce que nous appelons le « coefficient de conformité », par exemple,
- si ce quotient s'exprime en 60 cela veut dire que 60 mêmes grains sur 100 sont à la production les plus courts, les plus étroits et les moins épais, ou bien les plus longs, les plus larges et les plus épais ou bien de longueur moyenne, de longueur moyenne et d'épaisseur moyenne,
- un faible coefficient de conformité, soit dix par exemple traduirait que les grains qui sont les plus longs ne sont pas en même temps les plus larges et les plus épais, et vice versa,
- puisque 10% seulement d'entre eux voient leurs 3 dimensions varier à la fois dans le même sens et se trouvent rangés pour leurs 3 dimensions dans la même classe.

II.1.1.3. Les caractéristiques du blé :

Le blé dur représente la variété la plus utilisée à la fabrication de pâtes alimentaires, pour de différentes raisons :

- riche en protéine dont le gluten, confère aux pâtes des propriétés viscoélastiques.
- sa couleur unique
- son gout
- sa tenue à la cuisson

Le blé dur pousse généralement dans les climats chauds et arides

- il est très résistant ;
- il nécessite de peu d'eau.

C'est pourquoi on le trouve notamment dans le bassin Méditerranéen et dans les climats plus désertiques comme en Amérique du Nord, au Nord du Mexique et en Russie. La semoule de blé dur tirée de variétés dures, tel T.durum, est particulièrement adaptée à la fabrication des pâtes, notamment les macaronis, nouilles et spaghettis.

En Asie, nombre de ces produits sont fabriqués au foyer, ou à une modeste échelle commerciale. Dans la préparation ménagère, on enrichit souvent la pâte de blé en y incorporant des œufs ; puis on la roule et on la coupe en lanières, ou bien on la force à travers des plaques aux perforations de diverses grosseurs, ou bien encore, on la passe à la moulinette électrique ou à main pour obtenir des filaments ou des tubes de taille et de diamètre différents. Ceux-ci sont aussitôt séchés, ou étuvés et frits dans une huile de cuisson épicée, donnant toute une gamme d'en-cas savoureux.

II.1.2. Farine

II.1.2.1. Définition :

- La farine est une poudre obtenue en broyant et en moulant des céréales ou d'autres produits alimentaires solides.
- Les farines de blés sont celles qu'on utilise en pâtisserie. Ce sont des farines raffinage du blé. On les identifie grâce à un petit « T » qui nous donne bien du souci quand on est au rayon de farine.
    - Ce « T » correspond au degré de raffinage de la farine, plus le chiffre qui le suit est petit, plus la farine a été raffinée. Ainsi, une farine T45 ou **T55** est une farine très pure, qui ne contient quasiment pas d'écorce de blé, et donc peu de fibres, mais beaucoup de glucides.
    - C'est une farine très fine et donc facile à travailler. Au contraire, une farine T65 contient d'avantage d'écorce, c'est une farine dite « complète », qui elle contient des fibres, des minéraux, des vitamines (E et B) et peu de glucides.
    - Elles sont donc meilleures pour l'organisme que les farines plus raffinées, mais aussi beaucoup plus difficile à travailler donc en pâtisserie on oublie ou alors mélangée à de la T45 ou de la T55.
- Attention, toutefois, il vaut mieux choisir des farines bios quand on consomme des farines peu raffinées.
- La farine de riz est souvent utiliser en remplacement de la farine de blé lorsque l'on est intolérant au gluten. Elle s'utilise de la même façon, il est donc très facile d'adapter les recettes avec elle.
- Elle est très utilisée dans la cuisine asiatique pour les nouilles ou les rouleaux de printemps par exemple. Les échantillons composites de blé CWRS no 1 des récoltes de 2010 et 2011, des groupements protéiniques de 13,5 % et de 12,5 %, ont été moulus au moulin tandem de laboratoire Bühler afin de produire une farine supérieure (rendement de 60 % sur une base de blé propre), une farine ordinaire (rendement de 74 %).

II.1.2.2. Composition de la farine :

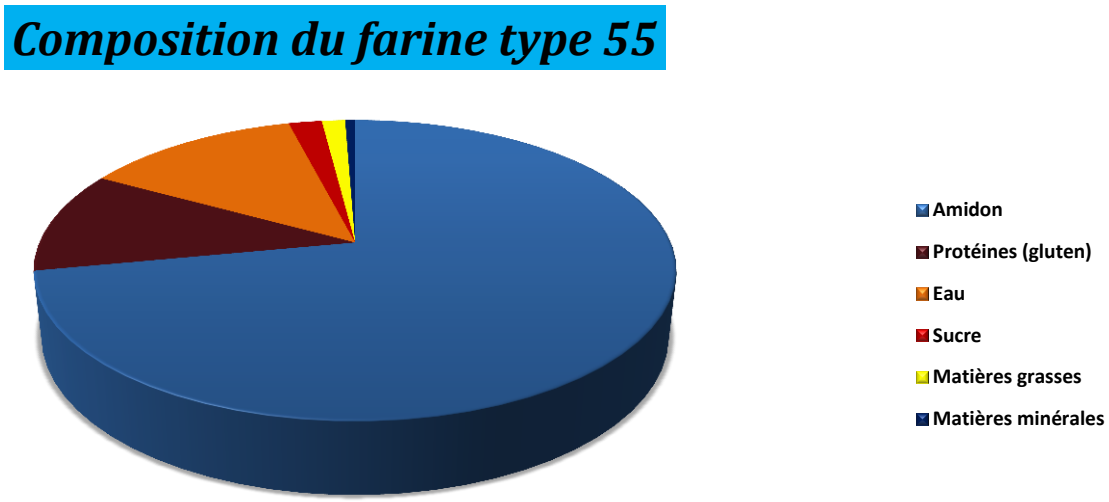

Figure 5 : Taux de composants de la farine T55

II.1.2.2.1. Caractéristique de la farine :

La caractérisation des farines se fait à l'aide de valeurs spécifiques résumées ci-dessous :

- le type déterminé par le taux de cendres
- l'humidité
- le taux de protéines
- le taux d'hydratation
- et le taux d'amidon endommagé

Ainsi alors, c'est l'ensemble de ces caractéristiques qui nous permettrons d'appréhender l'utilisation de la farine, si elle est plutôt destinée à la fabrication de pain, de biscuits ou autre d'autre produit. Certaines sont obtenues par des analyses physiques ou chimiques de la farine, elles sont directement liées à la nature de la farine, d'autres sont intéressantes pour savoir comment la farine va se comporter une fois qu'elle aura formé une pâte, on parle alors de caractéristiques technologiques.

Les constituants de la semoule de blé dur impliqués dans les mécanismes physico-chimiques de la qualité des pâtes sont ;

- les *protéines du gluten* (protéines de réserve : gliadines et gluténines) ;

- *protéines cytoplasmiques* (albumines et globulines) ;
- *granules d'amidon* ;
- *granules endommagées d'amidon* ;
- et les *pigments caroténoïdes.*

II.1.2.2.2. Les caractéristiques physico-chimiques de la farine :

- Le Taux de cendres (taux de matière minérale) : permet de classer les farines selon leur type : de T45 à T150
- L'humidité (ou teneur en eau) : est avant tout une valeur réglementaire permettant de garantir la conservation et d'éviter les altérations de la farine. Elle est fixée à une valeur maximale de 15%.
- Le taux d'amidon endommagé : l'amidon est un élément important de la farine, son endommagement vient du processus d'extraction par cylindres lorsque ces derniers sont trop serrés.
  - une farine présentant un taux d'amidon endommagé trop élevé donnera une pâte ferme au pétrissage
  - et des pains fortement colorés présentant une croûte molle.
- Taux de protéines : les protéines du blé se décomposent en deux catégories :
  - les protéines solubles (15%)
  - et les insolubles (85%) ;
  - ce sont ces dernières qui sont responsables de la formation d'un réseau viscoélastique,
  - le gluten fait partie des protéines insolubles,
  - cette valeur donne la quantité totale de protéines dans la farine et non les protéines spécifiques ;
  - il est indispensable de comparer ce taux à la quantité de gluten sec afin de savoir si la qualité des protéines est intéressante,
  - en panification, avoir peu de protéines totales avec une grande majorité d'insolubles est préférable à beaucoup de protéines dont la plus grande partie est soluble.

II.2. Pâtes sèches et pâtes fraiches :

II.2.1. Pâtes sèches

Les pâtes sèches vendues dans le commerce sont généralement faites à partir de semoule de blé dur, avec un taux d'humidité inférieur à 12 % ; certaines contiennent des œufs mais aussi peuvent contenir des herbes et autres. La diversité des formes des pâtes sèches provient du fait qu'elles sont extrudées : on fait passer par pression le mélange d'eau et de semoule à l'état pâteux à travers une formeuse, les différentes formes sont obtenues à partir de buses particulières. Les pâtes sèches se conservent très bien si on les abrite des insectes. Pourquoi parle-t-on de pâtes alimentaire et en Italie de pâtes sèches (pasta secca) ? De par la loi il s'agît de pâtes qui n'ont pas plus de 12,5% d'humidité.

II.2.2. Pâtes fraiches

La composition des pâtes fraîches est règlementée en France. L'appellation « pâtes fraîches aux œufs frais » suppose la réunion de trois conditions :

- un taux d'humidité supérieur à 12 %,
- une semoule de blé dur de qualité supérieure classée,
- et un minimum de 140 grammes d'œufs par kilogramme de semoule.

Les pâtes fraîches ont une durée de conservation réduite et, notamment en climat tropical, doivent être distribuées rapidement dans un périmètre réduit. La pâte fraîche se conserve mal, sauf si elle subit un traitement de conservation moderne. Certaines pâtes sont fraîches, aux œufs, ou aux autres goûts variés. Certaines entreprises sont plus spécialisées dans certains créneaux. Les pâtes alimentaires sont des aliments fabriqués à partir d'un mélange pétri de farine, de semoule de blé dur, d'épeautre, de blé noir, de riz ou d'autres types de céréales, d'eau et parfois d'œuf et de sel. « Les pâtes » peuvent également désigner les plats dont les pâtes sont l'ingrédient principal, servies avec de la sauce ou des assaisonnements.

II.2.3. Différence entre pâte sèche, pâte fraîche

- Pour la fabrication industrielle il y cinq opérations unitaires à effectuer, et pour celle de la fabrication artisanale à petite échelle il y en a quatre. Les pâtes sèches sont fabriquées dans les industries à l'aide de machines spéciales tandis que les pâtes fraiches sont fabriquées dans les maisons par des travaux effectués à la main.
- Les pâtes peuvent aussi êtes faites maison à l'aide d'une machine à pâtes (laminoir), mais le séchage n'est pas à la portée d'une production familiale. Le procédé de fabrication des pâtes fraîches est appelé « laminage ». Le mélange pâteux est aplati jusqu'à l'obtention d'une fine feuille d'environ un millimètre d'épaisseur. Ainsi, on parle souvent de double laminage pour les raviolis dits à « quatre coins » pour lesquels deux feuilles de pâtes sont superposées, puis scellées, après l'injection de la farce. À l'inverse, on parle de raviolis « coussins » pour ceux fabriqués à partir d'une seule feuille de pâte. La feuille de pâte peut aussi être passée à travers un laminoir pour y découper des rubans (fettuccini).
- Seuls les industriels parviennent à produire des pâtes sèches. L'opération de déshydratation est une opération énergivore complexe. Pourtant la pâte fraîche est très répandue dans toutes les traditions culinaires. La déshydratation rajoute une opération supplémentaire. La déshydratation est donc une technique postérieure.
- La pâte fraîche peut-être découpée de multiples façons : couteau, ciseaux, baguettes… Pour fabriquer les pâtes fraîches, on utilise en général la farine de blé tendre T45 ou 450 (type 00 en Italie) qui est la farine standard. Il existe des farines plus grossières qui sont plus faciles à travailler. Elles demandent moins d'eau et donnent une pâte veloutée et ferme. La recette la plus classique est composée d'un mélange de 100 g de farine pour 1 œuf. C'est une pâte facile à travailler. Nous pouvons aussi faire un mélange à part égales de farine et de semoule de blé dur. Il existe d'autres variantes : sans huile, avec juste des jaunes (compter 12 jaunes pour 500 g de farine), sans œufs ou même avec uniquement le blanc (*lagmon*). Pour les recettes à base de semoule de blé dur, choisir de la semoule fine *rimacina.*

Chapitre 2 : Procédé de fabrication des pâtes alimentaires

I. Généralités

Fabrication de pâte alimentaire [**16**] [**17**] [**18**] [**19**]

Les pâtes alimentaires sont fabriquées avec de la semoule de blé dur et de l'eau, sous contraintes mécaniques. La fabrication des pâtes suit un processus particulier.

Figure 6 : Profil machine à extrudeuse

Les pâtes industrielles sont fabriquées à partir de la semoule de blé dur (du grain de blé moulu grossièrement dont on a ôté les fines particules de farine) malaxée avec de l'eau et mise en forme. Leurs qualité est variable et dépend de la qualité du produit de base utilisé ainsi que du respect de certains processus de fabrication. Selon les marques, elles seront donc plus ou moins riches en protéines, amidon, etc. ; elles colleront ou non dans votre assiette, seront plus ou moins délicieuses et offriront des couleurs et des aspects différents.

I.1. Le malaxage ou empâtement

L'objectif de cette opération (action mécanique) est de mélanger les différents ingrédients afin d'obtenir une structure homogène adaptée au procédé technologique. La première étape consiste à pulvériser de l'eau sur les différents ingrédients secs. Les granules de céréales s'agglomèrent en boulette friable, le malaxage est assuré par des

pâles montées sur un axe horizontal. L'objectif est d'atteindre des grumeaux de 1 à 3 cm de diamètre. Le malaxage à grande vitesse (60 tr/minute) d'une durée de quelques minutes permet une meilleure hydratation et une régularité de la production. Après le malaxage, les boulettes tombent dans une petite cuve, par l'intermédiaire d'une écluse, où se fait le vide (vide partiel de 80 à 100 bars et maintien d'une température proche de 5 °C), ce qui prévient de l'oxydation des pigments caroténoïdes (perte de coloration jaune) et phénoliques (responsable du développement de nuances brunes). La désaération favorise l'osmose entre les particules plus ou moins hydratées, évite la déformation des pâtes fraîches, ajoute à l'éclat et à la translucidité du produit sec et évite les fissures du produit fini. Dans des installations modernes, un ordinateur veille à une proportion constante entre l'ingrédient et l'eau afin d'obtenir une qualité constante.

Défaut	Causes et solutions
Points noirs	Présence de corps étrangers ; triage des céréales utilisées
Points blancs	Mauvaise hydratation des céréales ; vérifier teneur en eau des boulettes, durée du malaxage
Points bruns	Oxydation des lipides ; vérifier fonctionnement du pompe à vide
Teinte grise	Moulure sale
Bulles d'air	Vérifier pompe à vide

Tableau 2 : Point à maîtriser en malaxage

I.2. Le pétrissage

Afin d'obtenir une pâte homogène (la quantité d'eau est reprise par toutes les particules de farine ou de semoule), il faut pétrir. On pétrit dans un pétrin continu avec des bras lourds. Ce pétrissage prend entre 15 et 20 minutes, il est très important que ce pétrissage se fasse bien. L'eau doit être absorbée par l'intérieur de la semoule. Cette pâte ne peut être comparée avec la pâte à pain, puisqu'elle ne contient que 30 à 32 % d'humidité. A la fin du pétrissage, la pâte est guidée vers la vis d'extrusion.

I.3. L'extrusion

L'extrusion consiste à forcer un produit à s'écouler à travers un orifice de petite dimension (filière). La cuisson-extrusion consiste à faire subir en continue, à des matières un traitement mécanique (cisaillement combiné à une compression – 150 b -

une détente, un mélange) et thermique (chauffage ou refroidissement). Opérations unitaires réalisées dans les différentes zones de transport; zone de compression : broyage, mélange, cisaillement, hydratation, dégazage, cuisson; zone de formage; texturation, à la sortie séchage partiel par effet flash, expansion.

Influence du traitement sur les constituants :

- ***Glucides*** : amidon, gélatinisation à froid (pâte alimentaire), effet hyperglycémiant ;
- ***Autres sucres***: passage de l'état cristallisé à l'état amorphe (problème de collant en confiserie) ;
- ***Lipides*** : peu modifié, inactivation des lipases ;
- ***Protéines*** : améliore la capacité de rétention en eau; dénaturation; inactivation de certaines enzymes; diminue la solubilité des protéines et les propriétés moussantes; diminue la valeur nutritionnelle ;
- ***Vitamines***: pertes peu importantes ; choix d'un emballage approprié pour diminuer les pertes lors du stockage.

Les boulettes sont admises dans un cylindre d'extrusion. La vis d'extrusion(les dessins de la vis d'extrusion sont étudiés afin de réduire le plus possible les effets de cisaillement pouvant se traduire par une dégradation des macromolécules protéiques et glucidique (amidon) fait passer en force à travers une filière, les boulettes qui en fin de course forment une pâte (empattage). selon les presses, la pression est comprise entre 80 et 100 bars, la pâte s'échauffe et peut atteindre une température de plus de 50 °C (l'objectif est de rester sous une température de 45-50 °c afin d'éviter la dégradation des constituants des céréales), c'est pourquoi le cylindre d'extrusion peut être muni d'une double paroi dans laquelle circule de l'eau. selon la machine, on obtient des pâtes extrudées (tréfilage) ou des pâtes laminées (laminage).

- Cas des pâtes extrudées:

La pâte passe à travers une filière soit en bronze (aspect rugueux) soit en téflon (aspect lisse) - réglage de la vitesse du couteau rotatif. Pour des pâtes coupées, on emploie des moules ronds, elles sont déposées dans un panier perforé ou sur des tapis en vue du séchage. Pour les pâtes longues, telles que macaroni, spaghetti et capellini, on

emploie des moules rectangulaires, elles sont tendues à cheval sur des cannes horizontales qui tirent la grappe de brin de pâte fraîche vers le couteau transversal.

- Cas des pâtes laminées :

La pâte en provenance de la vis d'extrusion munie d'une filière à fente est acheminée en feuille d'une épaisseur de 0.6 cm vers deux cylindres, les feuilles sont aplaties (lissage et uniformiser), les feuilles sont ensuite dirigées vers des machines munies de couteau (nouilles) et de découpoir ou poinçonneuse. Après cette chambre à vide, la pâte est poussée dans la vis d'Archimède. A la fin de cette vis est le moule. Les moules déterminent uniquement la forme et l'aspect, et non pas la longueur. Les trous dans les moules sont faits avec du téflon, de telle façon que les pâtes ont une surface bien lisse. Moule pour pâtes coupées (étoiles).La pâte est extrudée par cette vis d'Archimède vers la tête de presse et de telle « La cuisson extrusion, un procédé particulier » passant à travers le moule. Ceci se passe avec une pression entre 80 et 140 bar, c'est à dire 1 bar est égal à la force d'un kg par cm^2. Lors de cette extrusion une réaction mécanique se fasse de telle façon que la farine et les protéines avec l'eau sont pressées sous grande pression à la forme voulue. En-dessous des moules, on obtient donc les pâtes alimentaires. Ce produit est parfaitement apte pour consommation, mais très périssable. Les pâtes fraîches sont donc des pâtes qui n'ont pas été séchées et qui doivent être consommées dans une période d'environ 21 jours.

Défaut	Causes et solutions
Mauvaise coupe	Changer couteau, moule ; vérifier circuit de refroidissement (pâte trop dure) ; diminuer vitesse des couteaux ; contrôler la teneur en eau de la pâte

Tableau 3 : Point à maîtriser lors de l'extrusion

I.4. Le séchage

Les pâtes à la sortie de l'extrudeur ont une consistance molle, la teneur en humidité de la pâte destinée au séchage est de 27 % pour les pâtes courtes et de 0 % pour les pâtes longues. Le séchage est techniquement vu, l'étape la plus difficile dans la production de pâtes alimentaires. Si on séchait sans connaissance, l'extérieur de la

pâte alimentaire serait sec, mais l'intérieur par exemple du spaghetti aurait un taux d'humidité trop élevé.

I.4.1. Pré-séchage :

L'état de la pâte est pseudo élastique (cet état disparaît quand la pâte atteint une humidité de l'ordre de 25 % sur la matière sèche pour des températures classiques de 60 °C), il s'agit lors de cette étape, d'enlever une proportion d'eau élevée (0 % pour les pâtes coupées et estampées, et de 40 % pour les pâtes longues), l'opération doit se faire en faisant circuler de l'air chaud (55 à 75 °C). L'objectif étant de minimiser tout développement microbien (éviter les problèmes de fermentation), de stabiliser les pâtes dans leur format (empêcher l'aplatissement des gros formats, l'agglomération des pâtes courtes et fines par collage, l'allongement des pâtes longues), de renforcer la structure de la pâte en insolubilisant les protéines, d'obtenir des pâtes transparentes (pâtes humide trop longtemps sont mates), de limiter le brunissement non enzymatique. Séchage dans un trabatto (châssis rectangulaire muni de toiles métalliques disposées les unes sur les autres et animées d'un mouvement alternatif, pendant tout ce va et vient, les pâtes reçoivent un air chaud).

I.4.2. Séchage :

Il s'agit de la transformation de la pâte en un produit élastique rigide, ayant une humidité finale de 12.5 % (réglementation). Cas du séchage à haute température (70 - 90°C) ou très haute température (95 à 105°C): la pâte acquière une plus grande plasticité qu'aux températures conventionnelles. La vitesse de l'air est constante (2 m/s). Le séchage à HT ou THT a une incidence sur la valeur nutritionnelle (perte de 20 à 25 % de la disponibilité de la lysine) mais cela facilite les processus d'élimination de l'eau en limitant l'apparition dans la pâte de phénomènes de tension (risquant de causer des gerçures) et permet d'accélérer la vitesse de déshydratation.« La maîtrise du séchage, donne une bonne tenue ultérieure.»

I.5. L'empaquetage des pâtes alimentaires

Après la production des pâtes alimentaires et après un contrôle de qualité, les pâtes sont emballées. Eventuellement on peut encore prévoir une étape intermédiaire, c'est à dire le mélange des pâtes coupées. Les critères de qualité des pâtes alimentaires les plus importants sont : le goût : le processus de séchage détermine aussi le goût ; la couleur doit être ambre-jaune. Les empaquetages les plus communs sont 250g, de 500g et pour certaines formes aussi 1 Kg. Les matériaux d'empaquetage sont soit des boîtes en carton soit du film polypropylène. Les entreprises fabriquant des plats préparés se fournissent de matières premières (viande, légumes, etc.) auprès de grossistes. Elles transforment celles-ci via un ensemble de machines de cuisson aux processus plus ou moins automatisés pour fabriquer les plats préparés qu'elles revendent à la grande distribution.

Défauts	Causes et solutions
Pâtes collées	Ouvrir clapet air sortant ; réduction de l'humidité des pâtes
Gerçures	Augmentation du débit ; fermer clapet air sortant des séchoirs. Modification du diagramme de séchage
Pâtes marbrées	Baisser la température,
Pâtes déformées	Modifier humidité de la rotante

Tableau 4 : Conditionnement

Chapitre 3 : Production des pâtes alimentaires

Procédé de fabrication et production de pâtes alimentaires [**20**] [**21**] [**22**] [**23**]

II.1. Travail effectué en aval

II.1.1. Préparation du blé

Le blé utilisé est d'abord pesé, échantillonné et analysé, puis il subit un nettoyage préliminaire et peut alors être stocké en fonction de sa qualité. Un nettoyage méticuleux est nécessaire pour le blé dur. Les nettoyeurs enlèves les graines d'herbes, et les saletés et autres corps étrangers sont identifiés puis retirés, de plusieurs manières possibles, en fonction de leur taille, par séparateur ; de leur poids, par dénoyateur et table de gravité ; ou de leur forme, à l'aide de cylindre spécifique :

- l'équipement de nettoyage par friction (écorcheur) écorche la surface du grain, en ôtant les couches externes du son ;
- l'étape suivante est le mouillage des grains.

Pendant le mouillage, on ajoute de l'eau qui durcit les couches externes du son, pour pouvoir les séparer plus facilement de l'endosperme. Le mouillage attendrit également, l'endosperme pour mieux le moudre par la suite. La moulure est essentiellement un processus de meulage et de séparation :

- fait sur des roulements de coupure ;
- des roulements de classements par taille et des roulements de réduction ;
- la séparation est faite à l'aide de machines appelées des tamis et épurateurs.

Un moulin à blé dur a un système dans lequel le meulage est relativement progressif. L'endosperme est libéré sous forme granulaire brute plutôt que sous forme de farine.

II.1.2. La semoule

Les systèmes d'évaluation, d'épuration et de classement par railles sont plus étendues dans un moulin à blé dur. Mais le système de réduction est très petit comparé à celui d'un moulin à farine. La semoule, le produit principal du blé dur avec des caractéristiques :

- plus grossière que la farine produite à partir de froment ;
- de bonne couleur ;
- avec peu de taches sombres de son ;
- et une granulation uniforme.

On produit de la farine fine en faible quantité seulement. Celles-ci sont souvent combinées avec la semoule normale pour produire la matière qui aboutira à un éventail de pâtes de tous types.

II.1.3. Matrice

II.1.3.1. Définition :

L'objet qui est à l'origine de cet élément distinctif des pâtes est principalement: la matrice, une matrice est le composant de base de la pression : la pâte, formée dans le réservoir de malaxage est alors conduite par le vis d'extrusion vers la tête du presseur, est poussée vers la matrice. Une matrice se compose d'un appui principal, normalement fait de bronze. Cet appui est foré avec des techniques spéciales et chaque trou est fait pour loger une forme. La forme et le type d'insertion déterminent la forme finale des pâtes. La pâte est poussée vers l'insertion qui fournit la structure de base des pâtes (tubes, cavité, spirale). Derrière la matrice il y a souvent une structure additionnelle qui plie ou coupe les pâtes pour former la forme finale. Le matériel classique utilisé pour l'insertion est en bronze, qui est encore employé pour faire les matrices traditionnelles. Les matrices faites entièrement de bronze ont la capacité de donner à la surface des pâtes un petit aspect déchiqueté et poreux, avec des points culminants lui conférant un aspect blanc : ceci est une conséquence directe de la nature de la matrice puisque la surface du bronze n'est jamais parfaitement lisse. Les pâtes destinées par le bronze sont de toutes façon plus appréciées par les

traditionnelles et les gourmets exigeants puisque ses contours ce produit poreux capturent les sauces.

II.1.3.2. Avantage

Grâce à cette matrice, les diverses formes sont obtenues, conférant à une caractéristique extrêmement importante des pâtes, la richesse et la variété de ses formes. Bien que toutes les pâtes soient produites avec les mêmes matières premières, chaque forme, dans un certain sens, a sa propre personnalité ; en ce qui concerne, par exemple, le type de sauce qui lui est le mieux assortie ; ou la manière de l'employer, avec de la viande ou des légumes, ou dressé et servi avec des sauces de chaque sorte. Ainsi les formes de pâtes (obtenu à l'aide de la matrice) stimulent la créativité culinaire parce qu'elles sont elles-mêmes les résultats d'un processus créateur. Les formes innombrables des pâtes servent de base aux milliers de recettes possibles, chacune différentes et caractéristique.

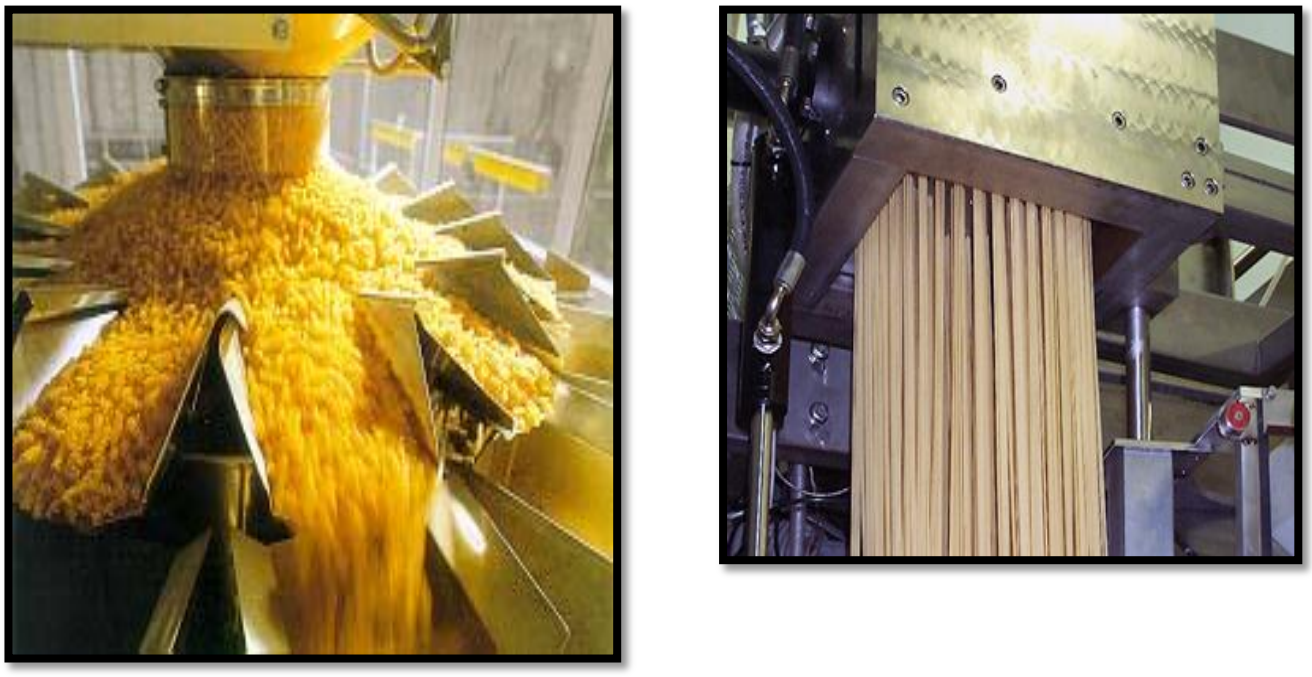

Figure 7 : matrices en bronze pour pâtes courte et longue

II.2. Production industriel mondial des diverses variétés de pâtes

II.2.1. Pâte à l'africaine (couscous)

Le couscous est à base de semoule de blé dur. Il est caractérisé par sa forte teneur en protéines mais en plus difficile à utiliser directement, c'est pourquoi on en fait des semoules (et dans certains cas des farines pour des pains à bases de blé dur, du Sud). En Afrique du Nord, on se sert de particules grossières d'endosperme (semoule) de blé dur pour préparer le couscous, un aliment de base très populaire.

- La préparation du couscous à partir de la semoule est tout un art. On mélange en plusieurs fois de l'eau à la semoule, par petites quantités. Pendant ce temps, on retourne et pétri constamment la pâte sur une écuelle de bois. L'objet de cette opération est de former des petits tas réguliers, auxquels on ajoute un peu d'huile pour en faire des boulettes ; celles-ci sont alors partiellement étuvées dans un récipient perforé pour gélatiniser l'amidon.
- Après mélange avec l'eau, la semoule est introduite dans un rouleur à tambour rotatif qui forme les boules de couscous cru. On remet ensuite la préparation obtenue sur l'écuelle et on recommence. A l'issue de cette étape, le couscous est envoyé sur un tamiseur, qui sépare les différentes tailles du produit. Après une série de calibrations, le couscous est transporté vers un cuiseur à vapeur.
- A la sortie du cuiseur, le produit est alors démonté et séché dans un séchoir rotatif, puis refroidi dans un refroidisseur, l'humidité finale du produit est de 12,5%. Le couscous fin est moyen et enfin transporté vers une trémie en vue d'être stocké, puis emballé afin d'être commercialisé. Ce mets, d'une texture délicate, est léger et de saveur agréable.

Figure 8 : Semoule de couscous

II.2.2. Pâte à l'italienne

II.2.2.1. Matière première :

Les pâtes Italiennes (pas qu'elles d'ailleurs, la majorité des pâtes alimentaires) trouvées dans leur paquet et qui sont les plus consommées sont fabriquées à base de semoule de blé dur et d'eau, rien d'autre. La matière première et le procédé de fabrication ont donc une importance capitale. Pour le Garofalo, la plupart du temps ils achètent des récoltent entières de blé de qualités qu'ils connaissent biens. Chaque semoule est analysée en laboratoire : on vérifie la qualité et la quantité du gluten, des protéines qui vont d'ailleurs donner le goût.

II.2.2.2. Pâtes :

La semoule est ensuite mélangée avec de l'eau pour former une pâte qui à son tour sera travaillée puis passera dans un laminoir de bronze qui va lui donner la forme. Les pâtes formées passent très rapidement dans une chambre chaude et sèche. Juste deux mots sur les laminoirs (matrice). Encore aujourd'hui, Garofalo et d'autres bonnes marques les utilise en bronze, comme il y a plus de 200 ans car c'est les plus résistants tant à la force qu'à la température. Ils ont d'autres avantages: ils ne se déforment pas et surtout sont à l'origine de la superficie poreuse des pâtes Garofalo (et pas qu'elles d'ailleurs).Le travail est un peu plus difficile et plus lent mais le résultat superbe. Très agréable en bouche ces pâtes vont mieux attraper les sauces. Le fait d'insister sur le bronze est aussi une tendance de marketing des différentes marques de pâtes. Certes, c'est un gage de bonnes propriétés mais en réalité ce qui compte vraiment c'est la qualité de la semoule. Il est facile de faire la différence entre des pâtes passées dans le Téflon ou le Téfal et une base en acier et celles dans le bronze.

II.2.2.3. Le séchage :

Les pâtes formées sont ensuite transportées dans une autre chambre moins chaudes et surtout bien humide. Cette dernière étape de séchage, beaucoup plus lente (de plusieurs heures à 2 jours selon les formats des pâtes) est essentielle également. Elle va donner une bonne tenue (les pâtes auront séché uniformément) et vont permettre une bonne conservation. Autrefois, les pâtes étaient séchées dehors, dans de

Gragnamo. Le micro climat ventilé (en hauteur et près de la mer) permettant de bons résultats. Comme le linge, les pâtes étaient étendues dehors le jour et rentrées la nuit.

II.2.3. Pâtes à la française

Figure 9 : Clextral, industrie de fabrication de pâtes coutes à THT

Les matières premières sont alimentées selon un dosage précis afin de maintenir un débit constant et d'obtenir une pâte homogène. Une presse comportant un système de mélange –pétrissage suivis d'une monovis de compression permet de donner la forme voulue à travers une moule puis de couper les pâtes à la bonne longueur. Les pâtes humides sont pré-séchées afin d'éviter le collage et la déformation. Cette opération est réalisée au sein d'un appareil à châssis vibrant, un Trabatto, qui permet de « crouter » la surface du produit. Les pâtes sont ensuite transportées et séchées au sein de sécheur rotatifs spécialement conçus par Clextral. Ces sécheurs rotantes permettent de sécher les pâtes courtes à THT. la réduction du temps de séchage, une meilleure qualité du produit final (notamment pour les pâtes à bases de blé tendre), une réduction des pertes de produits, des délais de transition courts et un procédé très hygiénique. Après séchage, les pâtes sèches sont refroidies au sein d'un refroidisseur vibrant avant d'être stockées ou directement emballées.

Figure 10 : Clextral-Evolum plus marquées

II.2.4. *Pâte à l'espagnole*

Figure 11 : Oromas industrie

Oromas, qui fait partie du groupe HV, bénéficie du pouvoir d'achat d'un des principaux opérateurs européens de blé dur et, à la fois, de celui d'un des principaux consommateurs européens de blé tendre. Des milliers et des milliers de tonnes de blé analysées, sélectionnées, achetées et conditionnées. Parmi elle on retrouve la diversité des origines et tous types de variétés et de caractéristiques. Oromas a également à sa disposition un des principaux groupes alimentaires, le leader de l'élaboration des produits dérivés de la meulerie. Le Groupe HV se distingue par la grande capacité de production de ses installations, et particulièrement par ses moyens techniques, notamment sa dernière innovation, la technologie PEELED WHEAT GRAIN synonyme d'optimisation de la pureté et de la couleur des semoules de blé dur.

Figure 12 : Groupe HV

Cette grande technologie et une équipe humaine hautement qualifiée sont la garantie d'une excellente qualité et du respect des normes les plus sévères en matière de qualité alimentaire. La maîtrise de toute la chaîne blé dur/ semoules/ pâtes alimentaires et de la chaîne blé tendre/ farines/ farines conditionnées permet à Oromas de bénéficier d'une qualité maximale mais aussi des meilleurs prix. La présence de toutes les usines (premières et seconde transformation) dans les zones de production de la céréale, assure une logistique optimale et une très grande compétitivité.

Capacité de production et conditionnement :

Moyens de production	Conditionnement
2 lignes	Pour pâtes longues
13 lignes	Pour pâtes courtes et spécialités
4 lignes	Pour pâtes longues
5 lignes	Avec empaquetage des farines et semoules
4 lignes	Pour pâtes courtes et spécialités

Tableau 5 : Capacité de production d'Oromas

Oromas a en sa possession les meilleures installations et lignes de productions (inaugurées en 2013), avec une capacité de production de 420 t/j pour de pâtes alimentaires et une capacité de conditionnement de 400 t/j pour les farines et les semoules de blé. En plus d'une polyvalence et la capacité technologique nécessaire pour élaborer tous les types de pâtes et de farines que le client nous demande.

Figure 13 : Matrices en Bronze

II.3. Aspect commerciale

II.3.1. Commerce mondial

Le commerce mondial de produits alimentaires est un large commerce qui fait participer les pays du monde entier. Il inclut à la fois les importations et les exportations. Nous pouvons voir sur la figure 14 ci-après que les pays les plus développés à cette époque faisaient plus d'importation que d'exportation, par exemple, l'Europe occidentale et l'Asie. Tandis que chez les pays en voie de développement, c'est l'inverse, plus d'exportation que d'importation, dans le cas de l'Amérique et de l'Afrique. Ceci est surement dû au fait que dans les pays plus développés, riche en industrie agroalimentaire (il est aisé de faire diverses transformations de simple aliments en produits agroalimentaires) et que de ce fait, au lieu d'en exportés, ils en importent. De nos jours, beaucoup de pays se sont tourner vers l'importation et nous savons que ces pays possèdent un nombre considérable d'industries. Depuis des siècles maintenant, ces industries sont automatisées, grâce au progrès, incluant l'automatisme. En effet, le fait d'automatiser ces industries offrent tellement d'avantage. Non seulement la production reste constante, permet aussi de contrôler le bon fonctionnement des appareils dans le but d'une économie bien calculée et durable.

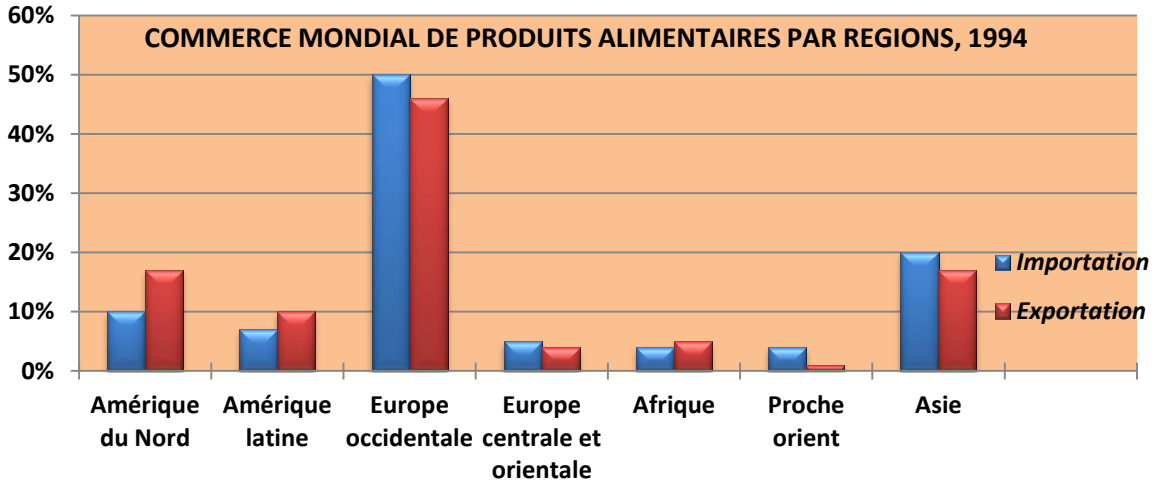

Figure 14 : Commerce mondial de produits alimentaires en 1994

II.3.2. Commerce de pâtes à Madagascar

Les tableaux suivants résument les pâtes qui circulent sur le marché jusqu'en début de l'année 2017.Nous avons effectué cette étude durant quelques mois. Malheureusement, en raison de la manque du temps, nous n'avons que rassemblés les spaghettis et les nouilles. C'est-à-dire que les macaronis ne figureront pas dans les tableaux. Nous avons placé dans ces tableaux les noms des pâtes avec tous les ingrédients et sauces qui les accompagnent en plus de sa date de conservation et de l'énergie qu'elles apportent, ainsi que les noms des fabricants.

Fabricant	Nom	ingrédients	Poids (g)
HV Industries Ltd. Quinze Cantons-Vacoas Mauritius	***PRESTO ILLICO***	• farine de blé, huile de palme raffinée, sel, régulateurs autorisés E501, E466 • sel, sucre, msg, oignon, arôme de poulet, poivre	80
PT PRAKARSA OLAM SEGAR Bekasi-Indonesia PTWINGSSURY	***MIE SEDAAP SUPREME***	• farine de blé, épaississant (E442), régulateur d'acidité, (E500, E501), riboflavio (E101) et minéraux (fer)	91

Surabaya-Indonesia		• sucre, sel, vitamine A, exhausteur de goût (monosodium glutamate), poudre avec goût d'ail, poudre d'arôme poulet, poudre de poivre, poudre pantothenate	
SALONE S.A.	***MATSIRO***	• farine, eau, sel, huile végétale • glutamate de sodium, sel, sucre, épices, extrait de poulet	85

Tableau 6 : Nouilles

Made in	Nom	Ingrédients	Norme	Cuisson (mn)	Poids (g)
FRANCE	***FRANCIA***	Semoule de blé dur et farine de qualité supérieure	• G-F ISE-ISO-EN 22000 • K-Q ISE-ISO-EN 9000	Ferme : 8 Al dente : 9-10 Fondante : 11	500
EGYPT, Egyptian Swiss company for pasta SAE, imported by Grain Export Sarl	***GEFCO***	Farine de blé 72% et de l'eau	• ISO 9001, 2008 • ISO 22000 2005	8	250
EGYPT Distribués par e-xport	***LUCCHINI***	Farine de blé, eau	• Method of analysis for dietary fiber	Environ 8	250

plus LTD			• AOAC985,29		

Tableau 7 : Spaghettis

PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Fabrication de pâte alimentaire à échelle maison

- Nous désignons comme pâtes alimentaires tous les aliments fabriqués à partir de semoule de blé ou de farine. Ce qui implique donc tout ce qui est pâtisserie, boulangerie…
- Pour la fabrication de pâtes fraîches, elle se fait à petite échelle, des faits maisons. Et chacun des fabricants a ses propres secrets de fabrication en partant d'un même ingrédient de base. Ainsi, une fois sur le marché, chacune de ces pâtes fraîches sera spéciales.
- Elles peuvent être de couleurs différentes (blanche, jaune), mais aussi de goûts différents, parfois salées ou bien non, selon les attentes des clientèles ou par pur création du fabricant.
- Les pâtes fraiches sont en générale fabriquer en suivant quatre opérations unitaires. Les opérations unitaires s'effectuent à la main, sauf au laminage qui nécessite une machine spéciale appelée laminoir. Ayant pour atout une technique bien maitrisée, seules, la farine de blé et l'eau sont comme ingrédients nécessaires pour fabriquer des pâtes fraîches.
- La technique trouvée dans ce livre a été transmise de génération en génération dans la famille de madame RAHANTAVOLOLONA Tiana. C'est une famille assez modeste et qui gagne leur vie par l'art de fabriquer des pâtes fraîches artisanales. La famille de Madame Tiana produit chaque jour en moyenne plus de 45 kilos de pâtes. Elle travaille 6jours sur 7 durant la semaine. Et dans sa famille, tous s'y connaissent en la matière.
- Nous avons effectué 2 études expérimentales sur des produits dérivés de la farine de blé, le premier concerne les pâtes jaunes et le second concerne les cacapigeons et croquettes.
- Nous allons voir ainsi les différentes étapes pour ceux-là en plus de quelques images qui expliqueront d'avantage les étapes à suivre

I. Les 4 étapes à suivre pour fabriquer les pâtes jaunes

I.1. Mélange :

Proportion du mélange farine-eau, respectivement 3/4, 1/4. Nous avons besoins d'une grande cuvette et d'une balance. Nous pesons d'abord 10 kg de farine « CAPITAL » et on les met dans une grande cuvette servant de mélangeur. La farine « CAPITAL » est une farine de blé importée. Elle est de bonne qualité et convient pour obtenir un bon produit. En effet, il faut bien noter que pour avoir un bon produit avec une bonne qualité supérieure, l'ingrédient aussi doit-être de bonne qualité, cette farine est caractérisée par sa faible absorption d'eau. En général, pour *3 kg de farine de blé* il faut *1 L d'eau* si la farine absorbe bien l'eau. Ainsi, pour les 10 kilos de farine de blé nous avons besoins de 3 litres d'eau, que nous versons dans la même cuvette. Ce sont les seuls ingrédients nécessaires. Comme le travail s'effectue à la main, le principe est tel que nous frottons le mélange farine-eau si fort de la même façon que lorsque nous frottons nos linges au moment où nous faisons nos linges. Ceci peut durer environ 30 mn. C'est durant ce temps que le pâton se forme petit à petit. L'objectif est d'obtenir un mélange pâteux homogène, c'est-à-dire lorsqu' il n'y a plus de poudre de farine observée dans la cuvette. L'aspect du pâton ainsi obtenu doit-être compact et assez dur.

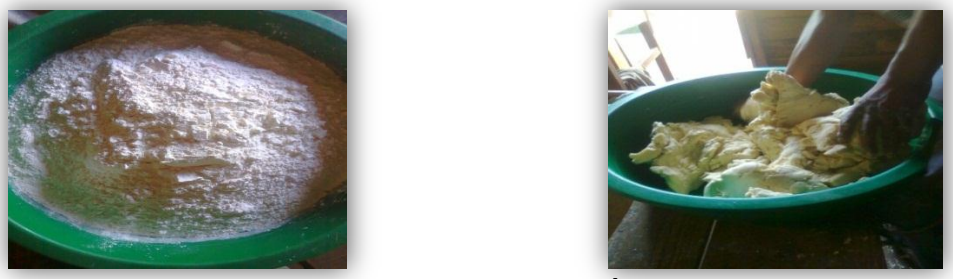

Figure 15 : Mélange farine/eau

Figure 16 : Formation du pâton

I.2. Pétrissage :

Après un bref repos de 15 mn environ (donnant au pâton une meilleure homogénéité). Nous pressons les pâtons pour les rendre plus compactes. En effet, cette opération unitaire permet de bien compacté le pâton et le rendra plus facile à travailler par la suite. De plus que ceci éliminera l'air encore contenu dans le mélange. Pour cela nous nécessitons d'une technique et beaucoup d'énergie. Donc n'oubliez pas de bien vous rassasier avant de faire ce travail. Puisque c'est par la force du bras que nous allons presser le pâton, avec une technique adaptée. C'est sûr que ce n'est pas aussi facile à réaliser. Toutefois avec de la persévérance et beaucoup de volonté cela devient plus aisé. Quand la totalité du mélange est bien pétrie, à l'aide d'un couteau, nous traçons le tout en plusieurs morceaux. En effet, ceci permettra de mieux manipuler ces morceaux tracés après. Une fois que tout le mélange est bien pressé, nous pouvons passer à l'étape suivante. Les deux dernières étapes se font en même temps. Lorsque la forme finale de pâte fraiche est obtenue, elle va directement dans les cocottes pour leur cuisson. Et durant une quinzaine de minutes, le temps d'allumer le feu, de porter à ébullition les 2 grandes cocottes 45, le mélange dans la cuvette est recouvert par un sac de farine. Ceci pour éviter que l'air n'y pénètre (l'air peut nuire au bon vouloir du mélange).

Figure 17 : Pétrissage

Figure 18 : Recouvrement de la cuvette par un sac de farine

I.3. Laminage :

Avant de passer sur le laminoir, le pâton est d'abord aminci une fois, puis une deuxième fois. C'est après ça seulement que nous pouvons le laminé. Tout ceci pour dire qu'au laminage il y a trois étapes à suivre :

- le premier amincissement
- le deuxième amincissement
- et le laminage.

Premièrement, les pâtons sont émincés, à l'aide d'une bouteille spécial en verre (ici nous avons utilisé une bouteille de vin de bière ancienne avec un creux à sa base, permettant de la maintenir, une sorte d'appui lors de l'amincissement ; mais nous pouvons tout simplement employer un rouleau à pâte). C'est le premier amincissement. Puis un premier passage sur la machine consiste au deuxième amincissementdes pâtons. Nous avons saupoudré de farine les pâtons à émincés pour éviter qu'ils ne collent sur la table ou sur la machine. Ceci donnera l'épaisseur finale des pâtes fraiches. Nous obtenons ainsi des feuilles de pâtons. En effet, tout comme les pâtes alimentaires industrielles, les pâtes fraiches artisanales ont aussi des normes en taille.

- sur la machine à laminoir, il y a une indication en épaisseur de 1 à 7
- la taille des pâtes fraiches en moyenne se situe entre 4-5.
- pour les vermicelles c'est 7, la plus fine.

Après ça, un deuxième passage sur le laminoir va donner la forme finale des pâtes fraiches. Elles ont une même épaisseur (ici c'est 4, définit par le laminoir) ;la longueur dépend de notre choix, les plus longues peuvent atteindre jusqu'à plus de 1 m de long. Le travail sur la machine à laminoir dure en tout 1h-15mn.

Figure 19 : Amincissement manuel

Figure 20 : Amincissement avec machine

Figure 21 : Mise en forme finale des pâtes fraiches

I.4. Cuisson à vapeur :

Deux cocottes 45, un tamis spécial (avec support ou pied) et une source d'énergie (feu de charbon) sont les outils nécessaires pour effectuer une bonne cuisson.

- Le tamis est fabriqué à l'aide de fer 6 pour les pieds, et de fer plus fin pour le corps. Il est haut de 4 cm, cette hauteur va permettre d'introduire 2 L d'eau.
- La grande cocotte 45 permet de cuire 5 kg de pâtes au maximum.

Nous allumons deux feux de charbons. Nous plaçons la cocotte sur le feu de charbon allumé. Puis on met dans les cocottes les tamis. Ensuite on verse les 2 L d'eau. Nous attendons que l'eau soit bouillie. Quand l'eau est en ébullition, les pâtes sont versées. Elles sont entreposées peu à peu. Un premier entreposage se fait après ébullition. D'une manière à ce que les pates forment un cercle autour de la cocotte mais qu'au

centre il y a un creux. En effet, ce creux est indispensable pour le passage des vapeurs d'eaux. Les vapeurs d'eau vont ainsi traversées les pates dans toutes les parois vides. Un deuxième entreposage s'effectue quelques minutes après le premier. Tout en respectant le creux du centre de la cocotte. Et cette opération se poursuit jusqu'à ce que la limite soit atteinte (5 kg max.)

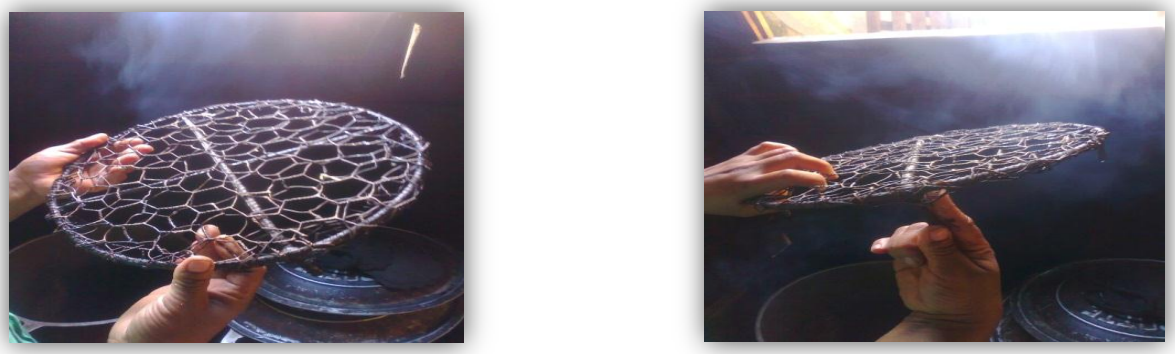

Figure 22 : Tamis à pied

Figure 23 : Emplacement des pâtes sous forme de cercle avec un creux au centre, cocotte 45

I.5. Pates fraichement produites :

Après cuisson, les pâtes sont refroidies, comme on le voit sur la figure 18 les vapeurs se dégagent en l'air. Les pâtes fraîches ainsi faites peuvent se consommer de suite

- Elles ne sont conservables que quelques jours seulement
- Elles peuvent être accompagnées de l'assaisonnement de notre choix
- Elles peuvent également se faire en soupe ou en mi-sao
- Elles sont meilleures en soupe

II. Fabrication de cacapigeon et croquette

Pour la deuxième étude expérimentale suivante, nous avons choisi si on peut dire l'une des plus faciles à réaliser de toutes les fabrications des pâtes alimentaires, la fabrication des cacapigeons au lait et des croquettes.

Figure 24 : Ingrédients

II.1. Description :

Les cacapigeons et croquettes sont des mets salés. En général, ils sont faits maisons. Petits et grands en raffolent parce qu'en plus d'être bons au goût, ils sont croustillants. D'habitude nous les mangeons comme goûter surtout pour nos petits qui vont à l'école. Il en est de même pour les plus grands allant au collège et lycée.

Pour fabriquer des cacapigeons et des croquettes, nous partons de la farine. En suivant quelques opérations unitaires. Et pour leur emballage, nous utilisons le « refy »,gaine en plastique transparente spécialement conçu pour emballer différentes sortes de nourriture. Le « refy » se présente en plusieurs largeurs, correspondant au besoin des utilisateurs. Nous avons choisi celui large de 11,5 cm, plus adapté pour les prix de vente de 500 ariary. Nous allons d'abord voir les difficultés en fabricant des cacapigeons au lait. Puis, en apportant un peu plus de savoir-faire, nous allons réaliser des croquettes.

II.2. Comment fabriquer cacapigeons et croquettes ? :

✓ Ingrédients :

- 2 kg de farine de blé, 1 L de lait, 3 œufs, 2 cas épices, sel, 3 paquets de levure chimique, 2 L d'huile ;
- 2 kg de farine de blé, 1 L d'eau (chaude), 3 œufs, fromage, 40 cas huile, 1/8 kg sucre, 3 paquets de levure boulangère ,2 L d'huile

✓ Mélange : la première opération unitaire. Elle dure environ 15 min.

- Cacapigeons : dans un bol, nous versons le mélange œufs, lait, épices, sel. Dans un autre bol (plus grand), nous mélangeons les 2 kg de farine avec les 3 paquets de levure chimique. après nous y versons l'eau. Puis on mélange le contenu des 2 bols. Après cela, nous obtenons un mélange homogène souple. Nous laissons reposer ce mélange pendant 1 h.
- Croquettes : nous prenons 3 bols. Dans l'un, nous mélangeons œufs, fromage, dans l'autre, eau (chaude), sucre, sel, et enfin dans le dernier, nous mélangeons la farine avec les levures boulangères. Nous versons ensuite le contenu des deux premiers dans le dernier en ajoutant de l'huile. Nous mélangeons le tout. Tout comme pour les cacapigeons nous devons laisser la mélange se reposer.

✓ Pétrissage :

Consiste pour les deux à faire plusieurs lamelles de pâton, nous faisons passer au moins 6 fois ce pâton au laminoir. En effet, cela favorise la forme finale de nos produits.

✓ Laminage (mise en forme) :

- Cacapigeons : peuvent avoir différentes formes possibles selon notre goût ;
- Croquettes : en général, en forme de baguette.

Figure 25 : Mise en forme

Figure 26 : Différentes mises en forme

- ✓ Friture :

Nous versons les 2 L d'huile dans une poêle, ceci facilitera la friture. La mode de friture est la même. En faisant un bain d'huile aux pâtes déjà mises en forme.

Figure 27 : Après friture

- ✓ Emballage :

Après la friture, nous attendons que nos cacapigeons et nos croquettes refroidissent pour les emballer.

CONCLUSION

Afin de bien mener nos recherches à terme, nous avons dû établir un plan. Nous l'avons divisé en deux grandes parties. Dans la première partie, nous avons effectué les études théoriques. Et dans la deuxième partie, nous avons travaillé sur les études expérimentales. Ces deux parties nous ont alors appris tout ce qu'il faut maîtriser pour arriver à fabriquer des pâtes alimentaires. Il nous a fallu d'abord trouver les matières premières adaptées à notre fabrication. Puis, nous avons appliqué les opérations unitaires un par un. Au final, tout ça nous a permis de réaliser des produits finis de pâtes alimentaires de bonnes qualités. Nous savons maintenant que pour obtenir des produits finis de qualité supérieure, nous devons utiliser des matières premières qualifiées, travailler sur des appareils en bronze, tout en maîtrisant chacune des opérations unitaires. Rappelons que les pâtes alimentaires sont des produits dérivés du blé et de la farine. Ce sont des aliments riches en glucide, alors elles nous apportent de l'énergie. Les pâtes alimentaires sont des aliments sains. Elles présentent beaucoup d'avantage, d'un point de vue économique et nutritionnel.

Nous avons vu aussi durant la réalisation de ce travail que les pays développés possèdent plusieurs infrastructures industrielles. Et que les industries en transformations agroalimentaires font parties des pôles positions. Cela inclut la fabrication des pâtes alimentaires. Tout ceci revient à dire que les industries sont des sources en économie durable au sein d'un pays. Actuellement, à Madagascar seule la fabrication des nouilles est à notre portée. Et à Antsirabe, dans la Région de Vakinankaratra, il existe plusieurs industries en transformation agroalimentaires spécialisées dans la production des produits dérivés du lait. Cependant, nous sommes encore si loin vis-à-vis du progrès industriel. Alors ne sommes-nous pas incités à faire des recherches plus approfondies sur **les procédés de fabrication de ces pâtes alimentaires** ?

REFERENCES

[1] Oretta Zanini De Vita, *Encyclopedia of pasta*., 2009.

[2] CITE, *DOSSIER DOCUMENTAIRE/Pâtes alimentaires/les industries agricoles et alimentaires*. Antananarivo: CITE, Ambatonakanga, 1996.

[3] John Dickie, *Delicia ! Une histoire culinaire de l'Italie*.: Buchet/Chastel, 2009.

[4] Jeanine Cornaille. SOCIETE D'HISTOIRE DE NANTERRE, *QUELLE HISTOIRE*.

[5] Jerman Tirje, *rapport de stage*. Paris/Saint Germain, 2010.

[6] http://www.lalibre.be

[7] (2015, Novembre) http://histoiredespates.net

[8] http://www.hv-holdings.com

[9] CITE, *DOSSIERS DOCUMENTAIRES/ Pâtes alimentaires/Blé*. Antananarivo: CITE Ambatonakanga, 1996.

[10] (2012, Juillet)http://www.wikipédia.org

[11] (2015, Novembre)http://www.ilétaitunefoislapatisserie.com

[12] http://blog-écolo.fr

[13] (2015, Octobre) http://fr.wikipédia.org

[14] http://www.wikipédia.org

[15] www.cnrtl.fr

[16] *PATE ALIMENTAIRES*. Antananarivo: CITE, Ambatonakanga, 1996.

[17] ingénieur innovation et développement "Filière blé", expert INAO "commission feuilllage" Anne Marie Filloux, *Produits/Process,pâte alimentaire:les étapes clés à maîtriser*. France: ENILIA ENSMIC Surgères, 2012.

[18] (2014, Mars)http://www.nocomment.mg

[19] Denis CASSAN, *Procédés de structuration des pâtes alimentaires et outils de controle de qualité*. Mont Pellier, France: Ingénerie des Agropolymères et Technologies émergentes, 2015.

[20] http://www.food-info.net

[21] (2017, Mars) http://www.extenso.org

[22] http://www.clextral.com

[23] http://www.oromas.com

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT ..... **I**

SOMMAIRE ..... **II**

GLOSSAIRE ..... **III**

ACRONYMES (LISTE DES ABREVIATIONS) ..... **IV**

NOTATIONS ET UNITES ..... **V**

LISTE DES ILLUSTRATIONS ..... **VI**

INTRODUCTION **1**

PARTIE 1 : ETUDE THEORIQUE SUR LA FABRICATION DES PATES ALIMENTAIRES **2**

CHAPITRE 1 : FABRICATION DE PATES ALIMENTAIRES **3**

I. Généralités **3**

I.1. L'origine des pâtes alimentaires 3

I.1.1. Dates marquantes de l'histoire des pâtes 3

I.1.2. Histoire des pâtes fraîches 5

I.1.3. Machine à extrusion 6

I.1.4. Première industrie en fabrication de nouille à Madagascar 7

I.1.5. Groupe HV 7

I.2. Description 9

I.2.1. Définition 9

I.2.2. Les principales catégories pour classer les pâtes alimentaires 10

I.2.3. La composition 10

II. Matières premières et produits finis **12**

II.1. Blé et farine : 12

II.1.1. Blé 13

II.1.2. Farine 16

II.2. Pâtes sèches et pâtes fraiches : 19

II.2.1. Pâtes sèches 19

II.2.2. Pâtes fraiches 19

II.2.3. Différence entre pâte sèche, pâte fraîche 20

CHAPITRE 2 : PROCEDE DE FABRICATION DES PATES ALIMENTAIRES **21**

I. Généralités **21**
I.1. Le malaxage ou empâtement 21
I.2. Le pétrissage 22
I.3. L'extrusion 22
I.4. Le séchage 24
I.4.1. Pré-séchage : 25
I.4.2. Séchage : 25
I.5. L'empaquetage des pâtes alimentaires 26

II. Production des pâtes alimentaires **27**
II.1. Travail effectué en aval 27
II.1.1. Préparation du blé 27
II.1.2. La semoule 28
II.1.3. Matrice 28
II.2. Production industriel mondial des diverses variétés de pâtes 30
II.2.1. Pâte à l'africaine (couscous) 30
II.2.2. Pâte à l'italienne 31
II.2.3. Pâtes à la française 32
II.2.4. Pâte à l'espagnole 33
II.3. Aspect commerciale 35
II.3.1. Commerce mondial 35
II.3.2. Commerce de pâtes à Madagascar 36

PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE **39**

CHAPITRE 3 : FABRICATION DE PATE ALIMENTAIRE A ECHELLE MAISON **40**

I. Les 4 étapes à suivre pour fabriquer les pâtes jaunes **41**
I.1. Mélange : 41
I.2. Pétrissage : 42
I.3. Laminage : 43
I.4. Cuisson à vapeur : 44
I.5. Pates fraichement produites : 45

II. Fabrication de cacapigeon et croquette **46**
II.1. Description : 46
II.2. Comment fabriquer cacapigeons et croquettes ? : 47

CONCLUSION **49**

REFERENCES **50**

TABLE DES MATIERES ..... **VII**

Auteur : RAMANITRARIVONY Sitraka Tantely
Titre de mémoire : Etude de procédé de fabrication des pâtes alimentaires/Study of manufacturing process of the pasta products
Nombres de pages : 50
Nombre de figures : 27
Nombres de tableaux : 7

RESUME : A Antsirabe, et presque n'importe où à Madagascar, sans parler des pays à l'étranger, les pâtes alimentaires sont tellement si appréciées. Malheureusement, la production de pâtes jaunes (pâte fraîche) seule est possible chez nous. L'obstacle qui nous empêche d'en tirer pleinement profit est du point de vue matériel (appareillage). Et le vrai problème à tout ça est que nous ne pouvons pas produire des pâtes fraîches en grande quantité. Dans ce travail, nous avons étudié la notion de fabrication des pâtes alimentaires. Si nous arrivons à maîtriser le séchage nous pourrons produire toutes sortes de pâtes. Et bien sûr, nous parlons dans ce cas de pâtes sèches, avantageux avec une conservation durable synonyme de financement économique durable. Nous envisageons d'approfondir nos études pour être capable ensuite de mettre au point les appareillages nécessaires. Arriverons-nous à créer des industries dans notre futur ?

MOTS-CLES: pâte alimentaire, pâte sèche, appareillage, conservation, séchage,

SUMMARY: In Antsirabe, and almost anywhere in Madagascar, without speaking about the countries the abroad, the pasta products if are so much appreciated. Unfortunately, the production of yellow pastes (fresh paste) only is possible on our premises. The obstacle which prevents us from benefitting fully from it is from the material point of view (equipment). We are limited at the request of our customers for the simple one and single reason which they preserve badly. In this work, we studied the concept of manufacture of the pasta products. If we manage to control drying we will be able to produce all kinds of pastes. And of course, we speak in this case about dry pastes, advantageous with a durable conservation synonymous with durable economic financing. We plan to look further into our studies to be able then to develop the equipment necessary. Will manage to create industries in our future?

KEYS WORDS: pasta product, dry pasta, equipment, conservation, drying,

Directeur de mémoire : RAKOTOMAMONJY Pierre, Maître de Conférences
Adresse de l'auteur : Lot O908 D 82 Fitomilasy Bevokatra, Antsirabe
Contact : 034 63 914 50/032 66 404 22
sitrakatanarivo@gmail.com