



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université Amar Telidji-Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par *M^{elle}* BRAHIMI IMANE

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

**Analyse microbiologiques et caractérisation de la pâte
précuite Rechta**

Soutenu le : 05 /10/2020.

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mme LOUNICI Safia	Maitre-assistante « A »	Examinatrice
Mme. OUISSA Nadjat	Maitre-assistante « A »	Présidente
M. GOUDJAL Yacine	Professeur	Rapporteur

Année universitaire 2019 /2020



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



جامعة عمار ثلجي الاغواط

كلية العلوم

قسم علوم الفلاحة

مذكرة ماستر

تقديم الطالبة: براهيمى ايمان

ميدان: علوم الطبيعية والحياة

الشعبة: علوم الغذائية

تخصص: صناعات التغذية و مراقبة النوعية

موضوع البحث

تحليل ميكروبيولوجية وتصنيف العجينة المطبوخة مسبقا الرشته

اعضاء لجنة المناقشة:

الاسم واللقب	الدرجة العلمية	الصفة
السيدة لونيسي صفية	استاذة مساعد ا	ممتحنة
السيدة اوعيسى نجاة	استاذة مساعدة ا	رئيسة
ابو جال ياسين	استاذ	مقررا

TABLE DES MATIERES

Pages

Remerciements	I
Liste des figures	II
Liste des tableaux.....	III
Liste des abréviations	III
INTRODUCTION	1

Partie I. Synthèse bibliographique

I. Généralités sur le blé	3
1. Définition/origine	3
2. Les différents types de blé	4
3. Description et Composition histologique	5
3.1. Les enveloppe	5
3.2. Le germe	5
3.3. L'albumen ou amande	5
4. Composition biochimique.....	6
4.1. Glucides	6
4.1.1. Amidon	7
4.1.2. Fibres alimentaires	7
4.1.3. Glucides simples	7
4.2. Lipides	7
4.3. Protéines	7
4.4 Enzymes.....	8
4.5. Vitamines	8
4.6. Minéraux	8
II. Pates alimentaires	10
1. Définition	10

2. Matière première	10
2.1. La semoule	10
2.2. L'eau	10
2.3. Le sel	11
3. Classification des pâtes alimentaires	11
3.1. Les pâtes pressées ou tréfilées	11
3.2. Les pâtes laminées.....	11
4. Technologie de fabrication des pâtes alimentaires	11
4.1. Hydratation et malaxage	11
4.2. Formage (ou façonnage)	12
4.2.1. Formage par extrusion.....	13
4.2.2. Formage par laminage	13
4.3. Séchage.....	13
5. Caractérisation des pâtes alimentaires.....	15
5.1. Rôle des protéines	15
5.2. Rôle des lipides	16
6. Qualité des pâtes alimentaires.....	16
6.1. Qualité organoleptique	16
6.2. Aspect des pâtes alimentaires	17
6.3. Qualité culinaire des pâtes alimentaires	17
6.4. Qualité hygiénique	17
6.5. Qualité nutritionnelle	17
6.6. Qualité microbiologique	18
6.6.1. <i>Staphylococcus aureus</i>	18
6.6.2. levure et moisissure	18
6.6.3. <i>Escherichia coli</i>	19

6.6.4. <i>Salmonella</i>	19
7. Pâtes alimentaires traditionnelles algériennes	19
8. Aspect économique	20

Partie II. Matériel et méthode

	pages
1. Présentation du produit «Rechta »	21
2. Présentation des points d'échantillonnage	21
3. Plan d'échantillonnage	22
4. Techniques de prélèvement de transport et de conservation des échantillons	22
4.1 Prélèvement	22
4.2. Transport	22
4.3. Conservation	22
5. Détermination de la teneur en eau	22
6. Mesure du pH	22
8. Détermination du taux de cendres.....	23
8. Analyses microbiologiques	23
8.1. Milieux de culture et additifs.....	23
8.2. Milieux de culture solides	23
8.3. Préparation des suspensions mère et des dilutions décimales.....	24
9. Méthodes de dénombrement	25
9.1. Dénombrement de la flore mésophile total	27
9.2. Dénombrement des coliformes	27
9.3. Dénombrement des levures et moisissures	27
9.4. Dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	27
9.5. Recherche des germes du genre <i>Salmonella</i>	28
10. Méthodes de calcul et d'expression des résultats	28

10.1. Calcul des précisions du dénombrement en fonction des sources d'erreur	30
10.2. Présentation des résultats	31
11. Plan d'interprétation des résultats	33
11. 3. <i>Staphylococcus aureus</i>	33
11.4. Levures et moisissures.....	33
11.5. <i>E .coli</i>	33
11.6. <i>Salmonella</i>	34

Partie III. Résultats et discussions

1. Résultats des analyses physico-chimiques	35
1.1. Teneur en eau	35
1.2. Le pH.	36
1.3. Taux de cendre	36
2. Résultats des analyses microbiologiques	37
2.1. Résultats du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale	37
2.2. Résultats du dénombrement des coliformes	39
2.2.1. Coliformes totaux	39
2.2.2. Coliformes fécaux	40
2.3. Levures et moisissures	41
2.4. Résultats du dénombrement de <i>Staphylococcus aures</i>	43
2.5. Résultats de la recherche des bactéries du genre <i>Salmonella</i>	44
2.6. Résultat de la recherche de <i>E . coli</i>	45
3. Evaluation de la qualité microbiologique de l'échantillon de Rechta	45
4. Discussion générale.....	47
Conclusion	50
Références bibliographiques	51
Annexes	57

Remerciements

On remercie, en premier lieu, Dieu pour le courage, la patience et la santé qu'il nous a donnée pour suivre nos études.

Ma profonde gratitude va à mon promoteur M. GOUDJAL Yacine professeur à l'université de Laghouat pour avoir accepté de m'encadrer et pour son suivi, sa patience, sa compréhension et ses précieux conseils

Je présente ma vive reconnaissance aux membres du jury Mme LOUNICI Safia et Mme OUAISSA Nadjat D'avoir accepté de consacrer une partie de leur précieux temps à l'évaluation de mon travail.

Enfin, je remercie également à travers ce travail, tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

BRAHIMI IMANE

Liste des figures

	Pages
Fig. 1. Composition histologique du grain de blé (Surget et Barron, 2005).....	6
Fig 2. Précède d'extrction des pates alimentaires	12
Fig. 3. Précédé de laminage des pâtes alimentaires	13
Fig. 4. Diagramme représentatif de la procédure de la fabrication des pates alimentaires.	14
Fig. 5. Position géographique des points de ventes de Rechta dans la ville de Laghouat sélectionnés pour le prélèvement des échantillons.....	21
Fig.6. Schéma représentatif de la préparation des suspensions-dilutions.....	24
Fig. 7. Méthode de dénombrement en double couche.....	25
Fig. 8. Méthode de dénombrement en surface.....	26
Fig. 9. Photographie montrant les boites de Pétri inoculées et orientées vers l'incubation	28
Fig. 10. Echelle d'interprétation des résultats.....	31
Fig. 11. Plan d'interprétation à trois classes pour <i>Staphylococcus aureus</i>	33
Fig. 12. Plan d'interprétation à trois classes pour les levures et moisissures.....	33
Fig. 13. Plan d'interprétation à trois classes pour <i>Escherichia coli</i>	33
Fig. 14. Plan d'interprétation à deux classes pour <i>Salmonella</i>	34
Fig. 15. Taux de cendres des cinq échantillons de pate précuite.....	37

Fig.16. Colonies des germes aérobies mésophiles totaux isolés d'un échantillon de Rechta sur milieu gélose nutritive. La photographie a été prise après 48h d'incubation à 30°C.....	38
Fig. 17. Histogrammes représentant la contamination en flore aérobie mésophile totale d'un échantillon de Rechta.....	38
Fig 18. Colonies des coliformes totaux isolées d'un échantillon de Rechta sur milieu sélectif VRBL. La photographie a été prise après 48h d'incubation à 30°C.....	39
Fig. 19. Histogrammes représentant la contamination des échantillons de Rechta en coliformes totaux.	40
Fig 20. Milieu VRBL en boîte de Pétri , montrant l'absence des coliformes fécaux, la photographie a été prise après 48h d'incubation à 44°C.....	41
Fig. 21. Histogrammes représentant la contamination en levures et moisissures des échantillons de Rechta.....	41
Fig. 22. Colonies de levures et moisissures isolées d'un échantillon de Rechta sur le milieu Sabouraud. La photographie a été prise après 3jours d'incubation à 25°C...	42
Fig. 23. Histogrammes représentant la contamination en <i>Staphylococcus aureus</i> des lots de Rechta.....	43
Fig. 24. Colonies caractéristique de <i>Staphylococcus aureus</i> isolées d'un échantillon de Rechta sur le milieu Chapman. La photographie a été prise après 48h d'incubation à 37°C.....	43
Fig. 25. Gélose SS en boîte de Petrie, inoculée par 0,1 ml de suspension diluée,	

montrant l'absence des *Salmonella* . La photographie a été prise après 24h d'incubation à 37°C. 44

Fig. 26. Milieu liquide BCPL en tube a essai avec cloche de Durham, inoculée par 1ml de suspension 10^{-3} 45

Fig. 27. Charges microbiennes moyennes de différentes microflore recherchées dans les lots de l'échantillon de Rechta commercialisé à la ville de Laghouat..... 46

Liste des tableaux

	Pages
Tableau 1: Dattes des principales preuves archéologiques liées à la culture des blés au proche-orient	3
Tableau 2 : Différences entre un blé tendre et un blé dur.....	4
Tableau 3 : Fraction proteique du blé (Feillet, 2000).....	8
Tableau 4 : Teneur en minéraux et en vitamines (mg/100g) du grain de blé (Mohtadju-Lambalais,1989 ; Feillet, 2000).....	9
Tableau 5. Effet de l teneur en protéines sur la qualités des pâtes à base de blé dur (pertes à la cuisson, fermeté) (Edward <i>et al.</i> , 1993).....	15
Tableau.6. Valeurs de l'humidité des échantillons de Rechta la pâte précuite prélevées commercialisée à ville de Laghouat	35
Tableau.7. Valeurs du pH de 5 échantillons de la pâte précuite Rechta.....	36
Tbleau8. Valeurs des attributs pour les échantillons de Recheta commercialisé a Laghouat.....	47

Liste des abréviations

FAO	: Food and Agriculture Organisation
AFNOR	: Agence Française de Normalisation
JORA	: Journal Officiel de la République Algérienne
FMT	: Flore Aérobie Mésophile Totale
SS	: Gélose <i>Salmonella-Shigella</i>
VRBL	: Gélose Lactosée Biliée Cristal Violet au Rouge Neutre
UFC	: Unités Formant Colonies

Introduction

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama *et al.*, 2005).

Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) est l'une des denrées alimentaires la plus largement cultivée dans la région méditerranéenne et elle est la source principale de la semoule pour la production des pâtes, couscous et pain (Raffio *et al.*, 2003).

En Algérie, les produits céréaliers, dont le blé, occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009).

Les pâtes alimentaires sont des produits de consommation courante. Elles sont largement consommées dans le monde et sont traditionnellement fabriquées à partir de semoule de blé dur qui semble être la matière première la plus appropriée pour ce type de produit (Feillet *et al.*, 1996).

Les aliments traditionnels sont des composants très importants du régime alimentaire des populations et la base de leurs habitudes alimentaires et nutritionnelles (Daugher, 1991). Plusieurs pâtes traditionnelles sont préparées à base de semoule et occupent une place, loin d'être négligeable, dans le régime alimentaire des algériens. Elles sont largement consommées et appréciées. Ces pâtes alimentaires se présentent sous plusieurs types dont l'appellation diffère selon la recette, le mode de préparation, la forme et la technique de cuisson (Abbaz *et al.*, 1998).

Les microorganismes présents dans les denrées alimentaires peuvent provoquer des modifications organoleptiques, altérer les qualités marchandes des produits ou constituer un danger pour la santé publique, en raison de leur pouvoir pathogène pour l'Homme (Levau *et al.*, 2001).

L'examen microbiologique est un outil incontournable d'évaluation du niveau de la contamination des denrées alimentaires et de la nature de leur microflore. Il est très largement utilisé, dans le cadre du contrôle officiel et des autocontrôles mis en œuvre par les industriels, pour garantir la salubrité des denrées qu'ils commercialisent (Leyral *et al.*, 2007).

Notre étude consiste en l'évaluation de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques d'une seule marque de la pâte précuite Rechta commercialisée à la ville de Laghouat dans le but d'étudier la qualité microbiologique et une caractérisation biochimique.

De façon spécifique, cette étude permettre :

- De déterminer la charge microbienne globale et paramètre physico-chimique de Rechta.
- D'apprécier le niveau de contamination de produit.

Ce travail comprend deux parties : la première partie est consacrée à une synthèse bibliographique. La seconde partie porte sur les analyses microbiologiques et physico-chimiques, les résultats obtenus ainsi que leur discussion.

Synthèses bibliographiques

I. Le blé

1. Définition et origine

Le blé est une monocotylédone cultivée principalement pour ses graines. Qui appartient au genre de *Triticum* de la famille des Gramineae (Feillet, 2000). Cette plante annuelle dont le grain est un fruit sec et indéhiscant, appelé caryopse est constituée d'une graine et de téguments (Sramkova *et al.*, 2009).

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est la base de la nourriture de l'homme (Ruel, 2006). Historiquement c'est une des premières céréales cultivées dans le monde. Le terme blé vient probablement du gaulois blato (à l'origine du vieux français blaie, blee, blaier, blaver, d'où le verbe emblaver, qui signifie ensemercer en blé) et désigne les grains qui sont broyés, fournissant de la farine, pour des bouillies (polenta), des crêpes ou du pain. On trouve sous le nom de blé des espèces variées : le genre *Triticum* (du latin *Tritus*, us= broiement, frottement): le blé moderne (froment), l'orge (*Hordeum*) et le seigle (*Secale* céréale), le blé noir (sarrasin) (Yves, 2011).

Tableau 1: dattes des principales preuves archéologiques liées à la culture des blés au Proche-Orient (Bonjean, 2006).

Dates	périodes archéologiques	Principaux événements concernant les blés
9000 à 8300 AV ; J.-C.	Fin de l'Epipaléolithique (civilisation natufienne)	Poursuite de la collecte antérieure de fermes sauvages d'engrain et d'amidonnier et apparition simultanée des premières techniques agricoles
8300 à 7500 Av. J.-C.	Néolithique pré-potier A (PPNA)	Cultures de formes d'engrain (blé diploïde) et d'amidonnier à rachis fragiles
7500 à 5500 Av. J.-C .	Néolithique pré-potier B (PPNA)	Apparition d'engrain et d'amidonnier à rachis solide, de blé tétraploïde nu et de blé hexaploïde nu
5500 à 4200 Av. J.-C.	Néolithique potier	Expansion de la culture du blé en Asie centrale, Europe du Sud et Egypte

2. Les différents types de blé

Selon le Codex Alimentarius (2007), le blé dur est constitué de grains provenant des variétés de l'espèce *Triticum durum* Desf et le blé tendre *Triticum aestivum* . Le blé tendre *Triticum aestivum* et le blé dur *Triticum durum* sont les deux espèces les plus cultivées dans le monde (Calvel, 1984).

A partir du blé tendre, on obtient de la farine utilisée en panification et en biscuiteries. A partir du blé dur, on obtient la semoule a partir de laquelle on fabrique des galettes, du couscous et des pâtes alimentaires (Doumendji et *al.*, 2003).

La différence entre le blé dur et blé tendre se résume dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Différences entre un blé tendre et un blé dur (Doumendji et *al.*, 2003).

Caractères	Blé dur	Blé tendre
Aspect génétique	3genomes A,B et D $En+42=3(2\ 7)$	2genomes A et B $2n= 28= 2(2\ 7)$
Prédominance	De l'amidon	Des protéines
Aspect de la plante	Feuilles très étroites, maturation très rapide	Feuilles large, maturation très longues, moisson tardive, exigeante du point de vue sol et climat
Forme	Texture opaque, structure de l'amande farineuse	Texture vitreuse

3. Description et composition histologique

Un grain de blé est formé trois parties essentielles (Fig1) (Feilliet, 2000).

3.1. Les enveloppes

Les enveloppes sont constituées de quatre tissus : le pricarpe externe, le pricarpe interne, la testa et la couche nucellaire. Ces enveloppes sont composées principalement de polysaccharides (arabinoxylanes, xyloglucanes et cellulose) et aussi acides phénoliques (Surget *et al.*, 2005).

3.2. Le germe

Le germe du grain de blé est riche en lipides, en protéines, en vitamines et en éléments minéraux. Celui-ci représente environ 3% du grain (Kumar *et al.*, 2011).

3.3. L'albumen (ou amende)

L'albumene représente 83 à 85% poids du grain, est composé de 70% d'amidon et de 7% de gluten environ. (Belderok *et al.*, 2000).

Chez le blé tendre *Triticum aestivum*, l'albumen est farineux, a coupe, facile, présente un aspect blanc et mat.

Chez le blé dur *Triticum durum*, l'albumen est corné et vitreux, un peu comme celui de riz. Sa coupe, difficile, présente un aspect translucide.

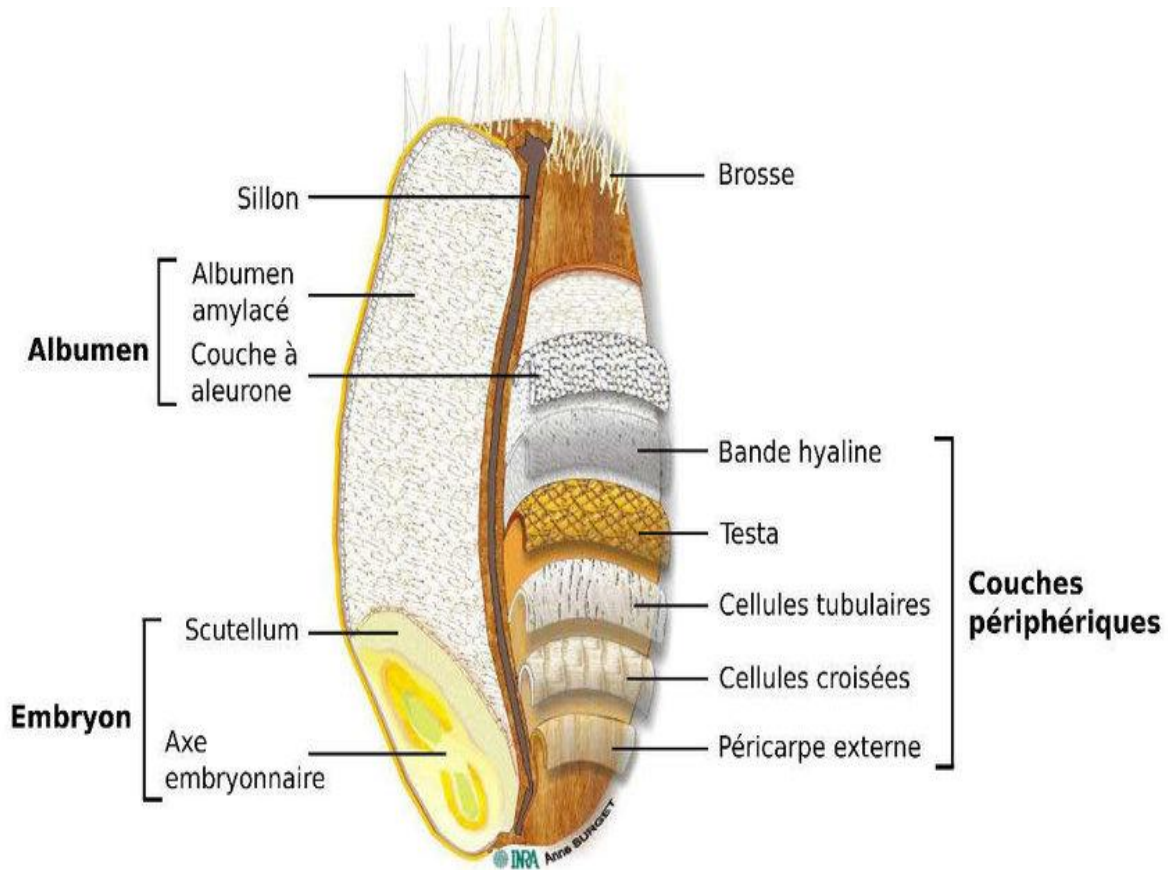


Figure 1. Composition histologique du grain de blé (Surget *et al.*, 2005).

4. Composition biochimiques

Les grains de céréales sont des organes végétaux particulièrement déshydratés (Cretois *et al.*, 1985). Ils sont constitués d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%). Les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques % seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (Feillet, 2000).

4.1. Glucides

Ils présentent la majeure partie de l'albumen (Doumandji *et al.*, 2003). Ils sont représentés principalement par :

- Amidon

La zone interne de l'amande est principalement constitué d'amidon, qui est un glucide complexe (Godon, 1991).

C'est un polymère de glucose constitué des chaînes non ramifiées (amylose 25%) et des chaînes ramifiées (amylo-dextrines 75%) (Feillet, 2000).

- Fibre

L'écorce est principalement riche en fibre, lignine, cellulose et hémicellulose (Vierling, 1999). La cellulose qui est un glucide complexe, non digestible, rentre dans la composition du péricarpe (Nique *et al.*, 1989).

- Les glucides simples

Les glucides simples se localisent dans le germe et l'assise protéique (environ 2%). Ils sont représentés par le glucose, le fructose, le saccharose, le maltose et le raffinose (Fredot, 2005).

4.2. Les lipides

Les grains du blé sont naturellement pauvres en lipides. Ils en contiennent seulement 2%, localisés dans le germe et l'assise protéique (Fredot, 2012). Selon Ounane *et al.* (2006), et en fonction de leur solubilité dans les différents solvants, on distingue ;

- Les lipides libres : ce sont des lipides apolaires, constituent la partie de réserve du grain de blé (70% des lipides totaux).
- Les lipides liés : ce sont constitués essentiellement de lipides polaires, sont des lipides de structure du grain de blé (environ 30% des lipides totaux).

4.3. Protéines

La teneur en protéines sur le plan quantitatif dépend essentiellement des conditions agronomiques du développement de la plante et sur le plan qualitatif, elle est basée sur les différences de propriétés des protéines (Jintet *et al.*, 2007). Ce sont des molécules composées d'une chaîne d'acides aminés. La teneur en protéines des céréales varie suivant les espèces. Elle est en moyenne de 12% pour le blé, 11% pour l'orge et seulement 10% pour le maïs (Feillet, 2000). Les fractions protéiques du blé sont données par le tableau 3.

Tableau 3 : fractions protéiques du blé (Feillet, 2000).

Fraction protéique	Solvant d'extraction	Composition en %
Albumines	Eau	9
Globulines	Nacl 0,5M	8
Gliadines	Ethanol à 70%	43
Glutaique	Insoluble	40

4.4. Enzymes

Ce sont des substances complexes présentes en petites quantités. Les enzymes les plus importantes en technologie des céréales sont les protéases, les lipases, les lipoxygénases et les amylases, plus phytases (phosphatases) les peroxydases et les catalases (Adrian et al., 1996).

4.5. Vitamines

Ce sont des éléments complexes jouant un rôle important dans la nutrition. Toutes les céréales ont des caractéristiques similaires : absence de vitamines A, C et D et présence des vitamines du groupe B : B1, B2, B3, B6, B9. Elles sont concentrées au niveau du germe et des enveloppes (Fredot, 2005).

Les vitamines liposolubles sont majoritaires dans le germe de blé en raison de sa teneur élevée en lipides. Le germe de blé est surtout riche en vitamine E (Eisenmenger et *al.*, 2008).

4.6. Minéraux

Ils sont présents dans le grain en faible quantité (à raison de 2 à 3 % de matière sèche) (Niquet et *al.*, 1989). Le tableau 4 regroupe la teneur moyenne de grain de blé en vitamines et en minéraux.

Tableau 4 : Teneurs en minéraux et en vitamines (mg/100g) du grain de blé (Feillet, 2000).

Minéraux	Teneurs	Vitamines	Teneurs
Phosphore	250-350	Thiamine B1	0.4-0.8
Potassium	400-500	Riboflavine B2	0.1-0.2
Magnésium	120-160	Niacine PP	4-8
Calcium	35-55	Acide panthoténique	0.5-2
Chlore et sodium	Traces à 3	Pyridoxine	0.5-1
Fer	Traces à 8	Vitamine E	2-6
Zinc	Traces à 12	Acide folique	Traces à 0.055

II. Pâtes alimentaires

1. Définition

Les pâtes alimentaires sont des produits à consommation courante dans de nombreux pays (Wagner *et al.*, 2015). Elles sont classées mondialement en deuxième place après le pain (Torres *et al.*, 2007).

Selon Alais *et al.*, 2003, les pâtes alimentaires sont le produit fabriqué à base de pâtes sans fermentation, moins hydraté que celle du pain et obtenues à partir de semoule de blé dur.

La structure de la pâte alimentaire semble être un réseau de gluten, composé par des protéines de réserve, gliadines et gluténines. Elles jouent un rôle important dans la nutrition humaine, et peuvent être facilement et longtemps conservées (Agama *et al.*, 2009).

2. Matière première

2.1. Semoule

La semoule est un produit de mouture obtenu à partir de céréale à amande cornée ou vitreuse, non farineuse (Adrian *et al.*, 1995). La semoule de blé dur est le substrat principal pour la fabrication des pâtes alimentaires en raison de sa teneur en gluten qui confère aux pâtes (couscous, pâtes alimentaires,) leurs propriétés (Sissons, 2008 ; Petitot, 2009). La qualité technologique d'une semoule pour la fabrication des pâtes alimentaires est définie par son aptitude à donner des produits finis dont l'aspect et la qualité culinaire répondent aux désirs des consommateurs. Ces deux caractéristiques sont influencées par la composition biochimique et l'état physique (granulométrie) des semoules, eux même liés à l'origine histologique des produits (Abecassis, 1991).

2.2. L'eau

Selon S.I.F.P.A.F (2012), l'eau utilisée pour permettre le malaxage de la semoule se trouve complètement évaporée et qu'après dessiccation, le taux résiduel et réglementaire d'humidité des pâtes est de 12,5%. Il est légèrement inférieur à celui de la semoule mise en œuvre (14 à 15% d'humidité).

L'eau gonfle le grain d'amidon et favorise l'assouplissement et l'allongement du gluten ce qui donne à la pâte ses propriétés de plasticité. Elle fournit aux molécules (protéines et enzymes) la mobilité nécessaire pour réagir et elle participe elle-même aux réactions biochimiques dans la pâte (Guinet *et al.*, 1994).

2.3. Le sel

Le sel en chimie est le chlorure de sodium (Na Cl), c'est un élément omniprésent dans la nature. On le trouve à l'état solide ou à l'état liquide (Calvel, 1984).

D'après Fredot (2005), le sel joue un rôle en améliorant les qualités organoleptiques de la pâte en lui donnant sa saveur et les qualités mécaniques de la pâte. Elle est ainsi plus facile à travailler.

3. Classification des pâtes alimentaires

Selon Boudreau *et al.*, (1992), les pâtes alimentaires sont classées en deux groupes selon les machines utilisées pour leur fabrication :

3.1. Pâtes pressées ou tréfilées

C'est une pâte comprimée par une presse à travers une filière qui sert de moule dont on obtient les formes classiques telles que le spaghetti, macaroni, coquillettes ou coupées à volonté de manière à obtenir des pâtes longues ou courtes (Boudreau *et al.*, 1992).

3.2. Pâtes laminées

Ce type de produit est abaissé par laminage entre deux cylindres et est réduit en feuilles larges et minces. Celles-ci sont soit divisées en rubans, soit amenées sur des machines munies d'emporte-pièces ce qui donne la forme désirée (les nouilles longues, papillon) (Boudreau *et al.*, 1992).

4. Technologie de fabrication des pâtes alimentaires

Dernièrement, le procédé de fabrication continu est réalisé à l'aide de l'automatisation. Il donnant lieu à une productivité haute (2-5 tonnes/h). Il comporte trois étapes fondamentales (Petitot *et al.*, 2010)

4 .1. Hydratation et malaxage

Dans cette étape, la semoule est malaxée avec l'eau mais elle ne développe pas une pâte et ne modifie que très peu les propriétés physico- chimiques des protéines. L'hydratation

se réalise d'une manière progressive et homogène de la semoule pour obtenir des grumeaux de tailles variables (Feillet, 1986).

La quantité d'eau ajoutée à la semoule varie généralement de 25 à 34 Kg pour 100 Kg de semoule. Elle dépend de la teneur initiale en humidité de la semoule et de la forme finale des pâtes. L'absorption d'eau a lieu en dessous de 50° C (Petitot *et al.*, 2009).

Le mélange des constituants de la pâte s'effectue dans un malaxeur qui tourne en moyenne à 120 tours /min pendant 20 minutes (Petitot *et al.*, 2010).

4.2. Formage (ou façonnage)

Selon Abecassis *et al.*, (1994), le façonnage des pâtes est assuré soit par laminage, soit par extrusion.

4.2.1. Formage par l'extrusion

La pâte provenant de la vis d'extrusion passe à travers des filières qui lui donneront la forme recherchée. Les filières assurent le développement final de la pâte (Boudreauet *al.*, 1992). Selon Feillet (1986) et Kruger *et al.* (1996), la pâte est forcée à travers une matrice sous vide à haute pression 100 kg/cm² et semble être essentielle pour donner aux pâtes la forme désirée par développement de la pâte.

Le formage sous vide aide à minimiser l'oxydation des pigments, réduit les réactions de décomposition enzymatiques et oxydatives, et diminue l'apparition de bulles dans la pâte (Belitz *et al.*, 2009).



Figure 2. Procède d'extraction des pâtes alimentaires (Simon, 2016).

4.2.2. Formage par laminage

Ce type de produit est aminci par laminage entre deux cylindres rotatifs et est réduit en feuilles larges. La feuille est ensuite coupée en brins de largeur et de longueur souhaitée (Petitot *et al.*, 2009).

L'augmentation des niveaux de passage à travers les rouleaux de laminoir (de 3 à 45 passes) résulte une distribution uniforme et homogène des protéines et des granules d'amidon dans la pâte. A l'échelle moléculaire, il a induit une plus grande solubilité de gluténine dans le SDS qui due à la désagrégation et la dépolymérisation des protéines (Kim *et al.*, 2008).



Figure 3. Procédé de laminage des pâtes alimentaire (Simon, 2016).

4. 3. Séchage

La fabrication des pâtes se termine toujours par un séchage. Le but de cette étape est de diminué la teneur en eau à moins de 12,5 %. Le séchage est fait en deux étapes. La première étape (60°C) a pour but d'éliminer l'eau superficielle afin que les pâtes ne s'agglomèrent passe au cours de la deuxième étape de séchage (90°C) (Ugrinovits *et al.*, 2004).

Le diagramme représentatif des étapes de fabrication des pâtes alimentaires est donné par la figure 4.

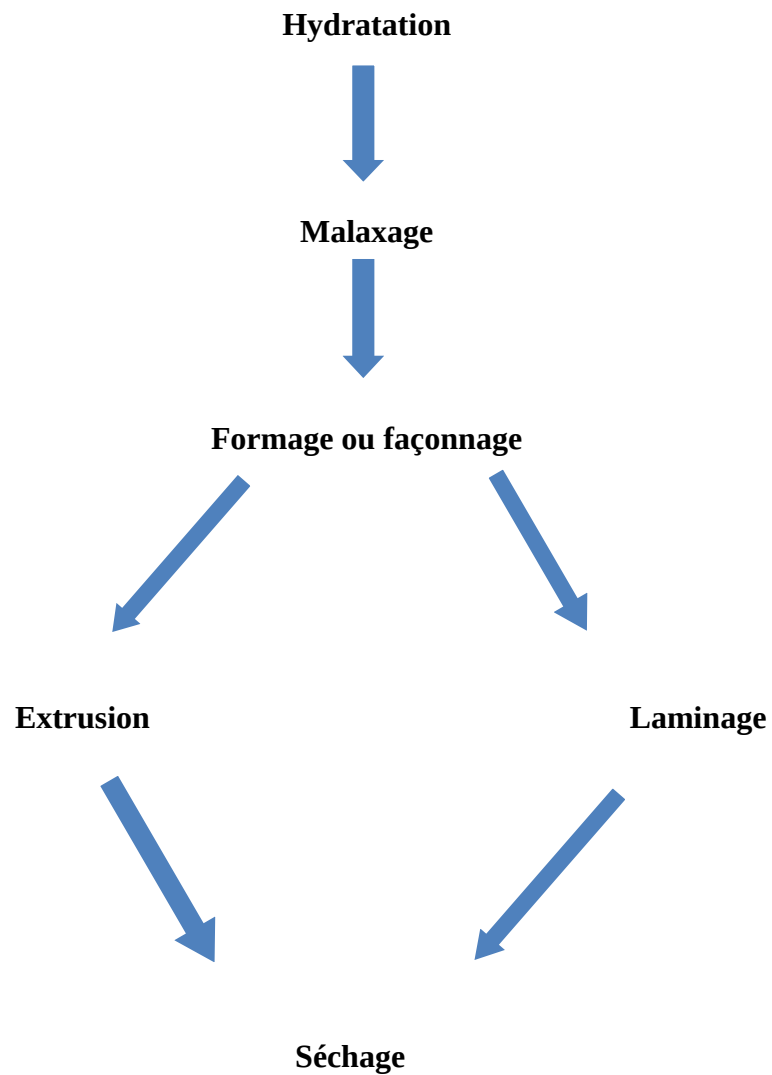


Figure 4. Diagramme représentatif des étapes de la fabrication des pâtes alimentaires

5. Caractérisation des pâtes alimentaires

5.1. Rôle des protéines

Au cours de la cuisson, les protéines forment un réseau insoluble piégeant et retenant dans ses mailles les autres composants et spécialement les granules d'amidon gonflés et en cours de gélatinisation (Feillet, 1984).

Les gliadines et les gluténines forment le réseau de gluten dont le comportement affecte considérablement les propriétés rhéologiques des pâtes. Très extensibles quand elles sont hydratées, les gliadines (qui posséderaient des propriétés plastifiantes) confèrent à la pâte son extensibilité, sa viscosité et sa plasticité (Bloksma, 1990).

La ténacité et l'élasticité de la pâte s'expliquent par les propriétés très particulières des gluténines pour maintenir les granules d'amidons gélatinisés au cours de la cuisson (Wrigley *et al.*, 2006).

Le contenu en protéines et la force du gluten jouent un rôle prépondérant dans la détermination de la qualité des pâtes notamment la qualité culinaire. Les propriétés fonctionnelles du gluten lui permettent au cours de la plastification, de former un réseau tridimensionnel imperméable, la quantité de gluten et la qualité de ses protéines sont des facteurs prédéterminant de la valeur pastière de la semoule (Feillet, 2000).

Tableau 5. Effet de teneur en protéines sur la qualité des pâtes à base de blé dur (pertes à la cuisson, fermeté) (Edwards *et al.*, 1993).

	Protéines (%)		
	10.3	13.5	17.6
Cuisson			
Pertes à la cuisson (%)	9.4	8.1	7.1
Fermeté (kg/mm)	1.10	1.44	2.02
Surcuisson			
Pertes à la cuisson (%)	15.5	13.7	13.3
Fermeté (kg/mm)	0.83	0.97	1.32

5.2. Rôle des lipides

Bien que leur teneur dans les semoules ne dépasse pas 2 à 3 %, les lipides jouent un rôle important en plastification, du moins ceux qui ne sont pas liés à l'amidon. Les lipides constituent un facteur déterminant de la couleur de la pâte. La couleur est établie au cours de la période de fabrication des pâtes en raison de l'oxydation des pigments jaunes sous l'action des lipoxygénases principalement au cours de l'hydratation, malaxage, extrusion et pendant l'étape de séchage (Sissons, 2008).

Mastuo *et al.*, (1986) et Sisson (2008) prouvent que ces lipides essentiellement non polaires ont des effets sur la qualité des pâtes en terme de viscosité et la délitescence. Elimination des lipides totaux et lipides non polaires augmentent le caractère collant des pâtes et les pertes à la cuisson.

Au cours de l'étape de malaxage de la pâte, les lipides libres interagissent avec les composants de la semoule essentiellement les protéines ce qui conduit à l'amélioration de la force du gluten. Le processus de mélange accélère la formation des liaisons hydrophobes des lipides non polaires avec les composants solubles dans l'acide comme le gluténine, gliadine, albumines et les composants non azotés (Chung, 1986).

Les lipides polaires interagissent principalement avec les glutenines. Les lipides polaires libres peuvent également se lier à la gliadine par des liaisons hydrophiles. Ces liaisons améliorent les interactions de protéines ce qui fournissent un meilleur support structural pour le réseau du gluten (Chung *et al.*, 1978).

6. Qualité des pâtes alimentaires

La qualité des pâtes alimentaires dépend essentiellement de matières première et de l'eau utilisées durant la fabrication et des soins apportés durant la préparation, le séchage et à la conservation. Les caractéristiques qui déterminent la qualité des pâtes alimentaires sont leur aspect à l'état cru et leur comportement durant et après la cuisson, leur valeur nutritionnelle et leur état hygiénique (Feillet, 2000).

6.1. Qualité organoleptique

Les critères d'évaluation de la qualité organoleptique des pâtes alimentaires recherchés par le consommateur final sont l'aspect avant la cuisson et la tenue après la cuisson (Trentesaux, 1995).

6.2. Aspect des pâtes alimentaires

Feillet (2000) rapporte que les caractéristiques qui déterminent l'aspect des pâtes alimentaires sont les gerçures (ce sont des fêlures de la pâte sèche dues à un mauvais réglage du séchoir) ; Piqûres (elles peuvent être blanches, brunes ou noires) ; Texture superficielle des pâtes : qui dépend de la nature des moules utilisés ; Couleur des pâtes (elle doit être uniforme).

6.3. Qualité culinaire des pâtes alimentaires

Selon Porceddu (1995), la qualité culinaire des pâtes est évaluée par :

- Les temps de cuisson qui varient avec le format de la pâte. Pour celles du même format, ils varient avec la qualité de la pâte. Ces temps de cuisson sont déterminés en fonction du gonflement, de la texture et de l'état de surface ;
- Le gonflement de la pâte pendant la cuisson qui est calculé par différence entre le poids des pâtes avant et après cuisson ;
- La texture du produit cuit est caractérisée par la fermeté et la masticabilité après cuisson ;
- L'état de surface est caractérisé par le collant (prise en masse ou degré d'adhésion) et l'aspect plus ou moins lisse des produits cuits (délictence) ;
- L'état de cuisson doit être « aldent », c'est-à-dire que les pâtes doivent résister légèrement sous la dent et garder un niveau de fermeté (Vierling, 1999).

6.4. 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 fabrications de pâtes, le séchage notamment, les microorganismes ne trouvent pas un milieu favorable à leur développement (Feillet, 2000).

6.5. Qualité nutritionnelle

Actuellement, la consommation des pâtes alimentaires est dans le monde entier, elles sont bien reconnues par leurs qualités nutritionnelles et énergétiques. Elles sont plus énergétiques que le pain, que les pommes de terre et la viande (Feillet, 2000).

L'apport protéique est loin d'être négligeable, puisque 100 g de pâte contiennent de 10 à 12 g de protéines et que cette valeur passe de 12 à 14 g dans le cas des pâtes aux œufs. Ces

Protéines sont déficientes en acides aminés indispensables, en lysine notamment. Rappelons que le séchage à haute température diminue l'apport de lysine disponible (Feillet, 2000).

6.6. Qualité microbiologique des pâtes alimentaires

La flore de contamination est l'ensemble des microorganismes ajoutés aux aliments, de la production jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits ; et d'une flore pathogène capable de provoquer des malaises chez les personnes qui consomment ces produits alimentaires (Guiraud, 2004).

6.6.1. *Staphylococcus aureus*

Les staphylocoques sont des bactéries sphériques (coque) aérobie-anaérobies facultative à Gram positif. C'est une bactérie commensale de la peau et des muqueuses. L'intoxication est causée par des enterotoxines préformées dans un aliment contaminé qui n'a pas été cuisiné immédiatement ou qui a été mal conservé. La contamination des aliments est souvent effectuée via des aérosols provenant du nez, de la bouche ou via les mains (Leyral et al., 2007).

6.6.2. Levures et moisissures

Les levures

Les levures sont très largement répandues dans l'environnement et se retrouvent de façon normale dans les aliments. Ce sont des champignons chez lesquels la forme unicellulaire est prédominante (Beuvier, 2005).

Les moisissures

Tout comme les levures, les moisissures peuvent être véhiculées par l'environnement et se retrouver dans les aliments. Ce sont des microorganismes filamenteux qui sont disséminés par l'émission de spores (Beuvier, 2005). D'une façon générale, les levures sont des anaérobies facultatifs, tandis que les moisissures sont considérées comme des microorganismes aérobies stricts. Ces germes sont généralement sensibles à la chaleur (Robinson, 2002).

6.6.3. *Escherichia coli*

Les souches d'*Escherichia coli* sont rarement pathogènes, à l'exception de certaines souches qui causent des diarrhées dans les pays en voie de développement, ou elles touchent surtout les enfants. Ces bactéries infectent également les voyageurs venant de pays industrialisés (Nauciel et *al.*, 2005). *Escherichia coli* est un commensal normal de l'intestin de l'homme et de l'animal (Goubau et *al.*, 2000).

La bactérie se répond dans l'environnement par la voie des excréments. La présence d'E.coli dans les eaux et les aliments est le témoin d'une contamination fécale. La transmission se fait par voie féco-orale (Goubau et *al.*, 2000).

6.6.4. *Salmonella*

La salmonellose (gastro-entérite à *Salmonella*) est causée par plus de 2000 sérovars de *Salmonella*, provoquant des symptômes fréquents, dont les douleurs abdominales et diarrhées, qui durent de quelques jours à quelques semaines. La salmonellose la plus fréquente est due à *Salmonella Typhimurium*. (Prescott et *al.*, 2003) Elle est rencontrée dans tous les pays et elle est isolée chez l'homme les animaux et dans l'environnement. Elle occupe la première place dans l'étiologie des toxi-infections alimentaires (Avril et *al.*, 1992).

7. Pâte alimentaires traditionnelles

Les pâtes traditionnelles algériennes sont des pâtes propres à la culture algérienne. Il existe une multitude de pâtes traditionnelles. Les ingrédients de base sont la semoule de blé dur et l'eau (Abbaz et *al.*, 1998).

Les pâtes traditionnelles peuvent être divisées selon leur mode de fabrication en :

- Pâtes laminées.
- Pâtes roulées

Le processus de fabrication des pâtes traditionnelles repose sur le mélange de la semoule, du sel et de l'eau, pour obtenir une pâte grossière qui subira un pétrissage donnant à la fin une pâte molle, lisse et non collante. Dans certains cas, il y'a addition de jaune d'œuf afin d'améliorer la coloration et la qualité nutritionnelle de la pâte. La pâte ainsi formée doit subir un laminage (Abbaz et *al.*, 1998).

Il existe un grand nombre de pâtes laminés, on peut citer :

- Trida : lanières superposées et découpées en petits carrées et cuites à la vapeur.
- Chekhchoukha : feuilles très fines cuites au tadjine puis découpées en morceaux et servies avec une sauce. Les mêmes pâtes servies avec du miel prennent le nom de rfis dans l'ouest du pays.
- Rechta : lanières minces et étroites (environ 0,5 cm de largeur) proches des linguines italiennes (Abbaz et *al.*, 1998).

8. Aspects économiques

Selon l'organisation internationale des pâtes (IPO), de 1997 à 2016, la production de pâtes a augmenté de 57%, passant de 9,1 à 14,3 millions de tonnes. Les plus gros consommateurs de pâtes au monde sont avec ses 23,5 kilogrammes par an, les Italiens sont toujours largement en tête, devant les Tunisiens (16 kilogrammes) et le Venezuela (12 kilogrammes).

En Algérie, la consommation des pâtes augmente avec les périodes des fêtes religieuses et familiales. Elles sont surtout consommées pendant l'Aïd, Achoura, Mouloud, et mariage. Selon une enquête sur les habitudes de la consommation des algériens, il a été établi qu'en moyenne un algérien consommait un peu plus de 5 kilogrammes de pâtes par an (Radio A., 2017).

Matériel et méthodes

La partie expérimentale de notre étude a été réalisée au niveau du laboratoire de microbiologie du département d'agronomie, Faculté des sciences, Université Amar Telidji-Laghouat. Elle est portée sur la détermination de la qualité microbiologique et physico-chimique de la pâte précuite « *Rechta* » vendue dans le commerce de détail dans la ville de Laghouat.

1. Présentation de l'aliment : la pâte précuite Rechta

La pâte précuite Rechta sont des pâtes alimentaires largement consommées en Algérie. Elles sont fabriquées à partir de semoule de blé dur. Selon une enquête réalisée par Boukzoula (2003) dans l'Est algérien, les pâtes dites Rechta, semblables aux tagliatelles italiennes, font partie des pâtes traditionnelles les plus consommées par les algériens.

2. Présentation des points d'échantillonnage

Laghouat contient plusieurs points de vente de pâtes précuites et pâtes traditionnelles qui assurent l'approvisionnement régulier du consommateur.

Le but de notre travail est l'évaluation de la qualité microbiologique d'une seule marque de Rechta industrielle avec des lots différents, prélevée de 5 points de vente (E1 ; E2 ; E3 ; E4 ; E5) réparties dans la ville de Laghouat (Fig5).

Le choix des points de vente a été effectué aléatoirement.



Figure 5. Position géographique des points de ventes de Rechta dans la ville de Laghouat sélectionnés pour le prélèvement des échantillons.

3. Plan d'échantillonnage

L'échantillonnage a été effectué durant la période de janvier à février 2020. Un total de 5 échantillons d'une seule marque avec des lots différents (date de fabrication) a fait l'objet de notre étude.

4. Techniques de prélèvement, de transport et de conservation des échantillons

4.1. Prélèvement

Le prélèvement des échantillons pour les analyses physico-chimiques et microbiologiques a été effectué en prélevant un sachet complet (1kg) de Rechta choisi au hasard à partir de lots différents commercialisés dans les points de vente présentés en figure 5.

4.4.2. Transport

Les échantillons sont conditionnés dans un emballage hermétiquement fermé. Ces derniers sont étiquetés par toutes les informations relatives à l'échantillon (le type de produit, la date de fabrication et le lieu et le lot de prélèvement).

4.3. Conservation

Les échantillons de Rechta ont été conservés au réfrigérateur à une température de 4°C et à l'abri de la lumière.

5. Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est déterminée selon la méthode indiquée dans le journal officiel de la république algérienne N°01. A partir de 5 g d'échantillon frais (3 répétitions pour chaque échantillon), par la pesée différentielle, après passage à l'étuve à 105°C jusqu'à obtention d'une masse constante. La formule suivante a été utilisée pour déterminer la teneur en eau

$$\text{Teneur en eau (\%)} = \frac{\text{masse de l'échantillon initial} - \text{masse de l'échantillon séché}}{\text{masse de l'échantillon initial}} \times 100$$

6. Mesure du pH

Le pH est déterminé selon la méthode d'électrochimie. Il est mesuré directement en utilisant le pH mètre électronique qui affiche le pH sur son écran après avoir plongé l'électrode dans le bécher contenant la suspension de Rechta. Cette dernière a été préparée en mélangeant Rechta hachée et l'eau physiologique.

Trois répétitions pour chaque échantillon ont été effectuées.

Le pH-mètre doit être étalonné à l'aide de deux solutions tampons à pH 7 et pH 4. L'étalonnage est répété toutes les deux heures.

7. Détermination du taux de cendres

Le taux en cendre de la pâte précuite est déterminé selon la méthode (AOAC, 2005) cinq grammes d'échantillon frais (3 répétitions pour chaque échantillon), sont été étudiée par pesée différentielle, après incubation de la pâte précuite à une température de 600°C dans un four à moufle pendant 8 heures. Le taux de cendre a été déterminé selon la formule :

$$\text{Taux de cendres (\%)} = \frac{\text{masse de cendres}}{\text{masse de l'échantillon}} \times 100$$

8. Analyses microbiologiques

Dans cette partie, nous nous intéressons à la recherche et au dénombrement des germes imposés par le journal officiel (2017).

Ces germes sont représentés par ; flore aérobie mésophile totale (FAMT) ; Les coliformes totaux et fécaux ; Les levures et moisissures ; *Staphylococcus aureus.* ; *Salmonella* ; *Escherichia coli*.

8.1. Milieux de culture et additifs

Tous les milieux de culture utilisés dans notre étude sont des milieux déshydratés. Les compositions des milieux de culture utilisés sont regroupées dans l'annexe (I).

8.2 Milieux de cultures solides

Les milieux de culture utilisés sont les suivantes

- La gélose nutritive → la flore mésophile totale.
- Le milieu de Chapman → *Staphylococcus aureus*.
- Le milieu SS → *Salmonella*.
- Le milieu Sabouraud → les levures et moisissures.
- Le milieu VRBL → coliformes (fécaux et totaux).

8. 3. Préparation des dilutions décimales

Le diluant utilisé est l'eau physiologique. Dans des conditions aseptiques, 1g de la pâte précuite Rechta découpée en petite morceaux est soigneusement ajoutée dans le tube à essai contenant 9ml d'eau physiologique est agité à l'aide d'un vortex ce qui conduit à une dilution mère de 10^{-1} .

Au moyen d'un autre cône stérile, 1ml de la dilution 10^{-1} est prélevé aseptiquement transversé dans un second tube contenant 9 ml de l'eau physiologique stérile. Le contenu est agité soigneusement, on obtient ainsi une dilution de 10^{-2} . On continue de la même façon jusqu'à la dilution 10^{-5} (Fig6).

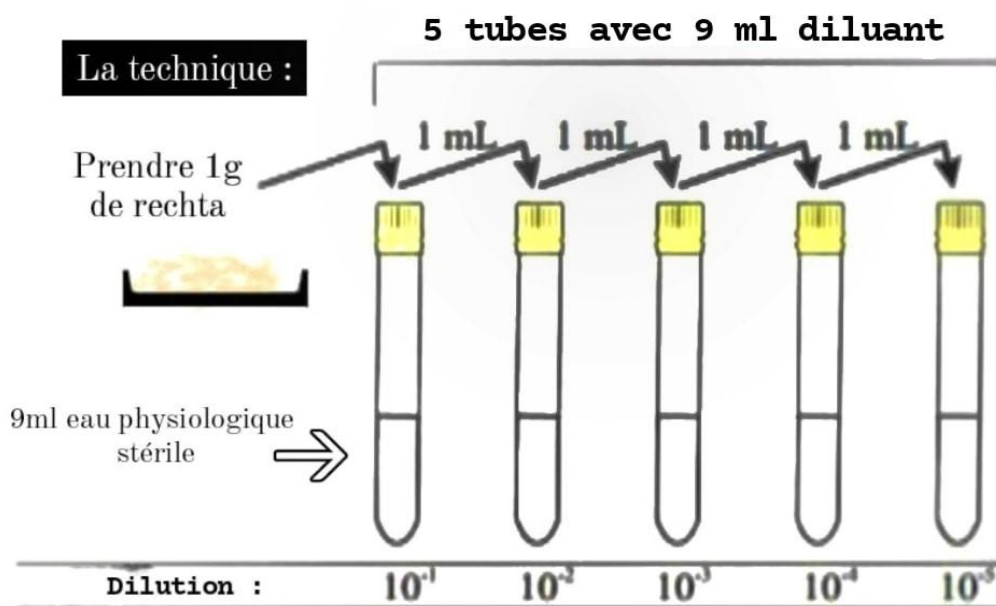


Figure.6. Schéma représentatif de la préparation des suspensions-dilutions.

9. Méthodes de dénombrement

En milieux solides, le dénombrement des microorganismes se fait selon la méthode en double couche ou en surface (figure 7). Le principe de ces méthodes est basé sur le fait qu'un microorganisme présent dans un produit ou dans une suspension de ce produit, mis en culture dans des conditions optimales, en milieu solide convenable, se développe en formant une colonie. Il s'agit de faire correspondre un microorganisme à une UFC (Unité Formant Colonie) puisque, dans certains cas, le développement de plusieurs microorganismes groupés peut conduire à une unique colonie (Leyral et Verling, 2007).

La figure 7 représente les étapes de la méthode de dénombrement en double couches. Cette méthode est utilisée pour le dénombrement des coliformes totaux et de coliformes fécaux.

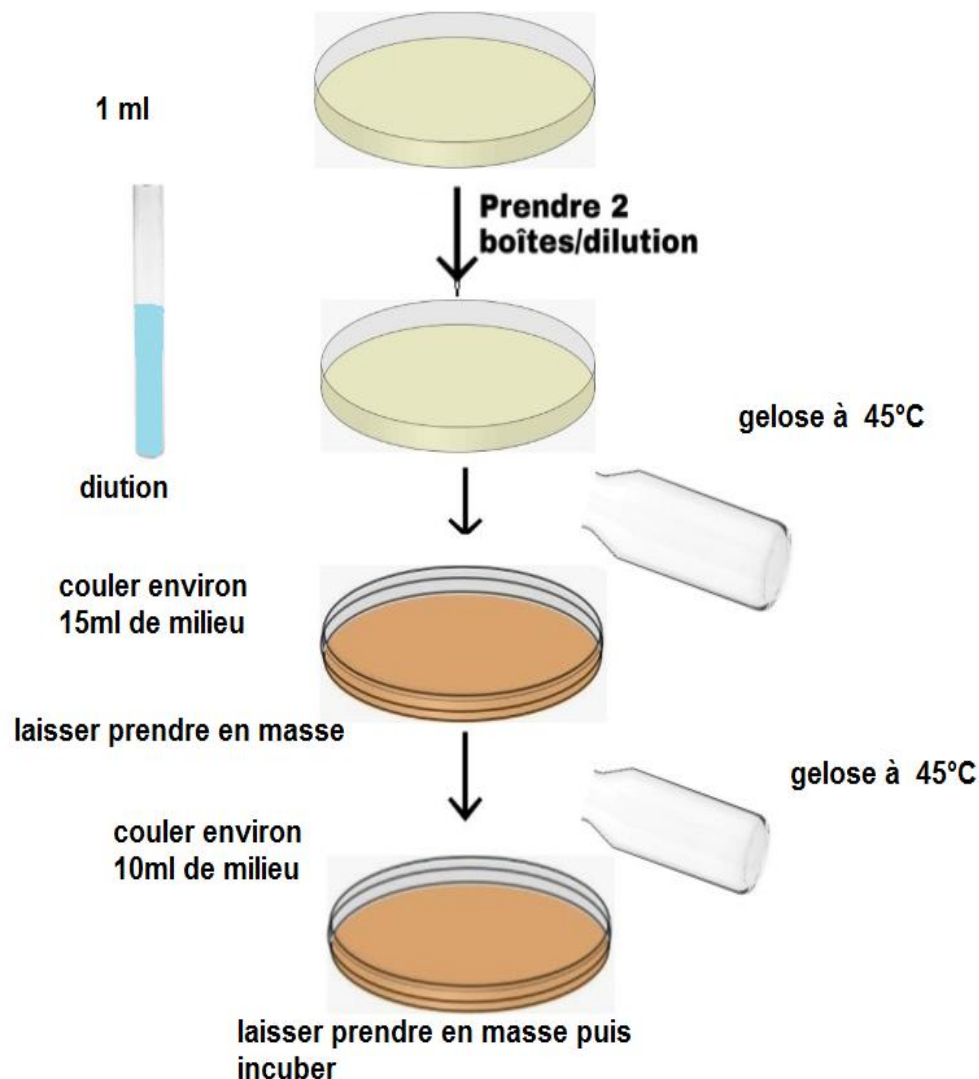


Figure 7. Méthode de dénombrement en double couches.

Le dénombrement en surface est effectué pour la recherche de flore aérobie mésophile totale, *Staphylococcus aureus* et les levures et moisissures. Les étapes de cette méthode sont représentées dans la figure 8.

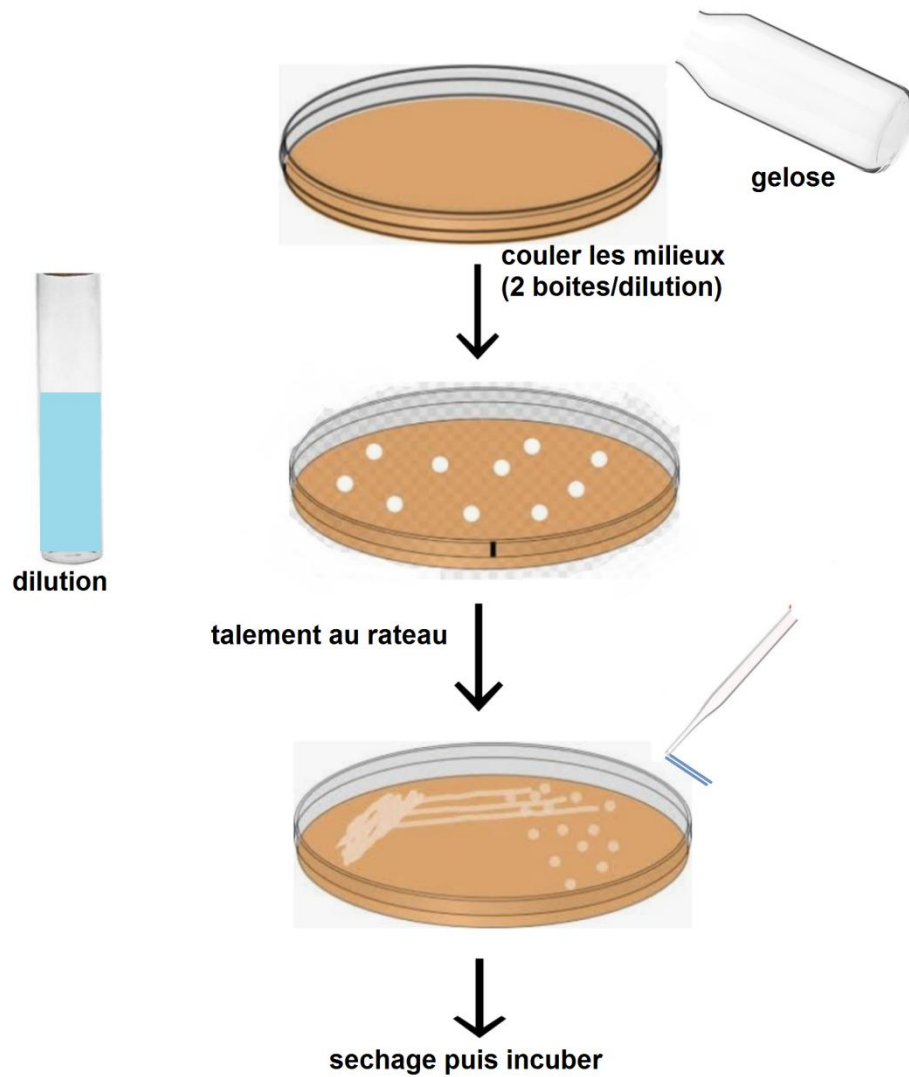


Figure 8. Méthode du dénombrement des microorganismes en surface.

9.1. Dénombrement de la flore aérobie mésophile total

Le dénombrement de la FAMT consiste à transférer 0,1 ml des dilutions décimales (10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-5}) dans des boîtes de Pétri stériles, ensuite de les couler par 10 à 15 ml de gélose nutritive et de les homogénéiser par des mouvements de huit. Après solidification sur une surface froide, les boîtes sont incubées à 30°C pendant 72 heures (Leyral et *al.*, 2001).

9.2. Dénombrement des coliformes

Le dénombrement des coliformes est réalisé par la méthode de comptage des colonies en milieu solide (dans la masse et double couche). Le milieu VRBL est directement utilisé. Les dilutions concernées sont : 10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-5} . Après ensemencement de 1 ml de chaque dilution dans des boîtes de Pétri, le milieu VRBL est coulé et laissé solidifier, puis on ajoute une deuxième couche du même milieu. Après solidification, les boîtes sont incubées à 30°C pour les coliformes totaux et 44°C pour les coliformes fécaux) pendant 24 à 48h. La présence des coliformes est révélée par l'apparition de colonies rouges avec un anneau rosâtre (Guiraud et *al.*, 2004).

9.3 Dénombrement des levures et moisissures

Le dénombrement des levures et moisissures en milieu solide est réalisée en effectuant un ensemencement par étalement d'un inoculum des dilutions de 10^{-1} , 10^{-3} , 10^{-5} sur la gélosé Sabouraud. L'ensemencement des boîtes de Pétri contenant la gélose Sabouraud effectué par 0,1 ml de la dilution 10^{-1} . L'inoculum est ensuite étalé à l'aide d'un râteau stérile et les boîtes sont ensuite incubées à 25°C pendant 3 à 5 jours (Guiraud, 1998).

9.4. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

La mise en évidence de *Staphylococcus aureus* est réalisée en effectuant un ensemencement par étalement de l'échantillon sur un milieu gélosé Chapman. A l'aide d'une micropipette, ensemencer une boîte de pétri contenant la gélose Chapman avec 0,1 ml de la dilution 10^{-1} .

L'inoculum sur la surface de la gélose les boîtes sont ensuite incubées à 37°C pendant 48 heures. Après incubation, *Staphylococcus aureus* apparait sous forme de colonies jaunes dorées (Lapied et *al.*, 1981).

9.5. Recherche de la bactérie du germe *Salmonella*

Le dénombrement de *Salmonella* est effectué sur la gélose SS, 0,1 ml de la suspension de Recta ensemercer en surface dans une boîte de Pétri qui contient le milieu SS. Les boîtes ensemencées sont ensuite incubées à 37°C pendant 24h (Fig 9).

Les colonies des bactéries du germe *Salmonella* sont de couleur rose rouge d'un diamètre d'environ 1mm (Joffin, 1999).

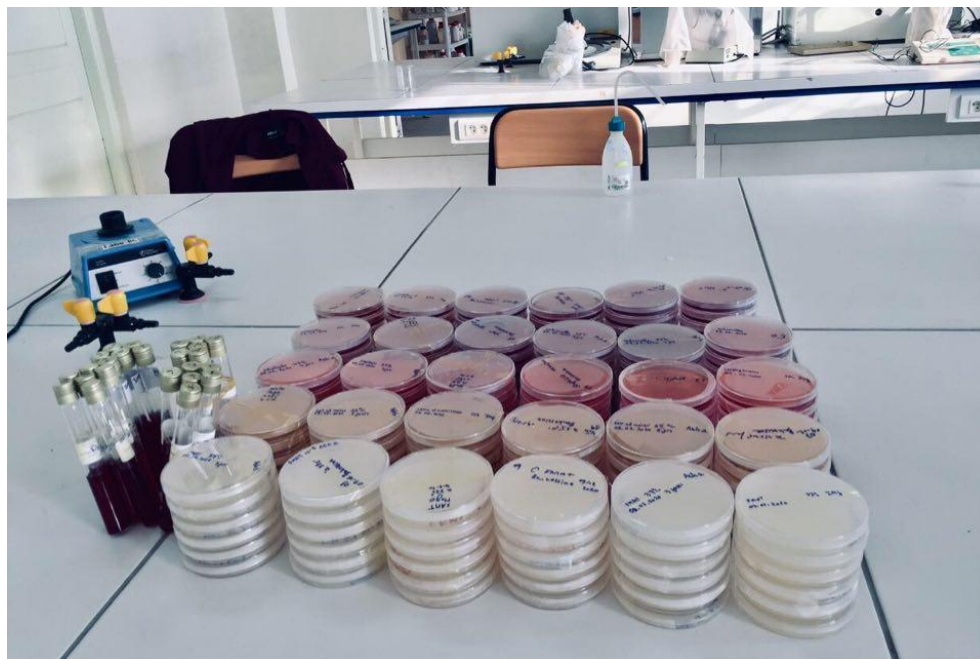


Figure 9. Photographie montrant les boîtes Pétri inoculées et orientées vers l'incubation.

10. Méthode de calcul et d'expression des résultats

Le comptage des colonies s'effectue visuellement, seul les boîtes de Pétri contenant 30 à 300 colonies sont retenues pour le calcul. Le comptage des colonies caractéristiques se fait à l'aide d'un compteur colonie et il peut être facilité par un léger marquage au feutre sur les boîtes (Guiraud, 1998).

Le nombre de germes totaux retenu est la moyenne arithmétique du nombre de germes trouvés pour les différentes dilutions. Les résultats sont exprimés en nombre d'unités formant colonies (U.F.C) par gramme.

Pour 0,1ml on calcule pour chaque dilution le nombre moyen de colonies, on effectuant la moyenne du nombre trouvé pour chaque boîte de la manière à n'avoir que deux chiffres significatifs et on multiplie par 100 la dernière dilution obtenue, puis on continue de multiplier par 10 jusqu'à la solution mère. On effectue ensuite la moyenne des valeurs

provenant de diverses dilutions utilisables si leur rapport n'excède pas deux, sinon on prend le nombre le plus faible, les résultats sont exprimés en UFC/g.

Les boîtes qui contiennent un nombre de colonies inférieur à 30 seront éliminées, les autres boîtes seront prises en compte car le nombre de colonies est compris entre 30 et 300 colonies.

Pour l'ensemencement en bicouche ou le volume de l'inoculum et 1ml, on suppose que le nombre de colonies après incubation égal à

-dilution 10^{-1} →	Essai 1 : 130 colonies Essai 2 : 108 colonies	} Moyenne de 119
-dilution 10^{-3} →	Essai 1 : 84 colonies Essai 2 : 96 colonies	} Moyenne de 90
-dilution 10^{-5} →	Essai 1 : 33 colonies Essai 2 : 35 colonies	} Moyenne de 34

Calcul

-dilution 10^{-1} : $X_1 = 119 \times 10 \Rightarrow X_1 = 1,19 \cdot 10^3$ UFC/g.

-dilution 10^{-3} : $X_2 = 90 \times 10^3 \Rightarrow X_2 = 9 \cdot 10^4$ UFC/g.

-dilution 10^{-5} : $X_3 = 34 \times 10^5 \Rightarrow X_3 = 3,4 \cdot 10^6$ UFC/g.

La charge moyenne sera donc :

$$x = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3} = x = \frac{1,19 \cdot 10^3 + 9 \cdot 10^4 + 3,4 \cdot 10^6}{3} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ UFC/g}$$

Pour les ensemencements en surface ou le volume de l'inoculum 0,1 ml.

-dilution 10^{-1} →	Essai 1 : 90 colonies Essai 2 : 100 colonies	} Moyenne de 95
-----------------------	---	-----------------

-dilution 10^{-3}	→	Essai 1 : 54 colonies Essai 2 : 44 colonies	} Moyenne de 49
-dilution 10^{-5}	→	Essai1 : 40 colonies Essai 2 : 38 colonies	} Moyenne de 39

Calcul

Dilution 10^{-1} :	$X1 = 95 \times 10^2 \times 10$	$X1 = 9,5 \cdot 10^4$ UFC/g.
Dilution 10^{-3} :	$X2 = 49 \times 10^3 \times 10$	$X2 = 4,9 \cdot 10^5$ UFC/g.
Dilution 10^{-5}	$X3 = 39 \times 10^4 \times 10$	$X3 = 3,9 \cdot 10^6$ UFC/g.

La charge moyenne sera :

$$x = \frac{X1+X2+X3}{3} = \frac{9,5 \cdot 10^4 + 4,9 \cdot 10^5 + 3,9 \cdot 10^6}{3} = 1,4 \cdot 10^6 \text{ UFC/g.}$$

11.1. Calcul de la précision du dénombrement en fonction des sources d'erreur

En raison des erreurs des manipulateurs et de l'hétérogénéité des échantillons la numération d'une flore microbienne est imprécise (Guiraud, 1998).

Pour que le résultat soit plus significatif et plus admissible, il nous paraît indispensable de jumeler les résultats par des fourchettes d'incertitude tenant compte de la principale source d'erreur qui se présente par la distribution naturellement hétérogène des microorganismes (Guiraud, 1998).

Dans le cas d'un dénombrement en milieu solide, la distribution obéit à la loi de POISSON (valeurs suffisamment élevées), pour un intervalle de confiance bien définie et dans le cas de comptage d'une seule boîteensemencée pour chaque dilution décimale retenue. Notre résultat s'exprimera par la relation

$$\text{Nombre de germes / g} = N \pm t\sqrt{N}$$

Et dans le cas où plusieurs boîtes serontensemencées à partir d'une même dilution décimale retenue, le résultat s'exprime par la relation suivante

$$\text{Nombre de germes / g} = N \pm t\sqrt{N/n}$$

N : nombre de germes par grammes de produit.

t : coefficient dépendant de l'intervalle de confiance.

n: nombre de boîtesensemencées par dilution (Guiraud, 1998)

11.2. Présentation des résultats

L'appréciation de la qualité microbiologique d'un produit donné résulte souvent de l'interprétation de cinq analyses d'échantillons réalisées dans une même fabrication.

Les charges calculées sont ensuite classées dans une échelle d'interprétation qui diffère d'un germe à l'autre.



Figure 10. Echelle d'interprétation des résultats

C= nombre d'échantillons entre m et M

m= 10m en milieu solide

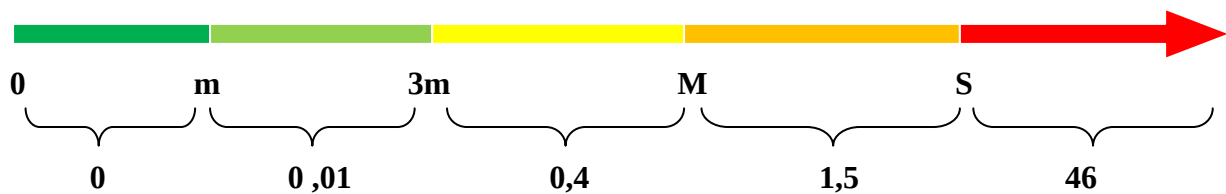
M= 30m en milieu liquide

S= 1000m seuils de toxicité

N= nombre d'unités de l'échantillon

Chaque résultat d'analyse est affecté de la valeur (attribut) suivante (Guiraud, 1998) :

- entre 0 et m : attribut égal à 0 chaque analyse
- entre m et 3m : attribut égal à 0,01 pour chaque analyse
- entre 3m et M : attribut égal à 0,4 pour chaque analyse
- entre M et S : attribut égal à 1,5 pour chaque analyse
- valeur supérieures à S : attribut égal à 46 pour chaque analyse



Selon Guiraud, (1998), la somme des attributs pour ces 5 échantillons est

- égale à 0 ----- excellente qualité du lot et donc de la fabrication
- comprise entre 0,01 et 0,3----- qualité satisfaisante
- comprise entre 0,4 et 1,08 ----- qualité acceptable
- comprise entre 1,5 et 45 ----- qualité non satisfaisante
- supérieure à 45 ----- produit dangereux

12. Plans d'interprétation des résultats

Afin de rendre plus facile la lecture de nos résultats, les figures qui suivent représente l'interprétation sous forme d'axes tenant compte des seuils caractéristiques. Pour chaque microorganisme recherché, selon les normes du journal officiel N°39 de le République Algérienne, afin de juger la qualité microbiologique de nos échantillons.

- **Plan à 3 classes**

Le plan à 3 classes permet de déterminer par des classes appropriées la probabilité selon laquelle un lot sera accepté ou refusé, ce plan est utilisé pour les levures et moisissures, pour *S. aureus* et pour *E. coli*.

12.1. *Staphylococcus aureus*

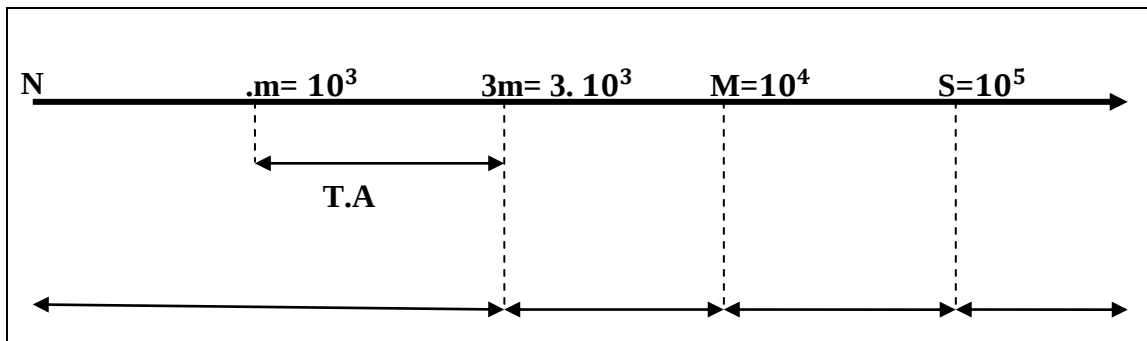


Figure 11. Plan d'interprétation à trois classes pour *Staphylococcus aureus*

12.2. Levures et moisissures

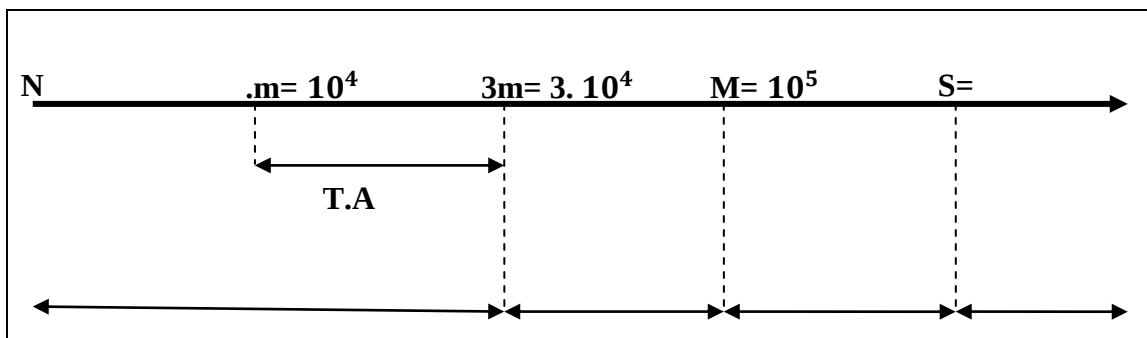


Figure 12. Plan d'interprétation à trois classes pour les levures et moisissures.

12.3. *Escherichia coli*

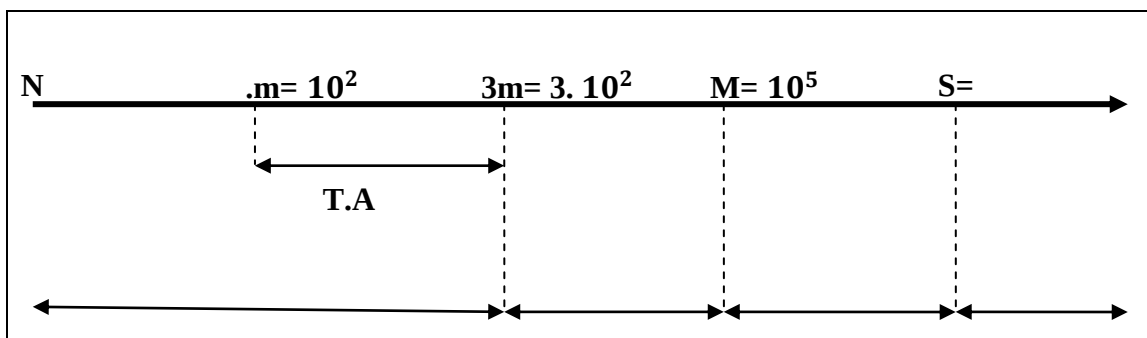


Figure 13. Plan d'interprétation à trois classes pour *Escherichia coli*.

Plan à 2 classes

Avec un plan d'échantillonnage à 2 classes, on définit une valeur m qui présente la limite permettant de répartir les échantillons en 2 groupes ; les acceptables (valeur m) et les inacceptables (valeur M).

Pour les microorganismes dangereux (*Salmonella*) m égale 0 ; ce type de plan n'accepte aucune tolérance, même de type analytique, correspond aux expressions « absence dans x g » ; résultats satisfaisant et « présence dans x g » ; résultats non satisfaisante.

12.4. *Salmonella*

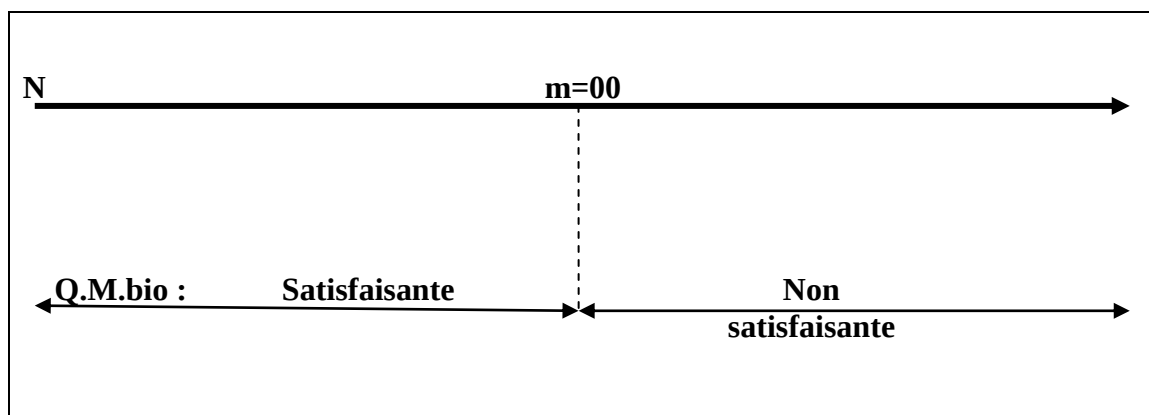


Figure 14. Plan d'interprétation à deux classes pour *salmonella*.

Résultats et discussions

Dans cette partie, nous traiterons les résultats obtenus à partir de l'étude microbiologique et physico-chimique réalisées sur la pâte précuite Rechta.

1. Résultats des analyses physico-chimiques

1.1. Teneur en eau

La détermination de la teneur en eau des produits alimentaires est l'une des plus importantes analyses. C'est un facteur de qualité dans la préservation des produits. Sa connaissance est utile pour l'expression des autres constituants biochimiques (protéines; cendres, lipides...etc.) sur une base uniforme (qui est la matière sèche) (Calvel,1984).

Tableau.6. valeurs de l'humidité des échantillons de Rechta prélevés commercialisés à la ville de Laghouat.

Humidité					
Echantillons	Premier essai	Deuxième essai	Troisième essai	Moyenne	Norme
E1	21%	20 ,4%	19,16%	20,18%	< 33%
E2	23,3%	25,4%	25 ,8%	24,8%	< 33%
E3	26,4%	25,7%	27%	26,36%	< 33%
E4	28,4%	28,8%	27,7%	28,3%	< 33%
E5	27,8%	25,2%	25,8%	26 ,26%	< 33%

La teneur en eau des échantillons étudiés est au-dessous de la valeur limite fixée par le code standard. Cette légère diminution est due probablement aux conditions de stockage.

Ce résultat pourrait s'expliquer par les variations de la matière première dont la température et les conditions de stockage. Selon Kinger et *al.* (1967), l'humidité est très variable. Elle dépend à la fois de la saison, de la température et de la qualité d'eau ajoutée au blé avant mouture. Une teneur élevée entraîne des fermentations et le développement de moisissures qui communique à la pâte alimentaire une odeur désagréable.

1.2. Le pH

Les moyennes des pH obtenus pour les différents lots sont données dans le tableau 7.

Tableau.7. Valeurs du pH de cinq échantillons de la pâte précuite Rechta.

Répétitions	Les enchantions				
	E1	E2	E3	E4	E5
1 essai	8,52	8,37	8 ,33	8,42	8,39
2 essais	8,18	8,40	8 ,56	8,44	8,53
3 essais	8,34	8,48	8,35	8,51	8,49
Moyennes	8,35	8,45	8,41	8 ,46	8,47

On observe que les moyennes du pH des lots de Rechta varient entre 8,35 et 8,47 avec une moyenne de 8,43 pour l'ensemble des échantillons. Nous remarquons que les valeurs sont très proches entre elles (8,3 à 8,4). Le pH de la pate précuite étudiée est légèrement alcalin.

Le pH varie en fonction de la température de l'eau. Pour la consommation humaine, sa valeur doit être la plus proche possible de la neutralisation.

1.3. Taux de cendres

Les résultats des taux de cendres des cinq échantillons de Rechta étudiés sont représentés par les histogrammes 15.

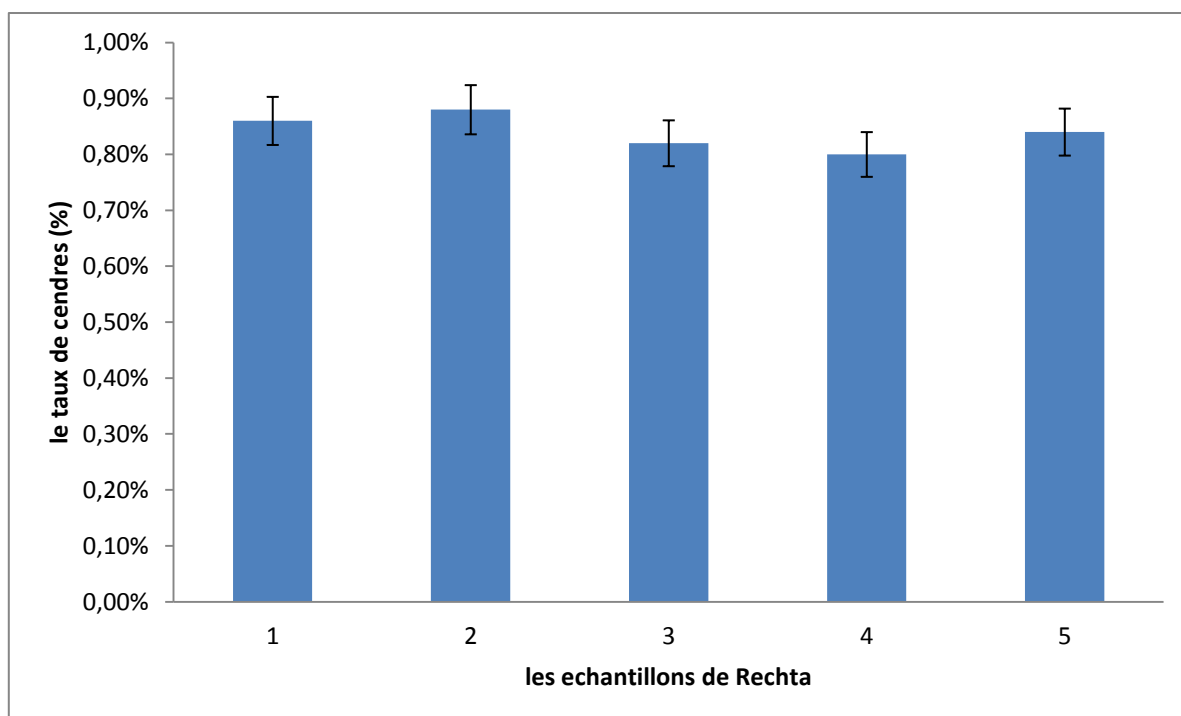


Figure 15. Les histogrammes des taux de cendre des cinq échantillons de la pate précuite.

Les résultats de la figure 15 nous montrent que le taux de cendre des cinq lots de la pate précuite est compris entre 0,8% et 0,88%. En matière de réglementation, la norme algérienne fixe un intervalle se situant entre 0,60% et 0,75% pour la farine, et une valeur maximale de 1% pour la semoule (Jora, 2007). La législation favorise les semoules ou le blé peu minéralisé, car le blé fortement minéralisé sera pénalisé.

Pour feillet (2000), la teneur en cendres des pates alimentaires ne doit pas excéder 1%. Nos résultats sont comprise entre 0,80% et 0,88%. Le taux de cendres obtenus est globalement conforme aux normes les matières premières et les produits finis (pates alimentaires).

2. Résultats des analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques des échantillons de Rechta analysés sont exprimés en UFC/g.

2.1. Résultats du dénombrement de la flore aérobie mésophile totale

La FAMT a été dénombrée sur gélose nutritive. Après 48h d'incubation à 30°C, les colonies qui apparaissent sont caractérisées, pour la majorité, par un aspect crémeux une couleur blanche et une forme ronde à irrégulière de différents diamètres comme il est montré par la photographie de la figure 16.

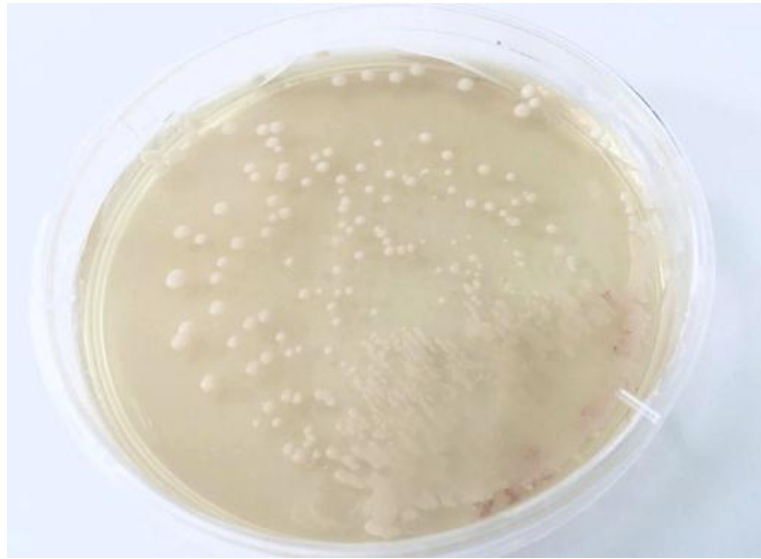


Figure 16. Colonies de germes aérobies mésophiles totaux isolées d'un échantillon de Rechta sur gélose nutritive. La photographie a été prise après 48h d'incubation à 30°C.

Les résultats du dénombrement de la FAMT sur gélose nutritive sont présentés dans la figure suivante :

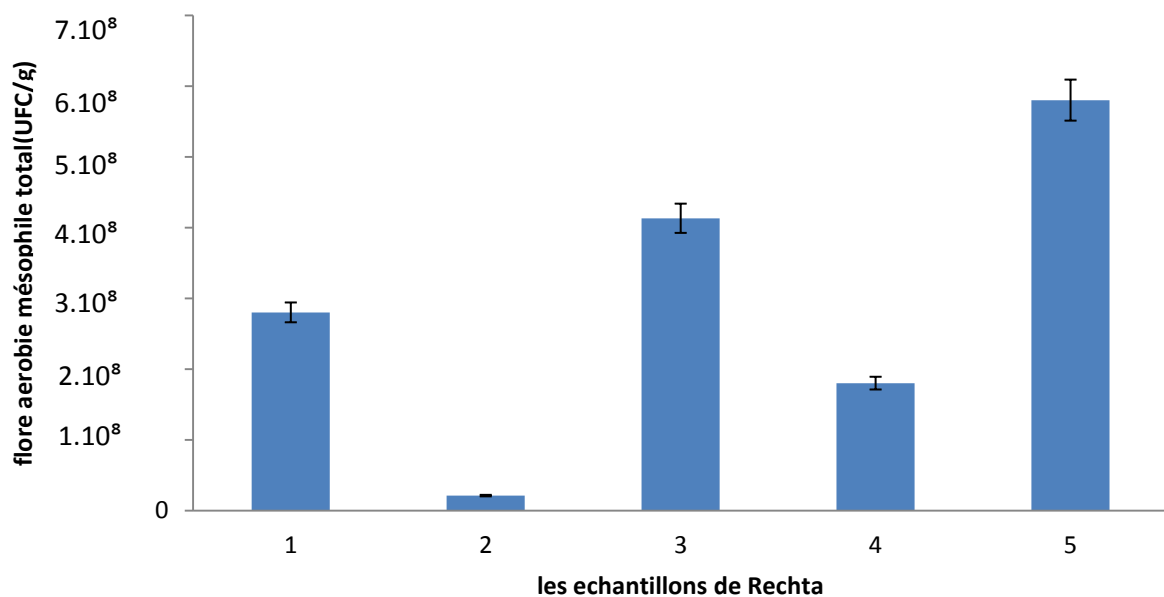


Figure 17. Histogrammes représentant la charge des échantillons de Rechta en flore aerobie mésophile totale.

Les échantillons prélevés présentent une charge en FAMT qui varie de $2,1.10^7$ UFC/g à $5,8.10^8$ UFC /g. Ceci reflète un rang de contamination considérable notamment pour les échantillons de Rechta (E1 ;E2 ;E3). Ce pendant, les autres lots ont montré une charge microbienne moins élevée en FAMT.

2.2. Dénombrement des coliformes

Les analyses des coliformes totaux et des coliformes fécaux effectués sur les 5 échantillons de Rechta ont permis d'obtenir les résultats suivants :

2.2.1. Coliformes totaux

La figure suivante montre l'aspect des colonies des coliformes totaux isolées d'un échantillon de Rechta sur le milieu VRBL.



Figure 18. Colonies des coliformes totaux isolées d'un échantillon de Rechta sur milieu sélectif VRBL. La photographie a été prise après 48h d'incubation à 30°C.

La charge microbienne de coliformes totaux est représentée par les histogrammes de la figure 19.

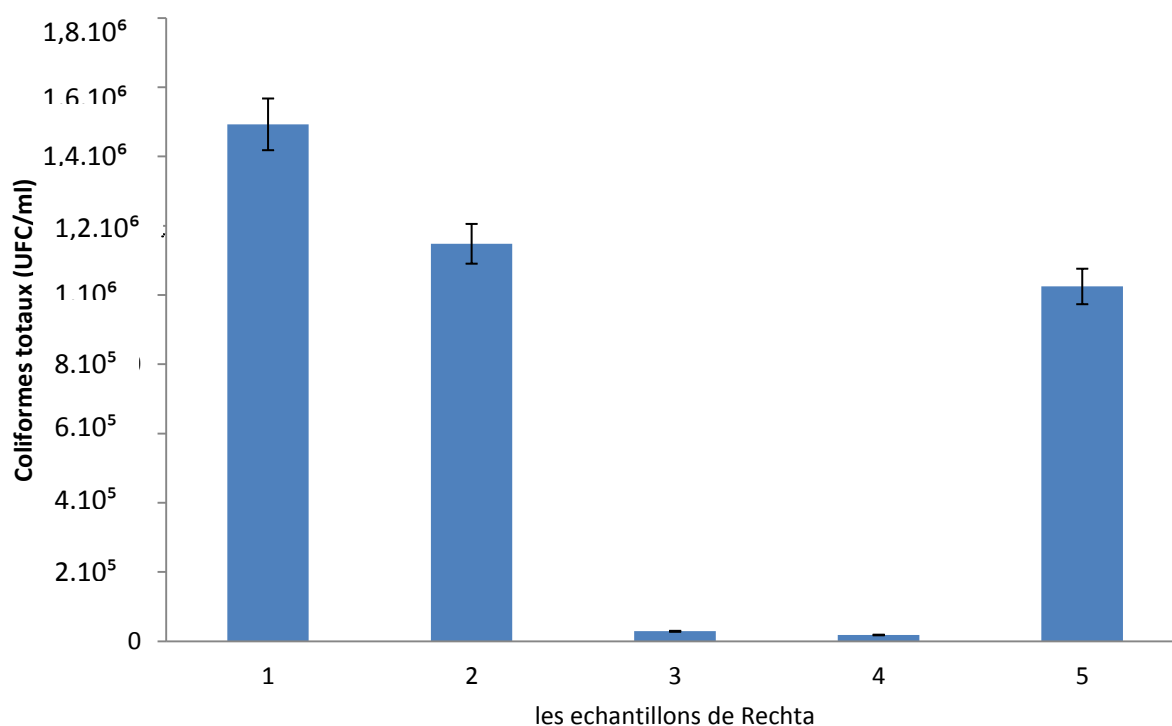


Figure 19. Histogrammes représentant la contamination des échantillons de Rechta en coliformes totaux.

Ces résultats varient entre la faible présence des coliformes totaux pour certains échantillons et $1,49 \cdot 10^6$ UFC/g $\pm 2,3 \cdot 10^3$ UFC/g comme valeur maximale.

Dans la même figure, nous remarquons l'absence des coliformes totaux dans 2 échantillons (3 et 4). Ceci reflète que ces échantillons ont été préparés dans de bonnes conditions d'hygiène.

2.2.2. Coliformes fécaux

Le dénombrement des coliformes fécaux permet d'évaluer les conditions d'hygiène qui prévalaient lors de la production ou de la transformation de Rechta.

D'après les résultats obtenus pour tous les échantillons étudiés aucune présence de coliformes fécaux n'a été enregistrée. Cela indique que la pâte précuite a été préparée dans des conditions hygiéniques satisfaisantes.

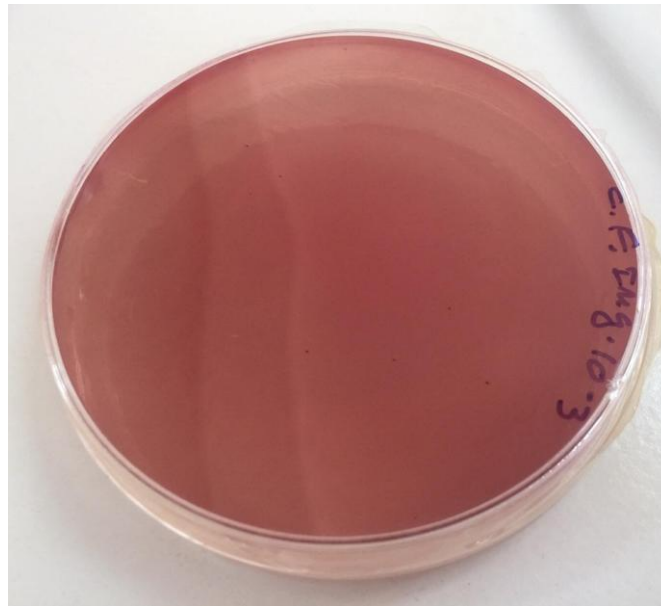


Figure 20. Milieu VRBL en boîte de Pétri, inoculée par 1ml de la suspension (10^{-3}) de Rechta, montrant l'absence des coliformes fécaux. La photographie a été prise après 48h d'incubation à 44°C.

2.3. Résultats du dénombrement des levures et moisissures

Le dénombrement des levures et moisissures a montré une variabilité dans les résultats obtenus. Ces derniers sont présentés dans la figure 21.

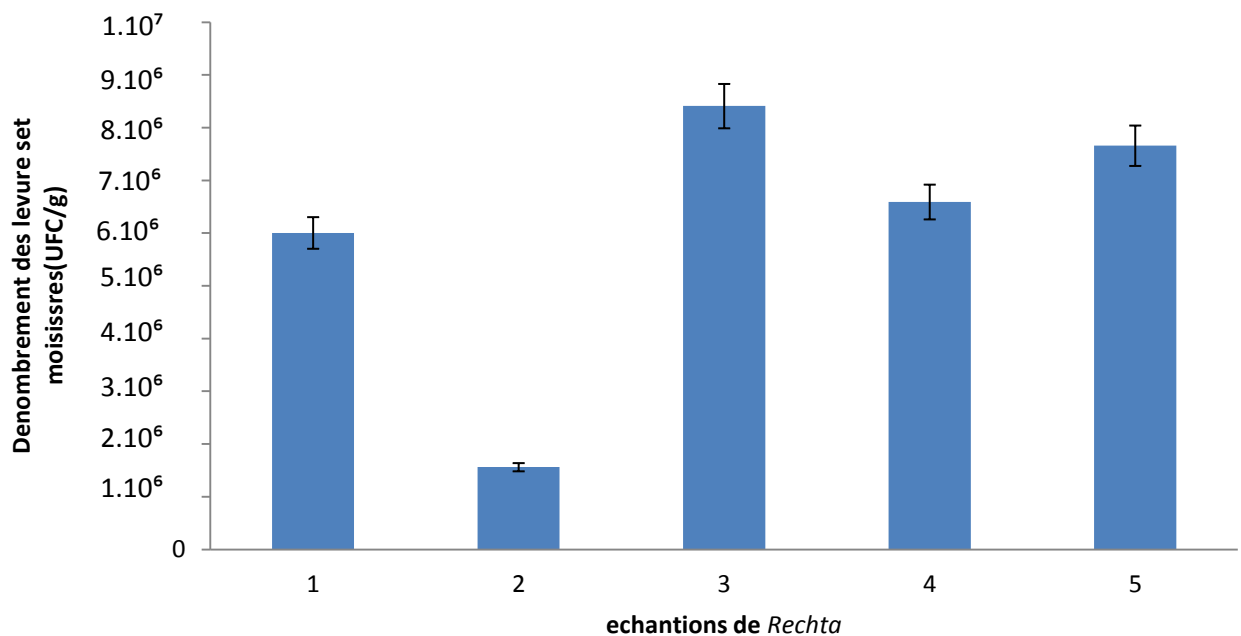


Figure 21. Histogrammes représentant la contamination en levures et moisissures des échantillons de Rechta.

L'analyse des résultats de la figure 20 montre que les échantillons présentent une charge importante en levures et moisissures. D'après cette même figure, nous remarquons que deux échantillons (3 et 5) de Rechta ont une charge très élevée avec une valeur minimale de $1,5.10^6 \text{ UFC/g} \pm 2,4.10^3 \text{ UFC/g}$.

Les dénombrements de levures et moisissures peuvent être influencés par l'âge de la matière première et les méthodes de transformation. La présence massive des levures et aussi l'expression d'une forte contamination extérieure et d'une mauvaise hygiène d'ustensiles (Bonfohles, 2002).

Les levures et moisissures isolées dans le milieu Sabouraud donnent, après 3 jours d'incubation, des colonies qui sont présentées dans la figure 22.

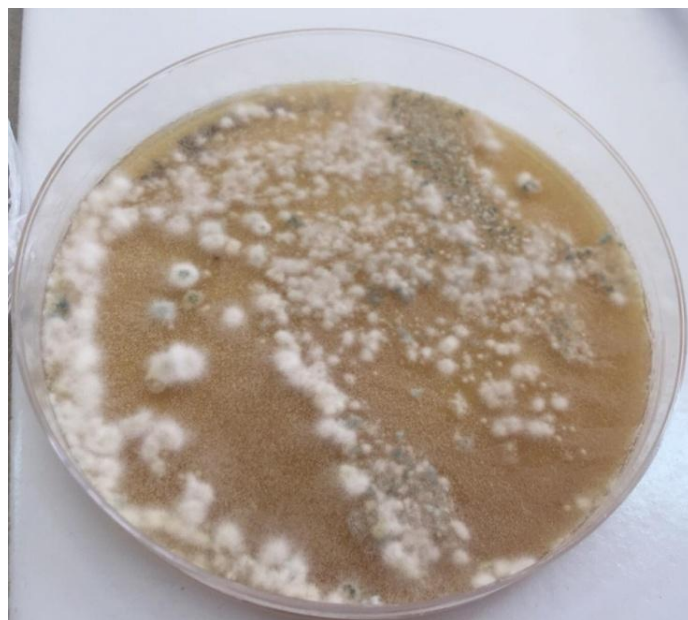


Figure 22. Colonies de levures et moisissures isolées d'un échantillon de Rechta sur le milieu Sabouraud. La photographie a été prise après 3 jours d'incubation à 25°C.

Les levures sont caractérisées d'un contour plus ou moins définie et souvent d'une couleur beige à blanche. Par contre les moisissures sont d'un aspect cotonneux ou poudreux, de couleurs diverses et de formes variant selon les espèces.

Les levures et moisissures sont présentes en grand nombre dans l'ensemble des échantillons, avec une moyenne de $6,04.10^6 \text{ UFC/g}$. La charge microbienne de la plus part des lots dépasse la norme fixée par le journal officiel de la république algérienne N°39 (2017).

2.4. Résultats du dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Les histogrammes de la figure représentent les résultats de la charge des échantillons de Rechta en *S. aureus*.

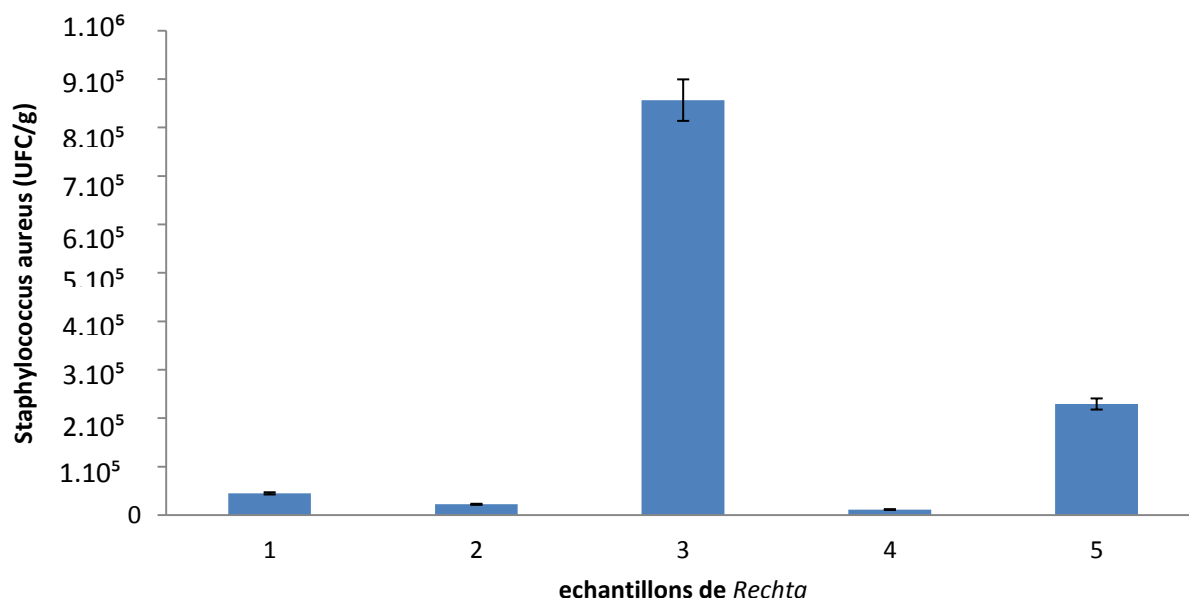


Figure 23. Histogrammes représentant la contamination en *Staphylococcus aureus* des échantillons de Rechta.

Pour le dénombrement de *Staphylococcus aureus*, nous avons remarqué sa présence dans 5 échantillons. L'échantillon 3 présente la valeur maximale de $8,6.10^5 \pm 1,9 ; 10^3$ UFC/g.

Les colonies des *S. aureus* poussant sur le milieu champman apparaissent en couleur jaune dorée, brillante et d'un diamètre environ 2 à 3 mm (figure 24).



Figure 24. Colonies caractéristiques de *Staphylococcus aureus* isolées d'un échantillons de Rechta sur le milieu Chapman . La photographie a été prise après 48h d'incubation à 37°C.

Pour la pâte précuite Rechta, la norme de *S. aureus* est de 10^4 UFC/g. Les résultats obtenus présentent une moyenne de $2,3.10^5$. Les 5 échantillons présentent une contamination qui dépasse cette norme.

2 .5. Résultats de la recherche des bactéries du genre *Salmonella*

La recherche des germes du genre *Salmonella* a été effectuée dans le milieu viande foie. Nous avons obtenus des résultats négatif pour l'ensemble des échantillons. Ceci est clairement montré par l'absence des colonies (colonies caractéristiques des bactéries du genre *Salmonella*) sur le milieu SS comme il est indiqué par la photographie de la figure 25.

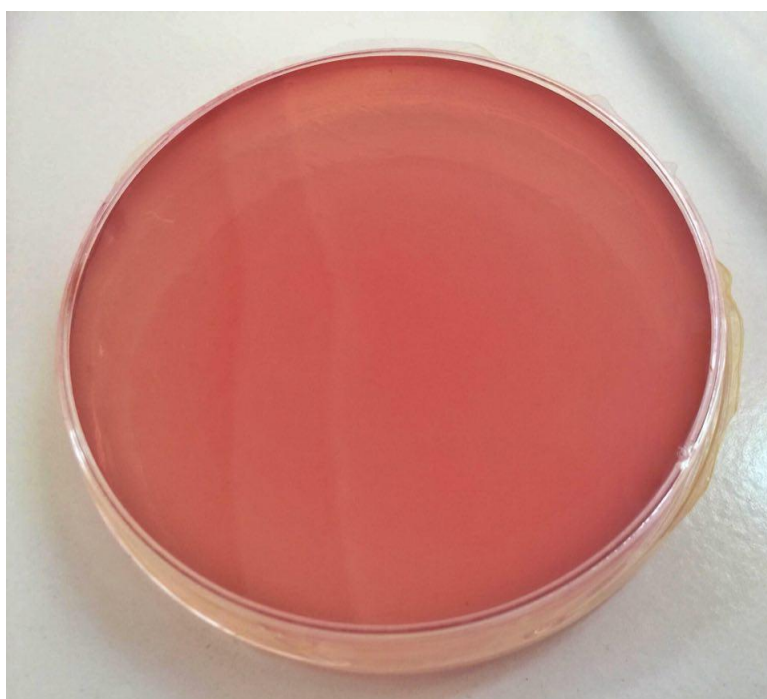


Figure 25. Gélose SS en boîte de Petrie, inoculée par 0,1 ml de la suspension 10^{-3} , montrant l'absence des *Salmonella*. La photographie a été prise après 24h d'incubation à 37°C.

2.6. Résultats de la recherche de *E. coli*

La recherche de la bactérie *E. coli* a été effectuée par la technique d'ensemencement en milieu liquide BCPL. Nous n'avons remarqués aucun virage de couleur, du violet au jaune et aucune production de gaz dans la cloche du Durham. Nous avons obtenus des résultats négatifs pour l'ensemble des échantillons.



Figure 26. Milieu liquide BCPL en tube à essai avec cloche de Durham, inoculée par 1 ml de suspension 10^{-3} , montrant aucun virage de couleur et aucune production de gaz. La photographie a été prise après 24h d'incubation à 44°C.

3. Evaluation de la qualité microbiologique des échantillons du Rechta

L'appréciation de la qualité microbiologique de la pâte précuite dite Rechta résulte de l'interprétation des résultats des 4 analyses réalisées pour les cinq échantillons de Rechta. La figure 27 présente les résultats ces analyses microbiologiques.

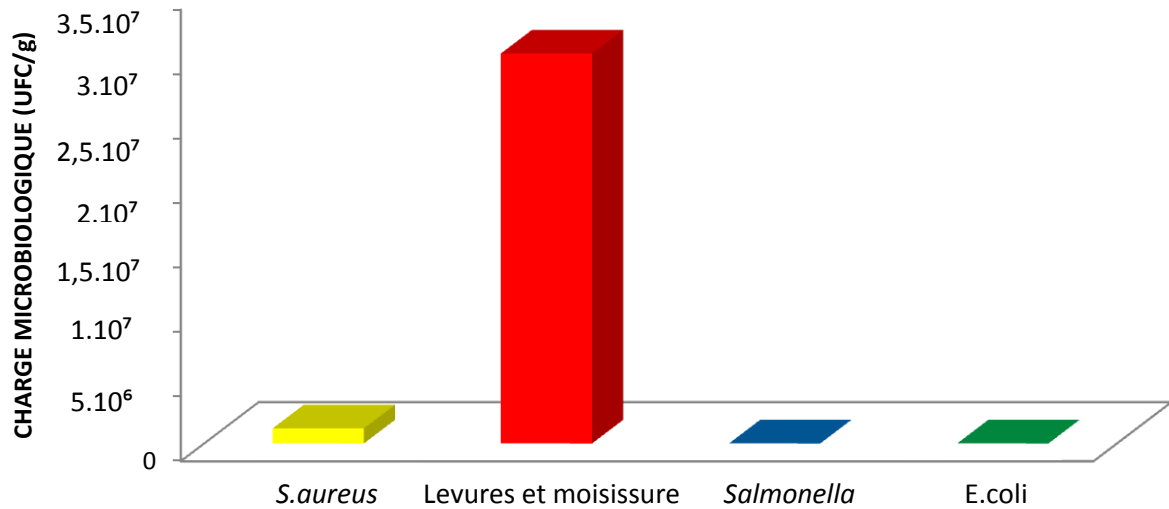


Figure 27. Charges microbiennes moyennes de différentes microflore recherchées dans les échantillons de Rechta commercialisée à la ville de Laghouat

Les résultats de l'analyse des échantillons de Rechta sont très variables. Des charges microbiennes très élevées en levures et moisissures, *S .aureus* et une absence totale des bactéries du genre *Salmonella* et de *E.coli* ont été obtenus.

Après avoir déterminé les charges microbiennes pour chacune des microflore recherchées, des attributs ont été affectés à chaque résultat selon le plan d'interprétation correspondant (pages 32).

Ces résultats ont fait l'objet d'une détermination des attribues correspondant qui sont mentionnées dans le tableau 8.

Tbleau8. Valeurs des attributs pour les échantillons de Rechta commercialisés à Laghouat

Germes Recherchés	Echantillons de Rechta				
	1	2	3	4	5
<i>S.aureus</i>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Levure et moisissure	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
<i>Salmonella</i>	0	0	0	0	0
E.coli	0	0	0	0	0
Totale des attributs par analyse	3	3	3	3	3
La somme des attributs	15				

Les résultats du tableau 8 montrent que les valeurs des attributs des 5 lots sont égales.

La somme des attributs est de 15 (inferieure à 45 et supérieur à 1,5), donc la marque de Rechta commercialisé à la ville de Laghouat est de **qualité microbiologique non satisfaisante**.

4. Discussion générale

Les résultats de notre étude ont montrés une forte contamination de quelque échantillon par la flore anaérobie mésophile totale et les levures et moisissures. Ces derniers peuvent constituer un risque sur le consommateur avec des populations élevées qui ne peuvent pas être négligées.

Les dénombrements de levures et moisissures peuvent être influencés par l'âge du produit et les méthodes de transformation. La présence massive des levures est aussi l'expression d'une forte contamination extérieure et d'une mauvaise hygiène des ustensiles (Bonfoh, 2002). La contamination des échantillons par les levures et moisissures n'affirme pas l'efficacité de l'étape de séchage.

L'étude de la flore aérobique mésophile totale (FAMT) est un outil permettant de garantir une certaine sécurité hygiénique et de déterminer la qualité commerciale qui caractérise l'existence ou le risque d'altération. Cette forte contamination est liée à une mauvaise pratique d'hygiène corporelle, environnementale et sanitaire d'une part et par l'eau ajoutée au cours du processus de fabrication, et les ustensiles utilisés lors de la fabrication du Rechta.

La présence des *S. aureus* dans les aliments représente un risque pour la santé humaine, car ils produisent des entérotoxines dont l'ingestion provoque une toxi-infection alimentaire ; l'homme est considéré comme le vecteur principal de contamination au cours des manipulations intervenant tout le long du processus de fabrication du Rechta.

Les coliformes totaux sont utilisés de façon générale comme indicateur de mauvaise pratique d'hygiène au cours de la manipulation. Ils sont souvent les responsables de l'altération de la qualité marchande de l'aliment (Beal et al., 2003). Les analyses effectuées sur les 5 échantillons de Rechta montrent la présence des coliformes totaux avec des valeurs très élevées.

Le dénombrement d'une forte population de coliformes fécaux est synonymes d'une contamination fécale (Vignole, 2002). La consommation d'un aliment fortement contaminé en coliformes fécaux peut provoquer des diarrhées et des gastro-entérites aiguës (Beukes et al., 2001).

Selon Larpent (1990), la présence des coliformes n'est pas obligatoirement une indication directe de contamination fécales, Certains coliformes sont, en effet, présents dans les résidus humides rencontrés au niveau de l'équipement.

Aucun des échantillons du Rechta à révéler, la présence de bactérie du genre *Salmonella*. L'absence totale de *E. coli* et coliforme fécaux dans les 5 échantillons; Les résultats obtenus sont conformes à la norme indiquée par le journal officiel de la république algérienne (2017).

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les 5 échantillons de Rechta, ont montré que la majorité des résultats sont conformes aux normes ; selon Lauze (2002), les normes de la santé sont respectées si le pH est compris entre 6,5 et 8,5 à une température de 20°C.

L'appréciation de la qualité microbiologique de 5 échantillons du Rechta vendus dans le commerce de ville de Laghouat est jugée de qualité microbiologique **non satisfaisante**.

Conclusion et perspectives

Notre étude a porté essentiellement sur l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique d'une seule marque de la pâte précuite dite Rechta commercialisée dans la ville de Laghouat.

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les cinq lots de l'échantillon de Rechta, ont montré que la majorité des résultats sont conformes aux normes.

Nous avons évalué le degré de contamination des échantillons de Rechta de différents lots prélevés au niveau de cinq points de vente, par la recherche des levures et moisissures, *S. aureus*, les bactéries du genre *Salmonella* et *E. coli*.

Les résultats des analyses microbiologiques de cet aliment montrent que la marque de Rechta analysée est de **qualité microbiologique non satisfaisante**. Ces derniers montrent que les différents lots sont fortement contaminés en flore aérobie mésophile totale, ($2,1 \cdot 10^8$ UFC/g). Des valeurs élevées en coliformes totaux (la plus élevée $1,4 \cdot 10^6$ UFC/g), en levures et moisissures et en *S. aureus* sont observées pour les différents échantillons. Une absence totale de bactéries du genre *Salmonella*, *E. coli* et coliforme fécaux a été notée.

Pourtant que leurs recherches et dénombrements ne sont pas prescrits dans les normes du journal officiel de la république algérienne (2017), la flore mésophile totale et les coliformes totaux ont été analysés dans l'échantillon de Rechta. Ces microorganismes ont montré des charges relativement élevées.

Les résultats de cette étude donnent toutes les raisons de s'alarmer de la qualité de Rechta commercialisée dans la ville de Laghouat où les risques sanitaires sont palpables. Cette situation serait la conséquence d'une absence éventuelle des pratiques d'hygiène tout au long du processus technologique de fabrication.

En perspective il serait souhaitable de poursuivre ce travail par une étude plus vaste sur la technologie de fabrication de la pâte précuite en prenant en considération beaucoup plus la qualité microbiologique et physicochimique de la matière première (blé, l'eau).

De plus, il serait intéressant d'apporter une amélioration aux conditions d'hygiène, un meilleur contrôle des manipulations durant le processus technologique et une formation du personnel au respect strict des règles d'hygiène.

Références bibliographiques

- Abbaz. et Abdelazziz N., (1998).** Identification des produits à base de semoule et étude d'un type de pâte alimentaire: CHEKHCHOUKHA, Mémoire d'ingénieur I.N.T.A.A. Université de Constantine. Algérie. 91p.
- Abecassis J., Abbou R., Chaurand M., Morel M., et Vernoux P., (1994).** Influence of extrusion conditions on extrusion speed, temperature, and pressure in the extruder and on pasta quality. *Cereal Chemistry*. (71). 247-253 p.
- Abecassis J., (1991).** La mouture du blé dur. In, les industries de première transformation des céréales. (in *GODON B. et WILLM C.*).Ed. Tec et Doc- Apria.362-393p
- Adrian L., et Rebache H., (1996).** Caractéristiques et intérêt des enzymes. *Revue de l'apic, industries des céréales*.
- Adrian J., Potus J. et Franger R., (1995).** La science alimentaire de A à Z. 2ème édition. Ed. Lavoisier, Paris, 477 p.
- Agamaacevedo E., Islas-Hernandez J., Osorio-Diaz,P., Rendonvill-Albos R., Utrilla-coello R.G., Angulo O., et Bello-Perez L.A., (2009).** Pasta with unripe banana flour: Physical, texture, and preference study.*Journal of food science*. 74(6). 263-267p.
- Alais C, Linden G. et Miclot L.,(2003).** Biochimie alimentaire. Ed. MASSON, 245p.
- Avril D. et Denis M. 1992.** Biopreservation by lactic acid bacteria on a *Lactobacillus helveticus* adjunct cheese culture.*J.FOOD PROT*. 68 :1026-1033.
- Beldrek B., Mesdag H. et Donner D.A., (2000).** Bread-Making Quality of Wheat.*Springer, New York*.
- Belitz H.D., Grosch W., et Schiebele P., (2009).** Food chemistry, 4th revised and extended. Ed. Berlin (DE): Springer. 52-86 p.
- Bliefert C. et Perraud R.,(2001).** Chimie de l'Environnement : air, eau, sols, déchets. Traduction et adaptation française : De Boeck Université s. a. Paris, France et Bruxelles, Belgique. (Originally published in the German language by Wiley-VCH Verlag GmbH, 1997, 2ème édition).
- Boudreau A., et Menar G., (1992).** Le blé Eléments fondamentaux et transformation ».Coordonnateurs. Ed .Les presses de l'Université Laval, Canada. 439p.
- Bloksma A.H., (1990).** Dough structure, dough rheology and baking quality. *Cereal Foods World*, 35:237-244.

- Boukezoulla F.,(2003).** Ckekhchoukha, enquête de consommation dans l'est algérien, fabrication traditionnelle et qualité. Thèse de magister, option : nutrition humaine, Constantine, Algérie. 121 p.
- Bonfoh B., Fané A., Traoré N. A., Coulibaly Z, Simbé C. F., Alfaroukh O. I., Nicolet J., Farah Z.et Zinsstag J., (2002).** Qualité microbiologique du lait et des produits laitiers vendus en saison chaude dans le district de bamako au mali. BIOTERRE, Rev. Inter.
- Calvel R.,(1984).** La boulangerie moderne. 10ème Édition, Ed. EYROLLES, Paris, 460 p.
- Cecma., (2009).** Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire. 58 p.
- Chung O.K.,(1986).** Lipid-protein interactions in wheat flour dough, gluten and protein fractions. *Cereal Foods World* 31, 242-256.
- Chung O.K., Pomeranzy Y.et Finney K.F., (1978).** Wheat flour lipids in bread making. *Cereal Chemistry* 55, 598-618.
- CODEX ALIMENTARUS., (2007).** Commission du Codex Alimentarius et le programme FAO et OMS sur les normes alimentaires : Céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales, norme codex pour la semoule et la farine de blé dur. codex stan 178-1991 (rév. 1-1995).65 p
- Cretois A., (1985).** Valeur technologique de quelques variétés de blé. *Industries des céréales.* 26(20). 32 p.
- Dagher S.M., (1991).** Traitional food in the Near East, FAO, food and nutrition paper 50, Rome, 161p.
- Djermon A., (2009).** La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques, *Revue Nature et Technologie.*(1). 45-53 p.
- Douumandji A., Doumandji B., et DoumandjiS., (2003).** Technologiede transformation de blé et problèmes dus aux stocks, Ed : Ophice des publications universitaires. Alger. 65 p.
- Edward N.M., Izydorczyk M., Dexter J.E. et Billarderis C.G.,(1993).** Cooked pasta texture: comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness. *Cereal Chemistry* 70,122-126.

- Eisenmenger M., Dunford N.T., (2008).** Bioactive components of commercial and supercritical carbon dioxide processed wheat germ oil. *JAOCS*, 85, 55-61.
- Feillet P.,(2000).** Le grain de blé, composition et utilisation. *Institut national de la recherche agronomique*, INRA, Paris : 308 p.
- Feilliet P., (1986).** L'industrie des pâtes alimentaires : Technologies de fabrication, Qualité des produits finis et des matières premières. *Ind. Agric. Aliment.* (103). 979-98 p.
- Feillet P., Dexter J.E.(1996).** Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. In: KRUGER J.E., MASTUO R.R., DICK J.W. *Pasta and Noodle Technology*, ED: AACC, St Paul, Minnesota: 95-131.
- Fredot E.,(2005).** Connaissances des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Ed : Tec et Doc. 397 p.
- Ftedot E., (2012).** Connaissance des aliments : bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. 3ème édition , Lavoisier, Tec & Doc, Paris. 613 p.
- Gallegosinfante A., Rochaguzman N., Gonzalezlaredo R., Ochoa-Martinez L., Corzo N., et Belloperez L., (2010).** Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris L.*). *Food Chemistry*. (119). 1544-1549 p.
- Godon B. et Willm C., (1991).** Les industries de première transformation des céréales. *Technique et Documentation –Lavoisier* . paris, 679 p.
- Godon B., (1991).** Composition biochimique des céréales : grains d’avoine, blé, mais orge, seigle, triticales, PP 75 – 104 in « les industries de première transformation des céréales.
- Guinet R. et Godon B., (1994).** La panification française. Ed. Lavoisier TEC & DOC Paris, 552 p.
- Guiraud J. P. (1998).** Microbiologie alimentaire. Edition: Dunod. Paris. PP:136 -140.
- Guiraud JP et Rosec JP. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition AFNOR.234p.
- Jintet R., Croguennec T., Schuck P., et Brule G., (2007).** Science des aliments biochimie, microbiologie, procédés et produits, Ed .Tec et Doc Lavoisier, Paris, volume(2),383 p.
- Joffin C et Joffin JN. (1999).** Microbiologie alimentaire. Centre régional de documentation pédagogique (CRDP) d’aquitaine. 5 eme édition.180p.

- Jora, (2007).** Journal Officiel de la République Algérienne Les prix à la production et aux différents stades de la distribution des semoules de blé dur,n° 07-402. 8 p.
- Kim E.H.J., Peterie J.R., Motoi L., Morgenstren M.P., Sutton K.H. et Simmond L.D., (2008).** Effect of structural characteristics of the protein matrix in pasta on in vitro starch digestibility. *Food Biophysics*: 3(2) 229-234.
- Kiger J.G., (1967).** Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime. Ed .DUNO, Paris. 676 p.
- Kruger J.E., Mastuo R.R.et Dick J.W.,(1996).** Pasta and noodle technology. St. Paul, Minnesota: *American Association of cereal chemist*.368 p.
- Kumar P., Yadrava R.K., Gollen B., Kumar S., Verma R.K., Yadav S., (2011).** Nutritional Contents and Medicinal Properties of Wheat. *Life Sciences and Medicine Research*, LSMR-22.
- Larpent I.P.(1997).** Microbiologie alimentaire :Techniques de laboratoire. Edition :Tecet Doc Lavoisier. Paris.296p
- Lauvau.J., Marielle B., et Jean-paul L., (2001) .** Sécurité microbiologique des procédés alimentaires.
- Leyral G.et Vierling E., (2001).** Microbiologie et toxicologie des aliments. Hygiène et sécurité alimentaire. 3eme Edition: Tec et Doc, Lavoisier. Paris. P : 62.
- Mastuo R.R.et Irvine G.N., (1970).** Effect of gluten on the cooking quality of spaghetti. Board of grain commissioners for Canada, Grain Research Laboratory Winnipeg 2, Manitoba.
- Nique G., et Lasseran J.C., (1989).** Stockage et conservation des grains à la ferme Guides pratiques. 50 p.
- OAC (2005) .** Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 935.14 and 992.24.
- Ouane G., Cuq B., Abecassis J., Yesli A., et Ounane S.M., (2006).** Effect of physicochemical characteristics and lipid distribution in Algerian durum Wheat Semolina on the technological quality of couscous. *Cereal chem.* (83) .377-384
- Pettot M.,(2009).** Pâtes alimentaires enrichies en légumineuse. Structuration des constituants au cours du procédé : impact sur la qualité culinaire et les propriétés

- nutritionnelles des pâtes. *Thèse de doctorat en sciences agronomiques de Montpellier*. 246
- Pettot M., Boyer L., Minier C., et Micard V., (2010).** Fortification of pasta with split pea and faba bean flours: Pasta processing and quality evaluation. *Food Research International*. (43). 634–641 p.
- Porceddu E., (1995).** Durum wheat quality in the Mediterranean countries. pp 11-30 in “Durum wheat quality in the Mediterranean region: série A, séminaire Méditerranéens n°22 “ICARDA / CIHEAM / CIMMYT, 248 p.
- Robinson R.K., (2002).** The microbiology of Milk and Milk product. In: *Dairy microbiology Hand Book*. Third Edition. Canada.p18.
- Ruel, T.,(2006) .** Document sur la culture de blé. Edition Educargie.
- Sissons M.,(2008).** Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. *Food* 2 (2), 75- 90. Global Science Books.
- S.I.F.P.A.F, (2012).** Syndicat des Industriels Fabricants de Pâtes Alimentaire de France.Guide de bonnes pratiques d’hygiène et d’application des principes HACCP
- SOUCI S.W., FACHMANN W. & KRAUT H., 1994. La composition des aliments : Tableaux des valeurs nutritives. *Medpharm Scientific Publishers*, 5ème édition. Stuttgart. Germany 1091p
- Slama A., Ben Salem M. et Zid D., (2005).** Les cereales en Tunisie : production, effet de la sechresse et mécanismes de resistance. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (Intrat). Univ.Elmanar. Tunisie.
- Šramkova Z., Gregva E. & Sturdik E., (2009).** Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta chimica slovacca*, vol.2, No.1, 115-138.
- Sutra L., Federighi M. et Jouve J.L. (1998).** Manuel de bactériologie alimentaire. Edition Polytechnica.Canada. 9p.
- Surget A. et Barron C., (2005).** Histologie du grain de blé, *Industrie des céréales* n°145, pp 42.
- Torres A., Frias J., Grantto M., et Vidal-Valerde C. (2007).** Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products:Chemical,biological and sensory evaluation." *Food chemistry*. 101(1). 202-211 p.

- Trentesaux E., (1995)** . Evaluation de la qualité du blé dur. In: FONZO N. DI (ed.), KAAN F. (ed.), NACHIT M. (ed.). Durum wheat quality in the Mediterranean region = La qualité du blé dur dans la région méditerranéenne Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1995. 284 p.
- Ugrinnovitis M., Arrigoni E., Dossenbach A., Habreli G., Hanich H., Rychener M., Thormann M., et Stalder U., (2004).** Pâtes alimentaires et pâtes alimentaires composées, chapitre 20 (MSDA).1-4 p.
- Vierling E.,(1999).** Alimente et boisson : filière et production. Ed : science des aliments, 271p.
- Vierling E., (2003).** Aliments et boissons : filières et produits. Série dirigée par GUY Leyral, 2ème édition, France. 270p.
- Wagner M., Dellavalle G., Abecassis J., Buleon A., Lourdin D., et Morel M., ET Cuq B., (2015).** Détermination des propriétés rhéologiques de pâtes alimentaires en cours de cuisson. Presented at Poster. Actes du 44eme colloque du Groupe Français de Rhéologie, Strasbourg olik
- Wrigley C., Brkes F. & Bushuk W., (2006).** Gliadin and Gluein: The unique balance of wheat quality (1st Ed), *AACC International, MN*, pp 3-32.
- Yves H., et Buyer J., (2000).** L'origine des blés. Pour les sciences hors série (26). 60-62 p
- Yves C., (2011).** Biodiversité des céréales Origine et évolution.5 p.

Références Numériques

- Beuvier.(2005).** Quelques bases sur la microbiologie du lait et du fromage.
file:///C:/Users/Haoua%20Lar/Downloads/pdf_05-Quelles_sont_les_evolution.pdf
- Radio Algérie 2017** [https : //WWW.radioalgerie.dz/news/fr/article/20170524/113011.html](https://WWW.radioalgerie.dz/news/fr/article/20170524/113011.html)

Annexes

Composition des milieux de cultures utilisés lors de la manipulation

Milieu VRBL

Extrait de levures	1g
Peptone pancréatique	7g
Desoxycholate de sodium.....	7g
Lactose.....	10g
NaCl.....	5g
Rouge neutre	30mg
Cristal violet	2mg
Gélose.....	11g
Eau distillée	1000ml
pH=7,4	

Gélose nutritive

Extrait bœuf	1,0g/L
Extrait de levure.....	2,5g/L
Peptone.....	5,0g/L
Chlorure de sodium	5,0g/L
Agar	15,0g /L
ph=7,0	

Milieu Sabouraud

Peptone.....	10g
Glucose massé.....	20g
Agar-agar.....	15g
Eau distillée	1000ml
ph= 6 ,0	

Milieu SS

Peptones	5 g
Extrait de viande de bœuf	5g
Sels biliaires	4,2 g
Citrate de sodium	10 g
Thiosulfate de sodium	8,5 g
Citrate de fer	2g
Lactose	10g
Rouge neutre	0.025g
Vert brillant.....	0.0003 g
Agar	12g
pH final 7,0 ± 0,2	

Milieu Chapman

Peptone	10,0 g
Extrait de viande de bœuf....	1,0 g
Chlorure de sodium	75,0 g
Mannitol	10,0 g
Rouge de phénol	0,025 g
Agar	15,0 g
pH = 7,5	

L'eau peptone

Eau distillée	1 L
Peptone	10,0 g
Chlorure de sodium	5,0g
Phosphate disodique anhydre	3,5g
Dihydrogénophosphate de potasssium	1,5g
pH 7,2 ± 0,2	

عنوان المذكرة: تحليل ميكروبيولوجية وتصنيف العجينة المطبوخة مسبقا الرشته

المؤطر: د. قوجال ياسين

الاسم: ايمان

اللقب: براهيم

الملخص:

الهدف من هذا البحث هو تقييم النوعية والخصائص الميكروبيولوجية والفيزيوكيميائية للعجينة المطبوخة مسبقا المسماة الرشته المسوقة بمدينة الأغواط. خمس عينات تم أخذها من خمس مخازن مختلفة بحيث كل مخزن تم أخذ منه عينة واحدة. نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية كلها كانت مطابقة للمعايير. من جهة أخرى التحاليل البكتيريولوجية لهذه الرشته أثبتت بأنها ليست مقنعة أو مطابقة للمعايير البكتيريولوجية المنصوص عليها في الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية رقم 39 (2017). بحيث أنه ثبت تواجد بكتيريا هوائية ميزوفيلية بكميات معدية. بالإضافة إلى بكتيريا القولونيات والقولونيات البرازية، خمائر والمكورات العنقودية الذهبية. كل العينات أثبتت غياب بكتيريا السالمونيلا والإشريشيا كولي.

كلمات المفتاحية: التحاليل الميكروبيولوجية، النوعية الميكروبيولوجية، العجينة المطبوخة مسبقا، الرشته، الأغواط.

Memory title: microbiological analyzes and characterization of precooked pasta Rechta

Name: BRAHIMI

First name: Imane

Directed by: Dr.GOUDJAL Yacine

Abstract

The current study aims at evaluating the microbiological and physiochemical quality of the precooked pasta known as *Rechta*, which is commercialized in the city of Laghouat. Five samples have been collected from five different batches, which means one sample for each individual batch.

All the results of the physiochemical tests comply with the norms. From a bacteriological point of view, this *Rechta* is of non-satisfactory microbiological quality, according to the microbiological norms set by the Official Journal of the Algerian Republic N°39 (2017). In fact, the enumeration of the total aerobic mesophilic flora has permitted to highlight the contamination of the analyzed samples, and the same for the total coliforms, the yeasts and molds and the *S.aureus*. All samples have witnessed the absence of the *Salmonella* and *E.coli* germ bacteria.

Keywords: microbiological analysis, microbiological quality, physiochemical analysis, precooked pasta, *Rechta*, Laghouat.

Titre du mémoire : Analyse microbiologiques et caractérisation de la pâte précuite Rechta

Nom : BRAHIMI

Prénom : Imane

Encadreur : M. GOUDJAL Yacine

Résumé

Le but de cette étude est d'évaluer la qualité microbiologique et physico-chimique de la pâte précuite *Rechta*, commercialisée dans la ville de Laghouat. Cinq échantillons ont été prélevés à partir de cinq différents lots, à raison d'un seul échantillon pour chaque lot.

Les résultats des analyses physico-chimiques sont tous conformes aux normes. Du point de vue microbiologique, cette *Rechta* est de qualité microbiologique non satisfaisante, selon les normes microbiologique données par le Journal Officiel de la République Algérienne N°39 (2017). En effet, le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale a permis de souligner la contamination des échantillons analysés, de même pour les coliformes totaux, les levures et moisissures et *S.aureus*. Tous les échantillons ont montré une l'absence des bactéries du germe *Salmonella* et de *E.coli*.

Mots clés : analyses microbiologiques - qualité microbiologique - analyse physico-chimique - pâte précuite - *Rechta*

