

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Blida « 1 »

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

Mémoire de Fin d'Etudes

**En vue de l'obtention du diplôme de Master en Science de la nature et de la
vie**

Filière : Biologie et Physiologie Cellulaire

Option : Microbiologie et Toxicologie Alimentaire

Thème :

**Influence du stockage sur la qualité
technologique et microbiologique des
pâtes alimentaires (Macaroni)**

Présenté par : Date de soutenance :

M^{elle} HAMADI FATMA ZOHRA

18 / 12 / 2014

Devant le jury :

M^m EDDAIKRA.A

MAA

U..B1Présidente

Mr BOUKHATEM.M.N

MCB

U..B1Examineur 1

Mr KHALI .M

MCB

U..B1Promoteur

Promotion 2012 /2013

Remerciements

En tout premier lieu nous remercions ALLAH qui nous a donné la force et la volonté pour élaborer ce travail.

Pour leur patience et leur aide, je remercie Mr KHALI.M qui consacrera de son précieux temps à m'orienter et m'accompagner pour la réussite de ce travail.

Au présidente de jury M^{me} EDDAIKRA.A qui nous a fait l'honneur de présider ce jury.

Mes remerciements vont également à Mr BOUKHATEM .M.N pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier l'ensemble du personnel de Laboratoire de contrôle physico-chimique et microbiologique de la semoulerie industrielle « COUSCOUS MAMA » en particulier Mr OUMARI et Mme HIND.

Je tiens à remercier également tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

A toutes les personnes qui ont contribué de près ou du loin à l'élaboration de ce travail .

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes que j'aime, en particuliers :

A ma très chère mère qui m'a couvert de son amour et sa tendresse durant toute mon existence.

A mon très chère père ,pour sa générosité et ses sacrifices afin que je réussisse.

A mon cher frère : Omar

A mes sœurs, Meriem ,Sara qui ont veillé sur moi chaque jour et qui n'ont cessé de m'envoyer des ondes positives pour que tout se passe pour le mieux.

A tous les membres de la famille Hamadi, oncles, tantes, cousins et cousines.

A mes amis : Amina, Amina ,Sanaa ,Hiba ,Ahlem ,Latifa.

A tous ceux que j'aime et que je respecte.

Fatma Zohra

Liste des tableaux

Partie Bibliographique :

Tableau I : Composition chimique de grain de blé en pourcentage de matière sèche.....	05
Tableau II : Composition en acides gras des lipides de blé exprimé en (%) du total des acides gras.....	07
Tableau III : Teneur moyenne des grains de blé en vitamines exprimé en µg pour 100g de grains.....	08
Tableau IV : Types de pâtes alimentaires et critères de différenciation.....	13
Tableau V : Principaux critères de qualité des pâtes alimentaires.....	13
Tableau VI : Composition des pâtes alimentaires issues du blé dur.....	14

Partie expérimentale :

Tableau I : Le poids spécifique du blé dur.....	33
Tableau II : Normes de poids de 1000 grains.....	33
Tableau III : Classement des blés en fonction de leur degré de mitadinage.....	34
Tableau IV : Teneur en eau des grains.....	34
Tableau V : Taux de cendres de blé dur.....	35
Tableau VI : Teneur en protéines totales des grains.....	36
Tableau VII : Résultats de méthode rapide des analyses chimiques de blé dur.....	36
Tableau VIII : Contrôle de granulométrie de semoule de blé dur.....	37
Tableau IX : Contrôle de granulométrie de semoule de blé dur.....	37
Tableau X : Teneur en eau de semoule de blé dur.....	38
Tableau XI : Taux de cendre de semoule de blé dur.....	38
Tableau XII : Teneur en protéines de semoule de blé dur.....	39
Tableau XIII : Teneur en acidité grasse de semoule de blé dur.....	39
Tableau XIV : Normes du test de sédimentation en milieu SDS.....	40
Tableau XV : Test de sédimentation en milieu SDS.....	40

Tableau XVI :Teneur en gluten sec de semoule de blé dur.....	41
Tableau XVII :Teneur en gluten humide de semoule de blé dur.....	41
Tableau XVIII : Coefficient d'hydratation.....	41
Tableau VII :Résultats de la méthode rapide des analyses chimiques de semoule.....	42
Tableau VIII :Tableau récapitulatif des analyses effectuées sur les pâtes.....	42
Tableau IX :Teneur en eau des pâtes alimentaires en fonction du temps.....	43
Tableau X :Acidité des pâtes alimentaires en fonction du temps.....	43
Tableau XI :Résultat des analyses microbiologiques de la semoule.....	45
Tableau XII :Résultats des analyses microbiologiques des pâtes alimentaires.....	45

Liste des figures

Figure n°1 : Structure du grain de blé.....	3
Figure n°2 : Détermination du temps de cuisson des pâtes alimentaires.....	27

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

C : Capacité de fixation d'eau

G : Gonflement

GH : Gluten humide

G H₂ SO₄/ 100g : Gramme d'acide sulfurique par 100 gramme de matière sèche

GS : Gluten sec

H : Humidité

ISO : Organisation International de Normalisation

NF : Norme Française

NA : Norme Algérienne

OGA : Oxytétracycline Gélose Agar

PMG : Poids de mille grains

PC : Perte à la cuisson

PS : Poids spécifique

SDS : Dodecyl Sulfate de Sodium

SGM : Semoule grosse moyenne

SSSE : Semoule super sassé extra

SSSF : Semoule super sassé fin

T : Temps de cuisson

VF : Viande foie

Glossaire

Blé moucheté : Autrement dit blé charbonné ou niellé, blé malade qui a une poussière noire dans les poils placés à l'une des extrémités du grain.

Codex alimentarius : est un programme commun de la FAO et de l'OMS consistant en un recueil de normes, codes d'usages, directives et autres recommandations relatifs à la production et à la transformation agro-alimentaire qui ont pour objet la sécurité sanitaire des aliments.

Grains échaudés : Il s'agit de grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau. Un grain échaudé sera rabougri, ridé, déformé.

Grains mitadinés : Un grain mitadiné présente à la coupe une ou plusieurs plages farineuses et à tendance lors de la mouture, à se désagréger en farine, provoquant un rendement semoulier. C'est une impureté spécifique du blé dur.

Jeune plantule : Ou jeune-pousse est une jeune plante sporophyte ne comportant que quelques feuilles. Issue de l'embryon d'une graine .

Le son : C'est l'ensemble des enveloppes qui entourent les grains de blés et qui sont enlevés au cours de la mouture.

Niléma- litre : La référence pour la détermination du Poids Spécifique, Pesée d'un volume de 1 litre utilisant une technologie éprouvée et brevetée .

Plastification : C'est l'aptitude de la semoule à être transformée en pâtes alimentaires par des opérations précises.

Valeur pastière : La valeur pastière peut être définie par :

-Une bonne aptitude des semoules ou farines à être transformées en pâtes (facilité de malaxage, de tréfilage, et de séchage) ;

-Un aspect de pâtes satisfaisant (couleur jaune homogène, brillante, de surface lisse) ;

-Une bonne qualité plastique des produits crus et cuits ;

-Une bonne tolérance à la surcuisson (absence de collant et de délitescence).

RESUME

Notre travail vise à identifier les facteurs qui influent sur la qualité microbiologique de pâtes alimentaires ,ainsi que de déterminer l'impact du stockage pendant une période de temps sur la qualité microbiologique du produit fini.

Pour notre projet, nous avons réalisé une étude physico-chimique basée, entre autres, sur l'évaluation du taux d'humidité ,le dosage du taux de cendre et d'acidité ;et une étude microbiologique de germe spécifiques, basée sur la recherche des moisissures ainsi que les Clostridium Sulfito-Réducteurs.

Les résultats obtenus ont révélé que les échantillons analysés présentent une conformité aux normes requises ainsi qu'aux critères physico-chimiques et microbiologiques.

Mots clés : microbiologique, stockage, pâtes alimentaires, contrôle.

ABSTRACT

Our work aims to identify the factors that affect the quality microbiological pasta, as well as determine the impact of storage for a period of time on the microbiological quality of the final product.

For our project, we made a physic-chemical study based on tests, such as, the estimation of the rate of humidity and the dosage of rate in ash and acidity, and a microbiological study of specific microorganisms ;research-based on yeast and fungus and Sulphite-Reducing Clostridia.

The obtained results revealed that the analysed samples show a conformity to standard, also to physicochemical and microbiological criteria.

Key words :microbiological ,storage , pasta, control.

ملخص

يهدف عملنا إلى تحديد العوامل التي تؤثر على الجودة الميكروبيولوجية للعجائن الغذائية ، وكذا معرفة أثر التخزين لفترة زمنية معينة على الجودة الميكروبيولوجية للمنتج النهائي .

في هذا السياق قمنا بإجراء دراسة فيزيوكيميائية تعتمد على تقييم نسبة الرطوبة ,مقدار نسبة الأملاح المعدنية والحموضة .كما قمنا بدراسة ميكروبيولوجية لبعض الميكروبات الخاصة تتركز على البحث عن الخمائر و الفطريات وكذا المعفونات " كلوستريديوم سلفيت" .

وأظهرت النتائج أن العينات التي تم تحليلها تبين مطابقتها للخصائص المطلوبة الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية .

الكلمات المفتاحية :ميكروبيولوجية ,التخزين,العجائن الغذائية,مراقبة .

Sommaire

Résumé

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

Partie bibliographique

Chapitre I- Le blé dur

I-1-Caractéristiques générales du grain de blé dur	03
I-2-Structure et morphologie	03
I-2-1-Les enveloppes.....	03
I-2-2-L'amande.....	04
I-2-3-Le germe	04
I-3-Composition biochimique du grain.....	05
I-3-1-Les glucides.....	05
I-3-2-Les protéines.....	06
I-3-3-Les lipides.....	06
I-3-4-Les Sels Minéraux.....	07
I-3-5-Les Enzymes.....	07
I-3-6-Les Vitamines.....	07
I-3-7-L'Eau.....	08

Chapitre II- Les pâtes alimentaires

II-1-Définition des semoules.....	09
II-1-1-Fabrication	09
II-1-2-Classification	09
II-1-3-Qualité	10
II-1-4-Les aliments à base de semoules.....	11

II-2-Définition des pâtes alimentaires.....	11
II-3-La technologie pastière	11
II-4-Types des pâtes alimentaires	13
II-5-Critères de qualité des pâtes alimentaires.....	13
II-6-Qualité des pâtes alimentaires.....	13
II-6-1- Qualité nutritionnelle et énergétique.....	14
II-6-2- Qualité hygiénique.....	14
II-6-3- Qualité organoleptique.....	15
II-6-4- Qualité culinaire des pâtes alimentaires.....	15
II-7-Stockage des pâtes alimentaires.....	16

Partie expérimentale

Chapitre III-Matériel et méthodes

III-1-Conditions expérimentales.....	17
III-2-Matériel végétal étudié(origine des échantillons).....	17
III-3-Objectif de l'étude.....	17
III-4-Réalisation du projet.....	17
III-5-Analyse du blé.....	18
III-5-1-Analyses physiques.....	18
III-5-1-Analyses chimiques.....	19
III-6-Analyse de la semoule.....	21
III-6-1-Analyses physiques.....	21
III-6-2-Analyses chimiques.....	22
III-6-3-Analyses technologiques.....	24
III-7-Analyses des pâtes.....	26

III-7-1-Analyses physiques.....	26
III-7-2-Analyses chimiques.....	26
III-7-3-Analyses technologiques.....	26
III-8-Analyses microbiologiques effectuées à partir de la matière première jusqu'aux produits finis.....	29
III-8-1-Principe général.....	29
III-8-2-Recherche et dénombrement des moisissures.....	30
III-8-3-Recherche et dénombrement des Clostridium Sulfito-Réducteur.....	31
Chapitre IV-Résultats et discussions	
IV-1-Les analyses du blé.....	33
IV-1-1-Analyses physiques.....	33
IV-1-2-Analyses chimiques.....	34
IV-2-Les analyses de la semoule.....	37
IV-2-1-Analyses physiques.....	37
IV-2-2-Analyses chimiques.....	37
IV-2-3-Analyses technologiques.....	40
IV-3-Analyses des pâtes.....	42
IV-3-1-Analyses physiques.....	42
IV-3-2-Analyses chimiques.....	43
IV-3-3-Analyses technologiques.....	44
IV-4-Les analyses microbiologiques.....	44
Conclusion générale.	
Références bibliographiques.	
Annexes.	

Introduction

Durant la période Néolithique, les premières cultures de blé furent à l'origine de bouleversements majeurs pour les sociétés humains. En effet , l' homme pouvant désormais produire sa propre nourriture, sa survie devenant moins dépendante de son environnement, ce qui lui permettait de se sédentariser (Monsiniak et *al.*, 2006).

Dans un premier temps, le blé semble avoir été consommé cru puis grillé ou cuit sous forme de bouillies puis au début du moyen âge ,le blé s'impose comme l'aliment essentiel de la civilisation occidentale. Il se présente sous forme d'aliments variés : pain , semoule, pâtes , biscuits,...etc.(Monsiniak et *al.*,2006).

L'histoire ,la tradition, les exigences de qualité montrent que le blé dur constitue la matière première idéale pour la fabrication des pâtes alimentaires. Ceux qui le consomment, sous diverses formes, lui reconnaissent des vertus particulières, entre autre une grande valeur énergétique et protéique (Guezlane,1985).

La fabrication des pâtes alimentaires au niveau familial est une tradition chez les populations d'Afrique du Nord. Le couscous ,agglomération de semoule de blé dur est la forme de pâtes alimentaires la plus fabriquée et la plus appréciée par la population rurale et urbaine du Maghreb (Guezlane,1985).

Le blé dur et les autres produits céréaliers constituent le poste clé dans le modèle de consommation dominant de l'Algérie . Il contribue à lui seul à plus de la moitié de la ration calorique et protéique de la population (Guezlane,1993).

L'évolution de la consommation des pâtes alimentaires en Algérie au cours de ces dernières années a été estimée 53000tonnes, soit 4Kg /an/hab (Anonyme, 2001),et celle-ci est en constante augmentation du fait de la diversification de leurs formes et de leurs couleurs, de leur facilité de préparation, mais aussi et surtout du fait de leur coût très abordable. Cette augmentation montre en effet, l'intérêt de produire des variétés alliant à la fois de bonnes qualités organoleptiques et technologiques.

La qualité culinaire des pâtes alimentaires est déterminée par les caractéristiques de la matière première et les conditions de fabrication. Les variétés locales de blé dur sont utilisées dans l'industrie alimentaire en fonction de leur disponibilité et non de leurs aptitudes nutritionnelles et technologiques. Ceci est bien souvent à l' origine d'importantes pertes en produits de qualité médiocre et d'une diminution des rendements au niveau des opérations de transformation (10à15%).(Guezlane et Selslet-Attou, 1983) .

Le but de ce travail est l'évaluation de la qualité microbiologique et physico- chimique en portant de la matière première qui est le blé dur jusqu'aux produits finis en vue de l'obtention de produits alimentaires commerciales et lucratifs largement consommés par notre société qui doit être conforme aux normes et devra aussi plaire au plus grand public.

Notre étude à porté sur le contrôle de la qualité des pâtes alimentaires :

- Le contrôle de quelques paramètres physico-chimiques de la matière première et des produits finis.
- Le contrôle microbiologique de la matière première et des produits finis ainsi que suivi de l'influence du stockage sur la qualité microbiologique de Macaroni Couscous Mama.

I-LE BLE DUR

I-1-Caractéristiques générales du grain de blé dur :

Le blé dur « *Triticum durum* » est une monocotylédone qui appartient à la famille des *Gramineae*. C'est une céréale annuelle dont le fruit sec indéhiscant, appelé caryopse, est constitué d'une graine unique intimement soudée à son péricarpe (Boullard, 1997).

Sur le plan génétique, le blé dur est une espèce tétraploïde qui possède 14 paires de chromosomes ; il résulte de l'évolution d'un blé dur sauvage : *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*.

I-2-Structure et morphologie du grain de blé :

Le grain du blé est caractérisé par une brosse, le caryopse comprend 03 parties :

- Les enveloppes ou (son) : 13%
- L'albumen : 84%
- Le germe : 3%

Les parties constituantes sont riches en matières minérales et également une teneur élevée en fibres alimentaires et en acide phytique. L'albumen est constitué de granules d'amidons en-chassés dans le réseau protéique en particulier le gluten. L'amidon est le plus important suivi de protéines (Boudreau et Menard, 1992).

I-2-1- Les enveloppes :

Elles sont formées de trois groupes de téguments soudés :

- Le péricarpe ou tégument du fruit : lui-même est composé de trois assises cellulaires : épicarpe, mésocarpe et endocarpe ; il constitue 4% du poids de grain.
 - Le tégument séminal ou testa : constitué de deux couches cellulaires et représentant 1-2 % du poids de grain.
 - L'épiderme ou couche aleurone : qui est intimement adhérent à l'amande ; il constitue 7 à 9% du poids de grain.
- Les enveloppes représentent en moyenne 13 à 15% du poids du grain (Rossel et Hurbert, 2002).

Elles représentent en fait une membrane souple et dure à briser, dont les différentes couches sont bien soudées entre elles. Le péricarpe et le tégument séminal sont constitués en forte proportion de cellulose et d'éléments minéraux.

Partie bibliographique

L'assise protéique est riches en protéines, enlipides, en vitamines et en composés minéraux. Après la mouture cette « carapace » externe du grain de blé est appelée « son »(Rossel et Hurbert,2002) .

I-2-2- L'Amande ou albumen amylicé(endosperme) :

Il représente 82 à 84% du poids total du grain de blé. Il est constitué de cellules à parois cellulosiques minces remplies essentiellement de grain d'amidon entouré par un réseau protéique spécial dénommé le gluten(10à 20%) et de faibles proportion d'éléments minéraux (0,3 à0,6%)et de vitamines(Parabhasankar et *al.*,1999).

I-2-3- Le germe :

Il représente environ 3% du grain de blé, et contient une proportion élevée de lipides, protéines, vitamines, sels minéraux et enzymes .Il est formé de deux parties principales : l'embryon et le scutellum (Jeantet et *al.*,2007)

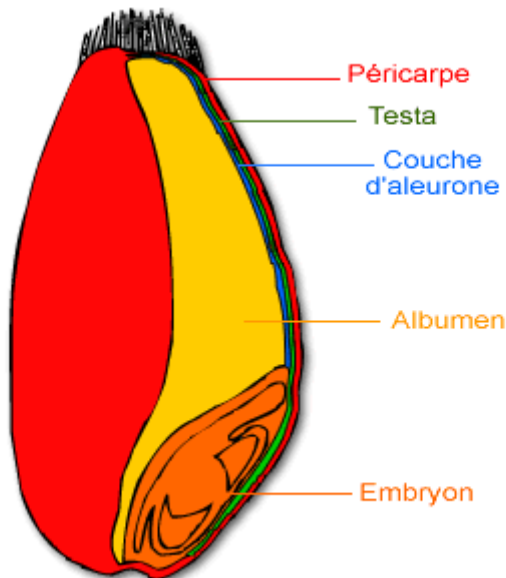


Figure 1 : Structure du grain de blé(Chauvet ,2011)

Partie bibliographique

I-3-Composition biochimique du grain :

La composition biochimique du grain de blé joue un rôle déterminant dans la qualité des produits qui en dérivent. Cette composition est sous la dépendance d'un certain nombre de facteurs tels que : le climat, la variété, la nature du sol et les techniques culturales (Boudreau et Menard,1992).

Le tableau ci-dessous nous donne une idée générale sur la composition des grains de blé.

Tableau I : Composition chimiques de grain de blé en pourcentage de matière sèche.

Espèce	Sucres libres	Amidon	Protéines	Lipides	Pentosane	Cellulose	Minéraux
Blé	2-3	67-71	10-15	2-3	8-10	2-4	1,5-2 ;5

(Feillet,2000)

I-3-1-Les glucides :(Godon et Willm ,1998)

Les glucides ,substances particulièrement énergétiques sont nettement majoritaires avec de 60% de la matière humide ou 80% de la matière sèche (Godon et Willm ,1998).

Ils sont principalement constitués par :

a) Amidon :

C'est le principal composant du grain de blé, sa teneur varie entre 60-70% . Il est rassemblé sous forme de granules sphériques. Chimiquement l'amidon est polymère d'un sucre : le glucose ;les chaines constituant l'amidon sont deux types :

-Les unes sont les chaines linéaires d'amylose représentant 17à 18% de l'amidon.

-Les autres chaines sont beaucoup plus grandes ,ramifiées d'amylopectines qui représentent 70 à 80% de l'amidon.

b)Les sucres simples :

Le grain de blé dur contient 1à 2% de saccharose ,une petite quantité de maltose, dextrose et de dextrans, la structure de ce sucre favorise la libération très rapide des sucres simples tels que le glucose et le maltose.

c) **La cellulose** : Est le principal polyholoside de structure des végétaux, sa constitution semble dépendre de l'origine de la plante, c'est un β -D glucose relié par des liaisons β (1-4).

Partie bibliographique

d) Les pentoses : (Godon *et al.*,1998).

Sont formés d'une chaîne linéaire, ces pentoses solubles contiennent en plus des unités de pentoses une petite quantité de protéines et quelque fois du galactose et du glucose .

e) Les pentosanes :

Beaucoup moins abondants que l'amidon ,ces glucides ont cependant un effet notable sur le pouvoir d'hydratation de la farine ; ils participent avec l'acide féculique au phénomène du gélifiant pendant la cuisson de la pâte .

I-3-2- Les protéines :

Second constituant pondéral de blé après l'amidon, les protéines forment 10 à 15% de la matière sèche (Feillet,2000). Depuis les travaux d'Osborne (1907) , les protéines de blé sont réparties en quatre classes principales et qui sont selon leurs caractères de solubilité dans l'eau :

-Les protéines solubles : également appelées protéines cytoplasmiques ou métaboliques ,elles représentent 15 à 20% des protéines totales (Alais *et al.*,2003).

- **Les albumines** (environ 15% des protéines totales) :les albumines sont essentiellement concentrées à la périphérie du grain et dans le germe (Feillet,2000).
- **Les globulines** (environ 5% des protéines totales) : Elles se concentrent comme les albumines dans les parties périphériques du grain.(Feillet,2000) .

Les protéines de réserve(80 à 85% du matériel protéique total) :les gliadines et les gluténines, principaux constituants du gluten en proportions sensiblement égales, constituent les protéines de réserve dans lesquels la jeune plantule puisera les acides aminés dont elle aura besoin au moment de la germination du grain.

- **Les gliadines :** également appelées prolamines de blé (Feillet,2000).Elles se concentrent surtout dans l'amande(Morot-Gaudry,1997).
- **Les gluténines :** ou encore glutélines du blé, comme les gliadines ,on retrouve les gluténines principalement dans l'albumen du grain(Jeantet *et al.*,2007).

-Le gluten : Décrit pour la première fois en 1745 par Jacopo Beccari,le gluten de blé est un complexe protéique viscoélastique tenace constitué d'un mélange hétérogène de gliadines et de gluténines(75 à 85% de la matière sèche),d'amidon (8 à 18%),de sucres réducteurs (1 à 2%),de lipides (5 à 10%),de pentosanes (2%)et de matières minérales (1%)(Feillet,2000).

I-3-3- Les lipides :

Les lipides ou matières grasses, sont représentés dans le grain de blé dur avec un taux de 2% .Ces lipides sont riches en acides gras insaturés comme le montre leur composition

Partie bibliographique

figurant dans le tableau II .Ces lipides sont extractibles par l'éther :on les appelle des lipides libres.

Tableau II :Composition en acides gras des lipides de blé exprimé en (%)du total des acides gras.

Espèces	Acide palmitique C ₁₆ saturé	Acide oléique C ₁₈ : insaturé à 1 double liaison	Acide linoléique C ₁₈ :insaturé à 2 doubles liaisons.
Blé	18	15	63

(Godon,1991)

I-3-4-Les sels minéraux :

Selon Godon (1991),la teneur moyenne en matières minérales du grain de blé est d'environ 1,8% .Leur concentration dans la couche à aleurone est 0,5 à 1% dans l'albumen amylicé ;ces teneurs sont relativement fixes quelles que soient les conditions externes dans lesquelles la céréale a été cultivée. Le potassium (K) et le phosphore (P) à eux seuls constituent prèsde 50% de matières minérales.

I-3-5-Les enzymes :

Ce sont des protéines qui exercent une activité catalytique spécifique sur un grand nombre de réactions chimiques. Selon Feillet(2000),celles-ci sont présentes en faibles quantités dans le grain de blé et se répartissent principalement entre le germe et la couche à aleurone. Les principales enzymes sont : α -amylase, β - amylase, pentosanases, protéase, lipases ,lipoxygénases,peroxydases , polyphénol- oxydases, catalases.

I-3-6-Les vitamines:

Leur teneur est beaucoup plus faible que les autres constituants , elle s'exprime en microgramme pour 100g de grains, cependant leur intérêt nutritionnel est important. Et le tableau III exprime la teneur en vitamines dans le blé.

Partie bibliographique

Tableau III: Teneur moyenne des grains de blé en vitamines exprimé en μg pour 100g grains.

Espèce	Thiamine	Riboflavine	Pyridoxine	Acide pentotinique	Tocophérol
Blé	0,52	0,12	0,,50	0,35	2,00

(Godon ,1991)

I-3-7-L'eau :

L'eau est l'un des composants chimiques les plus largement répandus à la surface de la terre, et l'une des composantes biochimiques la plus importante des produits naturels ainsi que dans les grains de blé. La teneur en eau joue un rôle important dans l'altération de la semoule, elle varie dans les environs de 14% (Godon,1991) .

II-LES PATES ALIMENTAIRES

II-1- Définition des semoules :

Le Codex Alimentarius (Anonyme,2007) définit la semoule de blé dur comme le produit obtenu à partir des grains de blé dur par procédés de mouture ou de broyage au cours des quels le son et le germe sont essentiellement éliminés.

II-1-1- Fabrication des semoules :

Selon Simon et *al.*(1989) trois étapes sont nécessaires à la fabrication de la semoule.

● Première étape : le nettoyage et la préparation du blé :

Son but est d'enlever les corps étrangers(cailloux, graviers) et les grains malades (échaudés, charançonnés, ...) le lavage doit permettre d'assouplir les enveloppes tout en laissant l'amande dure.

● Deuxième étape : la mouture :

Elle se fait grâce à des séries d'appareils constitués de deux cylindres tournant en sens inverse. Le premier type d'appareil effectue un travail mécanique :ce sont les broyeurs et les désagrégeurs.

Le deuxième type d'appareil travaille par compression en écrasant les amandes : ce sont les claqueurs et les convertisseurs.

Le blutage fait suit au broyage. Il permet de classer les différents produits obtenus. Les particules trop grosses seront à nouveau broyées. Les farines seront évacuées en produits finis et enfin les semoules seront classées par taille .

● Troisième étape : le sassage :

Cette opération permet de séparer les classes de taille de semoule en fonction de leurs qualités respectives. En effet, il existe des qualités différentes au sein du grain. La séparation se fait par différence de densité .Pour les pâtesalimentaires ,lediamètre du grain de semoule doit être 0,2 et 0,6mm et pour le couscous, l'écart granulométrique correspond à 550mm et 900mm (Yettou,1998).

II-1-2- Classification des semoules :

Les semoules sont classées selon leurs granulations et leurs puretés en 02types :

Partie bibliographique

1 .Semoules supérieures :elles sont constituées par :

- Semoule grosse SG(900 μ m-1150 μ m) :destinée à un usage domestique.
- Semoule moyenne SGM(550 μ m-900 μ m) :destinée à la fabrication des couscous industriels.
- Semoule fine ou semoule sâssées super extraSSSE(190 μ m-500 μ m) :destinée à la fabrication des pâtes alimentaires .

2 . Semoule courante fine SSSF(semoule sâssées super fines140 μ m-190 μ m) :provient des couches périphériques du grain de blé dur riche en particule de son.(Boukhamia,2003).

En Algérie ,pour la fabrication des pâtes alimentaires ,la semoule utilisée est SSSEdont les caractéristiques se rapprochent de celle de blé dont elle est issue (Boudreau et Menard,1992) .

II-1-3- Qualité des semoules :

On définit la qualité d'une semoule en fonction de la qualité du produit fini.

-La ménagère recherche des semoules pures, de couleur ambrée avec une granulométrie homogène et une bonne teneur en gluten pour la fabrication du couscous.

-La fabrication des pâtes alimentaires recherche des semoules pures et non contaminées par le son ou par la présence de moucheture avec une qualité protéique satisfaisante (Mariche,2000).

a) Propriétés physiques :

●**La Couleur** : plus une semoule est dépourvue de piquûre ,plus elle est pure ,couleur jaune ambrée des semoules est d'abord en fonction du facteur génétique, mais également des conditions de transformation du blé (nettoyage, mouture et conditionnement).

●**L'odeur** : normalement la semoule ne doit pas présenter une odeur particulière, mais parfois elle présente une odeur acide et un goût de rance suite à l'altération des lipides ce qui nuit à la qualité du produit fini. En cas de stockage ,les semoules doivent être disposées dans des conditions favorables, et éviter la proximité des produits odorants tel que les produits phytosanitaires et les essences (Godon,1991).

●**La granulation** : la granulation des semoules peut varier d'un moulin à un autre, plus la semoule est fine, moins la couleur jaune est apparie (Godon,1991).

b)Propriétés plastiques :

Les propriétés plastiques d'une semoule n'apparaissent qu'au moment ou celles-ci sont transformées en pâtes alimentaires grâce au gluten ,dont la quantité et la qualité conditionnent la valeur pastière des semoules.

Partie bibliographique

II-1-4-Les aliments à base de semoule :

Les semoules de blé dur constituent la matière première de base pour la fabrication de nombreux aliments céréaliers :

●Les pâtes alimentaires :

La semoule de blé dur est principalement utilisée pour la fabrication des pâtes alimentaires pour lesquelles elle est obligatoire dans certains pays (ItalieGrèce, France). Dans d'autres pays par contre, la législation est plus permissive et autorise l'utilisation de blés panifiables à condition que cela soit indiqué sur les emballages(Espagne et Portugal)(Jehane,1987).

●Le couscous :

Le couscous est mal défini sur le plan réglementaire et s'apparente aux pâtes alimentaires .Le couscous formé au départ d'un mélange de semoule de blé dur et d'eau ,est roulé, cuit, séché et tamisé. Le couscous commercial est un grain de semoules précuit qu'il suffit de réhydrater à l'eau tiède avant de la recuire à la vapeur dans un couscoussier(Jeantet et al.,2007).

II-2- Définition des pâtes alimentaires :

Selon la législation française, la loi du 03juillet et son décret d'application du 31août 1995 retiennent que seuls qui peuvent porter la dénomination « pâtes alimentaires »les produits prêts à l'emploi culinaire, préparés par pétrissage, sans fermentation de semoule de blé dur additionnée d'eau potable, et soumis à des traitements physiques appropriés, qui leur donnent différents aspects.

On peut ainsi préparer des pâtes longues (spaghettis),des courtes(vermicelles, macaronis),des pâtes présentant des formes variées,quand la forme est donnée, la pâte est séchée ,puis conditionnée(Sablonniere,2001).

II-3-La technologie pastière :

Les différentes voies technologiques industrielles de pastification sont présentées dans la figure 6 (annexe1) .

➤ Hydratation :

Selon Smith et Hui (2004),les pâtes alimentaires sont fabriquées en mélangeant de l'eau, éventuellement des œufs et de la semoule. On cherche par cette étape d'hydratation à ramener

Partie bibliographique

l'humidité de la semoule, qui est initialement aux environs de 14-14,5 % de la matière sèche à une humidité finale allant de 30 à 35% de la matière sèche ; ainsi la quantité d'eau ajoutée se calcule par rapport à l'humidité initiale.

➤ **Malaxage :**

Après hydratation, la semoule est malaxée pendant environ 15 minutes dans un malaxeur . Le malaxage permet de distribuer l'eau entre les particules de semoule le plus uniformément possible, de manière à obtenir des grumeaux de taille variable, pouvant atteindre 2 à 3 cm de diamètre. A ce stade un vide 50 à 70 cm de g est appliqué ; ce vide assure une fonction . d'une part l'absence d'oxygène réduit l'oxydation des pigments caroténoïdes donnent aux pâtes une couleur plus intense, d'autre part, le vide empêche la formation de bulles d'air qui influent négativement sur la qualité des pâtes sèches (pâtes moins brillante, moins translucides, avec une texture collante)(Smith et Hui,2004).

➤ **Extrusion :**

Après malaxage le mélange obtenu est extrudé sous vide au moyen d'une vis sans fin. la pression exercée, la chaleur ainsi que le travail de cisaillement, conduit à la formation d'un réseau de gluten continu dans la pâte ,celle-ci devient alors élastique et translucide, la température qui ne doit pas excéder les 45-50°C (Smith et Hui,2004).

➤ **Séchage :**

Les pâtes justement extrudées ont une humidité de 29 à 31% ; ces pâtes doivent être séchées de manière à ce que leur humidité finale n'excède pas 12,5%(humidité optimale pour la conservation des pâtes alimentaires). Un séchage trop lent à une basse température pourrait conduire au développement de moisissures et à la décoloration du produit, tandis qu'un séchage trop rapide nécessitant des températures élevées, peut provoquer la dénaturation des protéines et la gélatinisation de l'amidon induisant l'apparition de fissurations et de gerçures(Kent et Evers,1994).

D'après Jeantet et *al.*(2007), ce séchage s'effectue généralement en deux étapes :

-Le préséchage *ou incartamento* : permet d'éliminer 30 à 40% de l'eau contenue dans la pâte en un minimum de temps (30% pour les pâtes courtes ,40% pour les pâtes longues).

-Le séchage définitif *ou essiccazione* : le séchage qui se fait de manière progressive avec une alternance de phase de séchage et de rééquilibrage d'humidité .

➤ **Emballage :**

Les pâtes alimentaires sont souvent emballées dans des sacs en cellophane ou en polyéthylène basse densité ou encore dans des boîtes en carton. Ces emballages ont pour fonction de : maintenir le produit fini à l'abri des contaminations microbiennes et des réactions enzymatiques et oxydatives, de le protéger contre les dommages qui peuvent survenir lors de

Partie bibliographique

la livraison et du stockage ainsi que d'attirer et de séduire le consommateur (Karel et al.,2000).

II-4-Types des pâtes alimentaires :

Les pâtes alimentaires offertes à la consommation sont multiples, comme on peut le voir dans le tableau IV

Tableau IV :Types de pâtesalimentaires et critères de différenciation.

Critère	Exemples
Teneur en eau	Pâtes alimentaires sèches/fraîches.
Composition des produits de la minoterie	Pâtes alimentaires de blé tendre et de blé dur, à la farine complète ,etc.
Genre des ingrédients : -incorporés à la pâte -externe de la pâte	Pâtes aux œufs, pâtes aux légumes, pâtes farcies etc.
Forme	Spaghettis, plombs, longue d'oiseau ,vermicelle etc.
Procédés de fabrication	Procédés de laminage, d'extrusion.

(Ugrinovits et *al.*,2004)

II-5-Critères de qualité des pâtes alimentaires :

Les critères de qualité sont selon Hui (2007), résumés dans le tableau V.

Tableau V :Principaux critères de qualité des pâtes alimentaires.

Caractéristiques des pâtes avant cuisson	
Apparence	Absence de bulles d'air et de fissures, surface opaque
Couleur	Jaune et très brillante
Propriétés rhéologiques	Résistance à la rupture, et absence d'adhésion entre les brins
Comportement des pâtes après cuisson	
Pete à la cuisson	Limitée
Gonflement	Très important, avec une rapide absorption d'eau
Couleur	Conservation de la couleur
Propriétés rhéologiques	Absence d'adhésion entre les brins

(Hui,2007).

Partie bibliographique

II-6-Qualité des pâtes alimentaires :

Les pâtes alimentaires doivent présenter une facilité de fabrication (malaxage, séchage...) qui est en relation avec la qualité et la quantité de gluten. Elle doivent également posséder une belle couleur ambrée à saveur et odeur agréables et qui, après cuisson restent fermes et ne collent pas (Boudreau et Menard, 1992). Ce qui donne un aliment universellement apprécié et peu couteux (Icard et Feillet, 1997).

En plus de leurs propriétés technologiques favorables (simplicité de fabrication, excellente aptitude à la conservation, au transport et au stockage), les pâtes possèdent de bonnes qualités nutritionnelles et hygiéniques.

II-6-1-Qualité nutritionnelle et énergétique :

Suspectées d'être très caloriques et de faire grossir les pâtes alimentaires ont souvent été bannies de nos assiettes ; pourtant pauvres en graisses et riches en glucides complexes du type amidon et en protéines végétales, elles s'intègrent parfaitement dans une alimentation équilibrée, comme on peut le constater dans le tableau VI :

Tableau VI : Composition des pâtes alimentaires issues du blé dur.

Nutriments(100g/ms)	Pâtes de qualité supérieure	
	Crues	Cuites
Eau(%)	12,5	69
Energie(Kcal)	360	125
Protéines(g)	11,5	4
Glucides(g)	74	26
Lipides(g)	1,5	0,5
Calcium(mg)	20	7
Fer(mg)	1,5	0,5
Thiamine (mg)	0,15	0,05
Riboflavine B3(mg)	0,09	0,03
Acide nicotinique(mg)	1,5	0,05
Vitamine A(U, I)	0	0

(Fredot, 2006).

II-6-2-Qualité hygiénique :

La qualité hygiénique des pâtes alimentaires, considérée comme excellente, ne pose pas de problème particulier, bien qu'en raison de la composition des semoules et des conditions de fabrication des pâtes, le séchage notamment, les micro-organismes ne trouvent pas un lieu favorable à leur développement.

Généralement, seules des bactéries saprophytes, dont la présence ne constitue aucun danger.

Partie bibliographique

En fait, et compte tenu de l'élimination des parties périphériques du grain lors de la fabrication des semoules, ce risque est très minime. Il en va de même des résidus de pesticides. Enfin, des contaminant d'origine animale (poils de rongeurs, débris d'insectes...) présents dans les semoules peuvent se retrouver dans les pâtes (Feillet, 1977).

II-6-3- Qualité organoleptique:

Les qualité organoleptique des pâtes alimentaires concernent non seulement leur aspect à l'état cru mais aussi leur comportement durant et après la cuisson (Abecassis, 1993 ; Feillet et Dexter, 1996)

- **L'aspect des pâtes alimentaires :**

Quatre groupes de caractéristiques déterminent l'aspect des pâtes alimentaires :

- a- Les gerçures :**

C'est un accident de fabrication qui se produit sous l'effet de tensions internes qui se manifestent lorsque le séchage a été mal conduit.

- b- Les piqûres :**

Il existe trois types de piqûres dont chacun à une origine spécifique.

- Blanches : sous forme de points ou de traînées ; elle proviennent de mauvaises conditions de pastification.
- Brunnes : se sont les particules de son non éliminées au cours de la mouture .
- Noires : elle peuvent prévenir des blés ergotés, mouchetés, non éliminés au cours du nettoyage.

- c- Texture superficielle des pâtes alimentaires :**

Lisse ou rugueuse, la texture superficielle des pâtes alimentaires dépend de la nature des moules utilisés : des moules en téflon conférant aux pâtes un aspect lisse et brillant ; des moules en bronze favorisant le développement d'une surface rugueuse et hétérogène.

- d- La coloration :**

La couleur est un facteur important de la qualité, elle est influencée par les caractéristiques agronomiques, biochimiques et technologiques des blés mis en œuvre ; une pâte alimentaire

doit être claire et de couleur jaune ambrée (Laignelet et *al.*, 1972) .

II-6-4- Qualité culinaire des pâtes alimentaires :

La cuisson d'une pâte alimentaire répond à un triple but :

1- Gélatiniser l'amidon pour le rendre digestible et assimilable.

Partie bibliographique

2-Modifier la texture des pâtes de manière à leur conférer les caractéristiques souhaitées par le consommateur.

3-Amener les produits à la température désirée. La qualité culinaire rend compte du comportement de la pâte pendant et après la cuisson.

On peut définir le temps minimal de cuisson comme le temps nécessaire pour gélatiniser totalement l'amidon. Il peut être aisément déterminé en prélevant des brins de spaghetti en cours de cuisson, en les écrasant entre deux plaques de verre et en suivant la disparition d'une ligne centrale blanche dans la présence témoigne du fait que l'amidon situé au cœur de la pâtes demeure encore cru (Icard et Feillet,1997).

II-7- Stockage des pâtes alimentaires :

En raison de leur siccité « la qualité de ce qu'est sec » à la récolte, les blés se prêtent à des stockage de longue durée mais à la condition de prendre quelques précautions élémentaires :protection contre les insectes, les rongeurs et les infiltrations d'eau (pluies, condensation) .Il s'agit d'éviter un accroissement ,même localisé de l'activité de l'eau et de la température ;en cas d'élévation de l'une ou de l'autre, les techniques correctives les plus efficaces sont de les faire chuter en ventilant le lot (Feillet,2000).

Concernent le produits fini, il est recommandé de conserver les pâtes alimentaires dans des récipients en verre ou des bocaux fermés, dans un endroit sec, à l'abri de la lumièreet des odeurs (Anonyme ,2011).

La durée de conservation maximale pour les pâtes alimentaires sèches est de huit mois, et ce dans un milieu sans humidité ;lespâtes fraîches doivent être consommées dans les heures suivant leur fabrication du fait de leur haute teneur en eau

Les pâtes sèches ont une teneur en eau de 7% à 12% ce qui leur permet d'être conservées durant plusieurs mois(Fortin,1996).

III-1-Conditions expérimentales :

Notre stage pratique s'est déroulé sur une durée de 2 mois du 14/07 au 28/08/2013 au niveau du laboratoire d'autocontrôle de l'unité de fabrication de pâtes alimentaires « COUSCOUS MAMA » à Blida.

III-2-Matériel végétal étudié(origine des échantillons) :

Notre étude porte sur un blé dur « *Triticum durum* » d'origine local (Algérien) ainsi que sa semoule, obtenue à échelle industrielle.

Ces échantillons ont été mis à notre disposition par la société industrielle des pâtes alimentaires « COUSCOUS MAMA ».

III-3-Objectif de l'étude :

Notre étude porte sur le contrôle de la qualité des pâtes alimentaires .Ce travail est fondé sur :

- Le contrôle de quelques paramètres physico-chimiques de la matière première et des produits finis.
- Le contrôle microbiologique de la matière première et des produits finis ainsi que suivi de l'influence du stockage sur la qualité microbiologique.

III-4-Réalisation du projet :

Notre étude a été réalisée en plusieurs parties ; en effet , après avoir échantillonné le blé d'une manière aléatoire ;provenant d'une origine locale, et l'avoir mis de côté, nous avons suivi la mouture de ce même blé ,qui s'est faite à l'échelle industrielle afin de récupérer sa semoule et les différentes pâtes alimentaires qui en résultent (Macaroni) .

Nos échantillons ont été prélevés à partir du produit fini comme suit :

- ✓ Pour la semoule : de la semoule SSSE rentrant dans la composition des pâtes alimentaires.
- ✓ Pour les pâtes alimentaires : nous les avons prélevées ,après conditionnement du paquet de 500g.

Nous tenons à préciser que nos échantillons ont été entreposés à température ambiante (22°C) dans des sacs de conditionnement et à l'abri de l'humidité et ceci pendant toute la durée des analyses.

Les premières analyses effectuées sur le blé ,avaient pour but de déterminer ses caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques ainsi que d'évaluer le degré de maturation.

Nous avons ensuite effectué des analyses physico-chimiques, technologiques et microbiologiques sur la semoule durant deux mois de conservation, afin d'apprécier sa qualité et sa valeur d'utilisation en industrie pastière.

Enfin, nous avons clos notre étude par la réalisation d'analyses physico-chimiques, technologiques et microbiologiques sur les pâtes alimentaires durant deux mois de conservation.

A partir des pâtes obtenues, nous avons pu évaluer visuellement l'aspect des pâtes crues, puis cuites grâce au test de cuisson, en tenant compte bien évidemment des normes réglementaires régissant les pâtes alimentaires.

III-5-Analyses du blé :

III-5-1-Analyses physiques :

- **Détermination de poids spécifique « masse à l'hectolitre » Norme algérienne : 1 .1.61.1986**

La masse à l'hectolitre dite masse volumique et appelée encore poids spécifique (P.S) où l'on mesure la quantité de grains au volume. Il correspond à la masse des céréales contenues dans un hectolitre.

Principe : Dans la pratique, la masse à l'hectolitre est la masse d'un hectolitre de grains mesurés en Kg, il est calculé à partir de la masse d'un litre (Nilema-Litre) pour le blé tendre et dur sur un échantillon non débarrassé manuellement des grosses impuretés.

Mode opératoire : L'analyse a été effectuée en utilisant le Nilema-litre, en pesant le volume d'un litre.

Expression des résultats : La masse à l'hectolitre de l'échantillon, exprimée en kg à l'hectolitre est égale à la moyenne M des 2 valeurs M1 et M2 retenus.

- **Détermination du poids de mille grains (PMG) :**

Principe : Le PMG de blé est la masse de mille grains entiers exprimée en grammes.

Mode opératoire : la méthode consiste en le comptage manuel du nombre de grains entiers contenus dans une prise d'essai de masse connue.

Expression des résultats : la masse de mille grains s'exprime en gramme avec :

- Un seul chiffre décimal, si la masse est comprise entre 10 et 100 grammes,
- Un nombre entier si la masse est supérieure à 100 grammes,

$$\text{Masse de mille grains (g)} : mH = \frac{m_0 \times 1000}{N}$$

m_0 : masse de grains entiers(en gramme) ;

N : nombre de grains contenus dans m_0

$$\text{Masse de mille grains secs(g) : } m_s = \frac{mH \times (100 - H)}{100}$$

H : teneur en eau des grains(%).

- **La détermination du taux de mitadinage :**

Mode opératoire : Elle consiste en la détermination du taux de mitadinage dans une prise d'essai significative, généralement 100g après l'avoir débarrassée de l'ensemble des impuretés.

Dans la réglementation actuelle, on compte comme grains mitadinés tous les grains présentant une trace du dommage si minime soit-elle .

Expression des résultats : après séparation des grains mitadinés, celle-ci sont pesées, et les résultats sont exprimés en pourcentage par rapport à 100grammes de blé sale.

III-5-1-Analyses chimiques :

- **Détermination de teneur en eau de blé dur :Norme Algérienne 1.1.32/1990**

La teneur en eau est la perte de masse, exprimée en pourcentage, subie par le produit dans les conditions d'écrites dans la méthode utilisée ci-dessous.

Principe : Séchage de produit à une température de 130°C et une pression atmosphérique normale, après broyage éventuel du produit(s'il est solide).

Mode opératoire : Nous avons séché les capsules contenant le produit avec leurs couvercles à l'étuve pendant 15mn, à 130°C, puis on le refroidi dans un dessiccateur.

-5g d'échantillon broyé par un broyeur est pesé.

-ensuite la totalité de la mouture obtenue est versée dans une capsule tarée, adapté rapidement le couvercle.

-puis on l'introduit la capsule dans l'étuve pendant 2h.

-la capsule est rapidement retiré de l'étuve ,la couvrir et la placer dans un dessiccateur.

-puis nous avons pesé la capsule.

Expression des résultats :

La teneur en eau exprimée en pourcentage en masse du produit tel donné par la formule :

$$H\% = \frac{(m_0 + m_1) - m_2}{m_2} \times 100$$

m0 : la masse de prise d'essai avant séchage(en gramme).

m1 : la masse en gramme de la capsule et de son couvercle.

m2 : la masse en gramme de la capsule, de son couvercle et de la prise d'essai après séchage .

H : la teneur en eau exprimée en pourcentage en masse de l'échantillon pour essai.

- **Détermination du taux de cendres de blé dur : Norme Algérienne .1.1.28.1985.**

Principe :

Le principe repose sur l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 900°. Jusqu'à combustion complète de la matière, la teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu sec.

Mode opératoire :

Préparation des nacelles :

Nous avons bien lavé les nacelles, puis mises dans l'acide « HCL dilué » et avant chaque utilisation il faut les rincer avec l'eau distillée puis les chauffer dans le four réglé à 900°C pendant 30mn.

Nous avons placé ensuite les nacelles dans le dessiccateur et laissées refroidir à la température de laboratoire, puis les pesées.

Détermination :

Nous avons pesé environ 5g d'échantillon broyé (des grains ou pâte alimentaire) dans une nacelle tarée.

Nous avons placé les nacelles dans un four à moufle à 900°C pendant une durée de 2h jusqu'à une masse constante. Après l'incinération total, nous avons retiré les nacelles du four et les mettre sur une plaque thermorésistante pour refroidir pendant 1mn puis dans le dessiccateur (une heure environ) en évitant le contact des nacelles dans le dessiccateur ou bien les superposées. Suit à leurs refroidissement, puis on pèse rapidement les nacelles.

Nous avons effectué deux déterminations sur le même échantillon pour essai.

Expression des résultats :

Le taux de cendres exprimé en pourcentage en masse rapportée à la matière sèche et donnée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en cendres} = m1 \times \frac{100}{m0} \times \frac{100}{100-H}$$

Ou :

m0 :masse de la prise d'essai (en g)

m1 :masse du résidu (en g)

H : Teneur en eau de l'échantillon(en %)

- **Détermination de taux de protéines :**

Mode opératoire :

- Nous avons rempli la trémie avec du blé puis on fixe le cylindre de mesure sur socle celui-ci doit être posé sur un plan horizontal stable . On obtient la partie supérieur du mesure à l'aide d'un couteau à arroseur, la trémie contenant le blé est retirée puis le pesé.

La différence entre deux détermination effectuées sur le même échantillon l'un après l'autre par le même analyse ne doit pas dépassé 2g /litre .

Méthode rapide :

La détermination de teneur en eau (humidité),teneur en cendre ainsi que la teneur en protéines sont effectuées aussi au niveau de laboratoire « COUSCOUS MAMA » par des méthodes rapides à l'aide d'une appareil appelé « **Infra tec** »(voire annexe2).

III-6-Analyse de la semoule :

III-6-1-Analyses physiques :

- **La granulométrie des particules(taux d'affleurement)(NF V03-721 de Juin 1994) :**

Principe :

La granulométrie est une opération de classement des particules selon leurs tailles, par présentation sur des surfaces perforées. Ces dernières laissent passer des grains de dimensions inférieures aux dimensions des perforations tandis que les grains de dimensions supérieures sont retenus. Le but de la granulométrie est de déterminer l'homogénéité de l'échantillon.

Pour notre analyse, nous avons utilisé des tamis dont les ouvertures des mailles sont :

- Pour la semoule SGM :800µm,630µm,500µm ,450µ et <450µm.
- Pour la semoule 3SE :450µm,250µm,180µm,150µm et <150µm.

Mode opératoire :

- ✓ Peser 100g de l'échantillon ;
- ✓ Déposer la prise d'essai sur le tamis supérieur ;
- ✓ Placer les tamis sur un appareil qui exerce des mouvements circulaires vibratoires uniforme pendant 10mn à une amplitude de 60 .
- ✓ Peser le refus(la parties des grains retenue de chaque tamis).

Expression des résultats :

Les refus obtenus sont pesés et les résultats sont exprimés en pourcentage.

$$\text{Taux d'affleurement(\%)} = \frac{m_0}{m_1} \times 100$$

m0 : masse du refus(g) ;

m1 :masse de l'échantillon(g).

III-6-2-Analyses chimiques :

- **Détermination de teneur en eau de semoule :**

La détermination de la teneur en eau est effectuée à partir d'une méthode normalisée NA 1.1.32.1990 (voir page N°19) .

- **Détermination de teneur en cendres de semoule :**

La méthode utilisée est définie par la Norme Algérienne 1.1.28.1985 (voir page N°20) .

- **Détermination de taux de protéines de semoule :**

Le dosage des protéines dans les semoules a été réalisé conformément à la norme NA 1.1.85.1990 (voir page N°21) .

- **Détermination de l'acidité grasse de semoule :**

L'acidité grasse est l'expression conventionnelle des acides, essentiellement des acides gras libre. Elle est exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche.

Principe :

La mesure repose sur un dosage colorimétrique. Les acides gras libres sont mis en solution dans l'éthanol à 95% .

Après centrifugation, le surnageant est titré par l'hydroxyde de sodium(0 ,05N) .

Mode opératoire :

A)Préparation de l'échantillon pour essai :

Nous avons broyé environ 5g de produit de telle manière que la totalité du broyat passe à travers le tamis de 500 μm d'ouverture de maille et qu'au moins de 80% passe à travers le tamis de 160 μm d'ouverture de la maille.

A) Détermination de la teneur en eau :

La détermination de la teneur en eau est effectuée selon la méthode normalisée Norme Algérienne 1.1.32.1990 .

B) Prise d'essai :

Nous avons pesé 5g de produit pour essai, après l'avoir bien homogénéisé.

C) Détermination :

Extraction :

- Nous avons introduit la prise d'essai dans un tube de 50ml ensuite on ajoute 30ml d'alcool éthylique à 95% ,le tube est fermé hermétiquement.
- Une agitation pendant une heure à l'aide d'un agitateur mécanique opérant à la T°ambiante.
- Puis on centrifuge le produit à deux reprises successives à l'aide d'une centrifugeuse pendant 2mn (800tours/2min).(ces deux centrifugations sont plus efficaces qu'une seule pendant longue durée car elles permettent d'éliminer les particules restant en suspension.

Titrage :

- Nous avons prélevé à l'aide d'une pipette 20ml du liquide surnageant parfaitement limpide et le verser dans une fiole conique(erlenmeyer).
- Puis on ajoute 5gouttes de phénophtaléine.
- Ensuite un titrage à l'aide de la micro burette avec la solution d'hydroxyde de sodium 0,05N, jusqu'au virage au rose pâle persistant quelques secondes.

E)Essai à blanc :

Nous avons titré l'acidité apportée par l'alcool, en prélevant 20ml d'alcool plus 5 gouttes de phénophtaléine, et on titre par NaOH jusqu'au virage du blanc au rose pâle.

F)Expression des résultats :

Acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche telle quelle =

$$\frac{7,35 \times (V1 - V2) \times T}{m}$$

Acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche=

$$\frac{7,35 \times (V1 - V2) \times T}{m} \times \frac{100}{100 - H}$$

Où :

V1 : Le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour la détermination.

V2 : Le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour l'essai à blanc.

m : La masse en gramme de la prise d'essai.

T : Le titre exact de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée.

H : La teneur en eau, en pourcentage en masse de l'échantillon pour essai.

III-6-3-Analyses technologiques :

- **Le test de sédimentation en milieu SDS(AFNOR NF V03-704,ISO-5529) :**

Principe :

La mesure de l'indice de sédimentation, repose sur l'aptitude des protéines de la semoule à gonfler en milieu acide, elle détermine donc la qualité des protéines mis en suspension.

Mode opératoire :

Ce test consiste à faire introduire dans une éprouvette graduée 5g de semoule et 50ml d'eau distillée .

Effectuer 4 retournement (T₁,T₂,T₃,T₄)et a chaque fois : ajoute 50ml d'une solution SDS, agiter manuellement 20secondeset laisser reposer pendant 20minutes.

Expression des résultats :

Selon Abecassis et Chaurand (1997),le volume du dépôt se lit directement sur l'éprouvette graduée(ml) et les valeurs obtenues sont d'autant plus élevées que la qualité des semoules est bonne.

- **La détermination du taux de gluten(AFNORNF 1.1.24.ISO 5531) :**

Principe :

Le dosage du gluten repose sur son insolubilité dans l'eau et les solutions salines diluées, et sa propriété de s'agglomérer lorsqu'on le malaxe sous un courant d'eau qui entraîne les autres constituants.

Mode opératoire :

- ✓ Mélanger 25g de semoule avec 12,5 ml d'eau 2% salée ;
- ✓ Pétrir le tout et laisser reposer 30min pour que la pâte absorbe bien l'eau ;
- ✓ Faire un lavage de la pâte obtenue et un malaxage jusqu'à ce que l'eau du lavage devienne transparente ;
- ✓ Peser la pâte pour obtenir la teneur en gluten humide après avoir multiplié par 4 ;
- ✓ Mettre notre pâte dans une plaque chauffante pendant 10min ;
- ✓ Peser la pâte après l'avoir sortie de la plaque chauffante, ceci donnera la teneur en gluten sec après avoir multiplié par 4.

Expression des résultats :

- ✓ **Gluten humide :**

La teneur en gluten humide(%) : **$GH = m_1 \times 4$**

m_1 : masse du gluten humide(g) .

- ✓ **Gluten sec :**

La teneur en gluten sec(%) : **$GS = m_2 \times 4$**

m_2 : masse du gluten sec(g).

- **Capacité d'hydratation :**

Il donne une idée sur la capacité du gluten à retenir l'eau

Le coefficient d'hydratation(%) = $\frac{GH - GS}{GH} \times 100$

GH : gluten humide

GS : gluten sec .

III-7-Analyses des pâtes :

III-7-1-Analyses physiques :

- **Evaluation de l'aspect des pâtes crues :**

-**Indice de coloration** :la coloration des pâtes alimentaires a été appréciée visuellement.

-**Les gerçures et les piqures** :elles ont également été appréciées visuellement en notant leur présence ou leur absence dans les pâtes.

III-7-2-Analyses chimiques :

- **Détermination de teneur en eau des pâtes alimentaires :**

La détermination de la teneur en eau est effectuée à partir d'une méthode normalisée NA 1.1.32.1990 ;après broyage de ces dernières (voir page 19).

- **Détermination de teneur en cendres des pâtes alimentaires :**

La méthode utilisée est définie par la Norme Algérienne 1.1.28.1985(voir page 20).

- **Détermination de teneur en protéines des pâtes alimentaires :**

Le dosage des protéines dans les pâtes alimentaires a été réalisé conformément à la norme NA 1.1.85.1990 .

- **Détermination de l'acidité grasse des pâtes alimentaires :**

La détermination de l'acidité grasse est effectuée à partir d'une méthode normalisée AFNOR NF ISO 7305 de novembre 1998.

III-7-3-Analyses technologiques :

- **Evaluation de la qualité culinaire :**

La cuisson des pâtes est réalisée dans les conditions décrites dans la norme NF V03-714 ;100g de pâtes sont cuites dans 2litres d'eau additionnée de 14g de sel et portée à ébullition.

Les paramètres évalués sont les suivants :

- **Essai de cuisson des pâtes alimentaires :**

L'une des principales caractéristiques des pâtes alimentaires est la tenue à la cuisson qui est un facteur de qualité culinaire important.

A)Méthode utilisée :

La méthode pratique de détermination de l'essai de cuisson des pâtes utilisées est appliquée par la semoulerie industrielle « COUSCOUS MAMA ».

B)But :

Le but de cet essai est de déterminer l'aptitude des pâtes alimentaires à la cuisson ou pour connaître les qualités culinaires de celle-ci, certaines caractéristiques devraient être respectées :

-La gélatinisation de l'amidon.

-La modification de la texture des pâtes pour donner les caractéristiques souhaitées par le consommateur.

C) Principe :

Détermination d'un temps minimal de cuisson pour chaque échantillon.

D)Temps minimal de cuisson :

Définition :

Le temps minimal de cuisson, t , est atteint au moment où il disparaît la ligne blanche continue visible au centre d'un agglomérat de pâtes au cours de cuisson, écrasé au moyen d'une plaquette. (le temps à partir duquel l'amidon est gélatinisé).

On considère, par convention que la ligne blanche a disparu lorsqu'elle n'est plus visible.

(Feillet, 2000)



Figure 2 :Détermination du temps de cuisson des pâtes alimentaires (Originale).

Mode opératoire :

- Nous avons mis 2L d'eau dans une casserole, puis ajouté 14g de chlorure de sodium et porter à l'ébullition.
- Puis on verse 100g de pâte dans l'eau bouillante, puis on agite doucement avec la spatule au début de la cuisson. Il ne faut pas couvrir la casserole.
- Deux minutes avant le temps minimal de cuisson, (estimé d'après le format de la pâte), nous avons prélevé un agglomérat de pâtes et l'écraser à l'aide de la plaquette d'écrasement.
- L'opération est répétée toutes les 30 secondes. Jusqu'à la disparition de la ligne blanche continue visible au centre d'un agglomérat écrasé, puis le temps minimal de cuisson est noté.
- **Pertes à la cuisson : (PC) :**

Les pertes à la cuisson (PC) représentent la quantité de matière sèche perdue par 100grammes de pâtes crues durant la cuisson.

Après homogénéisation de l'eau de cuisson, 25ml sont prélevés et mises à sécher pendant 24heures à 102°C (Abecassis et *al.*, 1984).

$$PC(g/100g\ ms) = \frac{100 \times ES \times V / 25}{100 - H}$$

ES : poids d'extrait sec en grammes.

V : Volume finale de l'eau de cuisson en ml.

H : teneur en eau des pâtes crues.

- **Le gonflement (capacité de fixation d'eau) « C » :**

La capacité de fixation d'eau rend compte de l'aptitude de la pâte cuite à retenir plus au moins d'eau (Abecassis et *al.*, 1984).

$$C(\%) = (P - 100) \times \frac{100}{100 - H - PC}$$

C : capacité de fixation d'eau.

P : poids des pâtes cuites (grammes).

PC : pertes à la cuisson (grammes).

H : teneur en eau des pâtes crues (% ms).

III-8-Analyses microbiologiques de semoule et des pâtes alimentaires :

Principe générale :

Les analyses microbiologiques consistent à isoler les micro-organismes présents dans les échantillons. Cet isolement se fait en séparant les micro-organismes du substrat solide, par la mise en suspension dans un diluant.

Les micro-organismes séparés de leur support vont alors être placés au contact d'un milieu nutritif approprié, dans des conditions optimales de température et d'humidité, puis les dénombrer.

- ❖ Dans notre études les analyses microbiologiques sont effectuée sur deux échantillons : de semoule et de pâte alimentaire (produit fini) possèdent les références suivants : 01 et 02 respectivement ,pendant une durée de deux mois du stockage.
- ❖ **Le stockage** : nous avons stocké les échantillons de semoule dans des bocaux en verre et dans des sachets de conditionnement de 500g pour les pâtes alimentaires (macaroni) à fin de préserver les caractéristiques de départ (humidité et l'acidité).
- ❖ Cette étude à porté sur quatre étapes :
 - 1^{er} étape** : Contrôle microbiologique effectuée sur la semoule et les pâtes (macaroni) de jour (14.07.2013) date de début de stage pratique.
 - 2^{ème} étapes** : Contrôle microbiologique effectuée sur la semoule et les pâtes après 15 jours du stockage (29.07.2013).
 - 3^{ème} étapes** : Contrôle microbiologique effectuée sur la semoule et les pâtes alimentaires après un mois du stockage (13.08.2013).
 - 4^{ème} étapes** : Contrôle microbiologiques effectuée sur la semoule et les pâtes alimentaires après 45 jours du stockage (28 .08.2013).
- La date limite de conservation de notre pâte est de 18mois.**
- ❖ **Le but** : c'est de suivre les modifications rapportées sur la qualité microbiologique de semoule et des pâtes alimentaires durant la période du stockage.

Préparation de la solution mère et les dilutions décimales :

Nous avons introduit aseptiquement 25g de l'échantillon à analyser dans un flacon contenant au préalable 225ml de diluant eau physiologique.

Nous avons homogénéisé, cette suspension constitue alors la solution mère qui correspond donc la dilution 1/10 (10^{-1}).

Ensuit nous avons introduit aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 01ml de la dilution mère dans un tube à vis, contenant au préalable 09ml de la même

dilution ;cette dilution est donc 1/100 (10^{-2}),et de la même façon on obtient la dilution 1/1000 (10^{-3}).

- Les dilutions sont préparées de la même manière pour les pâtes que pour la semoule.

III-8-2-Recherche et dénombrement des moisissures : (Journal Officiel n° 35 de 1998)

Les moisissures ce sont des champignons filamenteux,ils sont aérobie, en générale acidophiles (pH= 3 à 7) et mésophiles, cependant certains espèces sont psychrophiles ($T < 15^{\circ}\text{C}$) ou même parfois ($T < 0^{\circ}\text{C}$),et ils peuvent se développe sur des aliments à faible activité d'eau.

Principe :

Pour la recherche et le dénombrement des levures et moisissures, on utilise le milieu sélectif « OGA »(Annexe4) additionné d'un antibiotique oxytétracycline.

Mode opératoire :

- **Préparation du milieu** :-Fondre préalablement un flacon de gélose OGA, puis le refroidir à 45°C ;

-Ajouter 15ml de la solution d'oxytétracycline ;mélanger soigneusement puis couler le flacon d'OGA ainsi préparer en boite de pétri ;

-Laisser solidifier les boites sur pailleasse puis les sécher à l'étuve juste avant leur utilisation.

- **Ensemencement** :-A partir de solutions décimales retenues, porter aseptiquement 4gouttes par dilution sur la boite d'OGA correspondante puis les étaler à l'aide d'un râteau stérile en commençant par la plus haute dilution (Annexe 3 « figure 3 et 4 ») ;

-Faire de la même façon une boite témoin du milieu incubé tel quel.

- **Incubation** : Nous avons fait l'incubation de ces boites avec couvercles en haut à 22°C donc à une température ambiante, pendant 5jours.
- **Lecture** :La première lecture doit se faire à partir de la 48^{ème} heure d'incubation.

Elle consisted'abord en la lecture de la boite témoin, car si elle présente des moisissures, l'analyse est à refaire.

Il est à noter que les colonies de moisissures sont épaisses, pigmentées ou non.

Le comptage se fait sur les boites contenant entre 15 et 300 colonies.

Le nombre trouvé est multiplié par l'inverse de la dilution.

III-8-3-Recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfito-Réducteurs* (dans la semoule et les pâtes alimentaires) :

Ce groupe appartient à la famille des *bacillaceae*, gram+ ,anaérobie stricte, mobile sporulé, peut résister à 100°C.

On appelle *Clostridium Sulfito Réducteur* ,car ils sont capable de réduire le sulfite en sulfure. Cette réaction est mise en évidence par formation de sulfite de fer dans un milieu contenant du sulfite de sodium et un sel de fer.

Deux espèces sont responsables de toxi-infection alimentaire :

- ❖ *Clostridium perfringens*,toxinogène et pathogène, responsable de septicémie chez l'homme et les animaux.
- ❖ *Clostridium botulinum*,responsable de botulisme chez l'homme.

Principe :

Le milieu utilisé est la gélose viande foie (VF),et les additifs sont : (voir annexe 4)

-Sulfite de sodium qui est additionné à la gélose VF pour la rendre sélective aux *Clostridium*qui réduise les sulfites en sulfures.

-Alun de fer qui est utilisé pour permettre la formation d'un complexe noir entre le fer et le sulfure réduit par le *Clostridium*.

Mode opératoire :

La figure5(Annexe3) résume la technique de recherche des *ClostridiumSulfito-réducteur* dans les échantillons de pâte et de semoule

- **Préparation du milieu :**

Au moment de l'emploi, nous avons fondu un flacon de gélose de VF, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis nous avons ajouté une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium.

Nous avons mélangé soigneusement et aseptiquement.

Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de son utilisation.

- **Ensemencement :**

Les tubes contenant les dilutions 10^{-1} et 10^{-2} ,seront soumis :

-D'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes

-Puis à un refroidissement immédiat et brutal sous l'eau de robinet.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1ml de chaque dilution en double, dans deux tubes à vis stériles, puis ajouter 15ml de gélose viande foie prête à l'emploi, dans chaque tube.

Laisser solidifier sur paillasse pendant 30minutes.

- **Incubation :**

Ces tubes seront ainsi incubés à 37°C . Pendant 16,24 ou au plus tard 48 heures.

- **Lecture :**

La première lecture doit se faire impérativement à 16h, car d'une part les colonies *Clostridium Sulfito-Réducteurs* sont envahissantes auquel on se trouve en face d'un tube complètement noir rendant alors, le dénombrement difficile. D'autre part, il faut absolument repérer toutes les colonies noires ayant poussées en masse et d'un diamètre visible (faire le dénombrement des colonies ont comptant le nombre de colonies dans chaque tubes).

IV-Résultats et discussions

IV-1-Résultats et discussion des analyses effectuées sur le blé :

IV-1-1-Analyses physiques :

- Le poids à l'hectolitre :(poids spécifique)

Les résultats moyens du poids spécifique sont regroupés dans le tableau.

Tableau I : Le poids spécifique du blé dur .

Paramètre	Grains de blé				Norme selon Couscous Mama(%)
	Essai 1	Essai 2	Essai 3	La valeur moyenne	
Poids spécifique (phl(Kg /hl))	82 ,90	82 ,80	82 ,85	82 ,85± 0,070	≥78g /hl

Comparée à la norme, le poids spécifique de l'échantillon de blé dur est élevé(82,85g /hl). Ce qui donne un rendement quantitatif très appréciable en semoulerie.

Le poids de mille grains (PMG) :

Le PMG est un paramètre physique qui renseigne sur la dimension des grains, il est par conséquent, un bon indicateur du rendement agronomique, du rendement semoulier ainsi que des problèmes rencontrés par la plante lors de son développement(Mahaut,1996).Le classement établi par (NF V03-702 Décembre 1981) pour la valeur de PMG de blé est présenté dans le tableau II.

Tableau II : Normes de poids de 1000 grains (NF V03-702 de Décembre 1981) :

PMG(g)	Norme
>45	Très élevé
35à45	Elevé
30à35	Moyen
<30	Faible

Les résultats obtenus montrent que le PMG de notre blé est de 89,90.Cette valeur est très élevée, qui nous permet de prédire que notre blé possède de gros grains.

- **Le taux de mitadinage :**

Un grain mitadiné est un grain dont l'amande ne peut être considérée comme pleinement vitreuse. Le mitadinage est directement lié à la quantité de protéines contenues dans le grain, et dépend des conditions de cultures et de récolte : il déprécie la qualité des semoules et des produits dérivés (Mahaut, 1996).

Tableau III : Classement des blés en fonction de leur degré de mitadinage (Mahaut, 1996).

Taux de mitadinage(%)	Normes (NA)
0 à 20	Bonne qualité
20 à 40	Qualité acceptable
>40	Non admis à l'intervention

Les résultats obtenus montrent que le taux de mitadinage de notre blé est de 34, 35%. En se référant au règlement communautaire n°2057/1987, on constate que le blé présente un taux de mitadinage assez élevé, et qui peut fournir un produit fini de qualité moyenne (Mahaut 1996).

Ce taux de mitadinage élevé du blé pourrait s'expliquer par une fertilisation azotée insuffisante, due à la restriction de l'utilisation des engrais à l'échelle nationale.

IV-1-2-Analyses chimiques :

- **La teneur en eau des grains :**

Le résultat de la teneur en eau des grains est présenté dans le tableau IV.

Tableau IV : Teneurs en eau des grains

Caractère	Grains de blé				Norme(%)selon
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n° 3	La valeur moyenne	Couscous Mama
Humidité(%)	11,73	11,65	11,69	11,69±0,056	≤12,5

Résultats et discussion

Le blé sur lequel nous avons travaillé présente une teneur en eau de 11,69%. Cette valeur est conforme à la norme agréée par l'industrie semoulière « COUSCOUS MAMA ». Les grains sont donc secs, ce qui représente un avantage pour le rendement et pour le stockage.

En effet, un taux d'humidité élevé peut favoriser le développement des micro-organismes et provoquer la détérioration de la qualité de blé (Godon, 1991).

Selon (Godon, 1991), la teneur en eau des grains doit être inférieure à 14%.

Notre résultat est conforme aux normes préconisées par « COUSCOUS MAMA » et par Godon (1991).

- **Taux de cendres de blé dur :**

Les résultats des taux de cendre du blé dur sont regroupés dans le tableau V :

Tableau V: Taux de cendres de blé dur.

Caractère	Grains de blé				Norme(%)selon COUSCOUS MAMA
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n°3	La valeur moyenne	
Taux de cendre (%)	1,76	1,76	1,76	1,76 ±0	1,7- 2%

Le taux de cendres intervient dans l'appréciation de la qualité physico-chimique des grains de blé, il varie d'un grain à l'autre et dépend essentiellement de nettoyage (Feillet, 2000).

D'après les résultats du tableau V, il ressort que notre échantillon présente une teneur normale de cendres (1,76%), bien que les cendres constituent un élément nutritionnel essentiel, la législation favorise les semoules ou le blé peu minéralisés, car le blé fortement minéralisé (taux de cendres supérieur à 2%) sera pénalisé.

Selon (Feillet, 2000), le taux de cendres des grains de blé varie entre 1,6 et 2,1%.

- **Teneur en protéines totales des grains :**

Les résultats des teneurs en protéines obtenus sont regroupés dans le tableau VI

Tableau VI : Teneur en protéines totales des grains.

Caractère	Grains de blé				Norme(%)selon COUSCOUS MAMA
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n° 3	La valeur moyenne	
Teneur en protéines(%)	12,45	12,47	12 ,46	12,46 ±0,014	11-13%

Les résultats montrent que notre échantillon est riche en protéine(12,46%) , cette valeur permet de donner une semoule de bonne qualité.

Selon Godon(1991) ,le taux de protéines des grains de blé varie entre 10 et 12 ,5% .

Méthode rapide :

L'ensemble des résultats de la méthode rapide des caractéristiques chimiques de blé dur est regroupé dans le tableau VII .

Tableau VII : Résultats de méthode rapide des analyses chimiques de blé dur.

Caractéristiques chimiques	Grains de blé				Norme(% ms) selon COUSCOUS MAMA
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n° 3	La valeur moyenne	
Taux de cendre (% ms)	1,81	1,81	1,81	1,81	1,7-2%
Teneur en protéines (%ms)	12,54	12,53	12,53	12,53±0,01	11-13%
Humidité (% ms)	11,65	11,58	11,61	11,61± 0 ,05	≤12,5

En comparant nos résultats de la méthode rapide (infra tec) à ceux de la méthode de référence (tableau IV, V, VI), on constate qu'il n'y a pas une grande différence de résultats entre ces deux méthodes.

IV-2-Résultats et discussion des analyses effectuées sur la semoule :

IV-2-1-Analyses physiques :

- **La granulométrie des particules :**

L'analyse granulométrique permet de caractériser la répartition en taille et en pourcentage des particules qui composent une semoule, notamment elle peut influencer la vitesse d'hydratation de la semoule. En effet, plus une semoule est fine, plus elle est riche en amidon endommagé, ce qui entraîne une absorption élevée en eau (Sentor, 1985 et Matsuo, 1988).

Tableau VIII : Contrôle de granulométrie de semoule du blé dur (SGM).

Ouverture des mailles(μm)	800	680	500	450	< 450
Cumulées(%)	0	3	28	14	55

Tableau IX : Contrôle granulométrie de semoule du blé dur (3SE).

Ouverture des mailles(μm)	450	250	180	150	<150
Cumulées(%)	2	13	20	5	0

Nos résultats indiquent que la semoule issue du blé dur présente des granulométries hétérogènes (Jeantet et al, 2007).

Dans notre étude on s'intéresse à la semoule destinée à la fabrication des pâtes alimentaires (3SE) dont les résultats sont exprimés dans le tableau IX.

IV-2-2-Analyses chimiques :

- **La teneur en eau de semoule :**

L'évaluation de la teneur en eau de semoule satisfait avant tout à une exigence de la réglementation Algérienne 1.1.32.1990 qui fixe les valeurs maximales à 12,5% .

Les résultats obtenus sont montrés dans le tableau X

Tableau X : Teneur en eau de semoule de blé dur.

	L'humidité(%)				Norme(%)selon COUSCOUS MAMA
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n°3	La valeur moyenne	
3SE	11,7	11,9	11 ,8	11,8 ± 0,14	≤12,5

La teneur en eau de semoule de blé dur destinées à la fabrication des pâtes alimentaires est conforme à la norme.

- **Teneur en cendre :**

L'évaluation de la teneur en cendres de semoule satisfait avant tout à une exigence de la réglementation qui fixe les valeurs maximales à 1%

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XI.

Tableau XI : Taux de cendre de semoule de blé dur.

	Taux de cendre (%)				Norme(%)selon COUSCOUS MAMA
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n°3	La valeur moyenne	
3SE	0,93	0,95	0,94	0,94 ± 0,014	< 1

Le tauxde cendre de semoule de blé dur destinées à la fabrication des pâtes alimentaires est conforme à la norme.

- **La teneur en protéines :**

Autran(2006), affirme que 1 à 13% de protéines dans la semoule sont nécessaires pour qu'un blé dur puisse permettre la fabrication de pâte alimentaires de qualité.

D'après Mahaut(1996), plus la teneur en protéines est élevée, meilleure sera la qualité culinaire des pâtes.

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau XII.

Tableau XII : Teneur en protéines de semoule de blé dur.

	Teneur en protéines (%)				Norme(%)selon COUSCOUS MAMA
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n° 3	La valeur moyenne	
3SE	11,3	11,52	11,41	11,41±0,15	> 11

En se référant à la réglementation Algérienne qui fixe la valeur minimale à 11%, et d'après les résultats obtenus, la teneur en protéines de semoule est conforme à la norme « Couscous Mama ».

- **L'acidité grasse de semoule :**

Les résultats de l'acidité grasse sont regroupés dans le tableau XIII.

Tableau XIII :Teneur en acidité grasse de semoule de blé dur.

	L'acidité grasse (en g H ₂ SO ₄ /100g MS)				Norme NF
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n° 3	La valeur moyenne	
3SE	0,03	0,036	0,033	0,033 ±0,0042	≤0,055

En relevant que la teneur en acidité grasse de semoule est bien inférieure à celle normativement définie (<0,055 H₂ SO₄/100g MS) on peut dire que notre semoule destinée à la pastification est issue d'un blé sain récemment récolté et qui peut être stocké dans des conditions favorables d'humidité et de température convenables. Nous pouvons affirmer que cette situation plaiderait pour une longue durée de **conservation des pâtes alimentaires** fabriquées à base de cette semoule, sans qu'elle ne subisse une altération.

IV-2-3-Analyses technologiques :

- **Le test de sédimentation en milieu SDS :**

D'après Abecassis et Chaurand (1997), le test de sédimentation SDS, constitue un bon indicateur de la qualité du gluten du blé dur.

Selon le classement de Williams et *al* (1988) le potentiel boulanger de la semoule possédant une bonne qualité de gluten doit être proche du faible comme l'indique le tableau XIV.

Tableau XIV : Normes du test de sédimentation en milieu SDS.

Test de sédimentation en milieu SDS (ml).	Potentiel boulanger.
> 80	Exceptionnellement fort
70-79	Très fort
60-69	Fort
50-59	Force moyenne
40-49	Proche du faible
30-39	Faible
20-29	Très faible
<20	Exceptionnellement faible

Nos résultats obtenus sont présentés dans le tableau XV.

Tableau XV : Test de sédimentation en milieu SDS.

	Test de sédimentation en milieu SDS (ml)				Norme Couscous Mama
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n°3	La valeur moyenne	
3SE	41,70	41,92	41,84	41,84 ± 0,16	40-49

En comparant nos résultats à ceux du (tableau XV), on constate que le gluten de notre semoule est de bonne qualité.

- **Le taux de gluten :**

Egidio et *al.*(1997) précisent que les semoules ayant des teneurs entre 11-13% de gluten sec, une teneur de gluten humide inférieure à 100%, et un coefficient d'hydratation entre 50-70%, peuvent fournir un produit fini de bonne qualité.

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux (XVI, XVII, XVIII).

Tableau XVI : Teneur en gluten sec de semoule de blé dur.

	Teneur en gluten sec%				Norme Couscous Mama
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n° 3	La valeur moyenne	
3SE	12,15	12,18	12,16	12 ,16 ±0,34	11- 13

Tableau XVII : Teneur en gluten humide de semoule de blé dur.

	Teneur en gluten humide (%)				Norme
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n°3	La valeur moyenne	
3SE	38,49	38,55	38,52	38,52 ± 0,042	< 100

D'après les résultats obtenus, on constate que les semoules issues du blé dur contiennent une teneur de gluten conforme à la norme ,notre semoule est de bonne qualité .

Tableau XVIII : Coefficient d'hydratation .

	Coefficient d'hydratation (%)				Norme
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n° 3	La valeur moyenne	
3SE	68,43	68,40	68,41	68,41± 0,022	50-70

D'après nos résultats, on remarque que la semoule est caractérisé par de taux d'hydratation moyens.

Méthode rapide :

L'ensemble des résultats de la méthode rapide des caractéristiques chimiques de semoule de blé dur sont regroupés dans le tableau .

Tableau VII : Résultats de la méthode rapide des analyses chimiques de semoule (3SE) .

Caractéristiques chimiques	Semoule 3SE				Norme(% ms) Couscous Mama
	Essai n°1	Essai n°2	Essai n° 3	La valeur moyenne	
Taux de cendre (%ms)	0,91	0,94	0,92	0,92 ±0,022	< 1
Teneur en protéines(% ms)	11,6	11,7	11,65	11,65±0,070	> 11
Humidité(% ms)	11,2	11,4	11 ,3	11,3±0,14	≤12,5

Les résultats de la méthode rapide (Infra tec) des caractéristique chimiques de la semoule sont conformes à la norme, et que sont proches aux résultats de la méthode de référence.

IV-3-Résultats et discussions des analyses effectuées sur les pâtes alimentaires :

Tableau VIII :Tableau récapitulatif des analyses effectuées sur les pâtes.

Pâtes alimentaires	Taux de cendre%	Taux de protéine%	T(min)	PC g /100gms	G%
Macaroni	0 ,86	12,3	16	6 ,12	208,76

IV-3-1-Analyses physiques des pâtes alimentaires (Macaroni) :

- L'aspect des pâtes crues :

Cette évaluation permet essentiellement d'apprécier leur texture, la couleur, et la présence des gerçures et des piqûres blanches dans les pâtes alimentaires.

Nos pâtes présentent un aspect lisse, une couleur jaunâtre ombrée, et la présence de quelques piqûres blanches qui témoignent d'une contamination des semoules utilisées pour la fabrication des pâtes par des particules de son.

IV-3-2-Analyses chimiques des pâtes alimentaires :

- **La teneur en eau :**

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau IX

Tableau IX : Teneur en eau des pâtes alimentaires en fonction du temps.

Echantillon	Pâtes alimentaires produits finis (macaroni)	Norme Couscous Mama
Produit de jour	11,19	< 12,5%
Après 15 jours du stockage	11,14	
Après un mois du stockage	10,88	
Après 45 jours du stockage	10,63	

A partir de tableau IX, on remarque que l'humidité des pâtes alimentaires à chaque 15 jours (de 14/07/2013 jusqu'à 28/08/2013) est inférieure au 12,5% ce qui permet le stockage et la conservation des pâtes sans aucun problème d'altération surtout en période chaude.

- **Teneur en cendre :**

La teneur en cendre des pâtes alimentaires ne doit pas excéder le 1% (Feillet,2000).

D'après le tableau VIII, la valeur en taux de cendre de pâte alimentaires (macaronis) est conforme aux normes.

- **Teneur en protéines :**

D'après Feillet(2000),les pâtes peuvent contenir entre 11,5-13,5% de protéines.

La teneur en protéine des pâtes dans le tableau VIII, on des valeurs qui sont conformes aux normes.

- **L'acidité grasse des pâtes alimentaires :**

Les résultats de l'acidité grasse sont regroupés dans le tableau N° X .

Tableau X : L'acidité des pâtes alimentaires en fonction du temps.

Echantillon	L'acidité grasse des pâtes (en H ₂ So ₄ /100g MS)	Norme NF
Produit de jour	0,032	≤0,055g H₂So₄/100g MS
Après 15 jours du stockage	0,032	
Après un mois du stockage	0,034	
Après 45 jours du stockage	0,034	

Les résultats de tableau X indique que ces pâtes peuvent être stockées et conservées dans des conditions favorables d'humidité et de température convenable.

IV-3-3-Analyses technologiques :

- **Evaluation de la qualité culinaire :**

la qualité culinaire est une notion difficile à appréhender, certains l'assimilent à l'aptitude des pâtes à résister à la désintégration à conserver un degré satisfaisant de fermeté après cuisson prolongée, d'autres y intègrent la tendance à coller, la capacité d'absorption d'eau, la faculté de résister à la cuisson (Feillet,1986).

- **Temps de cuisson :**

En se référant au tableau VII, nous constatons qu'il y a une corrélation positive entre la teneur en protéines totales et le temps de cuisson. En effet, selon Lorenz *et al.*(1972), plus la teneur en protéine est élevée, plus le temps que met l'eau pour traverser la trame protéique pour gélatiniser l'amidon est long.

- **Perte à la cuisson :**

Dans les pertes à la cuisson, on détermine les pertes des substances dans l'eau de cuisson, celle-ci doit rester aussi limpide que possible.

Les résultats obtenus sont en accord avec les travaux de Okandza(2000) ;l'augmentation des pertes avec l'augmentation du temps de cuisson est due à la rupture des liaisons insulfures,hydrophobes, hydrogènes ou ionique sous l'action de la température.

Nos résultats (tableau VII),montrent que nos pâtes ont une bonne tenue à la cuisson .

- **Gonflement des pâtes ou capacité de fixation d'eau :**

Le gonflement rend compte de l'aptitude de la pâte cuite à retenir plus ou moins d'eau. Ce paramètre influe directement sur le poids des pâtes cuites.

Nos résultats (tableau VII) confirment ceux d'Adams (1987),selon lesquels plus que les pâtes qui ont un temps de cuisson élevé présentent des capacités de rétention d'eau plus faible.

IV-4-Résultats et discussion des analyses microbiologiques de semoule et des pâtes alimentaires :

Les résultats des analyses microbiologiques effectués sur la semoule et les pâtes alimentaires sont représentés dans les tableauxXI et XII .

Tableau XI : Résultat des analyses microbiologiques de la semoule.

Echantillon	Semoule de blé dur code « 01 »	
	Moisissures (T° ambiante)	Clostridium Sulfito- Réducteur à46°C
Produit de jour	Absence	Absence
Après 15 jours du stockage	Absence	Absence
Après un mois du stockage	10	Absence
Après 45 jours du stockage	10	Absence
Norme Algérienne	≤100 germe /ml	≤100 germe /ml

Tableau XII : Résultats des analyses microbiologiques des pâtes alimentaires.

Echantillon	Pâtes alimentaires « Macaroni » code « 02 »	
	Moisissures (T° ambiante)	Clostridium Sulfito- Réducteur à46°C
Produit de jour	Absence	Absence
Après 15 jours du stockage	Absence	Absence
Après un mois du stockage	Absence	Absence
Après 45 jours du stockage	10	Absence
Norme Algérienne	≤100 germe /ml	≤100 germe /ml

Les tableaux XI et XII permettent de relever :

-Une absence de *Clostridium Sulfito-Réducteur* a été observée sur les échantillons (semoule « 01 » et produit fini « 02 »).

-Une présence des **Moisissures** a été observée sur l'échantillon correspondant la date d'analyse 13 et 28 Août pour la semoule « 01 », et le 28 Août pour le produit fini « 02 » mais à des nombres acceptables (conforme à la norme), alors que le reste des produits on note une absence totale.

Donc, les produits sont de qualité satisfaisante selon l'arrêté du 24 Janvier 1998 est donc de bonne qualité microbiologique.

Conclusion Générale

Le blé dur qui a été transformé en semoule ,à son tour a servie à la fabrication des pâtes alimentaires.

La fabrication de ces produits impose un certain nombre de règles visant à protéger les produits de toute contamination microbienne ainsi que d'assurer leurs qualité et leurs conformité.

Au terme de notre étude, nous nous sommes intéressées à l'étude de la qualité de ces produits, pour cela il a été impératif de faire un contrôle de la matière première jusqu'aux produits finis sur le plan physico chimique, et microbiologique.

Les résultats que nous avons obtenu, permettent d'avancer les déductions suivantes :

- Sur le plan physico-chimique : les résultats sont conformes aux normes, se qui traduit la conformité des produits sur le plan technologique.
- Sur le plan microbiologiques : le produit analysé possède une bonne qualité microbiologique selon les résultats trouvées qui montrent une absence de Clostridium-Sulfite Réducteur et une présence d'un nombre acceptable de moisissures.

La conservation des pâtes est basée sur deux paramètres essentiels qui sont l'humidité et l'acidité grasse . Les résultats de détermination de l'humidité ont montré que les valeurs de celle-ci reste dans l'intervalle de normes montrant ainsi, que le produit se conserve pendant une longue durée sans altéré , et que les valeurs de l'acidité restent aussi dans les normes, ce qui empêche leur rancissement.

A l'issue de ce travail, nous pouvons conclure que les produits finis , correspondent aux normes et ne comportent aucun risque lié à des carences en matière de sécurité et d'efficacité qui peut nuire à la santé humaine, et par conséquent, ils peuvent être commercialisé sur le marché national.

Références bibliographiques

Abecassis J. ,et Feillet P.,1984-Influence de la température de séchage sur l'aspect et la qualité culinaire des pâtes alimentaires-Ind- Céréales, 31pp 13-18.

Abecassis J .et Chaurand M .,1997-Appréciation de la valeur d'utilisation du blé dur en semoulerie et pastification ; in : « guide pratique d'analyse dans les industries des céréales ».Ed. Tec&Doc Lavoisier. Paris, p.765.

Adams K.,1987- Factors affecting the quality of cooked and canned spaghetti and the interactions of glutamine and gliadins with 7S and 11S soybean proteins.Univ.Manhattan,Kansas 66506,USA,Dissertation abstracts International.

AFNOR .,1991-Recueil des normes Française céréales et produits à base de céréales, couscous et spécification 1.10 .

Alias C ., Linden G ., Miclo L. ,2003- Biochimie alimentaire :les céréales- le pain,5^{ème} Ed., Dunod.Paris,p.131.

Autran J.C.,2006- La qualité culinaire. De quoi est elle faite ?Colloque « perspective blé dur ».Toulouse .Labège.France.

Boudreau A . et Menard G .,1992- Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Ed. Les presses de l'université de Laval. Québec ,p .131 .

Boukhamia A.S.,2003- Aptitude technologique de quelques variétés de blé dur local :interaction Amidon- Protéine. Thèse de magister INA. P17-20 .

Boullard B .,1997- Dictionnaire :Plantes et Champignons. Ed.Estem , Paris, p.151 .

ChauvetM ., 2011- <http://www.museum.Agropolis.Fr/pages/expos/Egypte/Fr/Cereales/grain.htm>.

Dictionnaire agricole.,2010-<http://www.dictionnaire-environnement.com/dictionnaire-agriculture.Php>.

Feillet P.,1977- La qualité des pâtes alimentaires cahier NutDiet . 229- 310 .

Feillet P ., 2000- Le grain de blé. INRA éditions ,Paris, p. 312 .

Fredot E., 2006 – Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique : les produits céréaliers. Ed. Tec& Doc Lavoisier. Paris, p. 161 .

Godon B ; 1991- Biotransformation des produits céréaliers .Paris :Technique&documentation Lavoisier : p221 .

Godon B et Willm C ,1998 – Les industries de premières transformations des céréales. Paris : technique & documentation Lavoisier, p786 .

Guezlane L et Selselet-Attou G .,1983–Qualité des semoules et des pâtes alimentaires issues des principales variétés de blé dur cultivées en Algérie Annales I.N.R.T- Tunisie .

Guezlane L.,1985-Etude physico-chimique et technologique de deux types de couscous(artisanal et industriel).Annales. INA.EL Harrach, pp9 , 1,47-62 .

Guezlane L.,1993-Mise au point de méthodes de caractérisation et étude des modifications physico-chimiques sous l'effet des traitements hydro thermiques en vue d'optimiser la qualité du couscous de blé dur. These Doctorate, INA ,ELHarrach.

Hui Y.H., 2007- Handbook of food products manufacturing .Ed. John Wiley&sons ,Inc .New Jersey,p.336.

Icard C et Feillet P.,1997-Effet des phénomènes d'oxydoréduction au cours de la fabrication des pâtes alimentaires .Ind .Agr.Alim p : 4-18 .

Jeanet R., Croguennec T., Schuck P., Bruel G., 2007- Science des aliments. Technologie des produits alimentaires .Ed . Tec & Doc, 2^{ème} E d .Lavoisier . Paris, p. 187 .

Jehane B., 1987-Riz, pâtes alimentaires et œufs. Ed Héritage, France, p32 .

Karel K.,Josef G.et Ponte Jr.,2000- Handbook of cereal science and technology .2ème edition Marcel Dekker Inc.,New York,p.655.

Kent N.L., et Evers A.D.,1994-Technology of cereals .Ed. Elsevier Science Inc,4^{ème} edition ,New York,p234.

Lorenz K., Dilsaver W.et Lough J.,1972-Evaluation of triticale for the manufacture of moodles.J.Food Science n°37,p.764.

Mahaut B.,1996-Comment évalue-t-on la qualité d'un blé dur?,Colloque "perspectives blé dur".Ed.ONIC,ITCF.France,p.31.

Mariche O .,2000- Effet de la fertilisation azotée sur la qualité technologique de deux variétés de blé dur (Triticum durum desf).Mémoire Ing Blida.

Matsuo P.R.,1988- Influence of protein contain on some durum wheat quality, parametus com j plan SCI 57,p 712-727.

Monsiniak M .,Parat R . et Roland J.C.,2006-Du blé dur au pain. Ed. Biologie et Multimédia- Université Pierre et Marie Curie, UFR de Biologie.

Morot – Gaudry J . F., 1997- Assimilation de l'azote chez les plantes :aspects physiologique, biochimique et moléculaire .Ed . INRA. Paris, p. 377 .

Okandza Y.,2000-Caractérisation technologique et biochimique de quelque varieties de blés durs Algeriens.ThèseMagistère.INA,Alger.

Parabhasankar P .,Haridas P.,1999 – Lipids in wheat flower streams .J cerel – Sci :315.

Roussel P.,Hurbert C .,2002- Les pains Français évolution, qualité ,production. Ed. MAE- ERTI .

Sablonniere B.,2001-Technologie alimentaire Ellipses édition Marketing S.A.190p.

Sentor A.,1985-Etude physico-chimique et technologique de deux types de couscous(artisanal et industriel).Annales, INA, EL Harrach, p47,62.

Simon H .,Codaccioni P et Lecoœur X.,1989- Produits des céréalis à paille : Tec et Doc. Lavoisier :292-296 .

Smith J.S etHui Y.H.,2004- Food processing :principles and applications .Ed . Blackwell, Ames ,USA , p.253.

Ugrinovits M.,Arrigoni E., Dossenbach A.,Haberli G .,Hanich H .,Rychener M.,Thormann M. et Stalder U.,2004- Pâtes alimentaires et pâtes alimentaires composées. Manuel suisse des denrées alimentaires. [http://www .bag-anw.admin .ch/SLMB- Online – PDF](http://www.bag-anw.admin.ch/SLMB-Online-PDF) .

Williams P.,Harmein F.,Nakkoul H .et Rihawi S.,1988-Crop quality evaluation.Methods and guidelines. ICARDA ,Alippo,Syria ,Second edition,p.88.

Yettou N.,1998- Les méthodes instrumentales d'appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur. Thèse Magister INRA El Harrach.

Annexes

Annexe 01 :

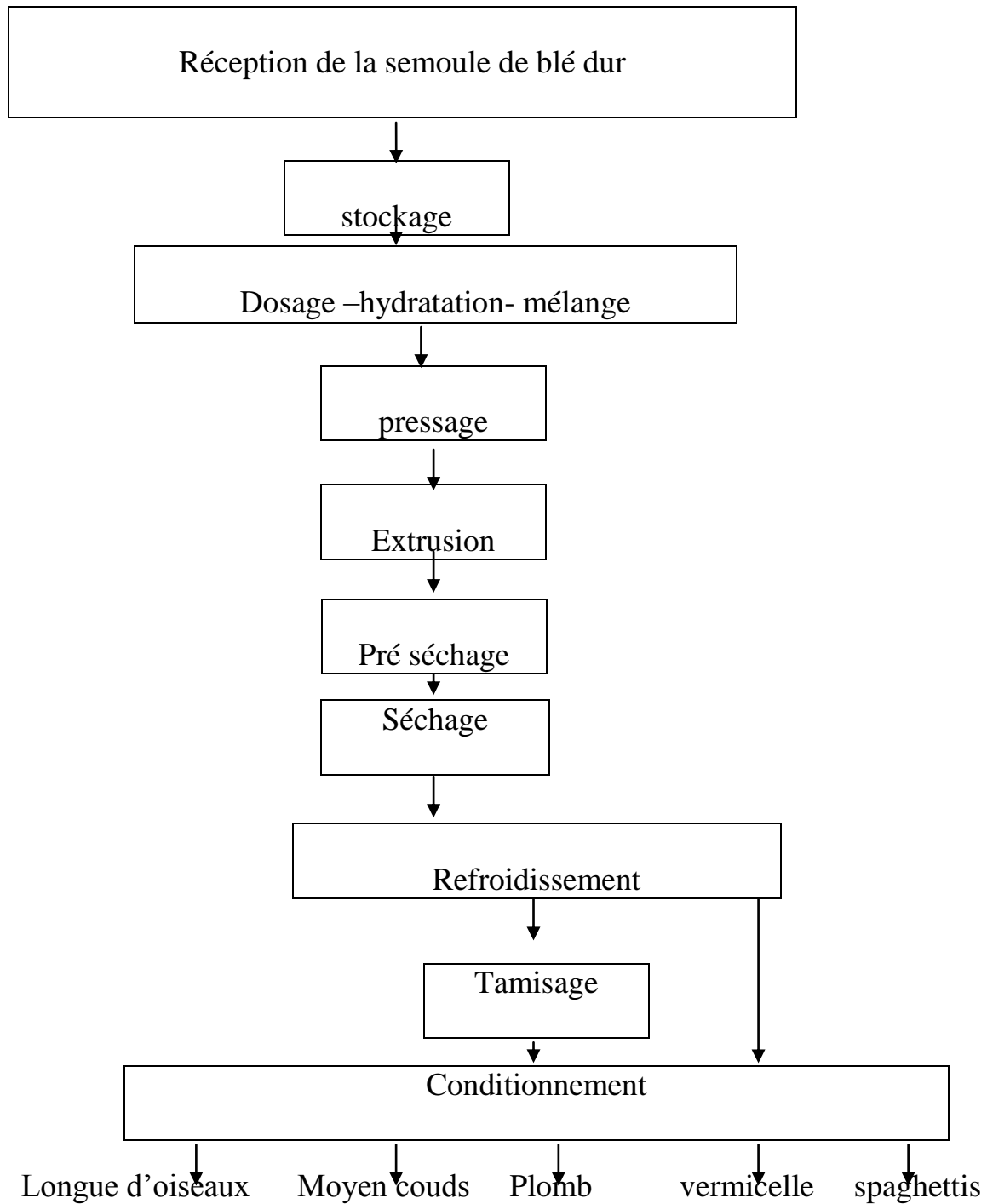


Figure 06 : Diagramme général de la fabrication industrielle de pâtes (originale).

Annexes

Annexe 02 :

L'Infra Tec :



L'Infra tec est la référence mondiale dans l'analyse des céréales pour la protéine, l'humidité et taux de cendre .

Cet appareil garantit la précision des mesures en temps réel très délicates, nécessaires pour un contrôle adéquat de la qualité des céréales.L'utilisation de l'Infra tec flexible est encore plus simple : remplir la cassette avec l'échantillon et appuyer sur le bouton Analyse. Le résultat est disponible en moins d'une minute. Du fait d'une plage de longueurs d'ondes étendue, de plus en plus de paramètres importants peuvent également être mesurés:

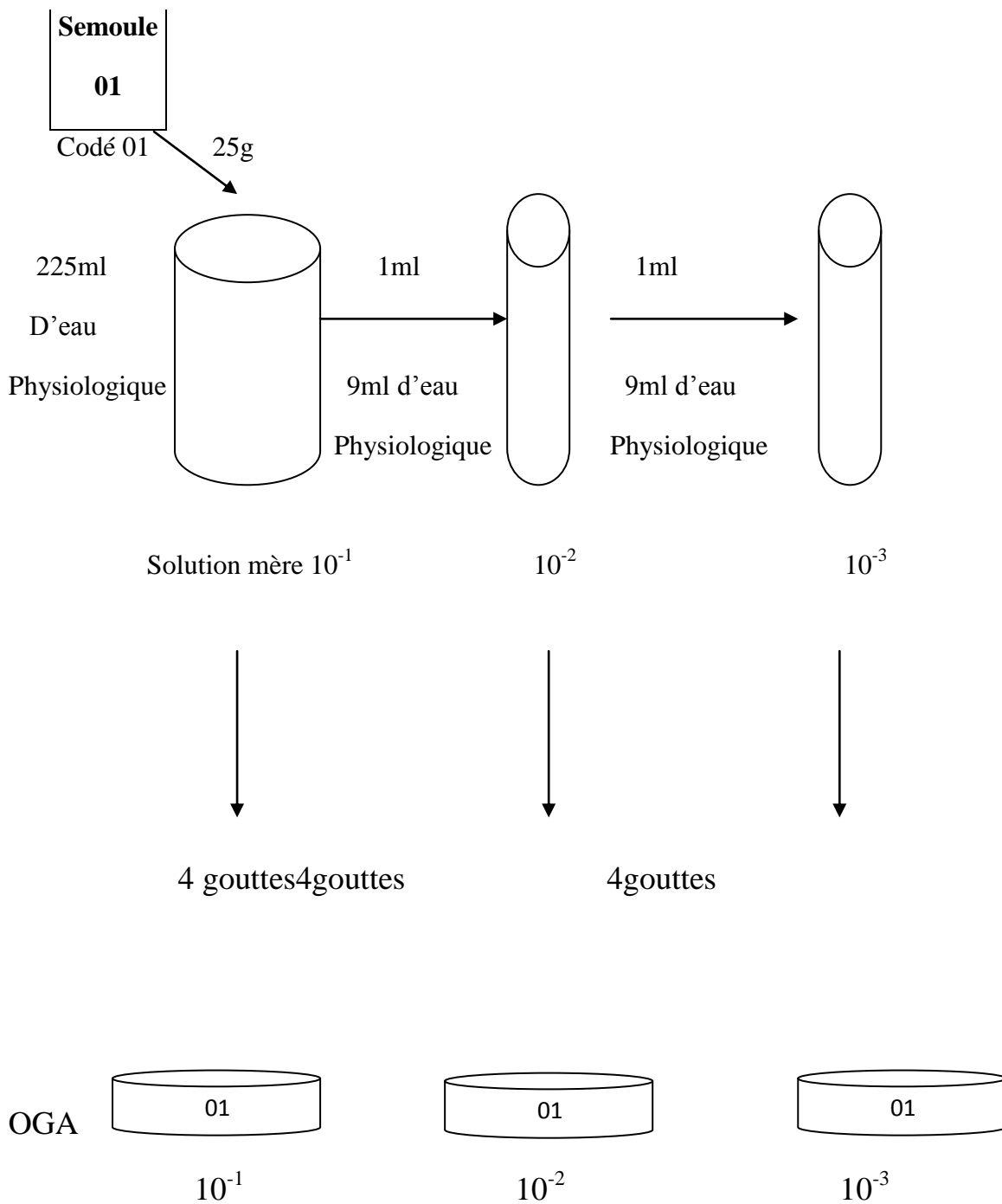
- Brillance de l'orge
- Teneur en chlorophylle dans les semences de colza
- Couleur de la farine.

Sur le marché des céréales, l'Infra tec joue déjà un rôle considérable dans les recherches relatives aux biocarburants (éthanol), dans la gestion des risques de mycotoxines.

Annexes

Annexe 03 :

Aliments



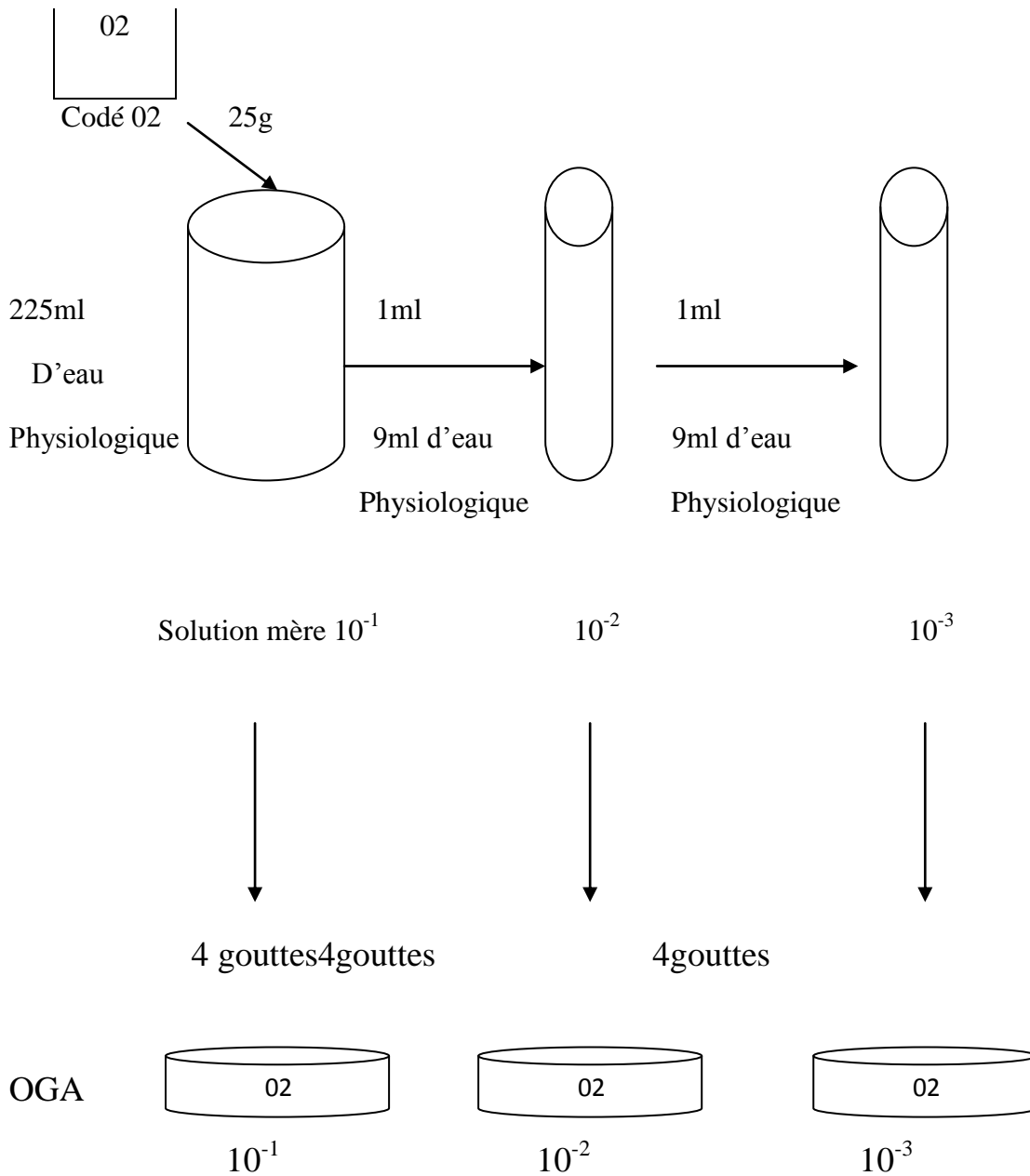
Incubation des boîtes (T ambiante) pendant 5 jours

Figure 3 : Recherche et dénombrement des moisissures dans la semoule (originale).

Annexes

Aliments

Pâtes broyées



Incubation des boîtes à 20 – 25°C pendant 5 jours

Figure 4 : Recherche et dénombrement des levures et moisissures dans les pâtes alimentaires macaroni (originale).

Annexes

Pâtes broyées ou semoule

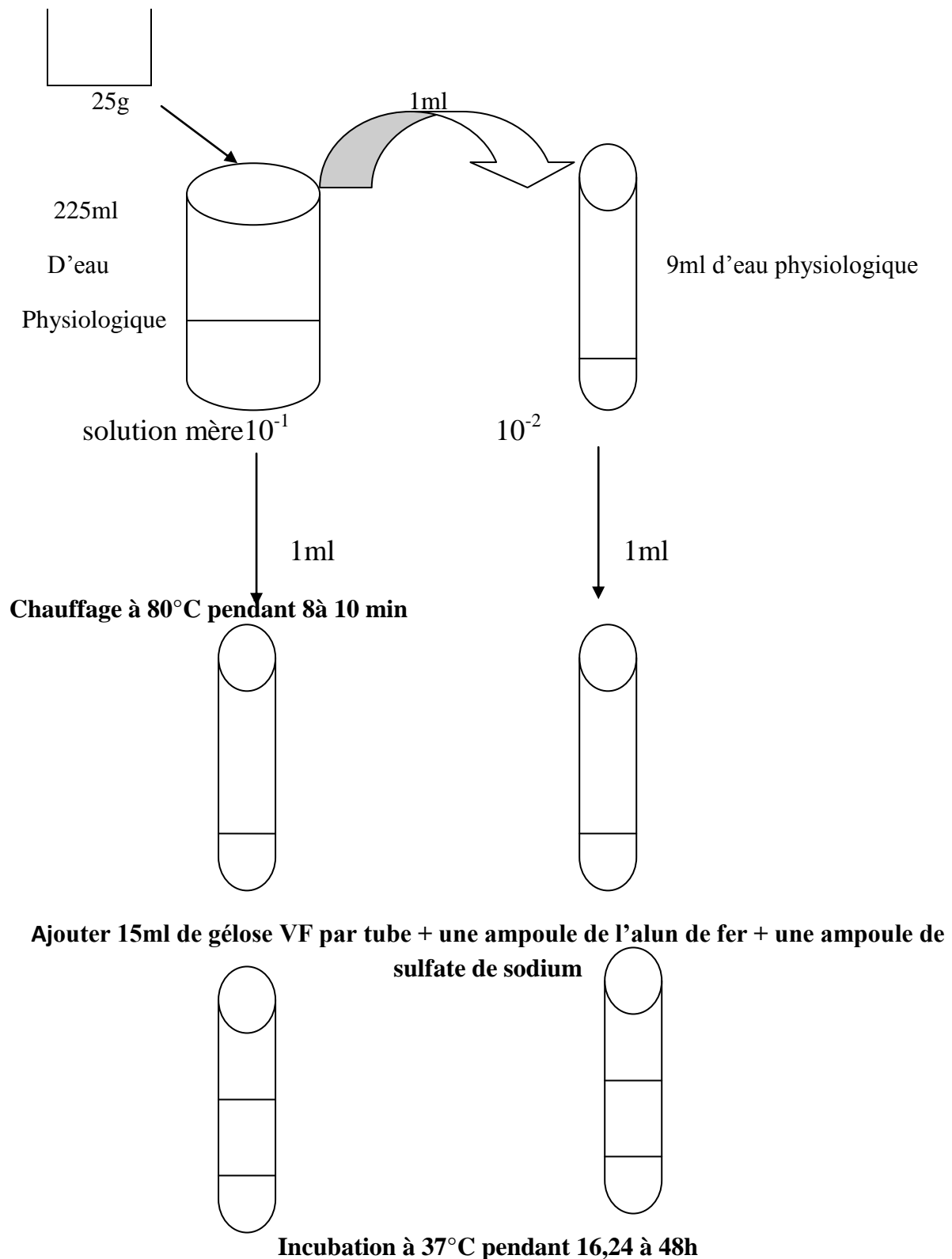


Figure 5 : Méthode de recherche de *Clostridium Sulfite-réducteur* dans les échantillons des pâtes et de la semoule

Annexes

Annexe 04 :

Milieu de culture

1) Milieu viande foie

- Base viande foie.....30g
- Glucose.....2g
- Amidon.....2g
- Agar.....11g
- Eau distillé.....1000 ml
- pH à 7,4

2) Milieu oxytétracycline Glucose Agar (OGA)

- Extrait de levure.....5g
- Glucose.....20g
- Agar.....16g
- Eau distillée.....1000ml
- pH= 6,8-7

3) Eau physiologique

- Chlorure de sodium.....8,5g
- Eau distillée.....
- 1000ml

Annexes

Annexe 05 :

Matériel :

- Agitateur et plaque chauffante
- Autoclave
- Bain marie
- Balance analytique
- Bec benzène
- Broyeur automatique
- Dessiccateurs
- Distillateur automatique
- Etuve
- Four à moufle
- Granulométrie
- Humidimètre

Verreries :

- Baguettes
- Béchers
- Boites pétris
- Capsules en porcelaine (pour le four à moufle)
- Entonnoir en verre
- Eprouvette graduée
- Erlenmeyer
- Fiole jaugées
- Pipettes graduées stériles
- Pipettes pasteurs
- Plaquette d'écrasement en verre
- Tube à essai