



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : MECHRAOUI HANANE

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

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

**Qualité microbiologique des pâtisseries du commerce de la
ville de Laghouat**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
Mr. Houicher Abderrahmane	MCA	Président
Mr. Mokhtar Rahmani Med	MAA	Examineur
Mr. Goudjal Yacine	MCA	Rapporteur

Session : Juin – 2018

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة عمار ثليجي- الاغواط

كلية: العلوم

قسم العلوم الفلاحية

مذكرة ماستر

تقديم الطالبة: مشراوي حنان

ميدان: علوم الطبيعية و الحياة

شعبة: علوم غذائية

تخصص: صناعات غذائية و مراقبة النوعية

موضوع البحث



تحاليل ميكروبيولوجية وتحديد نوعية الكعك المسوق في مدينة الاغواط

أعضاء لجنة المناقشة :

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية :	الصفة
السيد هويشر عبد الرحمن	أستاذ محاضر "A"	رئيسا
السيد مختار رحمان محمد	أستاذ مساعدة "A"	ممتحن
السيد قوجال ياسين	أستاذ محاضر "A"	مقرا

الدفعة: جوان -2018

Remerciements

Nous rendons grâce à Allah, le Clément, le tout Miséricordieux, pour la chance qui nous a donné pour poursuivre nos études supérieures, et pour le courage qu'Il nous a prodigués pour bien mener ce travail.

Gloire à Allah.

*Nous exprimons toute notre gratitude et nos vifs remerciements à notre encadreur **Dr. GOUDJAL Yacine, Maître de conférences "A"** au département d'agronomie de l'Université Amar Telidji - Laghouat, qui nous a honoré en acceptant de diriger ce travail, pour ses encouragements, ses conseils et sa disponibilité. Merci de nous avoir guidé avec patience et d'avoir consacré autant d'heures pour les corrections de ce manuscrit.*

Nous exprimons toute notre gratitude à l'ensemble des membres de jury de notre soutenance.

Nous remercions tous ceux et celles qui nous ont rendu service et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Merci à tous

Dédicaces

Nous rendons grâce à Allah le tout puissant. Nous vous prions de nous guider sur le droit chemin qui est le vôtre et qui nous mène à votre Paradis.

Amen.

Je dédie ce travail à

Mon père à qui je dois le grand amour et le profond respect.

A l'être le plus chère à mon cœur, ma mère, qui a toujours cru en moi et m'encouragée.

Mes chères sœurs et chers frères, Amel, Zhaira, Zoulikha, abir, louiza et Mohamed, qui m'ont soutenu durant les moments difficiles et à qui je souhaite beaucoup de réussite et du bonheur dans leur vie future.

A tous mes oncles et mes tentes chacun par son noms, et à qui je souhaite du bonheur.

Je clos ces remerciements en dédiant ce travail au peu d'amies que j'ai eues la chance d'avoir à mes côtés, qui m'ont soutenue tout au long de ces années Manal, wissam, sabrine, sans oublier zozo, nesrine, somia, lokmane, ikaru, samah, omar et haitham et tous mes camarades à qui je souhaite beaucoup de bonheur, réussite et bonne santé.

Imen

MECHRAOUI HANANE

Thème : Qualité microbiologique de la pâtisserie commercialisée dans la ville de Laghouat. .

Résumé

Le but de notre étude est l'évaluation de qualité microbiologique de l'échantillon des pâtisseries commercialisées dans la ville de Laghouat. Vingt échantillons ont été prélevés à partir de quatre points de vente, à raison de cinq échantillons de pâtisserie pour chaque point de vente.

Les niveaux de contamination ont été interprétés en se référant aux normes microbiologiques données par le journal officiel de la république algérienne N° 35(1998). Le dénombrement a permis de souligner des charges élevées des échantillons analysés en coliformes totaux et en coliforme fécaux. Les échantillons de la pâtisserie ont montrés également une forte contamination par la flore aérobie mésophile total. Par ailleurs, on a enregistré l'absence totale des bactéries de l'espèce *S.aureus* et également une absence des bactéries de genre *Salmonella* dans tous les échantillons analyses.

Au vu des résultats obtenus, tous les échantillons de pâtisserie analyses ont été jugée de qualité microbiologique dangereuse (toxique).

Les résultats de cette étude révèlent un état alarmant au regard de la qualité de la pâtisserie commercialisée dans la ville de Laghouat où les risques sanitaires sont alarmants. Cette situation peut être la conséquence d'une absence de pratiques d'hygiène tout au long des processus de fabrication et respect de la chaine froid.

Mots clés : analyses microbiologiques, qualité microbiologique, pâtisserie, Laghouat

مشراوي حنان.

الموضوع: تحديد جودة الكعك المسوق في مدينة الاغواط .

تلخيص

الهدف من دراستنا هو تقييم الجودة الميكروبيولوجية للكعك الذي يتم تسويقه في مدينة الاغواط. 20 عينة تم اخذها من اربع نقاط بيع بمعدل خمس عينات كعك لكل نقطة بيع . مستويات التلوث تم تفسيرها بالرجوع الي المعايير الميكروبيولوجية القادمة من طرف الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية رقم 35 بتاريخ 1998

ابرزت النتائج ارتفاع حاد في كمية القولونيات و القولونيات البرازية في وسط العينات المحللة من جهة اخرى سجلنا غياب كلي للبكتيريا السالمونيلا و المكورات العنقودية في جميع العينات.

بالنظر الى النتائج التي تم الحصول عليها نتائج خطيرة و سامة بانسبة لجميع العينات . نتائج هذه الدراسة كشفت عن وضعية تنذر بالخطر فيما يتعلق بنوعية الكعك المسوق في مدينة الاغواط حيث الاخطار الصحية موجودة بكثرة. هذه الوضعية هي بسبب ممارسة صحية مشكوك فيها في جميع مراحل التصنيع و انقطاع محتمل في سلسلة التبريد.

كلمات المفتاحية التحليل الميكروبيولوجية النوعية الميكروبيولوجية الكعك الاغواط

MECHRAOUI HANANE

Theme: Microbiological quality of commercialised in the city of Laghouat

Abstract

The aim of our study is the microbiological quality evaluation of pastry marketed in the city of Laghouat. Twenty samples were taken from four outlets, with five pastry samples for each outlet.

Levels of contamination have been interpreted with reference to microbiological standards given in the Official Journal of the Republic of Algeria No. 35 (1998). The enumeration highlighted high loads in the samples analyzed for total coliforms and faecal coliforms. Pastry samples also showed contamination by FAMT. In addition, there was a complete absence of *S.aureus* bacteria and also an absence of *Salmonella* bacteria in all samples.

In view of the results obtained, the pastry is considered to be of microbiological quality dangerous (toxic) for the whole sample.

The results of this study reveal an alarming state with regard to the quality of the pastry marketed in the city of Laghouat where the health risks are notorious. This situation can be the result of a lack of hygiene practice throughout the manufacturing process and respect the cold chain.

Key words: microbiological analysis, microbiological quality, pastry, Laghouat.

TABLE DES MATIERES

	page
Remerciements	
Liste des abréviations	I
Liste des figures	II
Liste des tableaux	III
Introduction	1
Partie I. Synthèse bibliographique	
I. Généralités.....	3
I.1. Histoire de la pâtisserie.....	3
I.2. Définition des pâtisseries.....	3
I.3. Classification des produits pâtissiers.....	4
I.3.1 Artisanale.....	4
I.3.2 Industrielle.....	4
I.4. La qualité et la Sécurité dans la filière « pâtisserie ».....	5
I.4.1. Critères de qualité d'un produit pâtissier.....	5
I.4.2. Obligations en hygiène.....	5
I.5. Les risques sanitaires en pâtisseries.....	5
I.5.1. Risques microbiens.....	5
I.5.2. Présence de corps étrangers.....	6
I.6. Altération de la qualité hygiénique des produits pâtissiers.....	6
I.6.1. Modification organoleptique.....	6
II. Les facteurs de développement des bactéries dans la pâtisserie.....	7
II.1. Les facteurs intrinsèques.....	7
II.1.1. La composition de l'aliment.....	7

II.1.2. Le pH.....	7
II.1.3. L'activité de l'eau (AW).....	7
II.2. Les facteurs extrinsèques.....	8
II.2.1. La température et l'humidité relative.....	8
II.2.3. L'atmosphère.....	8
III. Les maladies transmises par les pâtisseries.....	9
III.1. L'infection alimentaire.....	9
III.2. L'intoxication alimentaire.....	9
VI. L'influence de la flore microbienne des pâtisseries sur la santé du consommateur.....	11
VI.1. La flore aérobie mésophile totale (FTAM).....	11
VI.2. Les coliformes.....	11
VI.2.1. Les coliformes totaux (CT).....	11
VI.2.2. Les Coliformes thermotolérants (CTT).....	12
VI.3. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs.....	13
VI.4. <i>Staphylococcus aureus</i>	14
VI. 4. 1. L'intoxication alimentaire Staphylococcique.....	15
VI.5. <i>Salmonella</i>	16
V. La maîtrise de l'hygiène dans le secteur de la pâtisserie.....	17
V.1. La matière première.....	17
V.2. Le personnel.....	17
V.3. Les locaux.....	18
V.4. Les appareils.....	18
V.5. Nettoyage et désinfection des locaux et des appareils.....	18

Partie II. Matériel et méthodes

II.1. Présentation des produits de pâtisserie.....	19
II.2. Présentation des points de vente.....	19
II.3. Plan échantillonnage.....	20
II.4. Analyses microbiologiques	20
II.4.1. Préparation des échantillons	21
II.4.1.1 Préparation de la suspension mère.....	21
II.4.1.2 Préparation des dilutions décimales.....	21
II.5. Recherche et dénombrement des principaux groupes microbiens.....	22
II.5.1. Flore aérobie mésophile totale (FAMT à 30°C).....	22
II. 5.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux	23
II. 5.3. Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i>	24
II. 5.4. Recherche des bactéries de genre <i>salmonella</i>	24
II. 6. Méthodes de calcul et expression des résultants.....	26
II. 6.1. Calcul de la précision de dénombrement en fonction des sources d'erreur...	27
II. 6.2. Présentation des résultats	28
II. 7. Plans d'interprétation des résultats.....	29
II. 7.1. Interprétation selon le plan à deux classes.....	30
II.7.1. Interprétation selon le plan à trois classes.....	31

Partie III. Résultats et discussions

III.1. Evaluation de la qualité microbiologique des échantillons de pâtisserie	33
III.1.1. Qualité microbiologique de la pâtisserie du point de vente P1.....	33
III.1.2. Qualité microbiologique de la pâtisserie du point de vente P2.....	35

III.1.3. Qualité microbiologique de la pâtisserie du point de vente P3.....	37
III.1.4. Qualité microbiologique de la pâtisserie du point de vente P4.....	38
III.2. Discussion générale.....	40
Conclusion.....	43
Références bibliographiques	44
Annexe.....	48

Liste des abréviations

AFNOR : Agence française de normalisation

AW : Activité de l'eau

CT : Les coliformes totaux

CTT : Les coliformes thermotolérants

DM : La dilution mère

FAMT : Flore aérobie mésophile totale

GN : Gélose nutritive

J.O.R.A : Journal officiel de la république algérienne

MDO : Maladie infectieuse à déclaration obligatoire

SFB : Bouillon d'enrichissement au sélénite et à la cystéine

T.I.A.C : Les toxi-infections alimentaires collectives

UFC : Unités Formant Colonies

VRBL: Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

Liste des figures

	page
Figure 1. Photographie montrant quelque exemple de pâtisserie.....	4
Figure 2. Bactérie de l'espèce <i>Escherichia coli</i> coloré au microscope électrique à balayage (MEB) (G: x 8600).....	13
Figure 3. Micrographie électronique à balayage (MEB) montrant une souche de l'espèce <i>Staphylococcus aureus</i> (G: x10000).....	15
Figure 4. Lieux d'échantillonnages de la pâtisserie à partir des points de vente de la ville de Laghouat.	19
Figure 5. Schéma représentatif de la préparation des suspensions- dilutions.....	22
Figure 6. Technique de dénombrement en surface de la FAMT.....	23
Figure 7. Schéma représentant la recherche des bactéries de genre <i>Salmonella</i> dans la pâtisserie.....	25
Figure 8. Echelle d'interprétations des analyses microbiologiques sur le plan à trois classes.....	28
Figure 9. Echèle des attributs pour l'interprétation des analyses microbiologiques ...	29
Figure 10. Plan d'interprétation à deux classes pour les germes du genre <i>Salmonella</i>	31
Figure 11. Plan d'interprétation à deux classes pour les coliformes totaux.....	31
Figure 12. Plan d'interprétation à deux classes pour les coliformes fécaux.....	31
Figure 13. Plan d'interprétation à deux classes pour les <i>Staphylococcus aureus</i>	32

Figure 14. Histogrammes représentant les moyennes des charges microbiennes des différentes microflores recherchées dans les échantillons de pâtisserie du point de vente P1.....	33
Figure 15. Histogrammes représentant les moyennes des charges microbiennes des différentes microflores recherchées dans les échantillons de pâtisserie du point de vente P2.....	35
Figure 16. Histogrammes représentant les moyennes des charges microbiennes des différentes microflores recherchées dans les échantillons de pâtisserie du point de vente P3.....	37
Figure 17. Histogrammes représentant les moyennes des charges microbiennes des différentes microflores recherchées dans les échantillons de pâtisserie du point de vente P4.....	38

Liste des tableaux

	Page
Tableau 1. Les échantillons de la pâtisserie	20
Tableau 2. Valeurs des attributs pour les échantillons de la pâtisserie du point de vente P1.....	34
Tableau 3. Valeurs des attributs pour les échantillons de la pâtisserie du point de vente P2.....	36
Tableau 4. Valeurs des attributs pour les échantillons de la pâtisserie du point de vente P3.....	38
Tableau 5. Valeurs des attributs pour les échantillons de la pâtisserie du point de vente P4.....	39

Introduction

Introduction

Les produits pâtisseries occupent de plus en plus une place importante dans notre alimentation quotidienne. Ils constituent souvent le délice préféré de l'écolier et calment le petit creux ou désir de l'adulte (El Andaloussi, 2013).

La pâtisserie occupe une place de choix dans notre alimentation. La richesse des ingrédients de la pâtisserie en eau et en protéines fait de ce produit un milieu de culture favorable à la prolifération microbienne (Oumokhtar, 1998).

Les aliments, y compris les produits pâtisseries, peuvent aussi servir de véhicule pour la transmission de maladies. La détection et la limitation des microorganismes qui causent des maladies ou avarient la nourriture sont d'une grande importance en industrie agroalimentaire. Les microorganismes peuvent affecter la qualité des aliments pendant toutes les phases de la manipulation, depuis le producteur jusqu'au consommateur final (El Andaloussi, 2013).

La référence à la qualité dans ses différentes acceptions est devenue omniprésente. Le produit alimentaire subi des transformations et des manipulations dont le consommateur ne connaît ni la nature ni les manipulateurs. La qualité de l'alimentation perçue, renvoie à un ensemble complexe de qualités attendues, composé de six aspects : nutritionnels, fonctionnels, organoleptiques, sociaux, symboliques et sanitaires ; or, ces derniers ne sont pas les moindres. La qualité sanitaire des aliments renvoie à la sûreté chimique et bactériologique (Kindji, 2008).

La disponibilité d'aliments sains et nutritifs est l'un des droits fondamentaux du consommateur et un facteur essentiel pour un état de santé adéquat (FAO/OMS, 2005).

La sécurité sanitaire des aliments constitue actuellement le cheval de bataille de toutes les industries agroalimentaires, les pâtisseries sont largement consommées et sont considérées comme un majeur composant dans le marché alimentaire international (Mamoumi, 2012).

Les microorganismes pathogènes ou responsables d'altération sont apportés par divers façons (l'homme, les insectes, le matériel souillé, l'air, etc) et sont développés sous l'action de diverses paramètres intrinsèques (liées aux aliments) et extrinsèques (liées à l'environnement). Par conséquent cet aliment peut devenir dangereux pour la santé des consommateurs s'il contient des microorganismes infectieux et /ou toxigènes.

Il est important d'avoir un aliment sain et nutritif, l'absence de respect des lois d'hygiène (locaux, mains, etc.) et de la chaîne du froid ainsi que le contrôle peu efficace des produits alimentaires sont des causes des toxi-infections alimentaires collectives (TIAC).

L'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité microbiologique d'échantillons de pâtisseries prélevés dans la ville de Laghouat durant la période de février à mars 2018 tout en se focalisant sur l'analyse de la FAMT, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les bactéries du genre *Salmonella*, et *S. aureus* selon les normes microbiologiques du journal officiel (1998).

Notre travail sera présenté par les parties suivantes :

- ✓ La première partie est une synthèse bibliographique concernant le thème abordé.
- ✓ La deuxième partie est consacrée à la présentation du matériel et des méthodes utilisés.
- ✓ La troisième partie comporte les résultats et les discussions des résultats de la qualité microbiologique de la pâtisserie commercialisés dans six points de vente de la ville de Laghouat, et cela pour une période de quatre semaines.

Synthèse bibliographique

Partie I. Synthèse bibliographique

I. Généralité

I.1. Histoire de la pâtisserie

Les premières pâtisseries dateraient de l'antiquité sous forme de galettes et d'offrandes faites à base de miel, de dattes, et d'épices. Au 18^{ème} siècle, la pâtisserie était au service de la royauté et du goût. Cette époque voit l'apparition de la crème chantilly et de la meringue.

Le 19^{ème} siècle, est quant à lui représentatif d'une pâtisserie esthétique dite « ornementale », Antonin Carême est l'un des premiers pâtissiers réellement reconnu pour la maîtrise de cet art.

A partir du 20^{ème} siècle, le talent français à commencer à réellement se différencier des gâteaux anglais : la pâtisserie n'est plus seulement un agrément des salons de thé, mais l'art des entremets et des plaisirs individuels qui se démocratise. Gaston Lenôtre est le premier vrai pâtissier, il présente un style unique, une signature et est plébiscité par les restaurants et les consommateurs (Soutti et al, 2014).

Les périodes suivantes ont été caractérisées par :

- 1972: Utilisation de la surgélation en viennoiserie.
- 1980: Emergence des chaînes de boulangerie / viennoiserie.
- 1995: Développement de la pâte pré-fermentée, surgelée.
- 2001: Développement de pâtisseries crues prêtes à cuire.

I.2. Définition des pâtisseries

On appelle « pâtisserie » l'ensemble des préparations sucrées ou salées nécessitant la présence d'une pâte comme support ou comme enveloppe et nécessitant généralement une cuisson au four (Neyrat et al, 2006).

C'est un aliment de plaisir. La pâtisserie désigne à la fois certaines préparations culinaires sucrées ou salées à base de pâte préparée et cuite au four, l'art de leur confection et la boutique où se vendent ces préparations faites par un pâtissier.

Les ingrédients les plus courants en pâtisserie sont le sucre, l'œuf (de poule), dont le blanc et le jaune sont souvent séparés afin de profiter de leurs propriétés radicalement différentes, la farine, la matière grasse, au gré des productions locales: le beurre, la margarine et l'huile. Il est à noter que c'est la méthode de travail et le dosage entre ces différents produits qui feront les différentes pâtes de pâtisserie connues. Il est donc très important de bien respecter les doses (Bellec et al, 2008), la photographie suivante montre quelque exemple de pâtisserie.



Source ; original 2018

Figure 01. Photographie montrant quelque exemple de pâtisserie.

I.3. Classification des produits pâtissiers

I.3. 1. Artisanale

Le produit pâtissier artisanal est non industrialisé, il est le fait d'un artisan qui transforme des matières premières, qu'elles soient végétales, animales ou minérales.

La production artisanale est souvent de petit volume (Benbrahim Mahmoud, 2013).

I.3.2. Industrielle

L'origine du mot biscuit est "Bis-cuit" signifie subir une double cuisson. Le biscuit est en effet une sorte de galette nécessitant une première cuisson, puis un passage dans des compartiments au-dessus du four ou dans une étuve pour terminer l'évaporation de son humidité. Cette double cuisson n'est plus pratiquée actuellement en biscuiterie (Kinger, 1967 ; Menard et al, 1992).

I.4. La qualité et la sécurité dans la filière « pâtisserie »

I.4.1. Critères de qualité d'un produit pâtissier

La qualité hygiénique des produits pâtissiers est conditionnée par l'absence de toxicité chimique (résidus d'insecticides, etc.), de corps étrangers anormaux (débris de verre, métal, etc.) et d'agents microbiologiques pathogènes (bactéries, virus, moisissures) y compris leurs toxines et leurs produits de métabolisme.

La composante principale de la qualité hygiénique des aliments est la qualité microbiologique. Elle constitue un élément primordial de leur aptitude à satisfaire les besoins des consommateurs (Jouve, 1993).

I.4.2. Obligations en hygiène

Le concept de qualité microbiologique d'un aliment se réfère à deux aspects essentiels, la sécurité et la valeur d'usage :

- La sécurité se réfère à "l'absence de risque" pour la santé publique pouvant résulter de la présence dans les aliments de microorganismes pathogènes et/ou de toxines d'origine microbienne.
- La valeur d'usage s'étend de "l'absence de risque" pour les utilisateurs (Industriels, distributeurs) ou pour les consommateurs pouvant résulter de la présence dans les aliments de microorganismes responsables de leur altération (Jouve, 1988).

I.5. Les dangers sanitaires en pâtisseries

I.5.1. Danger microbiens

Les risques microbiens existent pour les pâtisseries à base de crème chantilly, crème pâtissière, crème au beurre et crème ganache, ainsi que pour les glaces. Ces produits présentent en effet un milieu favorable pour le développement de diverses bactéries qui peuvent être dangereuses pour la santé humaine (souches entérotoxiques d'*Escherichia coli*, *Salmonella*, et *Staphylococcus aureus*) (Soutti et al, 2014).

Les tartes et les mousses aux fruits, quant à elles, peuvent être contaminés par les levures, les moisissures et la flore lactique. Si ces microorganismes altèrent les aliments aux niveaux visuel et gustatif, ils ne sont généralement pas responsables de maladies graves chez l'homme. Par contre, le risque microbien est faible pour les produits peu riches en eau tels que les biscuits, les meringues et les petits fours sucrés ou salés (Soutti et al,

2014).

I.5.2. Présence de corps étrangers

Il faut veiller à éviter la présence de corps étrangers dans les produits de pâtisserie, tels que les déchets d'emballage, etc. Les risques sanitaires ont été répartis en trois catégories: contamination, multiplication et survie.

-Contamination: cette rubrique englobe la contamination initiale (présence de microorganismes dans les matières premières et produits livrés) ainsi que la contamination secondaire (apport de microorganismes au cours du stockage, de la fabrication, des manipulations, etc.).

-Multiplication: il s'agit de l'augmentation du nombre de micro-organismes présents dans le produit, suite à une rupture de la chaîne du froid ou à un refroidissement mal conduit.

-Survie: ce phénomène résulte d'une cuisson insuffisante, c'est-à-dire d'un non-respect des critères du couple temps/température nécessaire pour garantir l'assainissement d'un aliment (Soutti et al, 2014).

I.6. Altération de la qualité hygiénique des produits pâtisseries

I.6.1. Modification organoleptique

Les modifications organoleptiques peuvent être causées par une fixation de mauvaises odeurs qui peut provenir de la proximité de produits odorants, avec des risques d'oxydation des corps gras. Des germes peuvent provoquer des décompositions de matières grasses, pour conséquence des phénomènes d'oxydation et de rancissement (Millet et Cabut. 1997).

La vue, le toucher, le goût et l'odorat constituent quatre de nos organes de sens pour apprécier la qualité organoleptique d'un aliment (Afnor, 1988). Dans l'ordre chronologique de jugement, les modifications des propriétés organoleptiques peuvent se subdiviser comme suit:

- Modification de l'apparence (forme, aspect, couleur) relevant de la vision ;
- Changement de flaveur (arôme, saveur) relevant de l'odorat et du goût ;
- Modification de texture (résistance, consistance à la mastication, etc.) relevant du toucher (Cheftel, 1990).

II. Les facteurs de développement des bactéries dans la pâtisserie

La croissance des microorganismes est contrôlée par des facteurs intrinsèques ou associés à l'aliment, et par d'autres extrinsèques liées à l'environnement où l'aliment est stocké (Prescott et al, 2010).

II.1. Les facteurs intrinsèques

II.1.1. La composition de l'aliment

La composition de l'aliment est un facteur intrinsèque crucial qui influence la croissance microbienne. Si les pâtisseries contiennent beaucoup de glucides, leur détérioration ne produira pas beaucoup d'odeur. Par contre s'ils contiennent de grandes quantités de protéines et /ou de graisses (par exemple, le beurre) leur détérioration peut s'accompagner de toute une variété d'odeurs infectes. Cette dégradation anaérobie des protéines donne des composés aminés nauséabonds et s'appelle putréfaction. La dégradation des graisses ruine tout autant la nourriture, la production à partir des lipides, d'acides gras à chaînes courtes rend le beurre rance et désagréable (Prescott et al, 2010).

II.1.2. Le pH

Le pH est un facteur critique et très important. A un pH faible, le développement des levures et des moisissures est favorisé. A un pH neutre ou alcalin, ce sont les bactéries qui prédominent au cours du processus de détérioration et de putréfaction (Hassama, 2011).

II.1.3. L'activité de l'eau (AW)

La présence et la disponibilité de l'eau a un effet sur la capacité des microorganismes à se multiplier. Plus l'eau est disponible, plus il sera facile de coloniser un aliment. Cette eau disponible est limitée par séchage, ou lyophilisation des aliments pour éviter ou contrôler leur détérioration. Il y a aussi d'autres façons de rendre l'eau moins disponible, il s'agit d'ajouter des solutés comme du sel ou du sucre (Prescott et al, 2010).

La diminution de l'AW est utile pour la protection des produits de la pâtisserie. En dehors du développement bactérien et plus généralement des microorganismes, l'AW est un facteur important dans la conservation des denrées alimentaires. Elle influence la stabilité des couleurs, du goût, des arômes, de l'aspect, etc (Carip, 2008).

II.2. Les facteurs extrinsèques

II.2.1. La température et l'humidité relative

La température et l'humidité relative sont des facteurs extrinsèques importants pour déterminer la détérioration d'un aliment. Dans une humidité relative élevée, la croissance bactérienne commence plus rapidement, même à basse température. Quand des aliments secs sont placés dans les endroits humides, ils absorbent l'eau condensée à leur surface ce qui permet une croissance microbienne (Prescott et al, 2010).

II.2.3. L'atmosphère

L'atmosphère, dans laquelle la pâtisserie est conservée, est également importante ainsi que l'atmosphère où elle est stockée (Prescott et al, 2010).

III. Les maladies transmises par les pâtisseries

Il y a deux grands types de maladies: les infections alimentaires et les intoxications alimentaires. Toutes ces maladies sont liées à une mauvaise hygiène :

III.1. L'infection alimentaire

Les infections alimentaires sont des maladies d'origine alimentaire qui surviennent lors de l'ingestion d'aliments ou de boissons contaminées par des microorganismes pathogènes (bactéries, virus, parasites), suivie d'une multiplication dans l'hôte, accompagnée par une invasion tissulaire et/ou la libération de toxines qui causent par la suite des troubles physiologique chez homme (Prescott et al. 2010).

III.1.2. L'intoxication alimentaire

Les intoxications alimentaires résultent de l'ingestion d'aliments contaminés par des germes qui prolifèrent dans l'aliment et/ou dans le tube digestif du consommateur. Ces germes peuvent être pathogènes ou reconnus normalement non pathogènes (Bousseboua, 2005).

- **L'intoxication alimentaire**

Les intoxications alimentaires sont provoquées par l'ingestion de toxines secrétées dans l'aliment par des germes de contamination. Par exemple toxine botulinique, entérotoxine staphylococcique, mycotoxine...ect

Les symptômes de la maladie sont seulement dus à la toxine et sans lien avec leur bactérie productrice qui généralement est absente (Boussebou, 2005).

- **Les toxi-infections alimentaires collectives (T.I.A.C)**

Une toxi-infection alimentaire (T.I.A) est une maladie, souvent infectieuse et accidentelle causée par l'ingestion d'aliments contaminés par certains agents infectieux ou par leurs toxines (Flo, 2004).

Une toxi-infection alimentaire collective (TIAC) est une maladie infectieuse à déclaration obligatoire (MDO) qui a lieu lorsqu'il existe « au moins deux cas groupés, avec des manifestations similaires dues à une contamination par un microorganisme (bactéries en énéral) ou une toxine ». Les plus grandes toxi-infections alimentaires collectives sont des «crises alimentaires ». Les agents infectieux les plus souvent en cause sont les

bactéries (*Salmonella*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Camphylobacter*) et certains virus comme les rotavirus (Flo, 2004).

IV. L'influence de la flore microbienne des pâtisseries sur la santé du consommateur

Les principaux agents pathogènes recherchés lors du contrôle bactériologique des pâtisseries sont: la flore totale aérobie mésophile (FTAM), les coliformes totaux et thermotolérants, le *Staphylococcus aureus*, les spores des *Clostridium* sulfito-réducteurs, et les Salmonelles selon la norme de J.O.R.A. Ces germes permettent de mesurer la pollution microbienne des pâtisseries.

IV.1. La flore totale aérobie mésophile totale (FAMT)

La flore aérobie mésophile (aussi appelée flore totale) représente l'ensemble des microorganismes se développant en présence d'oxygène à une température optimale de 30°C (multiplication active de 10°C à 45°C) (Theau. 2005). Cette microflore peut comprendre des microorganismes pathogènes pour l'homme et l'animal mais aussi des microorganismes d'altération variés. On considère que, en général, il y a risque pour la santé du consommateur que si FAMT est supérieure ou égale à 10^5 microorganismes/g, et peut aussi être considérée comme flore d'altération car la présence d'une FAMT revivifiable abondante indique un processus de dégradation en cours. Il n'y a cependant pas de relation étroite entre le nombre totale des microorganismes et le temps d'apparition de l'altération perceptible des caractéristiques organoleptiques de l'aliment (Bonnefoy et al, 2002).

En principe, une FAMT dépassant 10^5 à 10^8 microorganismes/g provoque une détérioration visible de l'aliment. La FAMT est un indicateur microbiologique qui permet d'évaluer la charge bactérienne globale présente dans un aliment ou sur une surface (microorganismes tests d'hygiène) (Bonnefoy et al.2002).

IV.2. Les coliformes

IV.1. Les coliformes totaux (CT)

Les coliformes totaux sont des germes ubiquitaire qui existe fréquemment dans L'environnement (sol, végétaux) ainsi que dans l'intestin de l'homme et des animaux. Ce groupe bactérien correspond aux espèces de la famille des *Enterobacteriaceae* (Bourgeois et al, 1996).

Les coliformes totaux se caractérisent par leur aptitude à fermenter le glucose en

produisant des acides et du gaz (CO₂) en 48h à une température de 35°C ou 37°C et en présence de sels biliaires (Bourgeois et al, 1996 ; Carip, 2008).

Ce sont des bacilles Gram négatif, oxydase négatif, non sporulés. Ils possèdent un métabolisme respiratoire ou fermentaire (aérobie ou anaérobie facultatif), ils réduisent les nitrates en nitrites en anaérobiose (Carip, 2008)

Les principaux genres inclus dans le groupe sont : *Echerichia*, *Citrobacter*, *Entérobacter*, *Klébsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxella* (Rodier et al, 1996 ; Joly et Reynaud, 2003). La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé (Edberg et al, 2000; OMS, 2000), à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes.

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de qualité microbienne des aliments parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale mais leur présence dans l'aliment n'implique pas nécessairement un risque pour la santé publique (Soutti et al, 2014).

L'analyse des coliformes totaux est un indicateur permettant d'apprécier l'état d'hygiène (Carip C, 2008).

VI.2.2. Les coliformes thermotolérants (CTT)

Les coliformes thermotolérants ou fécaux, sont un sous-groupe des coliformes totaux. Ils font partie de la famille des entérobactéries vivant notamment dans l'intestin des humains et des animaux, Leur température optimale de développement est de 44°C contrairement à ceux de l'environnement (Theau, 2005).

Ils sont utilisés comme un indicateur de contamination fécale d'origine humaine ou, animale. L'espèce le plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli* (Theau, 2005).

Leur présence dans l'aliment sous entend qu'il y a eu un non respect des règles d'hygiènes et peut en conséquence signifier la présence de bactéries intestinales responsables de toxi-infections (Carip, 2008), la figure ci dessous montre la bactérie de l'espèce *Escherichia coli*



(Soutti et al, 2014).

Figure 02. Bactérie de l'espèce *Escherichia coli* vue au microscope électrique à balayage (MEB) (G : x8600)

VI. 3. *Clostridium* sulfito-réducteurs

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont des bacilles à Gram positif (de taille environ 0,3 à 1,9 x 2 à 10 μm), isolés ou en chaînettes, non capsulés (à l'exception de *Clostridium perfringens*), sporulés. La spore est de grande taille, elle est parfois plus grande que la bactérie, la plupart sont mobiles (flagelles péritriches). Ils sont mésophiles et acceptent des variations assez importantes de pH et de températures et quelques espèces sont thermophiles. Elles sont anaérobies stricts, à une catalase négative et ne possèdent pas de superoxyde dismutase, ce qui explique leur intolérance à l'oxygène aussi bien pour la survie que pour la multiplication, l'oxygène est toxique à cause de la formation d'H₂O₂ (Guirand et al, 2004; Singleton, 2005).

Les spores de *Clostridium* sont extrêmement résistantes, notamment à la température: la spore de *C. botulinum* résiste jusqu'à 5 h à 100°C et 15 min à 120°C. Du point de vue métabolique, les clostridies sont protéolytiques, et glucohydrolitiques. Certaines souches produisent des toxines. Ce sont des bactéries qui se cultivent en anaérobiose en réduisant les sulfites (SO₃²⁻) en sulfures (S²⁻) à 44°C. Cette réaction est mise en évidence par la formation de sulfure de fer dans un milieu contenant du sulfite de sodium et un sel de fer (Singleton, 2005).

Ils sont très répandus dans la nature, en particulier, dans le sol et dans les intestins de l'homme et autres animaux. Ils contaminent de nombreux produits: lait, eau, viande, aliment

fermentés ou congelés et, surtout, conserves alimentaires. Ils ont un grand pouvoir de dégradation vis-à-vis des sucres et des protéines, libérant de l'acide butyrique ou de l'H₂S. Leur présence dans l'aliment est un témoin d'une contamination fécale ou tellurique (Guirand et al ,2004).

Quelques espèces sont pathogènes, responsables de gastro-entérites (*C. perfringens*) ou de graves intoxications souvent mortelles (*C. botulinum*, *C.tetani*), et les clostridies de la gangrène gazeuse, mais aussi altèrent la qualité des aliments (forte activité protéolytique) (Guirand et al ,2004).

VI. 4. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus ou *Staphylococcus* doré, est un germe ubiquitaire. Il est commensal de la peau et des muqueuses de nombreux ses mammifères, y compris l'homme. On le trouve surtout dans les fosses nasales et le pharynx (20 à 50 % des individus), et dans le tube digestif. Il se trouve aussi comme saprophyte dans l'environnement. La transmission peut survenir d'homme à homme, d'animal à homme mais aussi par des objets contaminés, la poussière, les vêtements, les aliments, etc (Djelouat S, 1990).

S. aureus est une coque Gram positif, de 0,8 à 1 µm de diamètre, disposé en amas, en diplocoque, en courtes chainettes, voire en grappe de raisin, immobile, asporulé, non capsulé. Les colonies souvent hémolytiques ont un pigment jaune orangé (Jean-L, 2007).

S. aureus se multiplie facilement en aérobiose qu'en anaérobiose, halophile (fortes concentrations de NaCl), mésophile (température optimale de croissance : 37°C), neutrophile (pH optimale de croissance 7). Elle tolère une activité de l'eau basse, jusqu'à 0,83(Jean-L, 2007).

Le germe présente une forte résistance aux agents désinfectants et antiseptiques. Il est également sensible aux radiations ionisantes. Il possède les caractéristiques du genre *Staphylococcus* : il possède une catalase (qui va décomposer l'eau oxygénée H₂O₂), oxydase négatif, réduisent les nitrates et sont capables de fermentation du glucose. Mais il possède bien d'autres caractéristiques biochimiques, propres à l'espèce, notamment:

- Presence d'une coagulase libre et liée ou staphylocoagulase, phosphatase alcaline, hyaluronidase, fibrinolysine, lipase, protéolysines.
- thermonucléase ou DNase thermostable.

- dégrade le mannitol sur la gélose Chapman, VP positif (Grosjean et al, 2011 ; Carip, 2008).

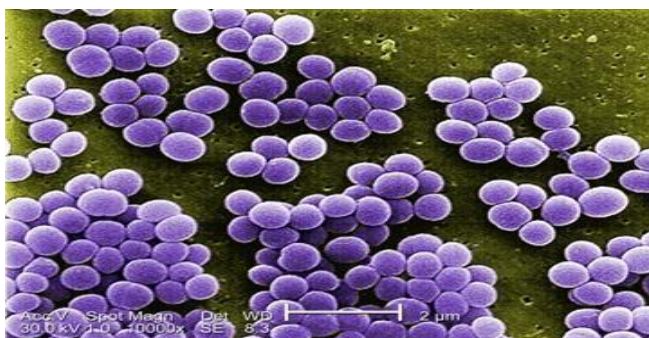
La bactérie est un pathogène opportuniste, son pouvoir pathogène résulte de plusieurs sécrétions particulières: des enzymes (Coagulase, fibrinolysine ou staphylokinase, hyaluronidase, nucléase,), qui lui confèrent son pouvoir invasif, et des toxines (Entérotoxines, leucocidines, exfoliative hémolysine) qui lui confèrent son pouvoir toxique (Avril et al, 1992 ; Carip, 2008).

VI.4.1. L'intoxication alimentaire Staphylococcique

Les intoxications alimentaires à *S. aureus* sont dues à une entérotoxine (Stable à la chaleur et à l'acidité) produite dans l'aliment ingéré tel que la pâtisserie à la crème, dessert, mayonnaise, etc. La toxine est responsable de troubles importants de la digestion. Ceux-ci se manifestant en six heures après ingestion de la nourriture incriminée contenant la toxine par de violents vomissements accompagnés le plus généralement par des nausées, diarrhées. Mais l'intoxication à *S. aureus* n'est en général pas mortelle pour un individu en bonne santé par contre elle provoque un problème grave pour les individus affaiblis par d'autres problèmes de santé. Elle guérit presque spontanément dans les 24 heures suivant l'apparition des symptômes (Perry et al, 2004)

L'apparition d'une intoxication à *S. aureus* suppose deux conditions:

- ✓ L'aliment contaminé doit être approprié pour la croissance et la production de toxine de la bactérie.
- ✓ L'aliment doit rester à une température qui permet la croissance de la bacteria (Perry et al, 2004). La figure 03 montre une souche de l'espèce *Staphylococcus aureus*



(Soutti et al, 2014).

Figure 03. Micrographie électronique à balayage (MEB) montrant une souche de l'espèce *Staphylococcus aureus* (G: x10000).

VI. *Salmonella*

Les Salmonelles sont des entérobactéries, pour la plupart pathogènes pour l'homme, agents de nombreuses infections comme les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, des gastro-entérites (Salmonellose) et de toxico-infections alimentaires parfois collectives. Ces maladies sont à déclaration obligatoire (Carip C, 2008).

Les Salmonelles sont des bacilles Gram négatif, mobiles à l'aide des ciliatures péritriches, aéro-anaérobies facultatifs, catalase positif, oxydase négative, nitrate réductase positif, capable de fermenter le glucose par fermentation alcoolique mais incapables de fermenter le lactose ou de produire de l'uréase, ne possèdent pas la bêta-galactosidase, H₂S positif ou négatif, lysine décarboxylase négative, indole négative (Guiraud, 2004 ; Carip, 2008).

Les Salmonelles sont mésophile mais sont capables de se diviser entre 5°C et 45°C. Elles sont détruites par la pasteurisation; la surgélation ne permet pas de les éliminer. Globalement elles sont sensibles au pH acide, leur pH optimal de multiplication est de 6,5 à 7,5. En plus elles sont résistantes à la dessiccation, leur survie a été rapportée dans des produits à Aw très faible (0,35), sensibles au NaCl (5,5 %) (Bourgeois et al, 1996 ; Carip, 2008).

Le réservoir naturel est constitué par le tube digestif des espèces contaminées: les mammifères, l'homme, volailles, etc. Les Salmonelles survivent plusieurs semaines dans un milieu sec et plusieurs mois dans un milieu humide et le maintien des aliments à T° ambiante est un facteur important qui favorise le développement des Salmonelles (Carip, 2008).

La contamination humaine survient à partir de trois sources majeures : l'eau, les aliments et notamment les viandes et dérivés, les œufs et leur dérivés (crème pâtissière, crèmes glacées, mayonnaise), les porteurs sains, qui contaminent par manque d'hygiène des surfaces et des aliments (Carip, 2008).

Dans le genre *Salmonella*, plus de 2000 sérotypes sont actuellement décrits, tous présumés pathogènes pour l'homme. Quatre de ces sérotypes, correspondant aux espèces *S. typhi*, *S. paratyphi* A, B et C sont à l'origine de maladies infectieuses appelées fièvres typhoïde et paratyphoïdes (Jean, 2007).

Les TIAC à *Salmonella* se distinguent par une période d'incubation relativement

courte (12 à 18h), avec apparition des signes d'une gastroentérite banale qui dure spontanément 2 à 5 jours. Les complications sont rares, sauf chez les sujets fragiles (Flo, 2004).

V. La maîtrise de l'hygiène dans le secteur de la pâtisserie

L'hygiène est l'ensemble des précautions qui vise à limiter et/ou éviter les contaminations. Certains aliments possèdent à l'état naturel, une protection mécanique contre les contaminations extérieures (coquilles des œufs). Il faut donc veiller à ne pas abimer ces enveloppes protectrices qui évitent les contaminations. Quand cette enveloppe est absente, on utilise une enveloppe protectrice artificielle telle que les plastiques alimentaires ou l'aluminium (Haifi, 1992).

Il y a plusieurs paramètres conditionnant la qualité d'une pâtisserie:

V.1. La matière première

La qualité de la matière première conditionne celle du produit fini et donc elle doit faire l'objet d'une surveillance attentive afin de la protéger contre toute contamination par les insectes, l'eau polluée, et par toute autre source pouvant constituer un risque pour la santé du consommateur (Haifi, 1992).

Les équipements, le matériel et les locaux nécessaires à la production, préparation, transport ou stockage des matières premières doivent être utilisés de manière à éviter toute constitution de foyer de contamination. Ils doivent se prêter à un nettoyage complet et satisfaisant (Haifi, 1992).

V. 2. Le personnel

Les pâtisseries sont les premiers acteurs de l'hygiène dans cette entreprise, et jouent un rôle important dans la qualité microbiologique du produit fini. Ce rôle peut être néfaste par un transfert de germe déjà présents par un contact manuel, les vêtements et chaussures, les cheveux, les mouvements d'air (Haifi, 1992).

Indirectement, le pâtissier peut permettre la prolifération des microorganismes par des erreurs de manipulation et de nettoyage. Il est important, que le personnel en contact avec la pâtisserie ait reçu une sensibilisation vis-à-vis des problèmes d'hygiène alimentaire. Il est impérative pour le pâtissier d'avoir une tenue adéquate (Vêtements pouvant être désinfectés) (Haifi, 1992).

V.3. Les locaux

Les locaux et leurs annexes, doivent être de dimensions suffisantes selon la nature de leur utilisation, matériels employés et personnel requis.

- Ne doivent pas communiquer directement avec les vestiaires
- L'accès des animaux domestiques y est interdit.

Les locaux et leurs annexes doivent être aménagés de façon à permettre la séparation entre les sections de réception et d'emmagasiner des matières premières et celles de préparation et de conditionnement du produit fini

- doivent comporter pour le personnel des installations sanitaires comprenant lavabos pourvus d'eau courante chaude ou froide ;
- Le balayage à sec des locaux est rigoureusement interdit ;
- Les recoins où peuvent se loger les résidus alimentaires et qui peuvent favoriser l'apparition de biofilms, doivent être évités dans les outils et dans la conception des locaux (Haifi, 1992).

V.4. Les appareils

Le matériel et ustensile susceptibles d'être mis en contact avec les pâtisseries doivent répondre aux caractéristiques suivantes:

- Présenter un aspect et une forme adéquate de façon à faciliter leur nettoyage.
- Les surfaces en contact avec les pâtisseries doivent être parfaitement lisses et résister aux opérations répétées d'entretien et de nettoyage (Rochefrette, 1974)

V.5. Nettoyage et désinfection des locaux et des appareils

-Nettoyage: opération qui a pour but de rendre propres les surfaces en débarrassant leurs souillures

-Désinfection: opération qui a pour but la destruction des microorganismes nuisibles, contaminant les surfaces. Ces deux opérations s'effectuent par des moyens physiques et chimiques (Loncin M, 1976).

Matériel et méthodes

Partie II: Matériel et méthodes

Les analyses microbiologiques effectuées dans le cadre de notre étude ont été réalisées au sein du laboratoire de microbiologie du département d'agronomie de la faculté des sciences université Amar Telidji, Laghouat. Elles ont porté sur la détermination de la qualité microbiologique de la pâtisserie vendue dans le commerce de la ville de Laghouat.

II. Présentation des produits de pâtisserie

Le produit sur lequel on a effectué notre travail est la pâtisserie. C'est un ensemble des préparations sucrées ou salées nécessitant la présence d'une pâte comme support ou comme enveloppe et généralement cuite au four. Les échantillons de pâtisserie ont été prélevés de quatre points de vente à la ville de Laghouat.

II.2. Présentation des points de vente

La ville de Laghouat contient plusieurs points de vente officiels de pâtisserie qui assurent l'approvisionnement régulier du consommateur.

Le but de notre travail, est l'évaluation de qualité microbiologique de pâtisserie vendu dans quatre points de ventes réparties dans la ville de Laghouat. Le choix des points de vente est effectué dans les zones où la population est élevée. Ces points de vente E1, E2, E3, et E4 sont représentés sur la figure suivante :

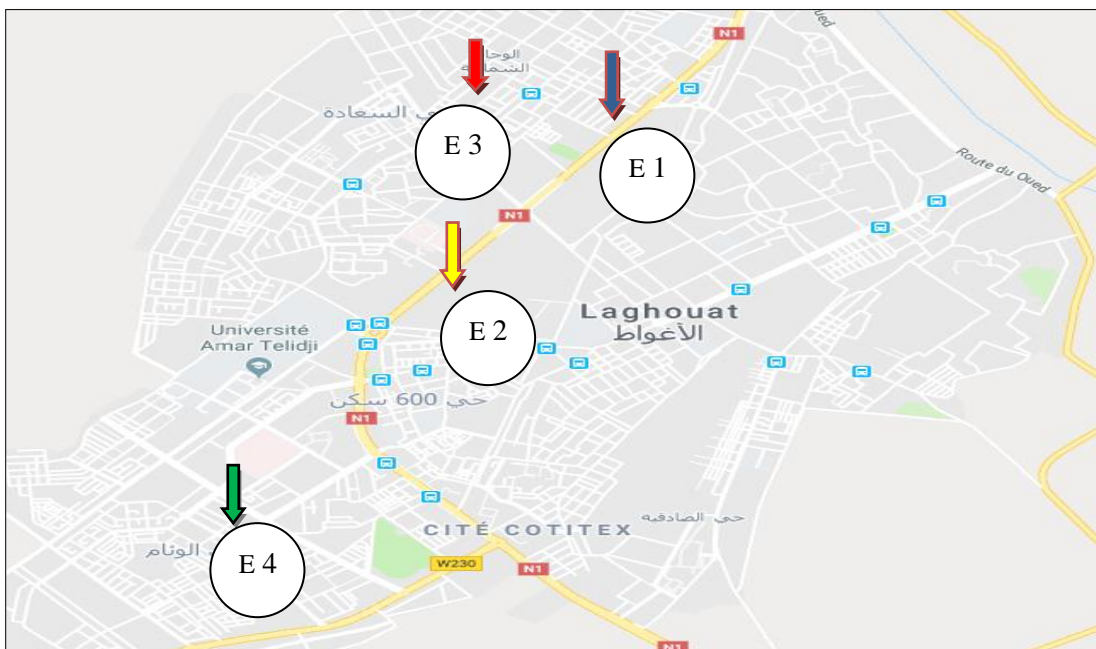


Figure 04. Lieux d'échantillonnage de la pâtisserie à partir de quatre points de vente de la ville de Laghouat. Les flèches indiquent la position géographique.

II.3. Plan d'échantillonnage

Les prises d'essais sont réalisées la matinée de chaque dimanche durant la période de février à mars 2018. Un total de 20 échantillons à été effectué où 5 unités de pâtisserie sont été prélevé de chaque point de vente.

Tableau 01: Les échantillons de la pâtisserie.

	N° Echantillons	Type de pâtisserie		N° Echantillons	Type de pâtisserie
point de vente 1	1	Pâtisserie vanille	point de vente 3	11	Pâtisserie vanille
	2	pâtisserie au chocolat		12	pâtisserie au chocolat
	3	Des éclairs		13	Des éclairs
	4	Milles feuilles		14	Milles feuilles
	5	Tartelette au fruit		15	Tartelette au fruit
point de vente 2	6	Pâtisserie vanille	point de vente 4	16	Pâtisserie vanille
	7	pâtisserie au chocolat		17	pâtisserie au chocolat
	8	Des éclairs		18	Des éclairs
	9	Milles feuilles		19	Milles feuilles
	10	Tartelette au fruit		20	Tartelette au fruit

II. 4. Analyses microbiologiques

Les germes recherchés pour ce produit sont ceux consignés par les normes microbiologiques du journal officiel (1998).

Ces germes sont représentés par les coliformes totaux, les coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus* et les bactéries du germe *Salmonella*.

Avant d'entamer la manipulation il faut d'abord désinfecter la paillasse avec l'eau de javel et les mains avec l'éthanol à 70 %, placer les becs bunsen et mettre tout le matériel nécessaire sur la paillasse.

II. 4.1. Préparation des échantillons

10 gramme du pâtisserie est induit aseptiquement dans une flacon contenant 90 ml d'eau physiologie stérile. L'homogénéisation est réalisée sur vortex après introduction de l'aliment

II .4.1.1. Préparation de la suspension mère

La préparation de la suspension mère s'effectue selon le protocole suivant : 10g de l'échantillon ont été pesés. 90ml d'eau physiologique ont été ajoutés pour la dilution. L'ensemble a été mélangé jusqu'à ce que le produit soit complètement dispersé. Les analyses ont été effectuées dans des conditions aseptiques pour éviter toute contamination éventuelle.

Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond à la dilution 1/10 ou 10^{-1} (Lebres et Hamza, 2002).

II. 4.1.2. Préparation des dilutions décimales

Elles nécessitent la présence de nombreux tubes à essais contenant le plus souvent 9 ml de diluant stérile et de nombreuses pipettes stériles de 1 et 10 ml. Les pipettes peuvent être remplacées par des systèmes de pipetage automatique munis de cônes à usage unique.

Toutes les manipulations sont à effectuer avec toutes les précautions d'asepsie exigées en microbiologie. L'introduction éventuelle d'un contaminant ou la contamination de l'opérateur doivent ne jamais se produire.

Le récipient contenant le liquide à diluer est agité manuellement avec précaution pour éviter les projections pendant une dizaine de secondes. On prélève stérilement 1 ml de ce liquide (aspirer et refouler une fois avant le prélèvement) que l'on introduit dans un tube contenant 9 ml de diluant stérile. Le tube est agité par des mouvements de rotation ou au moyen d'un Vortex. On obtient ainsi une dilution au 1/10. Avec une nouvelle pipette de 1 ml on prélève 1 ml de cette dilution que l'on introduit dans un nouveau tube de diluant de 9 ml ; on obtient une dilution au 1/100 et ainsi de suite jusqu'au niveau de dilution recherché.

Pour l'ensemble des échantillons analysés, une série des sept dilutions décimales à été réalisées. La figure 05 présente la préparation des suspensions- dilutions.

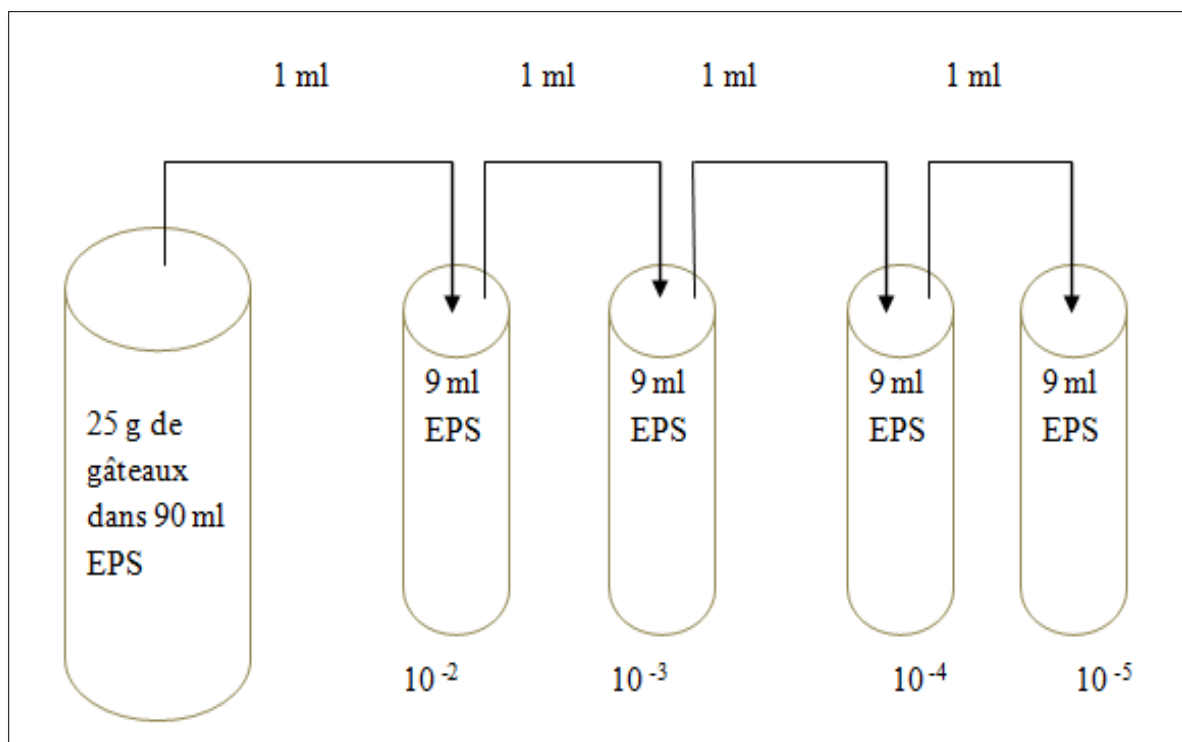


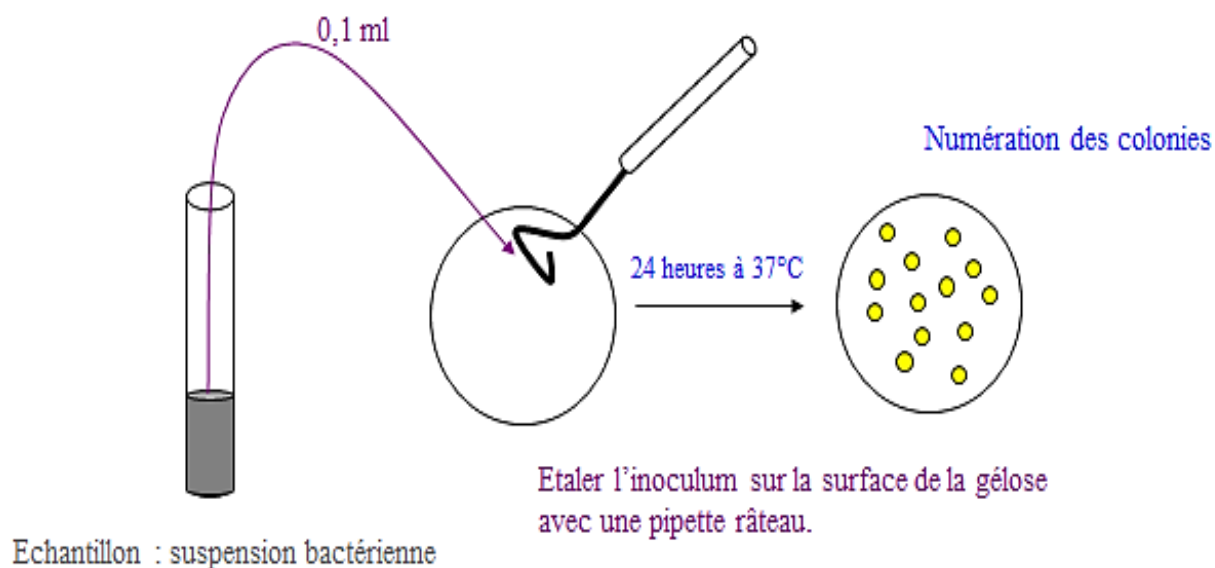
Figure 05. Schéma représentatif de la préparation des suspensions- dilutions

II. 5. Recherche et dénombrement des principaux groupes microbiens

II. 5.1 Flore aérobie mésophile totale (FAMT à 30°C)

La FAMT est représentée, le plus souvent, par des agents d'altération, leur recherche permet d'estimer l'efficacité de traitements thermiques et la conservation de l'aliment.

La charge en FAMT est cendrier comme un indice sanitaire « indicateur d'hygiène important » qui permet d'évaluer le nombre d'UFC (unité formant une colonie), présent dans un produit ou en surface. Le dénombrement de la FAMT est réalisé sur gélose nutritive (GN). En mettant un inoculum de 100µl de chaque dilutions 10^{-5} , 10^{-6} , dans des boîtes de pétri déjà coulees, l'inoculum est ensuite étalé de façon uniforme à l'aide d'un étaleur stérile jusqu'à ce qu'il ne reste plus de liquide visible à la surface du milieu. Deux répétitions sont effectuées par dilution et pour au moins trois dilutions successives, puis les boîtes ainsi préparées sont incubées retournées dans une étuve réglée à 30°C pendant 72h. La figure 06 montre la technique de dénombrement de la FAMT.



(Gaoual ; 2016)

Figure 06. Technique de dénombrement en surface de la FAMT.

✓ Lecture et interprétation

Selon la norme du journal officiel N°35 de la république algérienne, chaque boîte retenue devra contenir au plus 300 colonies et au moins 30 colonies. Le comptage est effectué à l'aide d'un compteur de colonies après la période d'incubation. Le nombre de microorganismes par gramme de produit est calculé à partir des boîtes retenues au niveau de deux dilutions.

II. 5.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux

Le milieu utilisé pour dénombrement de coliformes fécaux est la gélose biliée lactosée au rouge neutre et au cristal violet (VRBL). C'est un milieu sélectif qui permet de dénombrer les coliformes par ensemencement en masse (Larpent, 1997).

A partir des dilutions 10^{-1} , 10^{-2} à 10^{-3} porter aseptiquement 1 ml dans quatre boîtes de Pétri stériles. L'ensemencement est effectué selon la technique de la double couche. Les boîtes sont ensuite incubées, pour les coliformes totaux et à 30 °C pendant 24 h, et pour les coliformes fécaux, la lecture est effectuée après 24 h d'incubation à 44 °C.

✓ Lecture et interprétation

Après la période d'incubation, les colonies rouges ayant poussées en masse dans les boîtes de Pétri sont comptées à l'aide du compteur de colonies, en retenant celles contenant entre 30 et 300 colonies au niveau de deux dilutions. Le nombre de microorganismes par gramme de produit est ensuite déterminé.

II. 5.3. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus*

Seul le dénombrement des colonies présumées de *S. aureus* a été effectué par un étalement à la surface du milieu Chapman. Des dilutions 10^{-1} , 10^{-2} à 10^{-3} ont été ensemencées et incubées à 37°C pendant 24 heures. Seules les colonies correspondant aux caractéristiques morphologiques de *S. aureus* ont été énumérées.

✓ Lecture et interprétation

Les colonies caractéristiques de *Staphylococcus aureus* rondes, régulières, bombées, opaques et pigmentées en jaune-doré entourées d'un halo jaune ont été dénombrées.

II. 5.4. Recherche des bactéries de genre *Salmonella*

La recherche de bactéries de genre *Salmonella* a été réalisée selon la méthode et la réglementation algériennes décrites dans l'arrêté du 23 janvier 2005 publié dans le journal officiel n° 42 du 15 juin 2005. La recherche de ces bactéries s'effectue en trois étapes:

• Le pré-enrichissement

Un pré-enrichissement effectué sur l'eau péptonée par prélèvement de 25 g de pâtisserie dans 225 ml d'eau péptonée. Une agitation est effectuée, pour obtenir une suspension qui est ensuite transposée dans un flacon stérile, incubé à 37°C pendant 18h.

• L'enrichissement

L'enrichissement vise à minimiser la croissance des autres bactéries associées au prélèvement et de poursuivre la multiplication sélective des *Salmonella*. Un ml de la solution de pré-enrichissement est transféré dans un bouillon au sélénite SFB (10 ml de milieu). Par la suite, le tube est mélangé légèrement. Incuber à 37°C pendant 18h.

• L'isolement

C'est une phase sélective qui utilise des milieux solides coulés en boîtes de Pétri. Les milieux d'isolement contiennent une variété d'association de facteurs sélectifs (Larpet, 1997).

Les *Salmonella* apparaissent sous forme de colonies caractéristiques par leur forme, leur couleur et leur morphologie. Le milieu solide utilisé pour l'isolement est le milieu SS en prélèvent une goutte du milieu d'enrichissement avec l'anse de platine, puis incubé à 37°C pendant 24h.

✓ Lecture et interprétation

Les salmonelles se développent sous forme des colonies vertes ou bleutées ou sans centre noir. La figure suivant montre la recherche des bactéries de genre *Salmonella* dans la pâtisserie

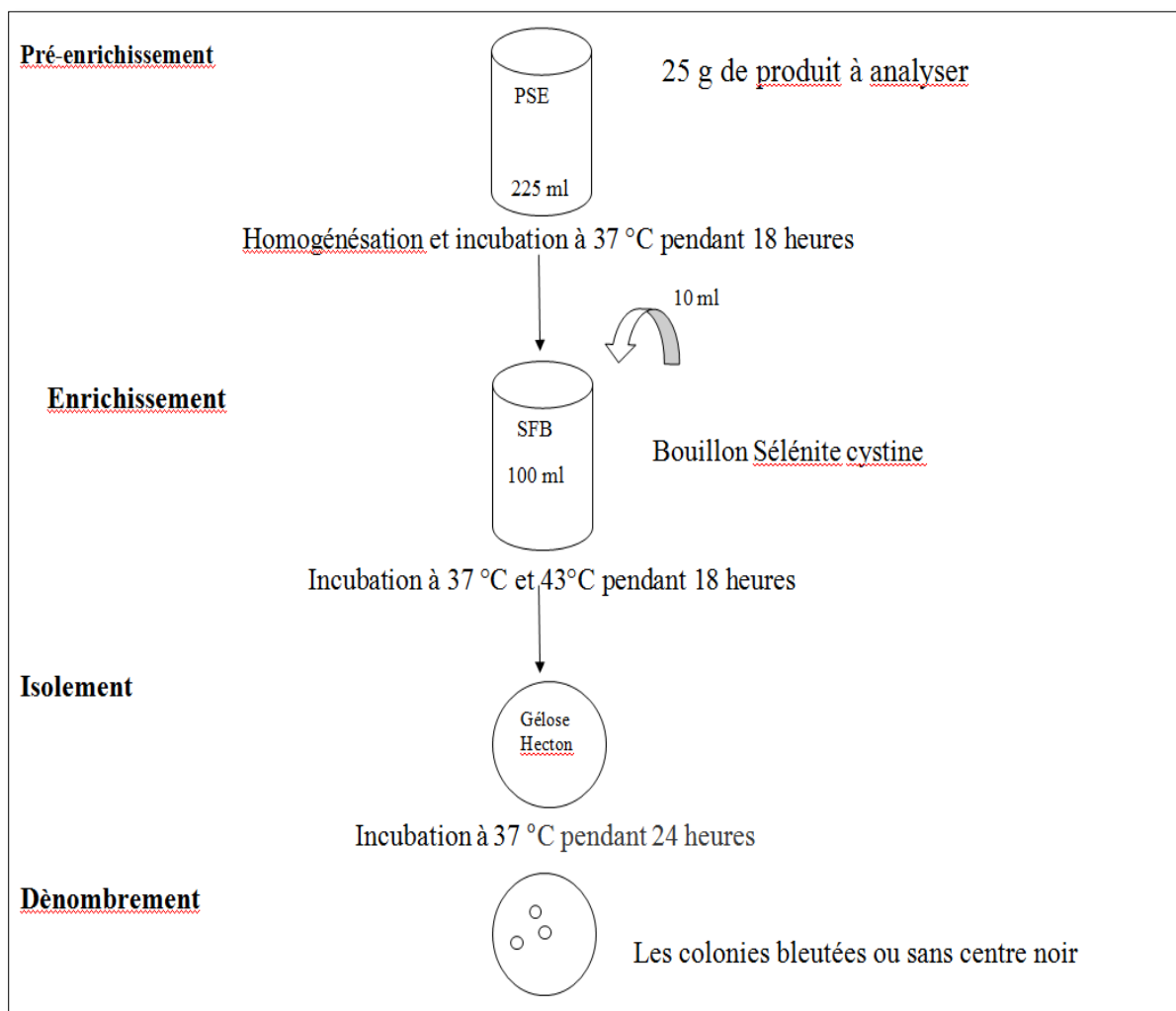


Figure 07. Schéma représentant la recherche des bactéries de genre *Salmonella* dans la pâtisserie

II. 6. Méthodes de calcul et d'expression des résultats

La lecture s'effectue par comptage visuel, seul les boîtes de Pétri contenant 30 à 300 colonies sont retenues. Le comptage des colonies est effectué à l'aide d'un compteur colonie et il peut être facilité par un léger marquage au feutre sur les boîtes (Guiraud 1998).

Lorsque le nombre des colonies est compris 30 et 300, on calcule pour chaque dilution le nombre moyenne de colonies, en effectuant la moyenne du nombre trouvé pour chaque boîte de la même dilution, on arrondit de manière à n'avoir que deux chiffres significatifs et on multiplie 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 par UFC/ml.

Dilution 10^{-1}	→	essai ₁ 121 colonies essai ₂ 119 colonies	} Moyenne = 120 colonies
Dilution 10^{-2}	→	essai ₁ 88 colonies essai ₁ 78 colonies	} Moyenne = 83 colonies
Dilution 10^{-3}	→	essai ₁ 56 colonies essai ₁ 48 colonies	} Moyenne = 52 colonies

-Calcul

$$\text{Dilution } 10^{-1} : X_1 = 120 \times 10 \implies X_1 = 1,2 \cdot 10^3 \text{ UFC/ml}$$

$$\text{Dilution } 10^{-2} : X_2 = 83 \times 10^2 \implies X_2 = 8,3 \cdot 10^3 \text{ UFC/ml}$$

$$\text{Dilution } 10^{-3} : X_3 = 52 \times 10^3 \implies X_3 = 5,2 \cdot 10^4 \text{ UFC/ml}$$

$$X = (X_1 + X_2 + X_3) \div 3 = (1,2 \cdot 10^3 + 8,3 \cdot 10^3 + 5,2 \cdot 10^4) \div 3 \implies X = 2 \cdot 10^4 \text{ UFC/m.}$$

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

Dilution 10^{-5}	→	essai ₁ 58 colonies essai ₂ 104 colonies	} Moyenne = 81 colonies
Dilution 10^{-6}	→	essai ₁ 74 colonies essai ₁ 34 colonies	} Moyenne = 54 colonies

-Calcul

$$\text{Dilution } 10^{-5} : X_1 = 81 \times 10^5 \times 10 \implies X_1 = 8.10^6 \text{ UFC/ml}$$

$$\text{Dilution } 10^{-6} : X_2 = 83 \times 10^6 \times 10 \implies X_2 = 8,3.10^8 \text{ UFC/ml}$$

$$X = (X_1 + X_2) \div 2 \implies X = 4.10^8 \text{ UFC/ml}$$

II. 6.1. Calcul de la précision de dénombrement en fonction des sources d'erreur

La numération d'une flore microbienne est imprécise en raison des erreurs des manipulateurs et de l'hétérogénéité des échantillons (Guiraud 1998). Pour que le résultat soit plus significatif et plus admissible pour les scientifiques, il nous paraît indispensable de jumeler nos résultats par des fourchettes d'incertitude tenant compte de la principale source d'erreur qui se présente par la distribution naturellement hétérogène des microorganismes malgré dans un milieu en apparence homogène et/ou bien mélangé. Cela s'explique par la distribution en chaînes, en tétrades ou en amas irréguliers. D'autres sources d'erreur qui amplifient cette incertitude tel que la précision des instruments (pipettes, erreurs humaines,...etc.) peuvent intervenir (Guiraud 1998).

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 :

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

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

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

N: nombre de germes par gramme de produit.

t: coefficient dépendant de l'intervalle de confiance.

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

II. 6.2. Présentation des résultats

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



C = nombre d'échantillons entre m et M

M = 10 m en milieu solide

M = 30 m en milieu liquide

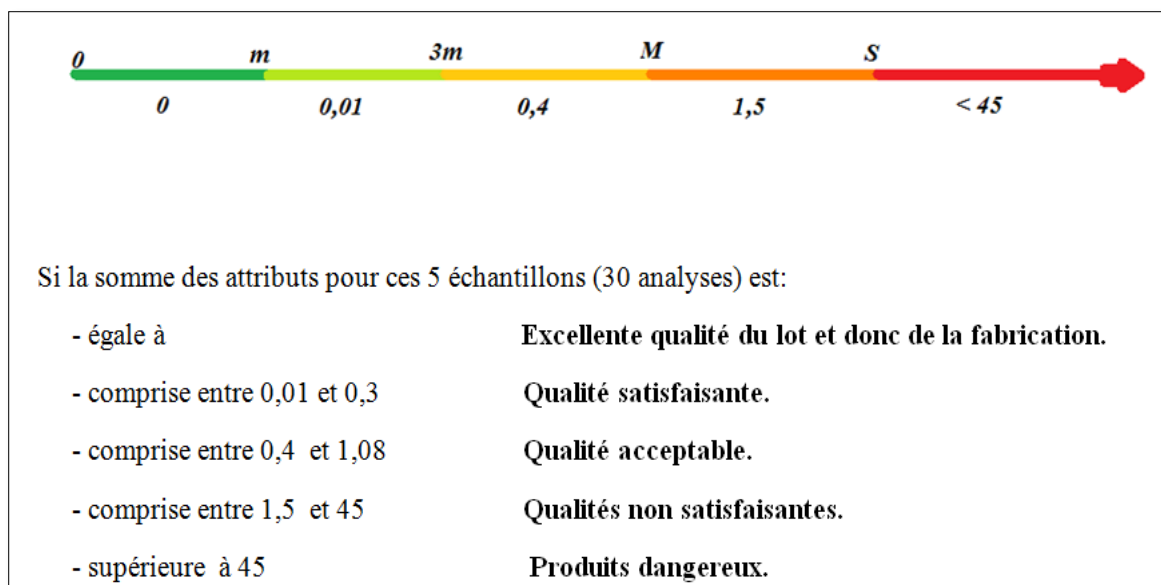
S = 1000 m seuils de toxicité

n = nombre d'unités de l'échantillon

Figure 08. Echèle d'interprétations des analyses microbiologiques sur le plan à trois classes.

Dans ce cas (5 analyses par échantillon), chaque résultat d'analyse est affecté de la valeur (attribut) suivante:

- Entre 0 et m : attribut égal à **0** pour 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.
- Valeurs supérieures à S : attribut supérieur à **46** pour chaque analyse.



(Jean, 1989).

Figure 09. Représente l'échelle des attributs pour l'interprétation des analyses microbiologiques

II. 7. Plans d'interprétation des résultats

Afin de rendre plus aisée la lecture de nos résultats, les figures qui suivent représentent l'interprétation sous forme d'axes tenant compte des seuils caractéristiques, pour chaque micro-organisme recherché, selon les normes du journal officiel n° 35 de la République Algérienne, afin de juger la qualité microbiologique de nos échantillons.

Un plan d'échantillonnage est un ensemble d'instructions qui indique la taille de l'échantillon pour une taille de lot déterminée et qui définit les conditions et les modalités d'une acceptation ou d'un refus d'un lot.

Les symboles utilisés dans les plans d'échantillonnage et leurs significations sont les suivants :

- « **n** » représente le nombre d'unités de l'échantillon prélevées au hasard dans un lot et analysées pour répondre aux exigences définies ;
- « **m'** » représente des concentrations acceptables de microorganismes dans un plan à deux classes ;
- « **m** » sert à distinguer les unités de qualité satisfaisante de celles qui sont de qualité non satisfaisante, dans un plan à trois classes, « **m** » sert à distinguer les unités de qualité satisfaisante de celles qui sont de qualité acceptable ;

- « **M** » (plan à trois classes seulement) représente des concentrations inacceptables de microorganismes, traduisant des conditions d'insalubrité ou d'avarie. « **M** » sert à distinguer les unités de l'échantillon de qualité acceptable de celles qui sont de qualité non satisfaisante ;
- Si la valeur d'une unité d'échantillonnage est supérieure à « **M** », le lot dont provient l'échantillon est inacceptable ;
- « **c** » représente le nombre maximal permis d'unités prélevées de qualité acceptable. Si le nombre d'unités de qualité acceptable est supérieur à « **c** », le lot dont provient l'échantillon est inacceptable ;
- le nombre d'unités « **n** » de l'échantillon ;
- le nombre d'unités « **c** » de l'échantillon pouvant être comprises entre « **m** » et « **M** » ;
- des limites sous deux formes : ··plan à trois classes : deux valeurs limites « **m** » et « **M** » ;
- plan à deux classes : une valeur limite « **m = M** ».

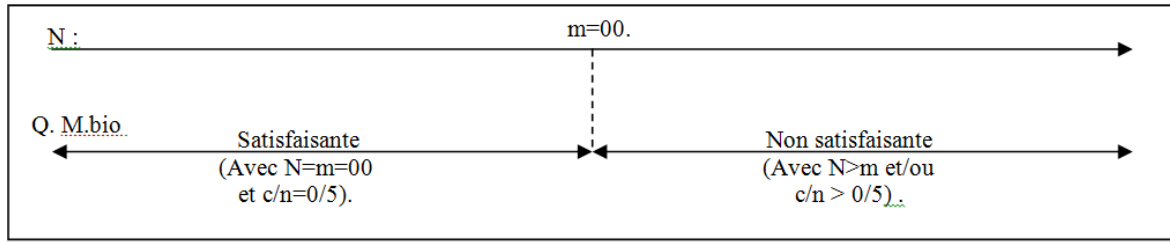
Pour chaque catégorie de produit alimentaire et pour chaque catégorie de micro-organisme, le journal officiel publie un critère (chiffre *m*). Mais un résultat d'analyse bactériologique considéré comme relativement peu précis : en microbiologie, on tient compte pour interpréter les résultats d'une tolérance analytique (t. a.).

II. 7.1. Interprétation selon le plan à deux classes

Les critères fixés pour *Salmonella* e (non systématique) sont impératif c'est-à-dire que le dépassement du critère implique le retrait systématique du produit de la commercialisation et la mise en place des mesures correctives nécessaires.

Deux réponses seulement sont possibles :

- « Présence dans » NON SATISFAISANT.
- « Absence dans » SATISFAISANT.



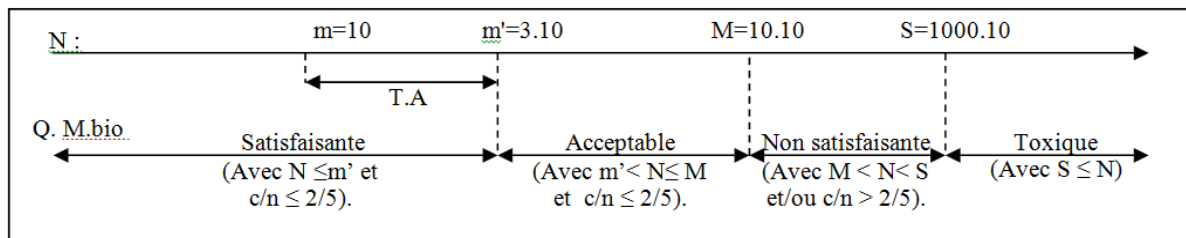
(Gaoual, 2016).

Figure 10. Plan d'interprétation à deux classes pour les germes du genre *Salmonella*.

II. 7.2. Interprétation des plans à trois classes

Les critères fixés pour les autres microorganismes sont indicatifs, c'est-à-dire que le dépassement du critère n'implique pas le retrait du produit de la commercialisation. Le non-respect du critère doit conduire le fabricant à rechercher les causes du dépassement, et à prendre les mesures nécessaires pour améliorer l'hygiène des fabrications. La recherche des causes du dépassement du critère doit aussi porter sur les phases de transport et de stockage, notamment en ce qui concerne les conditions de température. Dans le cas d'un critère chiffré, le plan comporte 3 classes :

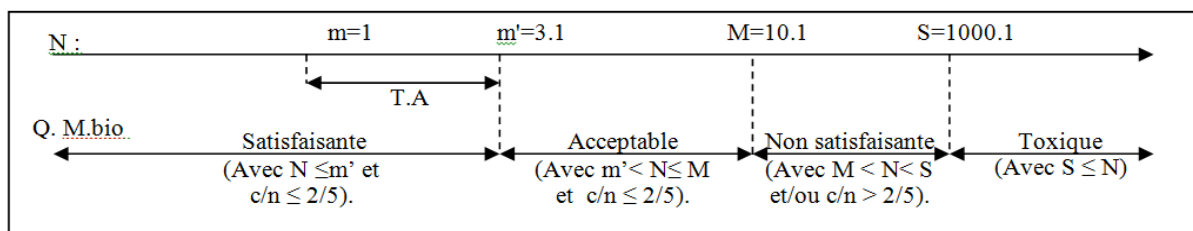
II.7.2. a. Plan à trois classes pour les coliformes totaux



(Gaoual, 2016).

Figure 11. Plan d'interprétation à deux classes pour les coliformes totaux

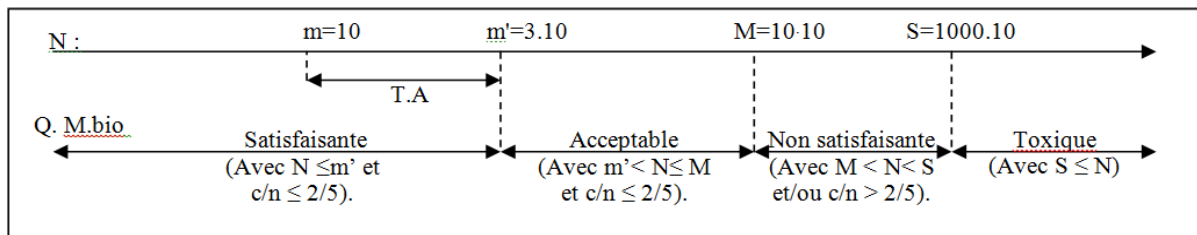
II.7.2.b. Plan à trois classes pour les coliformes fécaux



(Gaoual, 2016).

Figure 12. Plan d'interprétation à deux classes pour les coliformes fécaux

II.7.2. c. Plan à trois classes pour les *Staphylococcus aureus*



(Gaoual, 2016).

Figure 13. Plan d'interprétation à deux classes pour les *Staphylococcus aureus*.

- Q.M.bio : qualité microbiologique.
- Pour les seuils caractéristiques (m , m' , M , S , N , c , n).

Résultats et discussions

Partie III. Résultats et discussions

Dans cette partie, nous détaillons les résultats des analyses microbiologiques obtenus à partir de l'étude réalisée sur des échantillons de pâtisserie commercialisée dans la ville de Laghouat.

III. 1. Evaluation de la qualité microbiologique des échantillons de pâtisserie

Durant cette partie, nous présentons les résultats de l'évaluation la qualité microbiologique de la pâtisserie du commerce de la ville de Laghouat. Les analyses effectuées sur les 20 échantillons de pâtisserie, prélevés de quatre points de vente, nous ont permis de juger la qualité microbiologique des échantillons de chaque point de vente selon la normes du journal officiel N°35 de la république algérienne (1998). Ces résultats sont donnés comme ainsi :

III. 1.1. Qualité microbiologique de la pâtisserie du point de vente P1

La figure 14 représente les résultats de la charge moyenne des coliformes totaux, coliformes fécaux, *S. aureus*, la FAMT et de bactérie de genre *Salmonella* des échantillons de la pâtisserie prélevés du point de vente P1.

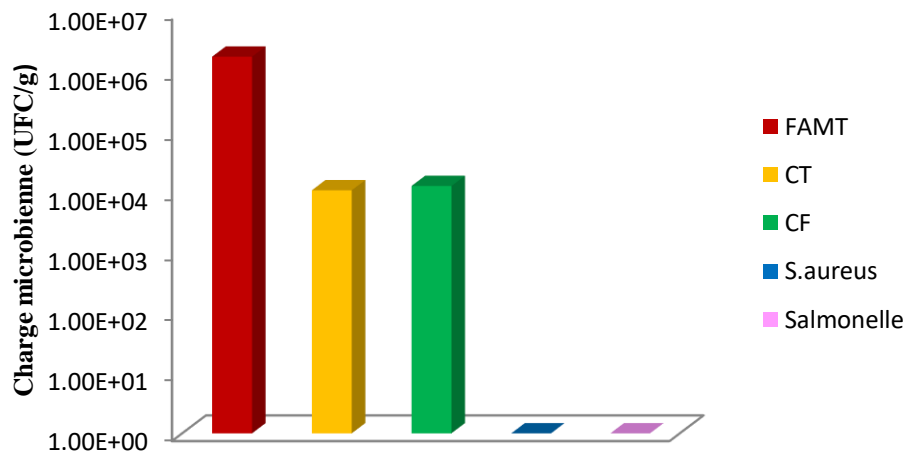


Figure 14. Histogrammes représentant les moyennes des charges microbiennes des différentes microflore recherchées dans les échantillons de pâtisserie commercialisée dans le point de vente P1.

D'après les résultats de la figure 22, nous remarquons que les échantillons de pâtisserie du point de vente P1 présentent des charges élevées en FAMT et une charge moins élevée en coliformes totaux et en coliformes fécaux. Par ailleurs une absence totale des bactéries de l'espèce *S. aureus*, et celles de genre *Salmonella* a été enregistrée

Après avoir déterminées les charges microbiennes pour chacune des microflore recherchées, des attributs ont été affectés à chaque résultat selon le plan d'interprétation correspondant (pages 28).

La somme des attributs a été ensuite calculée en vue de juger la qualité microbiologique de la pâtisserie de chaque point de vente.

Les résultats des attributs calculés pour les échantillons du point de vente P1 sont consignés dans le tableau 02.

Tableau 02. Valeurs des attributs pour les échantillons de la pâtisserie du point de vente P1.

Germes recherchés	Échantillon n°1				
	1	2	3	4	5
FAMT	0	0	0	0,4	1,5
Coliformes totaux	1,5	1,5	0,01	1,5	1,5
Coliformes fécaux	46	46	0,4	46	1,5
<i>S. aureus</i>	0	0	0	0	0
<i>Salmonella</i>	0	0	0	0	0
Somme des attributs par analyse	47,5	47,5	0,41	47,9	4,5
TOTAL	147,81				

Selon le tableau 2, la somme des attributs est égale à 147,81. Conformément à l'échelle de jugement de la qualité microbiologique, les échantillons du point de vente P1 est jugée comme un aliment de **qualité microbiologique dangereux (toxique)**.

Les coliformes totaux, les coliformes fécaux et la FAMT, possèdent des attributs qui varient entre 0 et 46.

Le taux des coliformes fécaux, des coliforme totaux et FAMT est élevé dans les échantillons de pâtisserie de ce point de vente. Ces microorganismes sont la cause principale du déclassement de la qualité microbiologique de ces échantillons. Leur charge dépasse le seuil de toxicité dans les échantillons 1, 2 et 4 avec des attributs variant entre 46 et 47.9.

La consommation de cette pâtisserie peut conduire à des intoxications alimentaires graves. La charge élevée en coliformes fécaux et en coliformes totaux dans l'échantillon de pâtisserie peut être expliquée par les mauvaises conditions de fabrication de cet aliment.

III. 1.2. Qualité microbiologique de la pâtisserie du point de vente P2

Les histogrammes de la figure 15 montrent les charges moyennes des germes recherchés dans des échantillons de pâtisserie du point de vente P2.

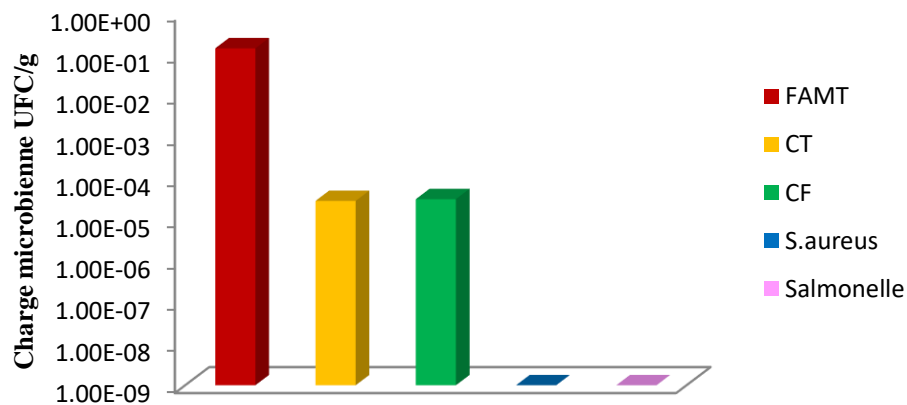


Figure 15. Histogrammes représentant les moyennes des charges microbiennes des différentes microflores recherchées dans les échantillons de pâtisserie du le point de vente P2.

Les résultats des analyses microbiologiques des échantillons de pâtisserie du point de vente P2 montrent absence de *S. aureus* et les bactéries du genre *Salmonella* dans l'ensemble des échantillons, avec une charge élevée des coliformes totaux et des coliformes fécaux et une charge très élevée de la FAMT.

Les attributs correspondant à chaque résultat d'analyse sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 03. Valeurs des attributs pour les échantillons de la pâtisserie du point de vente P2.

Germes recherchés	Échantillon n°2				
	1	2	3	4	5
FAMT	1,5	0,01	1,5	46	0,1
coliformes totaux	1,5	1,5	1,5	1,5	0,4
coliformes fécaux	1,5	46	46	46	46
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	0
<i>Salmonella</i>	0	0	0	0	0
Somme des attributs par analyse	4,5	47,51	49	93,5	46,5
TOTAL	241,01				

D'après les résultats du tableau 3, on remarque l'existence d'une grande disparité entre les échantillons : des attributs menant de 4,5 à 93,5. La somme des attributs est très élevée 241.01 (supérieur à 46). La pâtisserie de ce point de vente est alors jugée comme un aliment de **qualité microbiologique dangereux (toxique)**.

Les cinq échantillons sont de qualité microbiologique **dangereux** Cela est dû aux coliformes fécaux, coliformes totaux et la FAMT qui dépassent le seuil maximal d'acceptabilité.

Si on tient compte des coliformes fécaux comme indice hygiénique, on note que ce point de vente reflète de mauvaises conditions hygiéniques, ceci est expliqué par la présence des coliformes fécaux dans les échantillons analysés.

Leur charge dépasse le seuil de toxicité dans les échantillons 2, 3, 4 et 5 (avec des attributs de 46 et plus). Par ailleurs, une absence totale des bactéries du genre *Salmonella*, et de l'espèce *S. aureus* est à signaler.

La consommation de cette pâtisserie peut conduire à des intoxications alimentaires graves. La charge très élevée en coliformes fécaux et en coliformes totaux dans l'échantillon de pâtisserie peut être expliqués par de mauvaise pratique d'hygiène au cours de la fabrication de l'aliment.

III. 1.3. Qualité microbiologique de la pâtisserie du point de vente P3

Les résultats des analyses microbiologiques des échantillons de pâtisserie du point de vente P3 sont représentés par les histogrammes de la figure 16.

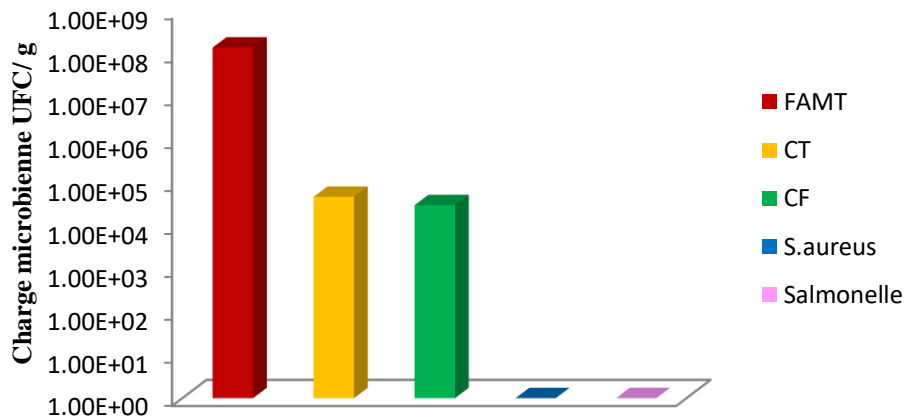


Figure 16. Histogrammes représentant les moyennes des charges microbiennes des différentes microflores recherchées dans les échantillons de pâtisserie du le point de vente P3.

Pour l'ensemble des résultats obtenus par l'analyses des échantillons du point de vente P3, des charges très élevés en FAMT, et des charges moins élevées en coliformes fécaux et en coliformes totaux sont à noter. Par ailleurs, les bactéries de genre *Salmonelles* et de l'espèce *S. aureus* sont absentes dans tous les échantillons.

Le jugement de la qualité microbiologique de cette pâtisserie sera effectué par le calcul de la somme des attributs donnés pour chaque analyse. Les attributs calculés sont mentionnées dans le tableau 4.

Tableau 04. Valeurs des attributs pour les échantillons de la pâtisserie du point de vente P3.

Germes recherchés	Échantillon n°3				
	1	2	3	4	5
FAMT	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
coliformes totaux	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
coliformes fécaux	0,04	46	46	46	46
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	0
<i>Salmonella</i>	0	0	0	0	0
Somme des attributs par analyse	3,04	49	49	49	49
TOTAL	150,04				

On remarque une grande variabilité dans les attributs présentés dans le tableau 4 : attributs allant de 0 à 46. La somme de ces derniers donne une grande valeur qui est énormément élevée et elle est supérieure à 46. A cet effet, la pâtisserie de ce point de vente est jugée comme un aliment de **qualité microbiologique dangereux (toxique)**.

Pareillement au cas précédant, les coliformes fécaux et des coliformes totaux sont les causes du déclassement de la qualité microbiologique de ces échantillons de pâtisserie du point de vente P3 ceci peut être expliqué par les éventuelles mauvaises pratiques d'hygiène que se soit au niveau de la matière première, du milieu, de la méthode de préparation ou la main d'œuvre.

III. 1.4. Qualité microbiologique de la pâtisserie du point de vente P4

La figure 17 regroupe les résultats des analyses microbiologiques des échantillons de pâtisserie prélevés du point de vente P4.

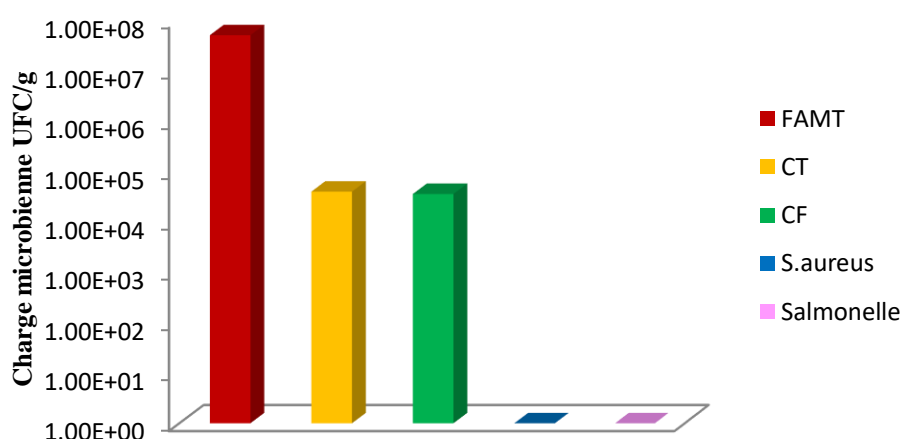


Figure 17. Histogrammes représentant les moyennes des charges microbiennes des différentes microflores recherchées dans les échantillons de pâtisserie du le point de vente P4.

Les histogrammes montrent une charge très élevée en FAMT et une charge moins élevée des en coliformes fécaux, en coliformes totaux, avec une absence totale des bactéries du genre *Salmonella* et de l'espèce de *S. aureus*.

Ces résultats ont fait l'objet d'une détermination des attributs correspondant et qui sont mentionnées dans le tableau 5.

Tableau 05. Valeurs des attributs pour les échantillons de la pâtisserie du point de vente P4.

Germes recherchés	Échantillon n°4				
	1	2	3	4	5
FAMT	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
coliformes totaux	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
coliformes fécaux	46	46	46	46	46
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0	0
<i>Salmonella</i>	0	0	0	0	0
Somme des attributs par analyse	49	49	49	49	49
TOTAL	245				

Selon le tableau 5, la somme des attributs est égale à 245. Conformément à l'échelle de jugement de la qualité microbiologique (page 28), la pâtisserie du point de vente P4 est jugée comme un aliment de **qualité microbiologique dangereux (toxique)**.

Le non-respect des règles de propretés, lors du processus de fabrication de pâtisserie ou l'interruption de la chaîne froide peuvent être la cause de la dégradation de la qualité microbiologique de cette pâtisserie.

III.2. Discussion générale

L'analyse microbiologique est le moyen de contrôle de l'hygiène des pâtisseries pour prévenir les risques sanitaires encourus par le consommateur. Pour cela nous avons décidé d'apporter notre contribution en étudiant la qualité microbiologique de la pâtisserie commercialisée dans la ville de Laghouat.

Les résultats de notre étude ont montré une forte contamination de la plus part des échantillons. L'appréciation de la qualité microbiologique de la pâtisserie vendus dans le commerce de la ville de Laghouat a montré que les quatre points de vente sont jugés de **qualité microbiologique dangereux (toxique)**.

En effet, les pâtisseries sont très appréciées des consommateurs, la préparation de ces denrées est toutefois délicate et nécessite le plus grand soin, en effet, les échantillons analysés dans cette étude ne répondent pas aux normes. Ces échantillons non conformes sont contaminés par des bactéries d'origine fécale notamment, ce qui traduit une hygiène insuffisante lors de la production ou de la manipulation de la denrée.

L'analyse microbiologique des échantillons analysés a révélé la présence de trois types de germes : la FAMT, les coliformes totaux et les coliformes fécaux. On note également l'absence de *S. aureus* et des bactéries de genre *Salmonella* dans les échantillons analysés.

La FAMT renseigne sur la propreté des manipulations. Ce sont des indicateurs de l'application des bonnes pratiques d'hygiène. Sur le plan sanitaire, il n'y a pas de relation directe entre une flore mésophile totale importante et la présence de germes pathogènes, mais le dénombrement de la FAMT reste une bonne méthode d'appréciation de la qualité microbiologique générale.

La présence des FAMT indique que des efforts restent toujours à faire en matière d'application des bonnes pratiques de fabrication. La présence de cette microflore, même à un

taux aussi faible, serait témoin du non-respect total des bonnes pratiques de fabrication, une rupture de la chaîne du froid, retard accusé lors de l'élaboration des produits.

La présence constante des coliformes totaux dans les échantillons est due sans doute à l'environnement. En effet, la chaleur est favorable à la multiplication des cellules microbiennes surtout en été. De plus le séjour prolongé à température ambiante ainsi que l'exposition à l'air libre constituent deux facteurs majeurs de contamination et de multiplication des coliformes dans les pâtisseries. Des résultats similaires ont été mentionnés par Souti et al. (2014). Qui ont rapporté que pour 24 échantillons de pâtisserie, six seulement ont une absence totale des coliformes totaux.

Par ailleurs les analyses microbiologiques confirment une absence totale des bactéries de l'espèce *S. aureus* pour l'ensemble des échantillons.

S. aureus fait parties de la flore de la peau et des muqueuses. L'homme est considéré comme le vecteur principal de contamination au cours des manipulations intervenant tout au long du processus de fabrication de la pâtisserie. La présence de *S. aureus* dans les aliments représente un risque pour la santé humaine, car ils produisent des entérotoxines staphylococcique dans l'intestin provoquant une intoxication alimentaire.

Une étude réalisée par El Andalouss (2013) a montre aussi l'absence de ces germes dans les échantillons des pâtisseries. Nos résultats sont en accord avec cette étude.

Dans le cadre d'une autre étude, 0 % des pâtisseries sont non satisfaisants. Ces résultats se rapprochent de ceux de Eleftheriadou (2002) qui ont observés un taux de 0,7 % de non satisfaction sur un échantillon de 28825 nourritures composés entre autres de desserts, de sandwiches, de fromages contrôlés officiellement.

Par contre, nos résultat ils s'éloignent de ceux de Erol et al (1998) qui ont trouvé un taux de 30,8% pour des échantillons de crème glacée issue de diverses pâtisseries à Ankara (Turquie). De leur côté, Gumus et al (2005) ont trouvé des taux de non satisfaction de 26,6 % et 31,6% pour respectivement les gâteaux à la crème et les gâteaux aux fruits.

Selon Fleurette (2005), l'inhibition des staphylocoques par d'autres germes expliquerait leur absence dans notre échantillon.

Les résultats de notre étude ont montre l'absence des bactéries de genre *Salmonella*. Cela peut s'expliquer par la simplicité des méthodes utilisées. Car selon Catsaras et Grebot

(1984), la recherche de *Salmonella* par la méthode classique peut s'avérer négative à cause des germes concurrents, même si l'échantillon renferme 10^5 à 10^8 germe/g.

La présence des *Salmonella* tient souvent d'une contamination initiale de la matière première, faute d'hygiène lors des manipulations (œufs mal ou non lavés), ou la contamination croisée par l'intermédiaire des manipulations ou des surfaces de travail.

Ces résultats montrent que les prestations de l'établissement sont contaminées même si les niveaux de contamination et le nombre de prestations non satisfaisantes restent faibles. Deux types de flores sont incriminés : il s'agit de la FAMT et des coliformes. Ce sont des germes témoins de l'application des règles d'hygiène.

Il s'avère que l'insuffisance de l'entretien des locaux et du matériel, le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène de la part des manipulateurs, du personnel des boulangeries et pâtisseries et de toute personne entrant en contact avec toute denrées alimentaires, les mauvaises conditions de conservation et de stockage sont autant de conditions qui, lorsqu'elles ne sont pas prises en considération entraînent fortuitement une éventuelle possibilité de contamination des aliments manipulés.

Conclusion

Conclusion

La présente étude, réalisée au laboratoire de microbiologie du département d'agronomie de la faculté des sciences université Amar Telidji : Laghouat, s'est fixé comme principal objectif le contrôle de la qualité microbiologique des produits pâtisseries commercialisés à la ville de Laghouat.

Dans cette étude prospective, 20 échantillons de produits pâtisseries ont subi des analyses microbiologiques. Les résultats obtenus ont révélé une non-conformité qui est dû principalement à la flore aérobie mésophile totale, aux coliformes totaux et aux coliformes fécaux.

Concernant la recherche des germes pathogènes (*S. aureus* les bactéries du genre *Salmonella*), nos résultats ont révélé l'absence totale de ces germes dans tous les échantillons analysés.

En général, le degré de contamination décelée dans les produits pâtisseries consommés dans la ville de Laghouat traduit une défaillance relative d'hygiène qui pourrait être expliquée par une contamination au niveau de la matière première, du personnel manipulateur et ou des conditions de stockage et de vente.

Pour s'assurer de la qualité de la pâtisserie il faudrait d'abord sensibiliser le personnel à hygiène et au problème de toxiinfection alimentaire. Ensuite il est primordial d'adopter certaines pratiques notamment: une hygiène corporelle rigoureuse du personnel (lavage des mains, propreté des vêtements de travail), du matériel et instruments et des locaux (nettoyage et désinfections des plans de travail), le respect de la chaîne du froid, s'assurer de la qualité des ingrédients incorporer dans les préparations (la matière premiers), et éviter de préparer une grande quantité de pâtisseries à l'avance ou de l'exposer à température ambiante.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

Afnor., (1988). Recueil de normes- contrôle de la qualité des produits alimentaires : Analyse sensorielle. AFNOR 3ème édition. Paris. 400 p.

Avril J.L., Dabernat H., Denis F., Monteil H., (1992). Bactériologie clinique, 2ème édition, édition marketing, PP : 21.

Bellec J.F., Chaing V., Drzeuviechi E., Dugast A., Marcelino V., (2009). Qualité dans la filière de la pâtisserie.

Biatcho N.S., (2006). Appréciation de la mise en oeuvre de l'hygiène dans une laiterie artisanale de Dakar «Le DIRFEL » de la récolte du lait à sa transformation en lait caillé dit «SOW PUR » Thèse : Méd. Vét, Dakar, 11.

Bonnefoy C., Guillet F., Leyral G., Verne E., Bourdais., (2002). Microbiologie et qualité dans l'industrie agroalimentaires, édition doit ; CRDP d'aquitaine, Paris, PP : 101.

Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J., (1996). Microbiologie alimentaire aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, Tom 1, édition technique et documentation Lavoisier collection sciences et techniques agroalimentaires, PP : 67, 108, 260.

Bousseboua H., (2005). Elément de microbiologie, 2^{ème} édition, édition compus-club, Algérie, PP : 282-283.

Catsaras M., Grebot D., (1984). Multiplication des salmonelles dans la viande hachée Bull. Acad. Vet., France, 57 : 501-502.

Carip C., (2008). Microbiologie Hygiène bases microbiologiques de la diététique, Edition Tec doc et médicales internationales, Londres-Paris-NewYork, PP : 58, 59, 69, 70, 79, 85,86, 103, 240, 241.

Cheftel J.C., Cheftel H., (1990). Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, Vol. 2. Paris : Technique et Documentation- Lavoisier ; 419p

Djelouat S., (1990). Le diagnostic biochimique bactérien ; collection guides pratiques de microbiologie médicale, éditions sciences et techniques, Constantine, PP : 45

Eroli ., Kuplulu O., Siriken T., (1998). Determination of microbiological quality of ice cream belong to various patisserie in Ankara In Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 1998 vol 22, 345-352

El Andaloussi B., (2013). Qualités microbiologie des produits pâtisseries commercialisé à Fès. Mémoire de fin d'étude pour le diplôme de licence. Science et technique biologie. Université de Fès.

Eleftheriadou M., Varnata-tello A., Meha-laizidou M., Nikalaou A.S., Akelidou D., (2002). The microbiological profile of foods in the republic of Cyprus 1991-2000 In Food Microbiology vol. 19, N°5-10/02 463-471 27

FAO/OMS., (2005). L'impact sur la santé humaine des systèmes de sécurité sanitaire des aliments établis au Proche-Orient. Réunion régionale pour le Proche-Orient sur la sécurité sanitaire des aliments. Amman, Jordanie. (NEM 05/3).

Flo., (2004). Toxi-infection alimentaire collective (TIAC) & micro-organismes, créer par

Grosjean J., Clave D., Archambaud M., Pasquier C., (2011). Bactériologie et virologie pratique, 2^e édition révisée, édition de boeck, Paris, PP: 74.

Group scientifique sur l'eau., (2003). Coliformes Totaux, dans fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 4P.

Guirand J.P., Rosec J.P., (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire, édition Afnor, PP : 165, 200.

Gumus T., Dagliogli A.M., Konyali A.M., (2005) .Microbiological quality of cream cakes sold in tekirdag province In Journal of Tekirdag Agricultural Faculty vol. 2 N°3, 215-220

Gaoual N., (2016). Analyse microbiologique et détermination de la qualité du jben traditionnel commercialisé dans la ville de Laghouat. Mémoire de fin d'étude pur l'obtention du diplôme de master. Agroalimentaire et contrôle de qualité. Université Laghouat.

Haifi M., (1992). Le contrôle de la qualité alimentaire dans la législation Algérienne, Université de Constantine institue de biologie.

Hassam A., (2011). La prévention des intoxications alimentaire en restauration collective.

Jouve J.L., (1988) .L'assurance de la qualité microbiologique des aliments par le système d'analyse des risques / maîtrise des points critiques - système HACCP". Sc. des Alim. ; 8 ence techn: 115-129.

Jouve J.L., (1993). La qualité microbiologique des aliments : maîtrise et critères". Paris : Polytechnica ; 394p.

KIGER J. L., KIGER J. G., (1967). Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie-boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Dunod. Tome 1. Paris. 696 p.

Kindji L., (2008). Contribution à l'étude de qualité microbiologique des pâtisseries et des repas froids service par Daker carting en 2006 et 2007. Mémoire des études profondes, science technique. Université Dakar. P 1

Loncin M., (1976). Génie industriel alimentaire, Masson 211, PP : 218, 219.

Maadigan M., Martinko J., (2007). Brock Biologie des Microorganismes, 11^{en} édition, Edition Pearson Education, France, PP : 936, 937, 948.

Makhloufi k ., (2016). Analyse microbiologique et détermination de la qualité du lben traditionnel commercialisé dans la ville de Laghouat. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master. Agroalimentaire et contrôle de qualité. Université Laghouat.

Mamoumi H., Fikri H., Slimani R., Amrouche H., Moulay HN., Zahouily M., Lazar S., (2012). Effet de la cuisson sur les caractéristiques physico-chimiques et la qualité sanitaire des Biscuits, Scientific Study et Research, (13), PP.223-230.

Neyaat P., Georges P., Christophe Q., Michel M., (2006). Les pâtisseries – le petit Larousse de la cuisine 1800 recettes, Edition 2005, Paris, pages : 963.

Oumokhtar B., Karib H., Boucheriti N., Araba A., (1998). Appréciation de la qualité bactériologique de la viande et des abats de taurillons fraîchement abattus dans les abattoirs de rabat, 18, PP. 169-176.

Perry J.J., Staley J.T., Lory S., (2004). Microbiologie, édition Dunod, Paris PP : 725, 72.

Prescott L.M., Harley J.P., Klein D.A., Willey J.M; Scherwood L.M; Woolverton C.J., (2010). Microbiologie ; 3^{ème} édition, édition de boeck, paris, PP : 126, 1023, 1032.

Rochefrette M., (1974). Règles techniques de la commercialisation des produits alimentaires, édition Eyrolles, PP : 114.

Singleton P., (2005). Cours bactériologie pour la médecine, la biologie et les biotechnologies, 6^e édition, édition DUNOD, paris, PP: 513

Soutti I., Karouaz F., (2014). Evaluation de qualité bactériologique de pâtisserie commercialisée dans la willaya de Constantin. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master. Université Constantin1.

Theau A., (2005). Coliformes thermotolerants, Le laboratoire partenaire de votre qualité.

Theau A., (2005). Flore totale aérobie mésophile, Le laboratoire partenaire de votre qualité.

• **Site (internet)**

- [www, extensio. org/ pages/ 28432/ Staphylococcus-aureus](http://www.extensio.org/pages/28432/Staphylococcus-aureus) \$.41ePaXaYol (consulté janvier 2018)

- www.psinicrographis.co.uk/escherichia-coli.-e—coli—bacteria/science-image/ 80013959. (Consulté décembre 2017)

- [http://www.unalgreria. org/ evenement/ Salubrite % 20 des % 20 aliments/ dossiers% 20 de 20 presse% 20-% 20 PNSA.pdf](http://www.unalgreria.org/evenement/Salubrite%20des%20aliments/dossiers%20de%20presse%20-%20PNSA.pdf) ». (consulté février 2018)

- <http://fr.wikipedia.org/wiki/salmonella> ». (Consulté janvier 2018)

- [http://www.unalgreria. org/ evenement/ Salubrite % 20 des % 20 aliments/ dossiers% 20 de 20 presse% 20-% 20 PNSA.pdf](http://www.unalgreria.org/evenement/Salubrite%20des%20aliments/dossiers%20de%20presse%20-%20PNSA.pdf) ». (Consulté novembre 2018)

Annexes

Annexes

Annex I. Composition des milieux de cultures utilisés lors de la manipulation

Milieu VRBL

- Extrait de levures	3 g
- Peptone pancréatique de caséine	7 g
- Désoxycholate de sodium.....	1,44 g
- Lactose.....	10 g
- NaCl.....	5 g
- Rouge neutre	30 mg
- Cristal violet	2 mg
- Gélose.....	11 g
- Eau distillé	1000 ml
- pH = 7,4.	

Bouillon au sélénite et à la cystine

- Peptone de caséine	5 g
- Cystine	10 mg
- Lactose.....	4 g
- 2HPO ₄	10 g
- Sélénite de sodium.....	4 g
- Eau distillé	1000 ml
- pH = 7. Stériliser	

Gélose nutritive

- Extrait bœuf.....	1.0 g/L
- Extrait de levure	2.5 g/L
- Peptone.....	5g/L
- Chlorure de sodium.....	5g/L
- Agar.....	15.0 g/L
- Eau distillé	1000 ml
- pH = 7,0	

Milieu chapmane

- Peptone	10g
- Extrait de viande	6g
- Protéose peptone	10 g
- Lactose.....	15g
- NaCl.....	150 g
- Gélose.....	1 g
- Eau distillé	1000 ml
- pH = 7,4.	

Milieu SS (*Salmonella Shigella*)

- Extrait de viande	5g
- Sels biliaires	8.5 g
- Citrate de sodium	10 g
- Na ₂ S ₂ O ₃	8,5 g
- Citrate de fer	10 g
- Lactose	1 g
- Rouge neutre	25mg
- Vert brillant	0.33 mg
- Gélose.....	15 g
- Eau distillé	1000 ml
- pH = 7,0.	

Titre du mémoire : Qualité microbiologique de la pâtisserie commercialisée dans la ville de Laghouat.

Nom: Mechraoui

Prénom: Hanane

Encadreur: Dr. GOUDJAL Yacine

Résumé :

Le but de notre étude est l'évaluation de qualité microbiologique de l'échantillon des pâtisseries commercialisées dans la ville de Laghouat. Vingt échantillons ont été prélevés à partir de quatre points de vente, à raison de cinq échantillons de pâtisserie pour chaque point de vente.

Les niveaux de contamination ont été interprétés en se référant aux normes microbiologiques données par le journal officiel de la république algérienne N° 35(1998). Le dénombrement a permis de souligner des charges élevées des échantillons analysés en coliformes totaux et en coliforme fécaux. Les échantillons de la pâtisserie ont montrés également une forte contamination par la flore aérobie mésophile total. Par ailleurs, on a enregistré l'absence totale des bactéries de l'espèce *S.aureus* et également une absence des bactéries de genre *Salmonella* dans tous les échantillons analysés.

Au vu des résultats obtenus, tous les échantillons de pâtisserie analyses ont été jugée de qualité microbiologique dangereuse (toxique).

Les résultats de cette étude révèlent un état alarmant au regard de la qualité de la pâtisserie commercialisée dans la ville de Laghouat où les risques sanitaires sont alarmants. Cette situation peut être la conséquence d'une absence de pratiques d'hygiène tout au long des processus de fabrication et respect de la chaine froid.

Mots clés : analyses microbiologiques, qualité microbiologique, pâtisserie, Laghouat

عنوان المذكرة : و تحديد جودة الكعك المسوق في مدينة الاغواط

المؤطر د. قوجال ياسين

الاسم حنان

اللقب مشراوي

ملخص

الهدف من دراستنا هو تقييم الجودة الميكروبيولوجية للكعك الذي يتم تسويقه في مدينة الاغواط. 20 عينة تم اخذها من اربع نقاط بيع بمعدل خمس عينات كعك لكل نقطة بيع . مستويات التلوث تم تفسيرها بالرجوع الي المعايير الميكروبيولوجية القدمة من طرف الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية رقم 35 بتاريخ 1998 ابرزت النتائج ارتفاع حاد في كمية القولونيات و الفلونيوات البرازية في وسط العينات المحللة من جهة اخرى سجلنا غياب كلي للبكتيريا السالمونيلا و المكورات العفوية في جميع العينات.

بالنظر الى النتائج التي تم الحصول عليها نتائج خطيرة و سامة بالنسبة لجميع العينات . نتائج هذه الدراسة كشفت عن وضعية تنذر بالخطر فيما يتعلق بنوعية الكعك المسوق في مدينة الاغواط حيث الاخطار الصحية موجودة بكثرة. هذه الوضعية هي بسبب ممارسة صحية مشكوك فيها في جميع مراحل التصنيع و انقطاع محتلم في سلسلة التبريد.

كلمات المفتاحية التحاليل الميكروبيولوجية النوعية الميكروبيولوجية الكعك الاغواط

Memory title: microbiological quality of commercialised in the city of Laghouat.

Name: Mechraoui

First name: Hanane

Directed by: Dr. GOUDJAL Yacine

Abstract :

The aim of our study is the microbiological quality evaluation of pastry marketed in the city of Laghouat. Twenty samples were taken from four outlets, with five pastry samples for each outlet.

Levels of contamination have been interpreted with reference to microbiological standards given in the Official Journal of the Republic of Algeria No. 35 (1998). The enumeration highlighted high loads in the samples analyzed for total coliforms and faecal coliforms. Pastry samples also showed contamination by FAMT. In addition, there was a complete absence of *S.aureus* bacteria and also an absence of *Salmonella* bacteria in all samples.

In view of the results obtained, the pastry is considered to be of microbiological quality dangerous (toxic) for the whole sample.

The results of this study reveal an alarming state with regard to the quality of the pastry marketed in the city of Laghouat where the health risks are notorious. This situation can be the result of a lack of hygiene practice throughout the manufacturing process and respect the cold chain.

Key words: microbiological analysis, microbiological quality, pastry, Laghouat.