



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
جامعة البليدة 1
Université Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de agro-alimentaire

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme d'un Master Académique

Option

Sécurité alimentaire et assurance qualité

Thème

l'évaluation de la qualité physico-chimiques et microbiologiques
du fromage fondu de la laitière de beni tamou

Présenté par

Mr ELAMRANI MOHAMED

Mr DAHIM MASSOUD

Devant le Jury :

<i>Dr. BOUGHERRA .F</i>	<i>GRADE Docteur</i>	<i>SNV, Blida1</i>	<i>Président (e)</i>
<i>Dr BOUZAR A.C</i>	<i>GRADE Docteur</i>	<i>SNV, Blida1</i>	<i>Examineur (ice)</i>
<i>Mme KOUADRI .I</i>	<i>GRADE Doctorante</i>	<i>SNV, Blida1</i>	<i>Promoteur (ice)</i>
<i>Mr MOUFFOK .N</i>	<i>GRADE MAA</i>	<i>SNV, Blida1</i>	<i>Co-Promoteur (ice)</i>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Nous remercions dieu le tout puissant, de nous avoir donné la force, la volonté et la patience nécessaire pour la réalisation de ce modeste travail, le fruit d'un labeur de longue années d'études.

Nous remercions chaleureusement les membres de Jury pour nous avoir fait l'honneur de présider Dr Bougharra et l'examineur Dr Bouzar, et avoir accepter d'examiner notre travail.

Notre profonde gratitude à notre promotrice Mme ibtissam kouadri et le co-promoteur Mr mouffok nassim pour avoir accepté de nous encadrer et de nous suivre tout au long de la réalisation de ce mémoire. Nous vous remercions pour tout, votre générosité et la grande patience dont il a su faire preuve malgré ses charges professionnelles, votre disponibilité, vos conseils et surtout votre confiance qui nous a permis d'exprimer nos compétences durant ce travail.

Nous remercions tout l'équipe de l'entreprise SARL CELIA ALGERIE pour leur accueil, surtout à l'équipe de laboratoire microbiologique et physico-chimique pour leur consistance, gentillesse et aide.

Nous remercions également tous les enseignants de l'Université blida saad dahlab, plus particulièrement les enseignants de département science alimentaire pour leurs orientations et précieux conseils durant notre cursus.

Très nombreux sont les gens qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce travail. Tout en nous excusant auprès d'eux de ne pas les citer, nous leurs exprimons notre vive reconnaissance.

Merci 

Résumé

Le fromage fondu est un aliment énergétique riche en protéines, lipides et en minéraux. Il est hautement digestible et joue un rôle très important dans l'alimentation de les catégories d'âge. Il est obtenu à partir d'un mélange des fromages d'origine et de stade d'affinage différents avec des sels de fonte et éventuellement d'autres ingrédients.

Afin de vérifier si ce fromage fondu « président » fabriqué par la laiterie SARL CELIA ALGERIE est propre à la consommation, deux types d'analyses sont effectuées: Physico-chimiques à savoir: la matière grasse, l'extrait sec total, le pH, l'humidité, ainsi que l'évaluation hygiénique et sanitaires (les bactéries d'altération et les bactéries pathogènes).

Dans la présente étude, nous avons recherché comment contrôler et assurer la qualité du fromage à ainsi que les matières premières Nous sommes arrivées à la conclusion que le produit fini est de très bonne qualité physicochimique et microbiologique. De ce fait il est conforme .

Mots Clés: Fromage fondu, Qualité physico-chimique, Qualité microbiologique,

ملخص

الجبن المعالج هو غذاء طاقة غني بالبروتينات والدهون والمعادن. سهل الهضم للغاية ويلعب دورا مهما جدا في النظام الغذائي لجميع الفئات العمرية. يتم الحصول عليها من خليط من الجبن من أصل ومرحلة نضج مختلفة مع أملاح ومكونات أخرى.

من أجل التحقق مما إذا كان هذا الجبن المعالج "président" الذي تصنعه شركة SARL CELIA ALGERIE صالحا للاستهلاك ، يتم إجراء نوعين من التحليلات: الفيزيائية الكيميائية وهي: الدهون، المستخلص الجاف الكلي، درجة الحموضة، الرطوبة، بالإضافة إلى التقييم الصحي (البكتيريا التالفة والبكتيريا المسببة للأمراض).

قمنا بدراسة جودة الجبن "président" وضمانها وكذلك المواد الخام المستخدمة في تصنيعه: مياه المعالجة، مسحوق الحليب، الشيدر ... توصلنا إلى استنتاج مفاده أن المنتج النهائي الذي تصنعه شركة SARL CELIA ALGERIE للألبان ذو جودة فيزيائية كيميائية ومكروبيولوجية جيدة جدا. ونتيجة لذلك، فإنه يتوافق مع المعايير .

الكلمات المفتاحية: الجبن ذائبة، الجودة الفيزيائية والكيميائية، الجودة المكروبيولوجية،

Abstract

Processed cheese is an energy food rich in proteins, lipids and minerals. It is highly digestible and plays a very important role in the diet of all age groups. It is obtained from a mixture of cheeses of different origin and ripening stage with melting salts and possibly other ingredients.

In order to verify whether this processed cheese "à la crème" manufactured by the SARL CELIA ALGERIE is fit for consumption and meets the normative requirements, two types of analyzes are carried out: physicochemical namely: fat, total dry extract, pH, humidity, as well as hygienic and sanitary evaluation (spoilage bacteria and pathogenic bacteria).

In the present study, we have researched how to control and ensure the quality of "cream" cheese as well as the used raw materials for its manufacture: process water, milk powder, cheddar... We concluded that the finished product manufactured by the CELIA ALGERIE dairy is of very good physicochemical and microbiological quality. As a result, it complies standards.

Keywords: Processed cheese, physicochemical quality, Microbiological quality.

Table de matières

Remerciement	
Résumé	
ملخص	
Abstract	
Table de matières	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des annexes	
Introduction	1

PARTIE 1: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Généralités sur le fromage

1.1. Historique du fromage.....	4
1.2. Situation économique de la filière fromagère.....	4
1.2.1. La production du fromage.....	6
1.3. Définition du fromage.....	7
1.4. Classification du fromage.....	8
1.4.1. La Classification de Kelling.....	8
1.4.2. La Classification du Codex Alimentaire.....	8
1.4.3. La Classification de Steven Jenkins.....	9
1.5. Composition nutritionnelle.....	10
1.6. Intérêts thérapeutiques.....	14

Chapitre 2 : Généralités sur le fromage fondu

2.1. Historique du fromage fondu.....	20
2.2. Définition normative et réglementaire.....	20
2.3. Caractéristiques nutritionnelles de fromage fondu.....	21
2.3.1. La valeur nutritionnelle.....	21
2.3.2. La composition biochimique du fromage fondu.....	21
2.4. Les variétés de présentation du fromage fondu.....	21
2.5. Technologie de fabrication du fromage fondu.....	23
2.6. Défauts d'origine physico-chimiques et microbiologiques.....	27
2.6.1. Défauts d'origine physico-chimique.....	27

Table de matières

2.6.2. Défauts d'origine microbiologique.....	28
2.7. Intérêt de la recherche des micro-organismes.....	28

PARTIE 2: ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1.1 Présentation de l'organisme d'accueil.....	29
1.2. Démarche expérimentale.....	29
1.2.1. Analyses microbiologiques.....	29
1.2.2. Analyse physico-chimique.....	29
1.3. Matériel utilisé.....	30
1.4. Méthodes.....	30
1.4.1. Echantillonnage et prélèvement.....	30
1.4.1.1. Les points de prélèvement.....	31
1.5. Analyses microbiologiques effectuées.....	32
1.5.1. Préparation des dilutions.....	32
1.5.2. Analyses microbiologiques (Matières premières et produit fini).....	33
1.5.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.....	33
1.5.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	34
1.5.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	36
1.5.2.4. Recherche et dénombrement des Levures et moisissures.....	37
1.5.2.5. Recherche et dénombrement des Spores Anaérobies Gazogènes (SAG).....	38
1.5.3. Analyses microbiologiques de l'eau.....	39
1.5.3.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.....	39
1.5.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	39
1.5.3.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	39
1.5.4. Analyses microbiologiques pour qualifier la méthode classique par la méthode NPP.....	41
1.6. Analyses physico-chimiques.....	42
1.6.1. Détermination de pH.....	42
1.6.2. Détermination de l'extrait sec total.....	43
1.6.3. Détermination de la matière grasse.....	44
1.6.4. Détermination de la teneur en matière grasse sur la matière sèche.....	45
1.6.5. Analyse physicochimique effectuées sur l'eau	45
1.6.5.1. Détermination du titre alcalimétrique (TA) de l'eau.....	45

Table de matières

1.6.5.2. Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) de l'eau.....	46
1.6.5.3. Détermination du titre hydrométrique (TH) de l'eau.....	46
1.6.5.4. Détermination du chlorure (Cr) dans l'eau.....	47

Chapitre 2 : Résultats et discussion

2.1. Résultats et interprétations des analyses de contrôle de la qualité microbiologique.....	50
2.1.1. Matières premières.....	50
2.1.1.1. Eau de process.....	50
2.1.1.2. Cheddar.....	51
2.1.1.3. Poudre de lait.....	51
2.1.1.4. Beurre.....	52
2.1.2. Produit fini.....	53
2.2. Résultats et interprétations des analyses de la qualification des deux méthodes.....	54
2.3. Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques.....	54
2.3.1. Matières premières.....	54
2.3.1.1. Poudre de lait.....	54
2.3.1.2. Beurre.....	55
2.3.1.3. Cheddar.....	56
2.3.1.4. Eau de process	57
2.3.2. Produit semi-fini.....	58
2.3.2.1. Au niveau du mélangeur.....	59
2.3.2.2. Au niveau de l'écumeur	60
2.3.3. Produit fini	61
2.3.4. Analyses physicochimiques rapide pour les trois types de fromages « produit finis ».....	61

Conclusion.....	63
------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Liste des abréviations

<p>ABS : Absence</p> <p>AgNO₃ : nitrate d'argent</p> <p>AW : Activité de L'eau</p> <p>BCPL : bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol</p> <p>°C : Degré Celsius</p> <p>Ca²⁺ : calcium</p> <p>Cl : chlorure</p> <p>D/C : Double Concentration</p> <p>DM : Dilution mère</p> <p>EDTA : Ethylène Diamine Tétra Acétique</p> <p>EST : Extrait Sec Totale</p> <p>°F : Degré Français</p> <p>FAO : Food Agriculture Organisation</p> <p>FIL : fédération internationale de la laiterie</p> <p>GAMT : Germe Aérobie Mésophile Totaux</p> <p>Hr : Humidité relative</p> <p>H⁺ : Ion d'hydrogène</p> <p>H₂SO₄ : acide sulfurique</p> <p>IPP : Isoleucyl- Prolyl- Proline</p> <p>JORA : Journal Officielle de la République Algérienne</p> <p>K₂Cr₂O₄ : chromate de potassium.</p> <p>KF : Kenner Fecal</p> <p>MG : matière grasse</p> <p>MS : matière sèche</p> <p>MG : Matière Grasse</p> <p>NET : Noir Erichrome T</p> <p>NPP : Nombre le Plus Probable</p> <p>Mg²⁺ : magnésium</p>	<p>NPP : Nombre Plus Probable</p> <p>OGA : Oxytétracycline gélose agar</p> <p>OMS : Organisation Mondiale De Santé</p> <p>ONIL : Office National Interprofessionnel Du Lait</p> <p>P : Prélèvement</p> <p>PCA : Plate Count Agar</p> <p>pH : potentiel hydrogène</p> <p>PM : Pâte Molle</p> <p>PP : Pâte Persillé</p> <p>PPC : Pâte Pressées Cuite</p> <p>PPNC : Pâte Pressées Non Cuite</p> <p>RCM : Reinforced Clostridial Medium</p> <p>SAG : Spores Anaérobies Gazogènes</p> <p>SM : Suspension Mère</p> <p>SMP : Skimmed Milk Powder</p> <p>S/C : Simple Concentration</p> <p>S.M : Solution Mère</p> <p>T : Tonne</p> <p>TA : Titre alcalimétrique</p> <p>TAC : Titre Alcalimétrique Complet</p> <p>TH : Titre Hydrométrique</p> <p>TSE : Tryptone Sel Eau</p> <p>UFC : Unité formant colonies</p> <p>UHT : Ultra haute température</p> <p>VPP : Valyl- Prolyl- Proline</p> <p>VRBL : Lactosée Biliée Au Vert Brillant Et Au Rouge De Phénol</p> <p>WMP : Whole Milk Powder</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Liste des tableaux

Tableau 01: Composition en acides aminés essentiels du lait et ces dérivées, comparaison avec la protéine de référence.....	16
Tableau 02: Teneur en calcium selon le type du fromage.....	17
Tableau 03: valeurs nutritionnelles moyennes des fromages.....	18
Tableau 04: Composition du fromage fondu	21
Tableau 05: Principaux défauts de fabrication de fromage fondu d'origine chimique et physique.....	27
Tableau 06 : Tableau représente les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process..	50
Tableau 07 : Tableau représente les résultats des analyses microbiologiques du Cheddar.....	51
Tableau 08 : Tableau reprisent les résultats des analyses microbiologiques de poudre de lait.....	51
Tableau 09 : Tableau représente les résultats des analyses microbiologiques de beurre.....	52
Tableau 10 : Tableau reprisent les résultats des analyses microbiologiques de produit fini.....	53
Tableau 11 : Tableau comparatif entre les résultats des analyses microbiologiques de produits fini en utilisant les deux méthodes.....	54
Tableau 12 : Tableau représentent les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait écrémé.....	54
Tableau13 : tableau représentent les résultats des analyses physicochimiques de beurre.....	55
Tableau 14 : représentent les résultats des analyses physicochimiques de cheddar.....	56
Tableau 15 : Tableau représentent les résultats des analyses physicochimiques d'eau.....	57
Tableau 16: Tableau représentent les résultats des analyses physico-chimique au niveau du mélangeur.....	58
Tableau 17 : Tableau représentent les résultats des analyses physico-chimiques du produit semi fini au niveau de l'écumeur.....	59
Tableau 18 : Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini.....	60
Tableau 19 : représente tous les résultats physicochimiques rapides de produits fini (président à la crème).....	61

Liste des Annexe

Figure 01: Exportation de poudre de lait vers l'Algérie.....	10
Figure 02: Répartition de la production mondiale du fromage.....	12
Figure 03: Diagramme de fabrication du fromage fondu.....	26
Figure 04: Diagramme de fabrication du fromage fondu qui représente les points de prélèvements....	32
Figure 05: Préparation des dilutions mère et des dilutions décimales.....	33
Figure 06: Schéma de la recherche de germes aérobies mésophiles totaux.....	35
Figure 07: Schéma de la recherche des coliformes totaux et fécaux.....	36

Liste des Annexe

Annexe 1 : Classification des fromages (d'après J.Kelling 1947).

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des trois formules de la classification du codex alimentaire

Annexe 3 : Présentation de l'organisme d'accueil : SARL CELIA Algérie Unité de BENI TAMOU. (BLIDA):

Annexe 4 : Table NPP

Annexe 5 : Les analyses microbiologiques effectuées sur les différents produits

Annexe 6 : Matériel utilisé

Annexe 7 : Schéma de la recherche des spores anaérobies gazogènes (SAG) par la méthode NPP.

Annexe 8 : Schéma de la recherche et dénombrement des coliformes dans le milieu BCPL.

Annexe 9 : Schéma de la recherche et dénombrement des coliformes dans le milieu Schubert.

Annexe 10 : Schéma de la recherche des streptocoques fécaux dans le milieu Rothe.

Annexe 11 : Schéma de la recherche des SAG par la méthode classique

Introduction Générale

La transformation du lait en fromage, c'est un moyen de conservation du lait (Ghammas et al. 2006). En effet toutes les populations humaines, pratiquant l'élevage, ont su développer des modes traditionnels de fermentation des laits, d'où une panoplie de produits laitiers fermentés, dont certains sont maintenant fabriqués industriellement (Ghammas et al, 2006 ; Patrignani et al, 2006). L'Algérie est le premier consommateur du lait au Maghreb, avec un marché annuel estimé, à 1,7 milliard de litres (Meribai et al, 2016).

Les fromages sont des produits de haute qualité énergétique et gustative, ils constituent l'une des principales sources alimentaires par leur richesse en protéines, calcium, lipides et vitamines, c'est un aliment complet du point de vue nutritionnel.

De par leur richesse en matière grasse, la consommation abusive des fromages peut entraîner certain effet néfaste à l'organisme tel que l'obésité et l'hypercholestérolémie qui peut provoquer une athérosclérose (SIMOPOULOS et SALEM ; 2002).

Les catégories fromagères les plus produits, les plus consommés en Algérie, sont les fromages fondus. La quantité consommée a été estimée, en 2015, à 101273 tonnes, soit une moyenne de 2,51 Kg/an/ habitant (Anonyme 1 : CNIS, 2015). Les fromages fondus sont commercialisés sous plusieurs types : tartinables, en bloc et semi-liquides. Ils sont également déclinés en plusieurs saveurs (Eck et Gillis, 1997).

Tous les produits doivent subir des analyses physico-chimiques et microbiologiques avant l'autorisation de leur commercialisation dès la matière première jusqu'au produit fini. La caractérisation physico-chimique sera validée par réalisation des tests suivants : (pH, la viscosité, Extrait sec total (EST %), Humidité relative (Hr%), matière grasse plus la teneur en matière grasse sur la matière sèche, et Microbiologique par recherche et dénombrement des microorganismes. L'ensemble des résultats des différentes analyses seront confrontés aux normes nationales et internationales.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce présent travail qui a pour objectifs:

Le contrôle de la qualité microbiologique et physico-chimique du fromage fondu « Président à la crème ».

Chapitre **1 : Généralités sur le fromage**

1.1. Historique du fromage

Le lait peut subir différentes biotransformations qui contribuent à élargir considérablement ses qualités sensorielles et nutritionnelles.

L'un des dérivés de ces transformations est le fromage, de l'ancien français « fromage » (du latin *formaticus*, c'est-à-dire fait dans une forme). La consommation du lait cru et de ses dérivés suscite de nombreuses questions au sein de la population (Nero et Carvalho, 2019). Le fromage est donc obtenu par la coagulation du lait traité thermiquement (pasteurisation ou stérilisation) ou non (lait cru) (Kongo et Malcata, 2016).

On s'entend pour dire que le fromage serait originaire du sud-ouest asiatique et daterait d'environ 8000 ans. Les Romains auraient stimulé le développement de nouvelles variétés durant leur invasion de l'Europe entre 60 av. J.-C. et 300 apr. J.-C. Leur influence s'est reflétée dans l'étymologie: en effet, le mot latin *caeus*, signifiant fromage, est la racine qui donnera le mot caséine en français, nom qui désigne les protéines coagulables du lait (Vignola, 2002).

1.2. Situation économique de la filière fromagère

L'Algérie est un marché essentiel pour le secteur des produits laitiers, mais elle doit faire face à de nombreux défis en interne et sur la dispute internationale. En effet, elle consacre actuellement une partie de son budget à des subventions destinées à maintenir le prix des produits laitiers et d'autres articles d'alimentation de base à un niveau accessible pour ses consommateurs, alors que ses réserves fiscales ont été gravement diminuées par l'effondrement des cours du pétrole (Hoogwegt, 2019).

L'Algérie constitue le premier consommateur de lait au sein du grand Maghreb. Ainsi, la consommation est estimée 145 litres de lait par an par habitant, alors que, la moyenne mondiale fixée par la FAO est de 90 litres par an par citoyen, avec une consommation de fromages et des yaourts estimée à 5-6 Kg par an par habitant. (FAO, 2016).

Ainsi, les algériens consomment quelques 55 litres/an de plus que les autres pays du monde. Ce qui constitue un danger pour la santé des citoyens, d'autant plus que, rappelons-le, l'Organisation mondiale de la santé (OMS), signale que la consommation abusive du lait engendrerait des maladies, notamment, chez les personnes intolérantes au lactose. (ONIL, 2018)

Les produits laitiers représentaient environ 8 % des dépenses alimentaires moyennes par foyer, selon une étude menée en 2017 par l'Association des producteurs algériens de boissons lacté.

En 2018, l'Algérie se place au troisième rang mondial en matière d'importation de laits et produits laitiers. Selon des appréciations basées sur les statistiques communiquées par les exportateurs, ils représentent en effet, environ 16 % des importations alimentaires de l'Algérie en termes de valeur, après la Chine et le Mexique. L'Algérie est un marché majeur pour la poudre de lait entier et la poudre de lait écrémé, elle importe 267 000 tonnes de poudre de lait entier (WMP: Whole Milk Powder) et 165 000 tonnes de poudre de lait écrémé (SMP: Skimmed Milk Powder), soit bien plus que les quantités moyennes des quatre dernières années (2013- 2017) comme le montre la figure 1. Si l'Union européenne représente généralement la majorité du commerce de poudre de lait écrémé avec l'Algérie, le marché de la poudre de lait entier est réparti entre des exportateurs de Nouvelle-Zélande, d'Amérique latine et d'Europe.

Des droits d'importation à hauteur de 5 % sont appliqués sur les poudres de lait, mais ils sont de 30 % pour le fromage. Les importations des produits laitiers sont strictement règlementées. Elles sont partagées entre des acheteurs privés titulaires d'une licence d'une part, et l'*Office national interprofessionnel du lait* (ONIL, l'agence d'achat du gouvernement) d'autre part, qui représente 40 à 50 % des importations (Hoogwegt, 2019).

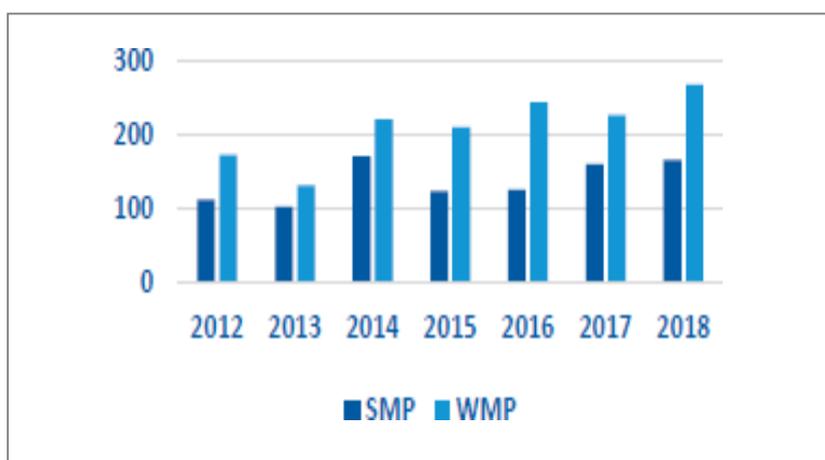


Figure 01: Exportation de poudre de lait vers l'Algérie (en millier de tonnes)
(Globale Trade Tracker, 2019).

Les capacités de production industrielle de lait et produits laitiers ont connu une moyenne expansion depuis les premières années 2000, en passant de 1.5 milliard de litre en 2000 à 2.2 milliards de litres équivalent-lait en 2007 (Tableau 1). Malgré l'accroissement enregistré durant la période 2000-2007, la production laitière nationale est restée faible car l'évolution de la production de lait cru n'a pas suivi celle des capacités de transformation dans l'industrie laitières (Kali et al., 2017).

Tableau 01: Evolution de la production nationale du lait cru de 2000 à 2007 (MADR, 2007).

Designation	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Production national (10⁶ litres)	1550	1637	1544	1610	1915	2092	2244	2185

1.2.1. La production du fromage

La production nationale est estimée à 100 000 tonnes par an. La production locale est représentée essentiellement par le fromage fondu (80-90 000 t/an), le fromage à pâte molle de type Camembert-Brie (7-8 000 t/an) et les fromages type petits suisses nature ou aromatisés (6-7 000 t/an). Par ailleurs, La production de fromage à pâtes pressées est faible (2000 t/an) et se développe lentement par manque de lait et de tradition.

Les principaux producteurs de fromages à pâtes molles en Algérie sont représentés par Beni Tamou (Président), Safilait, Sidi Saada (Trèfle). Par contre les producteurs de fromages frais sont Lactalis, Soummam, Danone et Hodna.

La vache qui rit est le leader incontesté du marché des fondus devant Algérie Crème/La Jeune Vache, Priplait/ Ikil, Falait/Tartino, Goumidi-O’Kids, Lactalis/Alvita... Parallèlement, l’Algérie importe 6000 t/an de Maasdam (portionné et emballé en Algérie), 3 000 t/an de Kiri venant de Pologne, et très peu de spécialités de France, du Danemark et d’Italie (Recham, 2015). Ces dernières décennies, la production de fromages est en constante augmentation, tant à l’échelle mondiale qu’européenne. Située à peu près de 21,3 Millions de tonnes en 2013 enregistrant ainsi une croissance annuelle moyenne de l’ordre de plus (2%) depuis l’année 2000.

Le fromage à base de lait de vache représente 94% de la production, le lait de brebis (3%), le lait de chèvre (2%) et le lait de bufflonne (1%) (FAO, 2013).

L’Europe (figure 2), est le principal producteur avec 50% de la production suivi par l’Amérique du Nord qui réalise 27%. En termes de pays, les 4 principaux producteurs mondiaux de fromages sont (FAO, 2013).

Les Etats Unis : 5,4 Millions de tonnes.

L’Allemagne : 2,2 Millions de tonnes.

L’Italie : 1,2 Millions de tonnes.

La France : 1,9 Millions de tonnes.

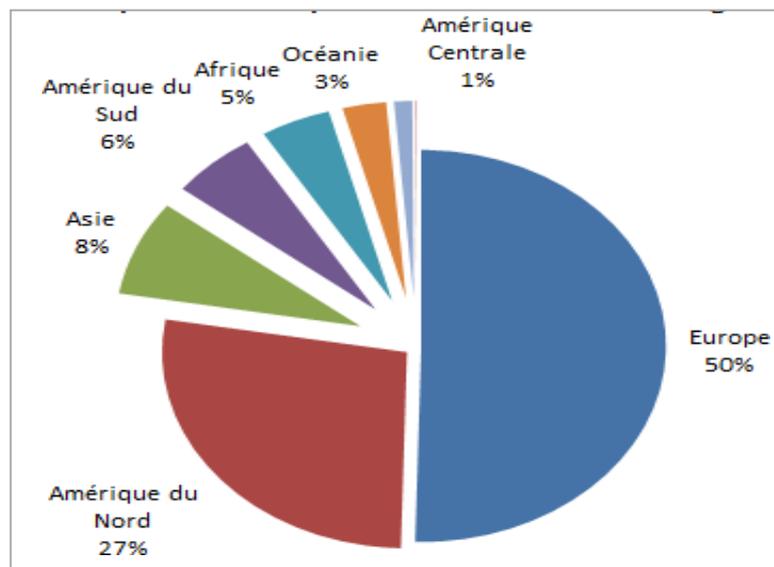


Figure 02: Répartition de la production mondiale du fromage (FAO, 2013).

1.3. Définition du fromage

Le fromage est un produit connu et élaboré par l'homme depuis des millénaires. Il est lié à la domestication des espèces laitières et à la connaissance empirique de la richesse nutritionnelle du lait, la transformation du lait en fromage répondant au besoin de conservation de cet aliment.

Selon la norme *codex* le fromage est le produit affiné ou non affiné, de consistance molle ou semi-dure, dure ou extra-dure qui peut être enrobé et dans lequel le rapport protéines de lactosérum/caséine ne dépasse pas celui du lait.

On obtient le fromage par coagulation complète ou partielle des protéines du lait, du lait écrémé, du lait partiellement écrémé, de la crème, de la crème de lactosérum ou du beurre, seuls ou en combinaison, grâce à l'action de la présure ou d'autres agents coagulants appropriés et par égouttage partiel du lactosérum résultant de cette coagulation, tout en respectant le principe selon lequel la fabrication du fromage entraîne la concentration des protéines du lait (notamment de la caséine), la teneur en protéines du fromage étant par conséquent nettement plus élevée que la teneur en protéines du mélange des matières premières ci-dessus qui a servi à la fabrication du fromage

Comme on peut aussi faire appel à des techniques de fabrication entraînant la coagulation des protéines du lait et/ou des produits provenant du lait, de manière à obtenir un produit fini ayant des caractéristiques physiques, chimiques et sensorielles similaires à celles du produit défini précédemment. (Codex Standard 283-1978).

1.4. Classification du fromage

Il existe plusieurs fromages mais il n'existe pas une méthode unique et standard pour leur groupage (Katz et Weaver, 2003). Parmi ces classifications nous avons choisi trois classifications, la première étant la plus répandue et la plus ancienne, c'est la classification de **Kelling** (1947), la deuxième est la classification du **codex alimentaire** (1978) y compris la classification selon l'affinage, la troisième est la plus récente c'est la classification de Steven Jenkins (1996) selon la fabrication.

1.4.1. La Classification de Kelling (voir annexe 1)

Kelling cité par **Vessyre** (1979) a établi en 1947 une première Classification des fromages, basée sur des critères d'ordre technologiques. Il a fait ressortir trois groupes de fromage :

- **Fromages frais** : caractérisés par une fermentation lactique suivie d'un léger égouttage, mais sans maturation ultérieure. Ce sont les fromages blancs, fromage frais mis en forme (petit suisse et demi dur)
- **Fromages affinés** : constituent le groupe le plus important auquel appartiennent les variétés à appellation d'origine. Ils comprennent les catégories suivantes :
 - **Fromages à pâtes molles** : à égouttage naturel ou à égouttage accéléré par découpage et brassage du caillé. On distingue dans cette catégorie :
 - Ceux à moisissure externe : carré de l'est
 - Ceux à moisissures interne : les bleus, roquefort
 - Ceux à croûte lavée : Livarot.
 - **Fromages à pâte dure**
 - Pressés et cuits : Gruyère, Emmental, Comté
 - Pressés non cuits : Saint Paulin, Cheddar
- **Fromages fondus** : obtenus par fusion des fromages avec l'ajout de crème fraîche, de beurre, de la poudre du lait et d'émulsifiants.

1.4.2. La Classification du Codex Alimentaire (voir annexe 2)

Elle est en fonction de la consistance, de la teneur en matière grasse, et des principales caractéristiques de l'affinage. La classification d'un fromage, selon les normes du codex alimentaire est donnée après application de trois formules (Codex alimentarius, 1978)

1.4.3. La Classification de Steven Jenkins (selon la fabrication)

Steven Jenkins décrit huit familles de fromage (y compris les fromages fondus), cette Classification est basée sur les caractéristiques généraux du fromage (apparence, mode de production) (Katz et Weaver, 2003)

▪ **Fromage frais**

Après la formation du caillé à partir du lait (et aussi, parfois, le petit-lait), le fromage est habituellement emballé. Les fromages sont consommés frais, non affinés, et n'ont pas de croûte. La Mozzarella fraîche est incluse dans cette catégorie car il ne forme pas une croûte.

▪ **Fromages à croûte fleurée**

Appelée simplement "fromages molle affinés, cette catégorie comprend les fromages comme le français Camembert et Brie, qui sont recouverts de velours moisissures blanches qui affine le fromage d'après l'extérieur.

▪ **Fromage à croûte lavée**

Ces fromages oranges, collants, sont frottés avec de l'eau, de la saumure, de l'alcool ou de solution pour activer la croissance des bactéries et des moisissures sur leurs croûtes. A titre d'exemple le fromage français "Livarot" surnommé " Le Colonel " qui est entouré de raphia bandes et d'alsace munster.

▪ **Fromage à croûte naturelle**

La formation de la croûte est naturelle, en ce sens qu'elle est due à leur contact avec l'air. Les fromages de chèvre à moisissures externes et Stilton britannique sont de bons exemples.

▪ **Fromage bleu veiné**

À fin de permettre la croissance de leurs intérieurs bleuâtres ou verdâtres, ces fromages ne sont jamais pressés. Ils sont généralement injectés avec la souche de la moisissure, puis percé pour exposer les entrailles à l'air. Ils sont enveloppés dans du papier aluminium, comme l'italien Gorgonzola ou vendu sous forme de rondes naturelles comme le Stilton britannique

▪ **Fromage non cuit, à pâte pressée**

Il s'agit d'une catégorie définie par type de traitement. Ces fromages sont pressés pour retirer le lactosérum, mais ne sont pas cuits, tels que les fromages Emmental suisse (parfois l'emmental) et le Gruyère.

- **Fromage cuit et pressé**

Il s'agit de fromages tels que l'Emmental suisse et le Gruyère cuit.

- **Fromage fondu**

Ce fromage est créé par le mélange et le chauffage d'un mélange de fromages naturels et des émulsifiants. Les éléments nutritifs contenus dans ce fromage restent très proches de celui du fromage naturel, bien que la teneur en sodium soit plus élevée. Toutes ces caractéristiques les rendent populaires.

1.5. Composition nutritionnelle

Les fromages représentent un groupe alimentaire très hétérogène dont la constitution est très variable selon la qualité de la matière première utilisée, ou selon la technique de fabrication. La composition des fromages sont dues aux constituants énergétiques tels que les protéines, les sels minéraux, les vitamines, l'eau et les lipides.

- **L'eau**

L'activité de l'eau (AW) d'un aliment est un indicateur de sa stabilité donc c'est un facteur déterminant de la durée de conservation d'un fromage. Selon la quantité retenue dans le caillé, l'eau à une incidence directe sur la fermeté du fromage, donc sur la texture.

La teneur en humidité des fromages peut être un moyen de Classifier les fromages. Une pâte molle peut contenir plus de 50% d'eau, une pâte semi-ferme, entre 45% et 50%, tandis qu'une pâte ferme en aura entre 35% et 45%. Cette eau est essentielle aux microorganismes et influence leur croissance et, par le fait même, la vitesse de fermentation et d'affinage (Vignola, 2002).

- **Protéines**

Les fromages contiennent de 10 à 30% de protéine selon leur mode de fabrication et le type de fromage obtenu, ce sont les aliments les plus riches en protéine, en particulière les fromages à pâtes pressée dont la teneur en protéines (30%) dépasse celle de la viande (20%). Ces protéines proviennent de la caséine modifiée dont, au cours de l'affinage, une partie importante (entre 20% et 30% selon les fromages) se trouve dégradée et solubilisée en oligopeptides et acides aminées sous l'influence d'une série d'enzymes différentes selon la microflore, ce qui confère au fromage sa texture et sa saveur. Du fait de cette protéolyse les protéines du fromage sont aisément digestible.

Outre sa teneur élevée en protéine, la haute valeur biologique extrêmement du fromage lui est conférée par sa composition en acides aminées essentiels très intéressante sur le plan nutritionnel (Eck et Gillis, 1997).



Tableau 02: Composition en acides aminés essentiels du lait et ces dérivées, comparaison avec la protéine de référence (mg/g d'azote) (Eck et Gillis, 1997).

	Lait	Fromage frais	Pâte molle (camembert)	Pâte pressée (emmental)	Protéine de référence
Isoleucine	295	370	339	342	250
Leucine	596	706	661	672	440
Lysine	487	502	553	571	340
Méthionine	208	278	215	254	220
Phénylalanine	633	796	682	758	380
Thréonine	278	289	257	280	250
Tryptophane	88	76	77	94	60
Valine	362	511	494	540	310

• Lipides

Les graisses existent dans lait comme les petits globules entourés par des protéines, sa quantité dépend de la race, stade de lactation et le régime alimentaire de la vache (Fredot, 2005).

Les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte du fromage. Au cours de la maturation se produit, sous l'influence de lipases microbiennes, une lipolyse limitée avec formation d'acides gras libres par exemple qui va de 0,25% de la matière grasse dans le camembert frais à 6,4% dans le camembert très affiné. Certain des acides gras obtenus par lipolyse contribuent au développement de l'arôme.

Les lipides du lait (triglycérides, phosphoglycérides, sphingosides) se trouvent dans le fromage sous forme émulsifiée, ce qui les rende plus digestibles (Eck et Gillis, 1997).

• Glucides

Le lactose est quasiment absent dans les fromages fermentés compte tenu du process de fabrication, celui-ci étant transformé en acide lactique par la fermentation obtenue des ferments lactiques (Schlienger, 2014).

Les fromages affinés ont une teneur nulle en glucides car ils sont utilisés par les bactéries lors de l'affinage. Les fromages frais et fondus ont une teneur faible en lactose: 4g max/100g (Lucie, 2013).

• Minéraux

La composition minérale d'un fromage dépend étroitement des paramètres technologiques mis en œuvre pour l'obtenir; les teneurs en calcium et phosphate ainsi que le rapport de ces deux éléments permettent de

caractériser un très grand nombre de variétés.

Les taux de calcium, magnésium et phosphates inorganiques associés aux protéines et peptides pour déterminer les caractéristiques rhéologiques du fromage (Eck et Gillis, 1997).

Les éléments minéraux des fromages représentent les facteurs nutritionnels les plus intéressants parmi les on distingue:

- **Calcium**

Les fromages constituent d'excellentes sources de calcium. Toutefois, le taux de calcium varie en fonction de la teneur en eau et du mode de fabrication.

On note une bonne constance des teneurs en calcium pour les fromages à pâte pressée, par contre, parmi les fromages à pâte molle, on constate une grande variabilité, en particulier pour le camembert dont la teneur en calcium varie selon la marque de 200 à 700mg par 100g d'après Guegen, 1979.

Le même auteur a proposé une Classification approximative des fromages en fonction de leur teneur en calcium en mg/100g. Le tableau 3, nous renseigne sur la teneur en calcium selon le type du fromage (Guegen, 1979).

Tout comme le calcium du lait, le calcium des fromages est bien assimilé par l'organisme humain en raison des proportions respectives de calcium et de phosphore qu'ils apportent et de la présence concomitante de protéines qui en favorisent l'absorption intestinal (Eck et Gillis, 1997).

Tableau 06: Teneur en calcium selon le type du fromage (Guegen, 1979).

Type du fromage	La teneur en calcium (mg/100g)
Fromage fondu	500 à 700
Fromage frais	60 à 100
Fromage à pâte molles à croûte lavée	400 à 800
Fromage à pâte molles à croûte fleurie	200 à 500
Fromage à pâtes pressées cuites	1000 à 1200
Fromage à pâte pressées	600 à 900
Fromage de la chèvre	100 à 300

- **Sodium**

Le sodium est un nutriment à contrôler, notamment pour le jeune enfant, car il a besoin de 4 fois de sel que l'adulte. Mais il reste un élément indispensable au fromage car il contribue à son goût, sa texture, sa fabrication en favorisant la croissance d'une bonne flore microbienne (Lucie, 2013).

De plus l'utilisation de sodium reste nécessaire pour la conservation des fromages (limiter la prolifération de certaine moisissure indésirable et régler l'humidité du caillé) (Eck et Gillis, 1997).

30 à 16000mg/100g 30mg/100g pour les fromages frais si naturels.

200 à 1600mg/100g: pour les fromages fermentés (Lucie, 2013).

Remarque: 2 pincées de sel =1g de sel (ou chlorure de sodium) =400mg de sodium.

• Vitamines

Les vitamines liposolubles (essentiellement A et D, accessoirement vitamine E) sont apportées par les lipides, laquelle peut varier de 0% dans certains fromages frais à 70% dans les produits enrichis en crème (Eck et Gillis, 1997). L'espèce animale (vache, chèvre) constitue un facteur de variation important des teneurs du fromage en micronutriments liposolubles, en particulier β -carotène (vitamine A) l'absence totale dans le fromage au lait de chèvre, à l'inverse de ceux au lait de vache, Des teneurs plus importantes en vitamines (A et E) (Lucas et *al.*, 2006).

Les vitamines hydrosolubles, celle-ci varie considérablement selon le fromage elle est le résultat de deux facteurs opposés : la perte au moment de l'égouttage (25% de groupe B et que la vitamine C est intégralement éliminées), et l'enrichissement en cours d'affinage. En compensation, les microflores bactériennes et fongiques synthétisent plusieurs vitamines du groupe B (riboflavine, acide pantothénique, pyridoxine, acide folique, et parfois aussi en thiamine et vitamine B12 (Eck et Gillis, 1997). Le tableau 4 nous montre les valeurs nutritionnelles moyennes des fromages selon Richonnet en (2016)

Tableau 03: valeurs nutritionnelles moyennes des fromages (Richonnet, 2016).

Composition Fromage	Matière sèche%	Protéines (g/100g)	Lipides (g/100g)	AGS (g/100g)	Lactose (g/100g)	Sodium (g/100g)	Calcium (g/100g)
Frais	40	10	17	12	3	520	85
PM	50	22	20-26	13-17	0.4	560	460-590
PPC	65	30	28	17.6	Traces	417	766
PPNC	60	22-27	28	18	Traces	320-511	500-760
PP	60	19	29	19	Traces	1260	543

1.6. Intérêts thérapeutiques

- **La défense contre la carie dentaire**

Il existe de nombreuses études qui suggèrent que les fromages peuvent protéger l'homme contre la carie dentaire pour des raisons diverses, parmi lesquelles sa richesse en calcium et en phosphore qui affecte la déposition et l'extraction des minéraux des dents (Walther et *al.*, 2008).

- **L'effet anti carcinogène**

Plusieurs investigations ont démontré l'effet antimutagène des produits laitiers fermentés contenant des bactéries lactiques (Goldin et *al.*, 1980). Les métabolites produits par les bactéries lactiques tels que l'acide butyrique (parfois appelé le butyrate) possèdent une activité anti-tumeur (Soomro, 2002). Le mécanisme intervenant est largement inconnu, mais dans le cas du cancer du côlon, il a été suggéré que les acides biliaires peuvent être un facteur important, l'action de la microflore est de décomposer ces acides avant qu'ils n'aient un effet négatif lors de la neutralisation de leurs phosphates (Scott et *al.*, 1998).

- **Effet sur la pression artérielle**

Deux tri-peptides bioactifs synthétisés par *Lactobacillus helveticus* : les VPP (Valyl-Prolyl- Proline) et IPP (Isoleucyl-Prolyl-Proline), détectés dans le lait fermenté, abaissent la pression artérielle. Ces peptides ont également été détectés en quantités significatives dans divers types de fromage (Walther et *al.*, 2008).

Chapitre 2 : Généralités sur le fromage fondu

2.1. Historique

A la fin de dernier siècle et vers le début du XXème siècle des efforts considérable étaient faits, notamment par les allemands et les suisses pour exporter des fromages vers les pays chauds. Le froid artificiel n'existait pas et les habitants étaient pratiquement dépourvues.

Le fromage fondu est un produit relativement jeune et moderne puisqu'il a été inventé en suisse vers 1910 par la firme gerbes à Thun.

En 1917, les américains utilisèrent un mélange de citrates Ortho Phosphates et le cheddar étant facile à fondre, le fromage fondu a connu depuis un succès commercial important et durable en Amérique du nord.

En 1919, la maison Kraft à l'USA, démarre une production du fromage fondu.

En 1920, la maison WIEDEMAN en Allemagne lance la fabrication du fromage fondu, suivi en 1923 par la maison KAVIF en Norvège. Il est important à noter que le premier produit développé par cette société, sous la dénomination Primul est encore à ce jour fabriqué selon pratiquement le même procédé initial.

Le premier producteur français est la maison Graf « Dole » l'unité de production du fromage fondu de « Dole » est toujours en activité.

2.2. Définition normative et réglementaire

Les fromages fondus sont des produits laitiers obtenus à partir de fromage selon la description de Codex Stan 283-1978, avec ou sans ajout d'autres matières premières et d'ingrédients, par fonte et émulsification du mélange, sous l'action de la chaleur et par utilisation de sels émulsifiants (ou de fonte) dans un mélange homogène, pour produire une émulsion homogène, lisse et stable. Le changement des techniques de transformation et de la composition entraînent des textures différentes allant de filant, tartinable, semi-solide à tranchable, thermostable (Codex alimentaire, 2015).

Sur le plan réglementaire, la dénomination « fromage fondu » est réservée au produit obtenu par la fonte et l'émulsification, à l'aide de la chaleur (à une température d'au moins 70°C pendant 30s ou toute autre combinaison équivalente), ou d'un mélange de fromage affinés ou non, additionné éventuellement à d'autres produits laitiers. Compte tenu de la diversité des ingrédients autorisés, les fromages fondus fabriqué peuvent ainsi présenter des caractéristiques gustatives et fonctionnelles extrêmement varié. Selon Roustel, (2014), le fromage fondu est un produit particulièrement intéressant au regard de la formulation et des procédés.

2.3. Caractéristiques nutritionnelles de fromage fondu

2.3.1. La valeur nutritionnelle

Le fromage fondu comporte toutes les caractéristiques nutritionnelles des produits laitiers qui le composent. Il apporte à l'organisme la majorité des nutriments essentiels à un bon équilibre alimentaire. C'est un excellent moyen d'apporter à notre corps tous les nutriments nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux, et vitamines). Comme tous les produits laitiers c'est une source importante de protéine et de calcium. En outre la présence de la matière grasse sous forme bien émulsionnée et des protéines finement dispersées lui confèrent une efficacité nutritionnelle (digestibilité) (Chérifi et Riane, 2017).

2.3.2. La composition biochimique du fromage fondu

Le fromage fondu est une préparation récente, qui a permis de plus une stabilisation bien plus poussée des protéines lactiques.

C'est un produit initialement destiné à la consommation directe, aliment énergétique riche en vitamine, calcium, phosphore et lipides. (ANDRE, et al 1987).

Le tableau suivant illustre la composition du fromage fondu.

Tableau 04: Composition du fromage fondu (GAUCHERON FREDERIC,2004)

Constituent	Composition moyenne	Constituant	Composition moyenne
Eau (%)	51.3	Potassium (mg)	65
Energie (Kcal)	280	Phosphore (mg)	944
Lactose (g)	2.5	Magnésium (mg)	25
Lipides (%)	23.6	Vitamine A (mg)	0.3
Protéines (%)	14.4	Vitamine B1 (mg)	34
Calcium (mg)	547	Vitamine B2	0.38

2.4. Les variétés de présentation du fromage fondu

Les fromages fondus portant un ou plusieurs noms de variétés ont des fromages fondus, tel que définis précédemment. Ils sont caractérisés en effet, par l'utilisation en cours de fabrication d'une ou de plusieurs variétés de fromage figurant dans leur nom (cheddar, l'emmental, gruyère.....) (Codex alimentaire, 2015).

Selon les produits issus de la fonte de fromages peuvent être regroupés en cinq familles, classées par un ordre chronologique d'apparition sur le marché mondial.

➤ **Fromage fondu en Bloc**

C'est le plus ancien des fromages fondus. L'extrait sec totale est relativement élevé dans le rapport matière grasse/matière sèche (MG/ES). Il a une consistance ferme et une bonne élasticité résultant d'un traitement thermique adéquat.

Le traitement thermique appliqué est modéré de manière à conserver au produit fini une élasticité marquée et plus de stabilité. Le bloc est obtenu par le moulage dans l'emballage formé préalablement. Il est fondu partiellement ou totalement avec le citrate de sodium (Chambre et Daurelles, 1997).

➤ **Fromage fondu en Coupe**

Moins consistant que le « bloc » mais non tartinable, il contient 3 à 4 points de moins de matière sèche (MS) que le précédent, qui le rend plus agréable à la dégustation (Chambre et Daurelles, 1997). L'élasticité parfois recherchée n'est pas toujours souhaitable en raison de la formation de fils qui rendent le conditionnement délicat (Boutonnier, 2000).

➤ **Fromage fondu Tartinable**

Grâce à un processus de crémage ajusté, aromatisés avec des inclusions (épices, graines, herbe.....), conditionnés en emballages souple (portions individuelles principalement sous film aluminium) ou rigides (pot et barquettes de formes diverses) (Chambre et Daurelles, 1997).

➤ **Fromage fondu Toastable**

Originaire d'Amérique du Nord, destinés à la refonte rapidement sans carbonisation superficielle (Boutonnier, 2000). Ils se présentent sous forme de tranches qui sont obtenus en forme des bandes qui seront découpées et ensuite emballées, adaptées à une mise en œuvre culinaire (dans les hamburgers, croque-monsieur) (Chambre et Daurelles, 1997).

➤ **Fromage fondu Thermostable**

Il subit alors un crémage très poussé pour ne pas fondre lorsqu'on le soumet à la chaleur, et les blocs obtenus sont découpés puis incorporés dans les plats cuisinés (Boutonnier, 2000), on la retrouve notamment sous forme d'un cube dans les plats asiatiques par exemple (Chambre et Daurelles, 1997).

2.5. Technologie de fabrication du fromage fondu

La fabrication du fromage fondu passe par les étapes suivantes :

2.5.1. Préparation et nettoyage des matières premières

Avant leur utilisation, les matières premières sélectionnées feront l'objet d'un contrôle rigoureux quant à leur composition physicochimique et bactériologique et à leurs caractéristiques organoleptiques (Chambre M. et Daurelles, 1997).

L'opération de nettoyage est manuelle qui consiste à déshabiller le fromage de son film, il arrive souvent que le fabricant de fromage fondu reçoit une matière première légèrement moisie. Cette moisissure doit être éliminée, ce nettoyage doit être effectué par des couteaux ou des grattoirs dans un locale isolé, afin d'éviter que les moisissures ne se propagent. (Eck, A et Gillis, J. P, 1997).

2.5.2. Ecroutage, découpage et broyage des fromages

L'écrouissage est réalisé traditionnellement par raclage ou brassage mais des techniques nouvelles apparaissent tels que les jets d'eau chaud sous pression par exemple.

Le broyage est une étape importante du traitement des matières premières, car il est indispensable de dissocier finement les fromages pour obtenir un fromage fondu homogène, l'opération débute par un découpage des blocs ou des moules à l'aide de lames ou de couteaux. (Gillis et Eck, 1997).

2.5.3. Préparation de la formule

La préparation du fromage consiste à :

- **Pesée des matières premières** : Une fois le broyage est terminé, les différents lots de fromage sont pesés et mis dans des grandes machines « cuiseurs » avec les autres ingrédients préalablement pesés définies d'avance. L'eau est mesurée dans des quantités définies d'avance, les sels de fonte sont pesés à l'état sec, soit sous forme de solution, cette opération doit se faire avec exactitude. (Petart, 1987)
- **Mélanger des matières premières** : Dans un mélangeur on ajoute aux matières fromagères et laitières de l'eau, beurre, la crème, cheddar et des sels de fonte, puis on effectue un pré broyage de l'ensemble pendant quelques minutes pour obtenir un mélange prêt à être fondu (Fox et Mesweeney, 1998), la réhydratation des poudres avant mélange est favorable à l'obtention d'un mélange homogène facilitant l'action des sels de fonte (Gillis et Eck, 1997).

2.5.4. Cuisson

La cuisson est une opération clé de la fabrication du fromage fondu, elle permet non seulement d'obtenir une masse fondue homogène, mais aussi de favoriser l'action des sels de fonte, elle peut être réalisée dans des installations en continu reliées à des pompes d'eau, de vapeur et du vide (F.M Luquet, 1990).

2.5.5. La stérilisation

Les traitements thermiques sont généralement suffisants pour éliminer toutes formes végétatives, mais restent inadéquats pour se débarrasser des formes sporulées. Des températures supérieures à 140°C sont exigées pour éliminer quelques spores. (Warburton et al. 1986)

La pâte issue de la première cuisson passe à travers un filtre cylindrique perforé pour éliminer toute impureté. Cette pâte reçoit de la vapeur dans la tuyauterie (injecteur) afin d'atteindre une température de stérilisation de 142°C, puis elle entre dans le chambreur (il s'agit d'un tube dans lequel la pâte séjourne pendant quelques secondes à une température de 142°C).

Cette stérilisation assure la destruction de la totalité des germes et des microorganismes pathogènes thermophiles.

Donc la conservation du produit pour une longue durée par un barème de stérilisation (température – temps). (Zehren et Nusbaum, Malfart et al, 2001).

2.5.6. Refroidissement

A comme rôle d'abaisser la température de la pâte à 90°C – 95°C à l'aide d'une pompe à vide condensant (vapeur) est aspiré par un échangeur refroidisseur et le condensent et éjecté sous forme d'eau, et c'est là que notre produit est conduit vers le bac de crémage à une température de 82°C à 84°C (température idéale pour le crémage) (Fox et Mesweeney, 1998).

2.5.7. Crémage

Cette étape est essentielle pour la fabrication des fromages fondus à tartiner en portions. En effet leur texture crémeuse suppose une déstructuration (peptisation) poussée au contraire aux fromages fondus en tranche et en bloc. Bien que visqueux, ces produits sont des gels. En effet contrairement aux fromages fondus en barquettes qui ne s'écoulent spontanément. Les portions doivent conserver leur forme au stockage. (Gaucheron, 2004). L'importance de crémage a une influence primordiale sur la texture finale du produit (Luquet, 1985).

2.5.8. Conditionnement

Dans le premier temps, la pâte du fromage fondu se conditionnait à la main en portions triangulaires, sous feuilles minces d'étain. Depuis, des machines de plus en plus sophistiquées ont été produites, permettant de sortir 60, 80, 100, 400 et 800 portions à la minute. L'automatisation du conditionnement doit naturellement être complète, non seulement pour le dosage et fermeture des feuilles d'aluminium thermoscellables.

Cette automatisation de conditionnement permet de réduire considérablement les risques de contamination de la pâte après les opérations de pasteurisation ou de stérilisation (Luquet, 1990).

2.5.9. Stockage et conservation du produit fini

Les produits mis en carton sont stockés dans des entrepôts dont la température se situe autour de 10 à 15°C et la durée de conservation peut être estimée entre 6 à 12 mois si les conditions optimales au cours de différentes étapes de fabrication sont bien respectées (Eck et Gillis, 1997; Guinee et al., 2004; Bunka et al., 2008). A des températures de stockage comprises entre 30 et 35°C, une contamination par les moisissures, les levures et *Clostridium botulinum* pourra survenir ce qui peut mener à une sécrétion des toxines (Kautter et al., 1979).

Malgré ses qualités exceptionnelles de conservation sous tous les climats, certaines précautions élémentaires doivent être prises pour la conservation, le transport et la destruction du fromage fondu, notamment en ce qui concerne les pays chauds :

- Eviter l'écrasement par surcharge et le mouillage, surtout lorsqu'il s'agit de boîtes en carton.
- Eviter l'exposition au soleil et le stockage à une température trop élevée (l'idéal se situe à 8-12°C).
- Eviter surtout les brusques changements de température, notamment le passage brutal du froid au chaud (Luquet, 1990).

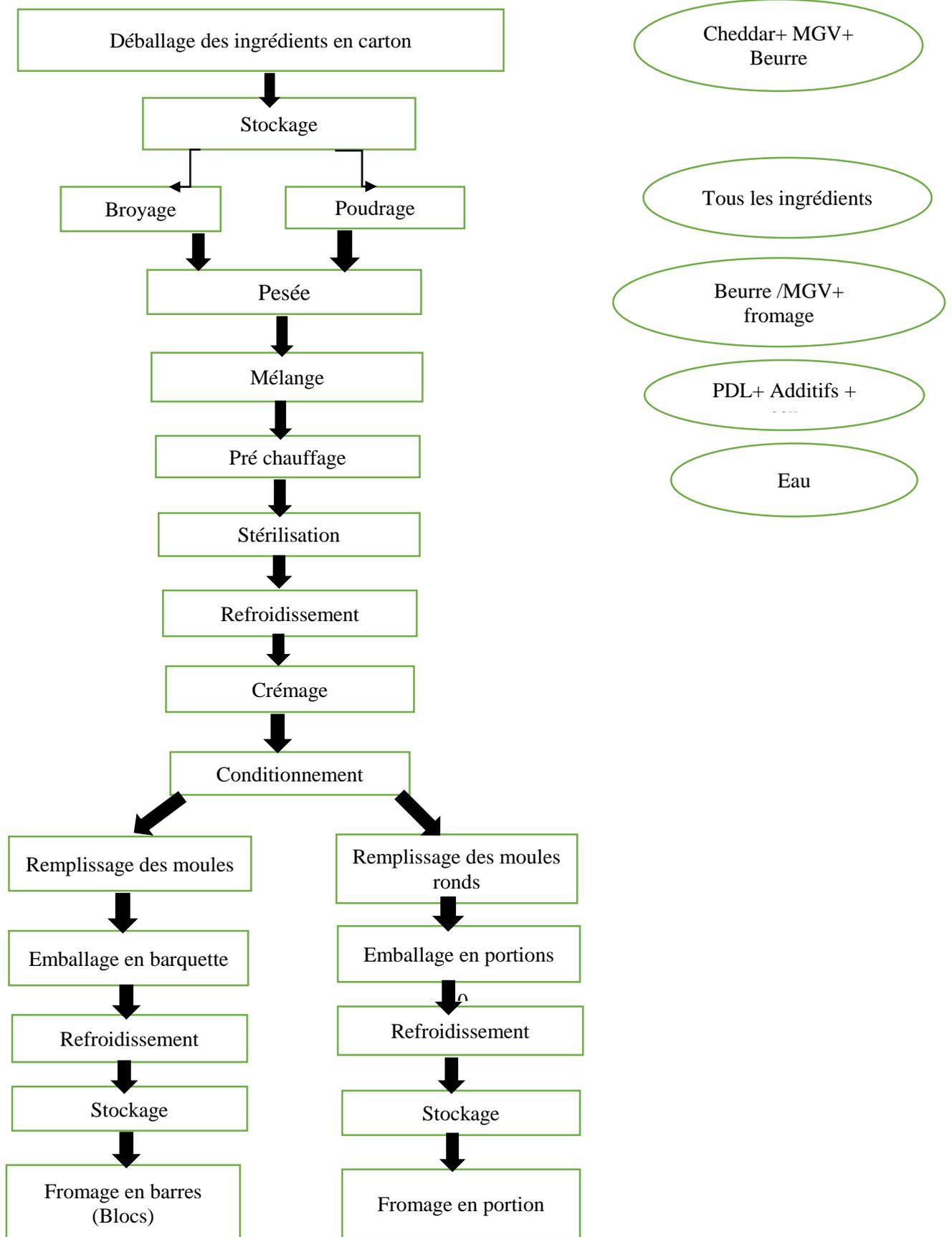


Figure 03: Diagramme de fabrication du fromage fondu.

2.6. Défauts d'origine physico-chimiques et microbiologiques

2.6.1. Défauts d'origine physico-chimique

Au cours du processus technologique et pendant le stockage, quelques défauts technologiques peuvent apparaître.

Tableau 05: Principaux défauts de fabrication de fromage fondu d'origine chimique et physique (Bergeret al., 1989)

Défauts constatés	Causes possibles	Remèdes possibles
La pâte n'est pas homogène	<ul style="list-style-type: none"> - Le pH est faible, et sa valeur dépend de la matière première (ex : emmental nécessite un pH plus élevé que le cheddar). - Apport de sel de fonte insuffisant. - Temps de fonte trop court. 	<ul style="list-style-type: none"> - Augmenter le pH. - Augmenter la quantité de sel de fonte. - Prolonger le temps de fonte.
La pâte est trop liquide	<ul style="list-style-type: none"> - La matière première utilisée n'est pas affinée, n'arrive pas à crémier ou à l'inverse, est trop vieille et ne gonfle pas. - Sel de fonte à faible pouvoir crémant. - Le mélange contient une quantité élevée d'eau. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mélanger du fromage jeune avec un autre moyennement affiné. - Utiliser un sel de fonte à fort pouvoir crémant. - Prolonger la durée de la fonte. - Ajouter 3 à 8% de pré-fonte. - Réduire la quantité d'eau. - Ajouter l'eau de 2 à 3 fois.
La pâte s'étire et fait des fils	<ul style="list-style-type: none"> - La matière première est trop jeune. - Une insuffisance de pré-fonte. - Un sel de fonte inapproprié. - Un temps de fonte trop court. - Un sous dosage du sel de fonte. - Brassoir d'une vitesse faible. - Une eau ajoutée une seule fois. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ajouté du fromage plus affiné à la matière première. - Augmenter la pré-fonte. - Ajouter un sel de fonte bien crémant. - Prolonger le temps. - Augmenter la dose de sel de fonte. - Augmenter la vitesse des brassoirs. - Ajouter l'eau de 1 à 3 fois.

A l'ouverture des pétrins la pâte est relativement ou trop épaisse	- pH faible. - Présence probable d'un sur-crémage.	- Augmenter le pH. - Réduire la quantité des sels de fonte. - Identifier un sel de fonte moins crémant. - Réduire le temps de fonte. - Réduire la vitesse de rotation. - Diminuer la quantité de préfonte.
La pâte est trop luisante et liquide	- pH élevé	- Régler le pH sur la valeur adéquate.
La pâte prend une coloration brun Clair à brun foncé	La température de fonte est trop élevée. Le temps de chauffage est long et la température est supérieur à 100°C	- Diminution de la température de chauffage pour les fromages contenant du lactose même en cas du traitement UHT. - Réduction du temps de chauffage quand $T > 100^{\circ}\text{C}$

2.6.2. Défauts d'origine microbiologique

Parmi les défauts les plus répandus d'origine microbienne : Présence d'ouvertures (trous dans la pâte du fromage fondu) dû au développement bactérien (*Clostridium*, coliformes...), changements physiques (présence de l'air, CO_2 produit par le mélange du citrate) et changements chimiques (hydrogène résultant de la réaction entre le fromage fondu et le papier aluminium). Le remède dans ce cas est de bien choisir les ingrédients du mélange, conserver la température de fonte $>95^{\circ}\text{C}$, utiliser un système de cuisson et de conditionnement sous vide, augmenter le temps de fonte, tester la porosité du papier aluminium (Fox et al., 2000).

L'addition aux fromages, au moment de la fonte, d'une culture sur lait de streptocoques producteurs de nisine, mélange de polypeptides thermostables inhibant le développement des ferments butyriques (Gouet et Bergere, 1973; Veisseyre, 1979).

2.7. Intérêt de la recherche des micro-organismes

La recherche des micro-organismes permet d'apprécier quantitativement et qualitativement la flore de contamination d'un produit à un moment donné. Ce qui permet de juger la sécurité (germes pathogènes pour l'homme et les animaux), la conformité aux prescriptions réglementaires ou commerciales, l'hygiène de la préparation et l'efficacité des traitements appliqués et le respect des bonnes pratiques d'hygiène et des bonnes pratiques de fabrication (Anonyme : AFNOR, 1999)

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1.1. Présentation de l'organisme d'accueil : La laiterie de SARL CELIA Algérien situé a BENI TAMOU (wilaya de Blida) a été cédée en 2007 par le conseil de la privatisation à deux partenaires, en l'occurrence **le groupe Soummam et le groupe français LACTALIS.**

Le poste Basé à BENI TAMOU (50 Km au sud d'Alger Rue frères zedri) sur un site élaborant des produits laitiers (camembert, fondus, lait, fromages blancs...) à marque **PRESIDENT** et **MITIDJA.**

(Voir annexe 3).

1.2. Démarche expérimentale

Notre expérimentation s'est déroulée au niveau de l'entreprise SARL CELIA Algérie à BENI TAMOU Blida, l'objectif de notre travail est de suivre la qualité microbiologique et physico-chimique du fromage fondu .

1.2.1. Analyses microbiologiques (voir annexe 4)

Dans cette analyse nous avons recherché tous les germes responsables de contamination et d'altération sauf *Clostridium sulfito-réducture*, *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*, qui ont été réalisée dans un laboratoire d'analyses privé à Bejaia.

1.2.2. Analyse physico-chimique.

Dans cette analyse nous avons contrôlé les paramètres physico-chimiques (pH, MG, EST) des matières première, produit semi fini et produit fini.

1.3. Matériel utilisé

Le matériel non biologique utilisé dans cette étude est composé de verrerie, d'équipements et d'appareils ainsi que d'un ensemble de réactifs et de produits chimiques

Voir (annexe 6)

1.4. Méthodes

1.4.1. Echantillonnage et prélèvement

L'échantillonnage est une opération qui nécessite l'obtention des échantillons suffisamment représentatifs, le prélèvement nécessite un matériel propre qui ne provoque aucun risque ou modification aux produits analysés et doit être assez léger pour faciliter la manipulation.

Afin d'évaluer la qualité de notre produit, nous avons réalisé aléatoirement 3 prélèvements pour chacune des matières premières utilisées, et pour le produit semi-fini et le produit fini nous avons suivie 03 production et nous avons réalisé 01 prélèvement de chaque production.

❖ Echantillon en vue d'analyse microbiologique

Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions de travail aseptique en utilisant un bec benzène sur la paillasse,.

Les échantillons doivent être soigneusement étiqueté, ils doivent comporter tous les éléments nécessaires à la bonne exploitation des résultats de l'analyse (date de prélèvement, numéro du lot, numéro d'ordre et nature de prélèvement).

❖ **Echantillon en vue d'analyse physico-chimique**

L'échantillonnage physico-chimique est réalisé de la même manière que celui utilisé en microbiologie.

1.4.1.1. Les points de prélèvement (P)

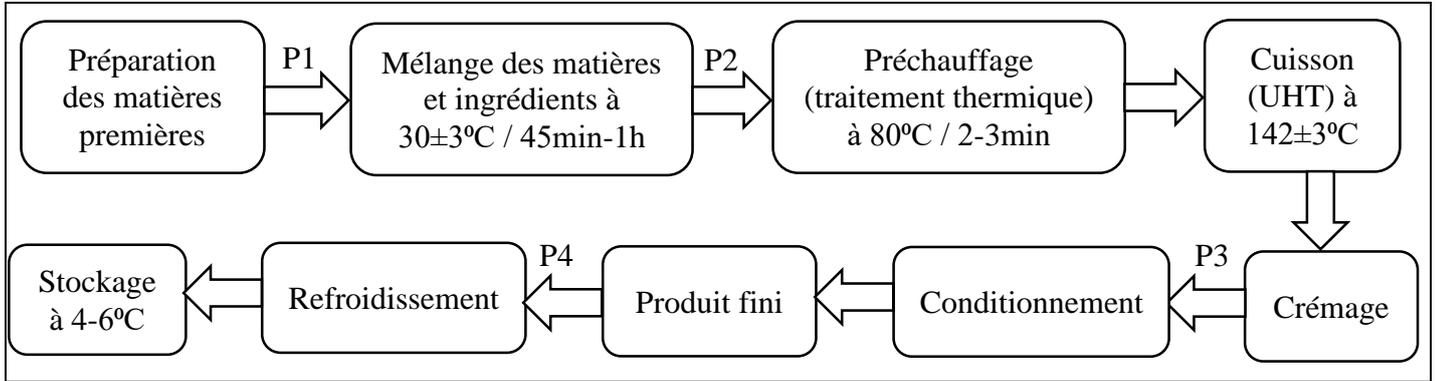


Figure 04: Diagramme de fabrication du fromage fondu qui représente les points de prélèvements.

1.5. Analyses microbiologiques effectuées

1.5.1. Préparation des dilutions

Après avoir effectué notre échantillonnage, nous avons préparé les solutions mères et les dilutions de chaque produit (poudre de lait, beurre, cheddar, eau de process et produit fini).

Le but de ces dilutions est de faciliter la lecture en diminuant la charge microbienne dans une boîte de petri contenant un milieu de culture. Nos dilutions sont effectuées jusqu'à 1/1000 soit 10^{-3} .

1.5.1.1. Cas des produits solides (poudre de lait, cheddar)

Dans le cas des produits solides introduire aseptiquement 9g de produit à analyser dans un sachet stérile en continuant avec une solution d'eau stérile soit TSE (tryptone, sel, eau) jusqu'à 100ML, homogénéiser pendant 1 à 2mn dans un **stomacher** selon la texture du produit cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond à la dilution 1/10 ou 10^{-1}

1.5.1.2. La dilution pour la matière grasse (Beurre)

❖ Mode opératoire

- Dans un récipient, ajouter le diluant à la prise d'essai placer dans un bain d'eau à 45°C jusqu'à ce que le beurre soit fondu bien mélanger et laisser se séparer en deux phase pendant 15 min aux maximum.
- C'est la nécessaire enlever la phase grasse avec une spatule stérile.
- Afin de faciliter la séparation des deux phases ; il est possible de centrifuger l'échantillon (diluant+ beurre) à une vitesse de 1000 à 2000 tr /min.
- Ensuite on commence avec la dilution comme le cas des produits semi solide.

❖ Dilutions décimales

A partir de la dilution mère Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre stérile et graduée 1ml de la dilution mère(DM), dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml de TSE, cette dilution constitue alors la dilution au 1/100 mélanger soigneusement, et le même méthode pour préparer la dilution 1/1000...

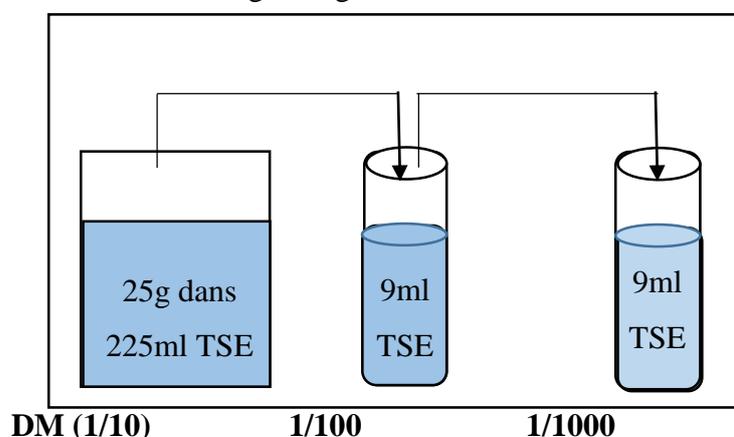


Figure 05: Préparation des dilutions mère et des dilutions décimales (cas des produits solides)

1.5.1.3. Cas des produits liquides (eau de process)

Nous avons mis l'eau à analyser dans un erlenmeyer stérile, ce qui constitue donc la solution mère (SM). Pour réaliser les solutions décimales on procède de la même manière que celles des produits solides.

Remarque: Au moment de la réalisation des dilutions décimales, il est impératif de changer les pipettes entre chaque dilution, par contre dans l'ensemencement, il est recommandé de commencer par la faible dilution, pour ne pas changer la pipette (Ghezali et Deriche, 2016).

1.5.2. Analyses microbiologiques (Matières premières et produit fini)

1.5.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT/FMAT)

Principe

La recherche et le dénombrement des germes totaux permettent de détecter la salubrité et la qualité du produit, leur dénombrement se fait par une technique classique sur gélose P.C.A à partir des dilutions décimales préparées.

Mode opératoire

- Faire fondre la gélose PCA et la refroidir à 45°C comme milieu de culture
- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} on met aseptiquement 1ml d'échantillon dans une boîte de petri vide stérile préparée à cet usage unique et numérotée de 01 à 03
- Puis on complète avec 15ml de gélose PCA.
- Faire ensuite des mouvements en « 8 » pour permettre l'inoculum de semélander à la gélose utilisée.
- On laisse solidifier sur la paillasse.

Incubation

Les boîtes seront incubées couvercles en bas à 30 ° C pendant 72 heures avec :

- Première lecture à 24 heures.
- Deuxième lectures à 48 heures.
- Troisième lectures à 72 heures.

Lecture

Les colonies des germes aérobies mésophiles totaux se présente sous formes lenticulaire en masse de couleur blanche.

Dénombrement

Il s'agit de compter toute les colonies ayant poussée sur les boîtes en tenant comptes des facteurs suivants

- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Faire en suite arithmétique des colonies entre les différentes dilutions.

- Les résultats finals sont exprimés en VFC/ml ou UFC/g de produit analysé selon la formule suivante:

$$X \text{ (UFC/g)} = n. (1/d). (1/v)$$

X: nombre de germes par gramme de produit, n: nombre de colonies, v: volume de l'inoculum.

d: facteur de dilution.

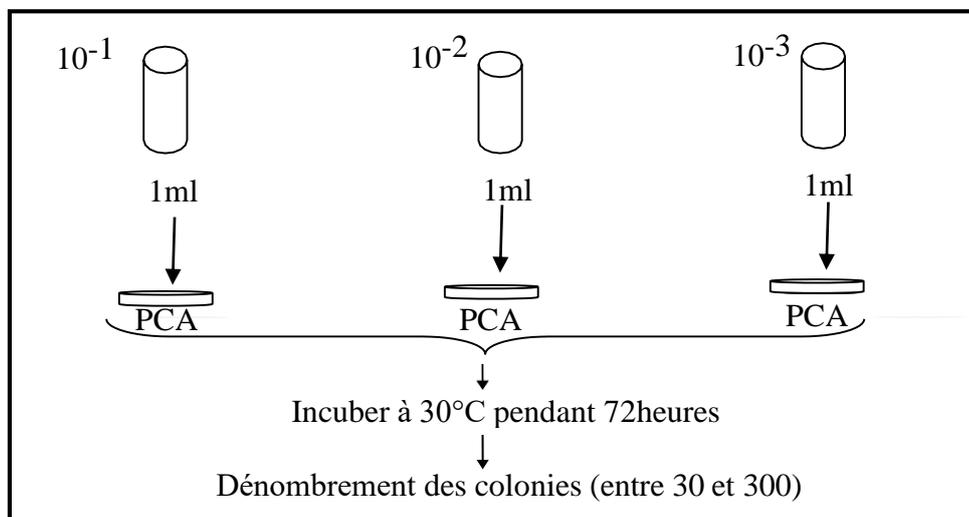


Figure 06: Schéma de la recherche de germes aérobies mésophiles totaux

1.5.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Principe

Les coliformes, coliformes thermo-tolérants et *Escherichia coli* sont capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température de 37°C et 44°C. Le milieu utilisé est le milieu VRBL.

Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-2} à 10^{-1} porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boites de petri vides préparées à cet usage et numérotées.
- Compléter ensuite chaque boite avec environ 20ml de la gélose VRBL fondue, puis refroidie à $45 \pm 1^\circ\text{C}$.
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée.
- Laisser solidifier sur paillasse.
- Une série de boites sera incubée à 37°C, pendant 24 à 48 h et servira à la recherche de coliformes totaux. L'autre série sera incubée à 44°C pendant 24 à 48h et servira à la recherche de coliformes fécaux.

• Incubation

Les boîtes seront incubées couvertes en bas pendant 24 à 48 heures avec

- Une série de boîtes sera incubée à 37 °C, pendant 24 à 48h (CT)
- Et une série sera incubée à 44 °C pendant 24 à 48h (CF)

Lecture :

Les coliformes apparaissent sous forme de colonies, de couleur rouge foncé et de 0.5mm de diamètre.

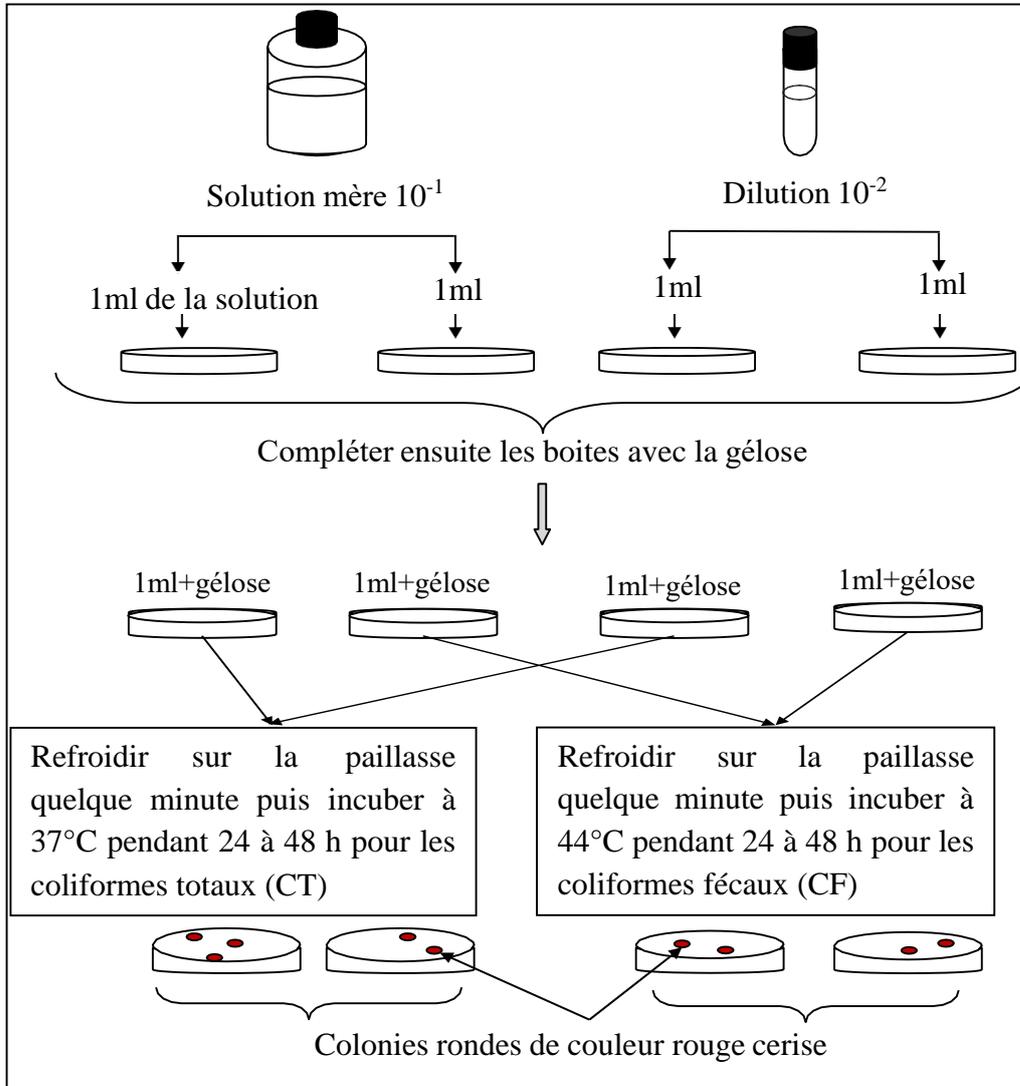


Figure 07: Schéma de la recherche des coliformes totaux et fécaux.

1.5.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Principe

Numérotation des streptocoques à 37°C sur un milieu gélose KF dont les concentrations élevées de citrate inhibent totalement la flore secondaire, les streptocoques formes des colonies rouges par réduction du 2,3,5-triphenyltetrazolium chlorure en formazan (TIC).

Mode opératoire

- Faire fondre la gélose KF et la refroidir à 45 ° C comme milieu de culture.
- Ajouter stérilement 1 ml de supplément TIC reconstitue par flacon
- Homogénéiser parfaitement et couler en boites de petri stériles et laisser solidifier sur une surface froide
- Transférer 1 ml du produit à analyser et de ses dilutions décimales successives dans les boites.
- Etaler l'inoculum en surface à l'aide d'un râteau stérile, en prenant soin de ne pas toucher les bords de la boite.

Incubation

Les boites seront incubées couvercle en base à 37°C pendant 48 heures avec:

- Première lecture à 24 heures.
- Deuxième lecture à 48 heures.

Lecture

Après incubation ils apparaissent sous forme de colonies, de couleur rouge cerise ayant poussé en masse mais fluorescentes, on retient les boites contenant un nombre de colonies compris entre 30 et 300 colonies/boite.

1.5.2.4. Recherche et dénombrement des Levures et moisissures

Principe

Les levures et moisissures sont des micro-organismes qui, après ensemencement en surfacant sur un milieu inhibiteur pour les bactéries (gélose OGA), forment des colonies après une incubation à 22°C pendant 5 jours.

Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales, 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de petri contenant de gélose OGA.
- Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 22°C pendant 5 jours.
- Dans le souci de ne pas se trouver en face de boîte envahies soit par les levures soit par les moisissures, on doit effectuer des lectures et des dénombrements tous les jours, levures à part et les moisissures à part.

Incubation

Incuber les boîtes de petri à température 22°C pendant 5 jours.

Lecture

Après 48h d'incubation, repérer chaque jours les colonies sur les boîtes.

- Dénombrer les colonies de levures et de moisissures sur les boîtes présentant au total 10 à 100 colonies.
- Les colonies de levures se présentent sous forme arrondie, plate ou convexe à contour régulier, elles sont parfois pigmentées en jaune, en orange ou en blanc (colonies blanchâtres).
- Les colonies des moisissures se présentent sous forme des colonies ou moins grand aspect velouté (formes filamenteux).

Dénombrement

Le dénombrement s'agit de compter toutes les colonies poussées sur les boîtes en tenant compte les facteurs suivant :

- Ne dénombre que les boîtes contenant entre 15-300 colonies.
- Multiplier le nombre trouvés par l'inverse de sa dilution.
- Faire la moyenne arithmétique les colonies entre les différentes dilutions.

1.5.2.5. Recherche et dénombrement des Spores Anaérobies Gazogènes (SAG) (voir annexe 8)

Cette analyse est faite pour le produit fini pour des raisons technologiques. Les spores thermorésistantes de *Bacillus* et de *Clostridium* après une épreuve de sélection thermique peuvent donner naissance à des formes végétatives de *Bacillus* et de *Clostridium* se développent à 55°C lorsque l'essai est effectué selon la méthode spécifiée dans la présente norme (VOS-407 afnor).

Principe

Ensemencement de 3 tubes par dilution décimale, ceci pour 3 dilutions décimales successives, d'un milieu semi-solide non sélectif **RCM** (Reinforced Clostridial Medium) de Hirsch et Grinsted, ajout d'un bouchon d'agar pour obtenir les conditions d'anaérobiose. Mise en évidence de la production de gaz et obtention d'un coefficient NPP par calcul du nombre de tubes positifs et comparaison avec la table NPP. Les résultats sont exprimés en nombre des spores anaérobies gazogènes par gramme du produit.

Mode opératoire

- Réaliser une épreuve thermique a 80°C pendant 10 minutes effectives.
- Effectuer le choc thermique, en refroidissant rapidement sous l'eau de robinet pendant 2 à 3minutes.
- Transférer 1 ml de la dilution primaire dans 3 tubes de milieu désaéré, faire de même avec les 2 dilutions suivantes.
- Mélanger soigneusement l'inoculum et le milieu sans introduire d'air.
- Refroidir rapidement jusqu'à semi-solidification.
- Ajouter un bouchon de 2 ml de la solution d'agar maintenue à $46 \pm 1^\circ\text{C}$;
- Refroidir de nouveau jusqu'à solidification du bouchon d'agar

Incubation

Incuber les tubes a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 5 jours (120 h \pm 4 h).

Dénombrement

- Noter comme positif les tubes présentant une production de gaz (soulèvement du bouchon, décollement de la paroi des tubes, fissures de gélose...).
- Calculer le nombre de tubes positifs par dilution et utiliser ce nombre pour lire le coefficient sur la table NPP.
- Seuls, les coefficients appartenant à la catégorie 1 et 2 sont acceptables.

- Exprimer le résultat en nombre de spores par gramme de produit en tenant compte du facteur de la 1^{ère} dilution.

1.5.3. Analyses microbiologiques de l'eau

1.5.3.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT/FMAT)

Principe

Les germes totaux sont des microorganismes aérobies et anaérobies stricts capables de pousser sur gélose **PCA** sous forme de colonies lenticulaires à 20°C pour les germes à tendance psychrophiles au 37°C pour les mésophiles.

Mode opératoire (figure 6)

- A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1 ml dans deux boîtes de petri vides préparées à cet usage et numérotées.
- Compéter ensuite des mouvements circulaires de va et vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose **PCA**.
- Laisser solidifier sur la paillasse.
- La première boîte sera incubée couvercle en bas à 22°C.
- La seconde sera incubée couvercle en bas à 37°C.

Lecture

La lecture se fait par comptage des colonies lenticulaires, ou blanchâtres. On multiplie le nombre trouvé par l'inverse de la dilution. Les résultats sont exprimés en gramme ou millilitre de produit analysé.

Dénombrement

Le dénombrement se fait après 24 heures et 48 heures à 37°C et après 72 heures à 22°C. Les résultats sont exprimés en nombre de colonies par ml d'eau analysé.

1.5.3.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Principe

Les coliformes sont considérés comme indice de contamination fécale.

La recherche et le dénombrement des coliformes se fait en **BCPL**, un milieu liquide muni d'une Cloche durham par la technique du NPP (nombre le plus probable), qui fait appel à deux tests successifs :

- **Test de présomption:** réservé à la recherche des coliformes totaux.
- **Test de confirmation:** appelé également test de Mackenzie et réservé à la recherche des coliformes fécaux à partir des réactions positives du test de présomption.

A / Test de présomption

Il consiste à préparer une série de tube contenant le milieu BCPL (D/C) et BCPL (S/C) à raison de 5 tubes pour chaque concentration. On prépare un flacon contenant 50ml de BCPL. Le flacon et les tubes utilisés sont munis d'une Cloche de Durham.

Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser ensementer:

- 50ml d'eau dans le flacon contenant 50ml de BCPL.
- 10ml d'eau dans les tubes contenant 10ml de milieu BCPL (D/C).
- 1ml d'eau dans les tubes contenant 10ml de milieu BCPL (S/C).
- Laisser incuber les milieux ensementés à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois un dégagement de gaz et un virage de couleur du milieu du violet vers le jaune.

B / Test de confirmation ou test de Mackenzie

Ce test se fait à partir des tubes positifs afin de rechercher les coliformes fécaux, on prend 1ml de chaque tube positif et on les introduit dans des tubes contenant le milieu Schubert avec une Cloche de Durham. L'incubation se fait à 44°C pendant 24h

Lecture

La présence des coliformes fécaux se traduit par un dégagement de gaz dans la Cloche de Durham, et l'apparition d'anneau rouge dans l'autre tube après ajout du réactif Kovacs.

1.5.3.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Les streptocoques se regroupent en coques Gram+, asporulés, immobiles, groupés en paires ou surtout en chaînes de longueur variable, ils sont aéro-anaérobies ou micro aérophiles.

Principe :

Après ensementement dans une série de tubes contenant le milieu de Rothe, incubé à 37°C pendant 24 à 48h, on effectue un repiquage des tubes positifs sur un milieu nettement plus inhibiteur qui est le milieu **EVA LITSKY** qui ne laisse développer que les streptocoques fécaux.

Mode opératoire :

A / Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50ml dans un flacon contenant 50ml de milieu ROTHE (D/C).

- 5 fois 10ml dans 05 tubes contenant 10ml de milieu ROTHE (D/C).
- 5 fois 1ml dans 05 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE (S/C).
- Mélanger le milieu et l'inoculum.
- Incuber l'ensemble des tubes à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

Sont considérés positifs, les tubes présentant un trouble microbien. Ils ne feront pas (l'objet de dénombrement, par contre ils sont repiqués sur milieu **EVA LITSKY** dans le but d'être confirmés.

B / Test de confirmation ou test de Mackenzie

- Le teste de confirmation est base sur la confirmation des streptocoques fécaux présents dans le test de présomption.
- A partir des tubes de ROTHE positifs, on transfert à l'aide d'une pipette stérile 2 à 3 gouttes sur milieu **EVA LITSKY**.
- Mélanger le milieu et l'inoculum.
- Incuber les tubes à 37°C pendant 24 heures.

Lecture

Sont considérés positifs, les tubes présentant la fois :

- Un trouble microbien.
- Une pastille violette au fond des tubes.

Dénombrement

Se fait selon la méthode de NPP par référence la table de MAC-GRADY (Annexe). Notons que, les résultats sont exprimés en germes/100mI d'eau analysée.

1.5.4. Analyses microbiologiques pour la qualification des deux méthodes

Comme on a déjà mentionné, l'analyse microbiologique effectuer pour le fromage fondu (produit fini) est la recherche et le dénombrement des spores anaérobies gazogènes (SAG). La méthode habituelle pour cette analyse est la méthode NPP.

Celia Algérie, utilise une autre méthode (la méthode classique) pour analyser quelques types de fromage fondu fabriqué par cette industrie.

Pour qualifier la méthode classique nous avons pris 50 échantillons et on les a analysés en utilisant les deux méthodes :

- **Méthode d'ancrage (NPP) : (déjà expliquer)**
- **Méthode alternative (méthode classique)**

Principe :

Ensemencement de 3 tubes d'un milieu semi-solide non sélectif **RCM** (Reinforced Clostridial

Medium) de Hirsch et Grinsted, ajout d'un bouchon d'agar pour obtenir les conditions d'anaérobiose. Mise en évidence de la production de gaz et calcul des tubes positives.

Mode opératoire

- Effectuer une dilution :

1. Cas du fromage fondu en portion : **à la crème et Yasmine**

En fait la moyenne de 3 portions \approx 30g et en complète avec la TSE jusqu'à 90g

2. Cas du fromage fondu en bidon : **Fast Food Cheese**

En pèse 10g du produit et en complète avec la TSE jusqu'à 30g

3. Cas du fromage fondu en barre : **Yasmine**

En pèse 10g du produit et en complète avec la TSE jusqu'à 30g

- Réaliser une épreuve thermique a 80°C pendant 10 minutes effectives.
- Effectuer le choc thermique, en refroidissant rapidement sous l'eau de robinet pendant 2 à 3minutes.
- Transférer 3 ml de la dilution chacun des 3 tubes de milieu désaéré.
- Mélanger soigneusement l'inoculum et le milieu sans introduire d'air.
- Refroidir rapidement jusqu'à semi-solidification.
- Ajouter un bouchon de 2 ml de la solution d'agar maintenue à $46 \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- Refroidir de nouveau jusqu'à solidification du bouchon d'agar

Incubation

Incuber les tubes a $37 \pm 1^{\circ}\text{C}$ pendant 5 jours ($120 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$).

Dénombrement

- Noter comme positif les tubes présentant une production de gaz (soulèvement du bouchon, décollement de la paroi des tubes, fissures de gélose...).
- Calculer le nombre de tubes positifs
- L'analyse acceptable est d'avoir entre 0 à 2 tubes positives sans odeur.

1.6. Analyses physico-chimiques

1.6.1. Détermination de pH

La mesure de pH du produit consiste à introduire l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon après réglage de la température d'étalonnage. La lecture se fait directement sur le pH-mètre.

Le principe repose sur la différence de potentiel chimique existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel-kCl) émergées dans une même solution, Selon les lois de NERNST le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

Mode opératoire

- appareil de pH-mètre.
- Étalonner le pH-mètre à l'aide des solutions tampon à pH 7 (solution neutre) ensuite solution tampon à pH=4 (solution acide).
- Régler la température de l'appareil à 20°C.
- Introduire l'électrode dans la pâte de fromage et Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée après chaque utilisation.

Lecture

La lecture des résultats se fait directement à partir de l'affichage sur le cadran du pH-mètre.

Les résultats sont exprimés en unité de pH à température de 20°C.

1.6.2. Détermination de l'extrait sec total

La perte de masse d'un produit lorsqu'il est soumis à une dessiccation renseigne sur sa teneur en eau. La dessiccation à 102°C + ou - 2°C d'une quantité déterminée de produit, jusqu'à obtention une masse constante donne sa teneur en eau. Dans notre cas, 3g de fromage fondu sont mis dans une capsule en porcelaine. Cette quantité est séchée à une température de 102°C plus ou moins 2°C pendant 3h. Dans une étuve à la pression atmosphérique la capsule est placée dans un dessiccateur pour refroidissement. L'échantillon est pesé puis introduit de nouveau dans l'étuve. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant. (JORADZN° 25, 2013)

Mode opératoire

- Peser le récipient vide et sèche, puis noter leur poids, ensuite taré le poids de recéptions.
- Peser à nouveau 3 g de fromage fondu dans le même recéptions.
- Mettre l'échantillon dans le four a moufle à 102°C pendant 3 heures.
- Après séchage peser le poids total (recéptions + l'échantillon sec).

La teneur en eau est exprimée selon la formule suivante :

La matière sèche exprimée en pourcentage en masse, est égale à :

$$(m_2 - m_0) - (m_3 - m_4) \times 100 / (m_1 - m_0)$$

Où :

m₀ : est la masse, en gramme, de la capsule (y compris le sable), du couvercle et de la baguette.

m₁ : est la masse, en gramme, de la capsule (y compris le sable), du couvercle, de la baguette et de la prise d'essai.

m₂ : est la masse, en gramme de la capsule (y compris le sable), du couvercle, de la baguette et de la prise d'essai sèche.

m₃ : est la masse, en gramme de la capsule utilisée pour l'essai à blanc pour le même temps de dessiccation que m₂.

m₄ : est la masse, en gramme de la capsule préparée utilisée pour l'essai à blanc.

Exprimer le résultat en g / 100 g avec 2 décimales

1.6.3. Détermination de la matière grasse « MG »

Principe

Le dosage de la matière grasse se fait par la méthode acido-butyrométrique dont le principe est basé sur la dissolution des protéines de fromage, matières grasses exceptées par l'acide sulfurique. Sous l'influence de la force centrifuge et grâce à la jonction d'une petite quantité d'alcool iso amylique, la matière grasse se sépare.

Mode opératoire

Pour la poudre de lait

- Dans un Butyromètre on introduit 10 ml d'acide sulfurique de densité 1.52
- Ajouter 10 ml d'eau distillée, 2.5 g de poudre de lait et 1 ml d'alcool iso-amylique.
- Fermer le butyromètre de poudre de lait avec un bouchon sec et propre
- homogénéisation et fait de mouvement de rotation pour le butyromètre.
- Déposer le butyromètre dans un bain marie à température 65 ° C pendant 5 min.
- Centrifuger à 360 tours / min durant 5 min.
- On prolonge le butyromètre verticalement, bouchon vers le bas dans le bain marie 65°C et on le laisse 10 min.
- Lire la valeur de MG sur le tube de butyromètre.

Pour le Fromage

- Dans un butyromètre on introduit 3g du fromage.
- On ajoute 10 ml d'acide sulfurique de densité 1.522
- agiter le butyromètre avec précaution mais énergiquement et rapide chaque 5min.
- Mettre le butyromètre dans un bain marie à 65° C jusqu' à avoir un fondu du fromage.
- ajouter 1 ml d'alcool iso-amylique.
- On ajoute l'acide sulfurique jusqu' à atteindre 40% du butyromètre
- Le remettre dans le bain marie pendant 5 min après une bonne agitation.
- On centrifuge 10 min à une vitesse de 360 tours /minute.
- Remet dans le bain marie à 65°C pendant 5 min et on fait la lecture.

Expressions des résultats

On maintien le butyromètre verticalement et on ajuste avec le bouchon afin de coïncider phase lipidique avec une division et on fait la lecture rapidement. (Le résultat est exprimé en % massique).

MG= B-A

MG : Matière Grasse.

A : Lecture faite à l'extrémité inférieure de colonne de matière grasse.

B : Lecture faite à l'extrémité supérieure de colonne de matière grasse.

1.6.4. Détermination de la teneur en matière grasse sur la matière sèche

La vérification de la conformité de la teneur en matière grasse.

Expression des résultats

$MG/MS \% = MG\% / MS\% * 100$

MS : la teneur en matière sèche

MG : la teneur en matière grasse.

1.6.5. Analyse physicochimique effectuées sur l'eau

1.6.5.1. Détermination du titre alcalimétrique (TA) de l'eau

Définition

Le titre alcalimétrique (TA) correspond à la mesure de la teneur de l'eau en ions d'hydroxydes et en ions de carbonates caustique.

$TA = (OH^-) + 1/2(CO_3^{2-})$

Principe

La détermination de TA est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'indicateur coloré.

Mode opératoire

Dans un bêcher de 250ml verser 100ml d'eau à analyser, ajouter deux gouttes de phénophtaléine comme indicateur coloré.

- Si la couleur est rose, la réaction est positive, titrer par l'acide sulfurique (H_2SO_4) de 0.2N à l'aide d'une burette, en agitant constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution.
- Si la solution est incolore donc le TA=0. (Cas le plus fréquent pour les eaux d'alimentation) dont le pH est inférieur à 8.3 c'est-à-dire que l'eau dépourvue de carbonate.

Expression des résultats

Le titre alcalimétrique TA exprimé en degré français (°f) est donné par lecture directe sur la burette du volume de l'acide sulfurique utilisé pour le titrage.

TA : Titre alcalimétrique en °f.

V1 : Volume d'acide sulfurique en ml pour obtenir le virage.

TA (f°) = V1

1.6.5.2. Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) de l'eau

Principe

La détermination de TAC est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'indicateur coloré.

Mode opératoire

Sur le même échantillon ayant servi à la détermination du TA

- Ajouter 2 ou 3 gouttes d'indicateur coloré méthyl orange : la couleur devient jaune.
- Titrer de nouveau avec la même solution d'acide sulfurique H_2SO_4 jusqu'au virage du jaune au jaune orange (pH=4,3) : un excès de l'acide sulfurique provoque le passage du jaune orange au rouge orange (pH=4).
- Soit V_2 le volume d'acide H_2SO_4 ajouté.

Expression des résultats

Le titre alcalimétrique complet TAC exprimé en degré français (°f) est donné par la formule suivante :

$TAC (°f) = V$.

TAC : titre alcalimétrique complet en °f.

V : volume de l'acide sulfurique en ml versé depuis le début du dosage.

V_1 : Volume d'acide sulfurique en ml pour doser le TA.

V_2 : Volume d'acide sulfurique en ml ajouté.

1.6.5.3. Détermination du titre hydrométrique (TH) de l'eau

Principe

Son principe est basé sur le titrage par complexométrie du Ca^{2+} et Mg^{2+} avec une solution aqueuse de sel di-sodique d'acide éthylène-diamine tétra acétique (EDTA), solution de pH=10.

L'indicateur coloré noir ériochrome T (NET) donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions de calcium et de magnésium.

Lors du titrage, l'EDTA réagit d'abord avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} libre en solution, puis au point d'équivalence avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} combinés. Ce dernier est libéré, et provoque un changement de couleur du violet au bleu.

Pour que le dosage se passe dans des bonnes conditions, il faut se placer en milieu tamponné, ici à pH=10.

Mode opératoire

Dans un bêcher de 250ml, on introduit 100ml d'eau à analyser puis on ajoute 2ml de solution tampon

ammoniacal pH=10 et 2 gouttes d'indicateur coloré NET.

- Si la couleur obtenue est bleue, donc TH=0.
- Si la solution se colore en violet, on titre avec l'EDTA (0,02N) tout en agitant constamment jusqu'au virage de la couleur, du violet au bleu. Le point final du virage est atteint lorsque la dernière nuance violette aura disparu.

Expression des résultats

La dureté totale de l'eau analysée exprimée en degré français (°f) est donnée par la formule suivante :

$$TH (°f) = V.$$

TH : titre hydrométrique en °f.

V : volume de la solution EDTA utilisé pour titrage en ml.

16.5.4. Détermination du chlorure (Cl) dans l'eau

Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) en présence de chromate de potassium ($K_2Cr_2O_4$).

La fin de réaction est indiquée par l'apparition du teint rouge brique caractéristique du chromate d'argent.

Mode opératoire

Dans un bêcher, on introduit 100 ml d'eau à analyser puis on ajoute 10 gouttes de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_4$) à 10%, on titre avec la solution de nitrate d'argent ($AgNO_3$) à 0,1N jusqu'au virage du jaune au rouge brique.

Expression des résultats

$Cl^- = V \cdot 10,35,5$ Pour une prise d'essai de 100ml

V : le volume en ml de nitrate d'argent $AgNO_3$ nécessaire pour le titrage

35,5 : la masse moléculaire de chlorure.

Les chlorures sont exprimés en **mg** de **Cl⁻** par litre d'eau (**mg/l**)

Chapitre 2 : Résultats et discussion

2.1. Résultats et interprétations des analyses de contrôle de la qualité microbiologique

Afin d'analyser, contrôler, déterminer et assurer la qualité physico-chimique de notre produit (fromage fondu à la crème), il faut aussi suivre et assurer ce dernier du côté microbiologique, et pour cela nous avons effectué des analyses microbiologiques sur la matière première et le produit fini.

2.1.1. Matières premières

2.1.1.1. Eau de process

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 06 : Tableau représente les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de process

Echantillon	E1	E2	E3	Norme
Germes				
Germes aérobie à 37°C	ABS	ABS	ABS	20ufc/ml
Germes aérobie à 22°C	ABS	ABS	ABS	<10²ufc/ml
Coliformes totaux	ABS	ABS	ABS	10ufc/ml
Coliformes fécaux	ABS	ABS	ABS	ABS
<i>Streptocoques</i>	ABS	ABS	ABS	ABS

Journal Officiel de la République Algérienne N°39 de 02 juillet 2017.

Interprétation

Les résultats des analyses de l'eau de process qui est présentes dans le tableau ci-dessus révèlent une bonne qualité hygiénique satisfaisante due à l'absence totale des germes aérobies mésophiles totaux qui sont des germes de contamination .

- Absence des coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoque fécaux qui sont de type de contamination fécale.

2.1.1.2. Cheddar

Les résultats des analyses microbiologiques de Cheddar sont représentés dans le tableau suivant:
Tableau 07 : Tableau représente les résultats des analyses microbiologiques du Cheddar

Echantillon Germes	E1	E2	E3	Norme
<i>Staphylococcus aureus</i>	ABS	ABS	ABS	10 ²
SAG	ABS	ABS	ABS	<150ns/g

Interprétation

D'après les résultats des analyses microbiologiques des trois prélèvements présentés dans le tableau ci-dessus indiquent une absence totale des germes recherchés dans le cheddar destiné à la fabrication de notre produit « fromage fondu à la crème ».

Ce qui veut dire le cheddar utilisé dans la fabrication de fromage fondu stérilisé est de qualité microbiologique satisfaisante et conforme par rapport les normes du **Journal Officiel de la République Algérienne N°39 de 02 juillet 2017**.

A la fin on dit que l'entreprise à bien respecter

- Les bonnes pratiques d'hygiènes (hygiène du personnel et du matériel).
- Les conditions de stockage.

2.1.1.3. Poudre de lait 0%MG

Le tableau suivant résume les résultats des analyses microbiologiques de la poudre de lait utilise :

Tableau 08 : Tableau reprisent les résultats des analyses microbiologiques de poudre de lait.

Echantillon Germes	E1	E2	E3	Norme*
Germes aérobies mésophile à 30°C	ABS	1.10 ⁵ ufc/g	ABS	2.10 ⁵ ufc/g
Coliformes totaux	ABS	ABS	ABS	10ufc/g
Coliformes fécaux	ABS	ABS	ABS	1ufc/g
Levures et moisissures	ABS	ABS	ABS	ABS

Interprétation

D'après les résultats d'analyses microbiologiques effectués sur la poudre de lait mentionnés dans le tableau ci-dessus

Une présence faible de germes aérobies mésophiles totaux au niveau de **(E2)**, mais leur nombre est négligeable, Et l'absence totale dans d'autres prélèvements **(E1)** et **(E3)**.

Une absence des coliformes totaux et des coliformes fécaux dans les trois prélèvements, qui représente les indices de contamination fécale.

Une absence des germes d'altération à savoir les **levures et moisissures**.

Effectivement la présence des germes aérobies mésophiles totaux malgré leur faible concentration sont considérés comme une flore banale contaminatrice; leur apparition est due selon (BOURGEOISE et LEVEAU, 1991). Au manque d'hygiène d'une façon générale, à la contamination par l'air ambiant ou encore à la contamination au moment du prélèvement des échantillons.

Alors les résultats sont conformes aux normes exigées ce qui confirme la qualité microbiologique satisfaisante de la poudre de lait et qui est liée à :

- Respect des conditions de transport
- Respect des conditions de stockage et de conservation.

2.1.1.4. Beurre

Les résultats des analyses microbiologiques de beurre sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 09 : Tableau représente les résultats des analyses microbiologiques de beurre.

Echantillon / Germes	E1	E2	E3	Norme
Germes aérobies à 30°C	ABS	ABS	ABS	10 ² ufc/g
Coliformes totaux	ABS	ABS	ABS	10ufc/g
SAG	ABS	ABS	ABS	<150ns/g
Levures et moisissures	ABS	ABS	ABS	ABS

Interprétation

D'après les résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus nous remarquons l'absence totale des germes recherchés (les germes totaux, Coliformes, SAG, *Staphylococcus aureus*, Levure et Moisissures).

Donc le résultat des analyses microbiologiques qui ont été obtenus sur les trois prélèvements sont conformes à la norme du **Journal Officiel de la République Algérienne N°39 de 02 juillet 2017**.

Alors on dit que le Beurre utilisé présente une qualité microbiologique satisfaisante et l'échantillonnage a été bien effectué ainsi que les bonnes conditions de stockage (température, l'humidité).

2.1.2. Produit fini

Les résultats des analyses microbiologiques du produit fini sont représentés dans le tableau ci-dessous

Tableau 10 : Tableau représentant les résultats des analyses microbiologiques de produit fini

Echantillon	E1	E2	E3	Normes d'entreprise
Germes				
Coliformes totaux	ABS	ABS	ABS	ABS
Coliformes fécaux	ABS	ABS	ABS	ABS
SAG	ABS	ABS	ABS	ABS
<i>Streptococcus</i>	ABS	ABS	ABS	ABS
Levures et moisissures	ABS	ABS	ABS	ABS

Interprétation

D'après les résultats d'analyse présente dans le tableau ci-dessus on remarque que le produit fini (fromage fondu à la crème) est de qualité microbiologique satisfaisante par absence des germes et les spores recherchées, ceci est dû à l'efficacité des traitements thermiques appliqués sur les matières premières et durant la chaîne de fabrication. Grâce aux températures élevées à la sortie du stérilisateur UHT et les bonnes conditions d'hygiène de la conditionneuse et la qualité d'emballage qui est n'a aucun risque de conditionnement sur le produit.

L'analyse bactériologique du produit fini doit être considérée comme un test de vérification d'hygiène de fabrication.

2.2. Résultats et interprétations des analyses de la qualification de la méthode classique par la méthode NPP

Les résultats des analyses microbiologiques fait pour la qualification de la méthode alternative qui est la méthode classique par la méthode d'encrage qui est la méthode NPP sont représentés dans les tableaux ci-dessous

Tableau 11 : Tableau comparatif entre les résultats des analyses microbiologiques de produits fini en utilisant les deux méthodes

Président à la crème (4)							
DF	Heure	SAG NPP	SAG Classique	DF	Heure	SAG NPP	SAG Classique
08/03/22	06:00	<0,3	---	20/03/22	06:00	<0,3	---
09/03/22	06:00	<0,3	---	21/03/22	06:00	<0,3	---

Interprétations

D'après les résultats d'analyse présente dans le tableau ci-dessus on remarque que la méthode Classique peut être utilisé pour l'analyse de la recherche des spores anaérobies gazogènes du fromage fondu « president à la crème », on observe que les résultats étaient conformes en utilisant les deux méthodes.

En conclusion, la méthode classique peut être utilisé pour les produits UHT et non UHT sauf au démarrage qui peut présenter des doutes de conformité, pour cela en peut garder la méthode NPP pour l'analyse de démarrage de production des fromages fondus et pour un contre analyse en cas de résultats +-/+.

2.3. Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques

2.3.1. Matières premières

1.1. Poudre de lait

Les résultats des analyses physico-chimiques de poudre de lait écrémé sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 12 : Tableau représentent les résultats des analyses physicochimiques de la poudre de lait écrémé.

Echantillon	prélèvement			Norme appliqué par l'entreprise
	1	2	3	
pH	6,33	6,32	6,63	6,15 – 6,9
EST%	96,67	96,5	95,82	96
MG%	0	0	0	<1,25

Interprétation

Selon les résultats d'analyses obtenu de la poudre de lait figurant dans le tableau, on constate que : Nos valeurs de pH sont entre 6.33 et 6,63 donc ces valeurs sont comprises dans l'intervalle de la norme (6.15 - 6.9).

L'humidité est un facteur important de conservation, l'humidité élevée provoque la Cristallisation du lactose accompagné d'une série d'altération sur le (goût, l'odeur et l'acidité) ce qui n'est pas le cas pour nos résultats puisque les valeurs de d'EST sont entre 96,67 - 95.82 % donc la poudre de lait a une humidité faible et dans l'intervalle de la norme de 96.

A partir de ces résultats on peut confirmer que la poudre de lait est de bonne qualité physicochimique en comparaison aux normes d'entreprise.

C'est pareil pour la matière grasse, sa teneur est nul ce qui confirme la norme appliquée par l'entreprise puisqu'il s'agit d'une poudre de lait écrémé.

1.2. Beurre

Les résultats des analyses physico-chimiques du beurre sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13 : tableau représentent les résultats des analyses physicochimiques de beurre.

Echantillon	Prélèvement			Norme appliqué par l'entreprise
	1	2	3	
Paramètres	1	2	3	
pH	4,83	5,11	5,07	6
EST%	84,70	82,51	82,64	84 -86
MG%	82	81,5	80,89	>80

Interprétation

D'après les résultats figurant dans le tableau précédant :

- On remarque que les valeurs du pH se situent entre (4.83, 5.11)
- L'extrait sec total entre (82.51, 84.70)
- La matière grasse entre (80.89, 82)

Les résultats répondent parfaitement aux normes exigées par l'entreprise. Ce qui explique que le beurre utilisé est de bonne qualité physico-chimique, et que l'entreprise à respecter les bonnes conditions de stockage.

1.3. Cheddar

Le tableau suivant résume les résultats des analyses physico-chimiques du cheddar utilisé.

Tableau 14 : représentent les résultats des analyses physicochimiques de cheddar.

Echantillon	Prélèvement			Normes appliquées par l'entreprise
	1	2	3	
Paramètres				
pH	5,5	5,16	5,17	5 - 5,5
EST%	64,34	67,38	63,98	55 - 65
MG%	35,63	33	33,5	30 - 37

Interprétation

D'après les résultats des analyses effectuées sur le cheddar des 3 prélèvements on remarque que:

Les valeurs du pH se situent entre (5.16 - 5.50). Donc ils sont dans l'intervalle de la norme appliquée par l'entreprise et ceci est essentiel de point de vue qualité organoleptique, puisqu'il joue un rôle important sur la texture et le goût. C'est un paramètre très important pour la conservation du produit, car le pH supérieur à la norme favorise le développement des micro-organismes et l'altération du produit.

Cette matière première est considérée comme un fromage jeune d'après sa date de fabrication, il a un affinage de 5 mois, donc il a un apport intéressant des protéines natives qui joue un rôle primordial dans la constitution du réseau protéique tridimensionnel du produit fini. Afin de faciliter sa fonte et améliorer sa saveur il est mélangé avec d'autres fragments de camembert affinés.

Concernant les valeurs d'EST, on note qu'ils sont en accord avec la norme. Ceci peut être expliqué par un bon stockage de fromage dans des conditions convenables préservant sa qualité.

Le cheddar des trois productions est riche en matière grasse avec une valeur comprise entre 33 - 35.63% conforme aux normes exigées par l'entreprise 30- 37%, ce qui explique que le fromage de cheddar est riche en lipides ce qui favorise le goût et la fonte pendant la fabrication, donc on constate que le cheddar utilisé comme matière première est de bonne qualité physico-chimique.

1.4. Eau de process

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de process sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Tableau représentent les résultats des analyses physicochimiques d'eau.

échantillon	prélèvement			Norme appliqué par l'entreprise
	1	2	3	
paramètres				
pH	7,41	7,32	7,3	7 - 8
TA (f°)	0	0	0	0
TAC (f°)	24	25	24.66	>30
TH (f°)	13	12	13,5	8 - 10
Cl ⁻ (mg /l)	39 .07	30	35	>125

Interprétation

D'après les résultats, nous constatons que pour l'ensemble des paramètres physico- chimiques mesurés, il y a une conformité par rapport aux normes suivies par l'entreprise concernant la potabilité et la qualité de l'eau destinée à l'alimentation humaine.

Le pH est un coefficient qui caractérise l'acidité ou basicité d'une eau. Le pH inférieur à 7 ou acide peut provoquer une corrosion des tuyauteries métalliques et lorsqu' il est supérieur à 8, il entraîne une diminution de l'efficacité de processus de désinfection au chlore. On considère que les normes de santé sont respectées lorsque, le pH est compris entre 7 et 8 à une température de 20°C.

Notre analyse a montré que le pH des trois échantillons de l'eau de process sont entre 7.41 - 7.3, d'où leur conformité aux normes.

Le TA (titre alcalimétrie simple) représente la teneur en hydroxydes et de la moitié en carbonate alcalins et alcalino-terreux. La présence de ces bases fortes augmente le pH de l'eau ce qui influe sur le produit fini et peut endommager l'installation par l'action des ions hydroxydes et carbonates.

Les résultats obtenus après analyses des trois productions de l'eau de process nous a donner un TA nul ce qui est recommandé par la norme d'entreprise. Ce qui explique que le pH de l'eau analysée est inférieur à 8,3 et indique aussi l'absence d'alcalin caustique.

Pour les analyses de TAC (titre alcalimétrique complet) qui représente la teneur en hydroxydes, en carbonate et en hydrogénocarbonate alcalins et alcalino-terreux sont comprises à l'intervalle de la norme 30 (f°), ce qui explique que cette eau présente une teneur normale en carbone apte à la production des pâtes fromagères de bonne qualité.

De même pour l'analyse de TH (titre hydrométrique) est un caractère très important et essentiel pour la Classification des eaux.

Ainsi on a obtenu un taux de chlorures (Cl) compris entre 4.8 et 5.2mg/l, pour les trois productions étudiées, ces valeurs sont conformes aux normes d'entreprise, qui exigent une valeur inférieure à 125 mg/l.

2.3.2. Produit semi-fini

2.1. Au niveau du mélangeur

Les résultats des analyses physico-chimiques au niveau du mélangeur sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 16 : Tableau représentant les résultats des analyses physico-chimique au niveau du mélangeur.

échantillon Paramètres	prélèvements			Moyennes	Normes appliqués par l'entreprise
	1	2	3		
pH	5,78	5,81	5,8	5,79	5,70- 6,70
EST%	41,56	40,86	41,45	41,29	41-42
MG%	22,36	21,46	22,58	22,12	20-25

Interprétation

Les paramètres physico-chimiques à contrôler pour le produit semi-fini permettent d'évaluer le dosage des différents ingrédients et corriger une éventuelle anomalie avant d'arriver au produit fini.

- Les résultats obtenus du fromage fondu au niveau du mélangeur indique que la valeur moyenne de pH est conforme égale (5.79).

Cette conformité du pH obtenus due à l'ajout de l'acide citrique pour les ingrédients après l'homogénéisation

- Pour ce qui de L'EST est conforme aux normes avec une valeur moyenne égale (41.29). Ceci peut être expliqué par :

- Le bon choix des matières premières
- L'exactitude des pesées des matières premières
- Le respect de la formulation au cours de la fabrication.

Parfois le temps d'agitation et le temps d'injection de l'eau froid dans le mélangeur est insuffisant peut causer la diminution de l'extrait sec.

- Les valeurs obtenues pour la matière grasse sont conformes aussi aux normes appliquées par l'entreprise (20-25) avec une moyenne de (22.12)

2.2. Au niveau de l'écumeur

Les résultats des analyses physico-chimiques au niveau de l'écumeur sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 17 : Tableau représentant les résultats des analyses physico-chimiques du produit semi fini au niveau de l'écumeur.

échantillon	Prélèvements			Moyenne	Normes appliqués par l'entreprise
	1	2	3		
Paramètres	1	2	3		
pH	5,75	5,69	5,70	5,71	5,65 – 5,75
EST%	38,79	38,85	38,98	38,87	38 -39
MG%	18,76	18,96	19,25	18,99	18,5 – 19,5

Interprétation

D'après les résultats de cette étape on remarque la diminution des 3 paramètres physicochimique, le taux de PH (5.75-5.69- 5.75), la teneur de l'EST (38.79-38.85,- 38.98) et de la teneur en MG (18.76-18.96- 19.25) pour les trois productions par apport à l'étape précédent (au niveau de mélangeur).

L'abaissement observé au niveau de l'écumeur, peut s'expliquer par la cause de l'effet de traitement thermique appliqué au niveau de préchauffage (de 30°C à 80 °C) et l'UHT (de 80°C à 142+ 3°C) et par l'injection directe de la vapeur, mais ces valeurs que nous avons obtenues dans l'écumeur sont des valeurs recherchées puisque sont conformes aux normes appliquées par l'entreprise.

2.3.3. Produit fini

Les résultats des analyses physico-chimiques du produit fini sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 18 : Résultats des analyses physico-chimiques du produit fini.

échantillon	Prélèvements			Moyennes	Normes appliqués par l'entreprise
	1	2	3		
paramètres					
pH	5,71	5,63	5,57	5,63	5,65 – 5,75
EST%	38,47	38,96	37,93	38,45	38 -39
MG%	18,76	18,25	19,11	18,70	18,5- 19,5

Interprétation

D'après les résultats physico-chimiques du fromage fondu dans les 3 prélèvements on constate une conformité des valeurs moyenne du pH égale (5,63), MG égale (18,7%), EST (38,45%), par rapport aux normes exigées par l'entreprise.

En effet globalement nous pouvons dire que le produit fini est de qualité physico- chimique acceptable.

Cette conformité est due à :

- L'efficacité de traitement thermique appliqué sur le fromage fondu
- La bonne qualité de l'eau de process et des matières premières
- La bonne maîtrise des procédés de fabrication qui ont abouti à avoir un bon résultat donc un produit fini de bonne qualité.
- Le bon fonctionnement des matériels utilisés dans la fabrication de fromage fondu.
- Le respect des règles d'hygiène (équipement, matériel).
- L'emballage n'a aucun risque de conditionnement sur le produit.

2.3.4. Analyses physicochimiques rapide pour « produit finis »

Tableau 19 : représente tous les résultats physicochimiques rapides de produits fini (président à la crème)

	EST%	MG%	G/S	pH	Taux de sel	Viscosité	Texture
Président à la crème	37,89	17,7	0,47	5,72	0,48		
	38,41	17,9	0,47	5,58	0,56		
	38,9	18,4	0,47	5,58	0,57		
	37,25	17,81	0,48	5,92	0,62		
	37,16	16,32	0,44	5,76	0,67		

Interprétation

D'après les résultats physico-chimiques rapides pour produits finis, dans 5 prélèvements pour chaque échantillon ,on constate une conformité des valeurs moyenne du pH entre (5,58- 5,92), MG égale (16,32%-18,4%), EST entre (37.16 -38,9%), G/S (0,44 -0.48), taux de sel entre (0,48- 0.67), donc les résultats rapides sont conformes.

Conclusion

Le fromage présente un aliment de base pour l'homme dans presque toutes les parties du monde. Mais à part sa valeur nutritionnelle et économique, le fromage peut contenir des germes microbiens dangereux souvent responsables des toxi-infections collectives, ces micro-organismes à majorité bactérienne sont soit apporté par manipulation ou par le matériel.

La santé humaine est très importante d'un côté et très sensible d'un autre côté, pour cela le contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique est indispensable.

En effet ce travail représente d'une part une étude de contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du fromage fondu « à la crème » produit au niveau de la laiterie Célia Algérie, d'après l'analyse des résultats des différents contrôles nous avons constaté que :

Sur le plan physico-chimique, les résultats sont conformes aux normes décrites par JORA.

Sur le plan microbiologique, les résultats ont montré l'absence de contamination de fromage.

Suite à cette étude nous concluons que le produit fini produit au sein de cette laiterie qui est le fromage fondu a une bonne qualité physico-chimique et microbiologique ce qui reflète le bon respect des conditions d'hygiène lors de la fabrication et du transport ainsi que lors du stockage.

Enfin, pour assurer une bonne qualité organoleptique, nutritionnelle, sanitaire et marchande du produit final, une stabilité microbiologique et physico-chimique, nous recommandons de respecter des gestes d'hygiène simples (travail dans un environnement et avec du matériel propres et désinfectés, lavage et désinfection des mains, vêtements adaptés, évacuation des déchets, maintien de la chaîne du froid...), et l'utilisation d'équipements courants maintenus dans un parfait état de propreté.

D'un autre coté notre travail consiste à qualifier la méthode classique pour l'analyse microbiologique qui est basé sur la recherche et le dénombrement des spores anaérobies gazogènes (SAG) qui est une méthode économique et plus facile à manipuler du coup gagner plus de temps, milieu de culture et tubes.

En peut conclure à partir de nos résultats, que cette méthode est qualifier pour l'analyse de tous les types de fromage fondu produit par « Célia Algérie » sauf au démarrage des produits non UHT.

Abdoune O, 2003: 'De Magister en Sciences Alimentaires Option Nutrition Appliquée Qualité du fromage à pâte molle type Camembert fabriqué à la laiterie de Draa Ben Khedda : nature de la matière première et évaluation de l'activité protéolytique au cours de l'affinage.

AFNOR, 1999 : Microbiologie alimentaire : Méthodes horizontales, Tome 1.-Paris : AFNOR.630 p.

Alais C, Linden G et Miclo L. (2008) : Biochimie alimentaire, Dunod 6ème édition. Paris.pp:86-88

ALIAS, C. .1975 : Science du lait principe des techniques litières.3ème édition. Paris.

ANDRE, c.k, et GILLISJ. C, 1997 : le fromage de la science à l'assurance qualité. Ed, Tes et Doc, Lavoisier 3ème édition, paris, 891P.

Belbedi A., 2013 : Contribution à la caractérisation du fromage bouhezza : contenu lipidique et vitamines, pp04. 10.1016/j.tifs.2003.09.004

Berger W., Klosteræeyer H., Merkenich K., Ublmann G., 1989: Processed cheese manufacture. Ladenburg: BK Ladenburg GmbH.

Beroza M, Bowman MC. (1996): Correlation of pesticide polarities with efficiency of milk extraction procedures. J. assos, of .agric.chem. pp : 7-12

BOUTONNIER J.L., 2000 : Fabrication du fromage fondu **In :** Techniques de l'ingénieur.

Traité agroalimentaire. Paris, F-6310.

BRISABOIS A, et.al. 1997 : Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. Rev. Sci. tech. Off. Int. Epic.

Caræinati D., et.al. 2010: 'Advances and Trends in Starter Cultures for Dairy Fermentations', in Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications, pp. 177—192.

Doi: 10.1002/9780813820866.ch10p. 88.

CHAMBRE M. et DA URELLES J., 1997: Le fromage fondu. **In: ECK A. et GILLIS.** Le fromage. Ed. Lavoisier, p. 691 -708.

CHILLIARD Y et LAMBERET G. 1984 : La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variations, signification pratique. Le lait.

Chérifi, N. and Riane, A., (2017): Vérification de la mise en place du système HACCP au niveau de la fromagerie SARL PROMASIDOR (Fromage fondu en portion « Le Berbère »). Mémoire de Master II. Université Blida 1. Blida 260 P.

CODEX Standard 283-1978 : norme générale pour le fromage. Lait et produit laitiers, 2ème édition. pl.

CODEX ALIMENTARIUS, 1978 : Norme générale codex pour le fromage. CODEX STAN, p.283.

ESSALHI, M.2002 : Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques du lait. Mémoire d'ingénieurs. Institut Agronomique et vétérinaire, Hasan II, Rabat.

ECK A. et GILLIS J.C., 1998 : Le fromage. Edition Tec & Doc, Paris, p.3,7-513,

FREDOT, E, 2006 : connaissance des aliments. Bases alimentaires et notionnelles de la diététique (éd. Tec. Et doc) Lavoisier, paris .Pp59-87.

Fox P.F., Guinne T.P., Cogan T.M., Mcsweeney P.L.H., 2000: Fundamentals of cheese science. Maryland: Aspen Publishers Inc. p. 429—451

Food Agriculture Organisation [FAO]/ [OCDE]. (2016) : Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025 Chapitre spécial : Afrique subsaharienne, Éditions OCDE, Paris. 141 P.

Gaucheron F . 2004 : minéraux et produits laitiers, Edition Tec et Doc , Lavoisier, P566, 581, 582.

GOLDIN B R., et.al. 1980: Effect of diet and Lactobacillus acidophilus supplements on human fecal bacteria enzymes. J Nut Cancer Inst 64, p.255-260.

GUIRAUD, J et GALZY, P.1980 : L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition l'usine.119p.

GUIRAUD, IP. 2003 : Microbiologie Alimentaire. Edition Dunod. Paris.

HEUCHEL, V. et.al .2003 : Lipolyse du lait de vache et qualité organoleptique des produits laitiers. Renc. Tech. Ruminant n°10.

Hoogwegt Group,(2019) : Une situation difficile pour l'Algérie. Vol. 16 — Numéro 4. 1-2.

Jacquet J. (1969) : Les antibiotiques dans le lait et les produits laitiers. Econ, méd, anim. pp : 10,13- 17.

KIM, H. HARDY,et.al .1982. Les goûts anormaux du lait frais et reconstitué. Collection FAO Alimentation et nutrition n°35.

Kongo, J.M. and Malceta, F.X. (2016): Cheese processing and Sensory Properties. In: Encyclopedia of Food and Health. Elsevier, 748-754.

KATZ H. et Weaver W.W., 2003: Encyclopedia of food and culture. Charles Scribner's Sons Ed, New York. vol 1: Acceptance to food politics, p.718.

Lamontagne Michel Claud P., et al.2002 : Microbiologie de lait. Science et technologie de lait.

Ecole poly technique de montéal

Leroy F and De Vuyst L, 2004: 'Functional lactic acid bacteria starter cultures for the food fermentation industry', Trends in Food Science, 15, pp. 67-78. Doi: 10.1016/j.tifs.2003.09.004.

LEYRAL,G et VIERLING, É.2007 : Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4e édition Biosciences et techniques. 87p.

Lucie, R, 2013 : La composition nutritionnelle des fromages. Extrait du La lettre à table. Consulter le mardi 8 janvier 2013.3-4.

Lucie, R., 2013 : La composition nutritionnelle des fromages. Extrait du La lettre à table. Consulter le mardi 8 janvier 2013.3-4.

Luquet, Fm 1985 : lait et produits laitiers, vache, brebis, chèvre, volume 2, les produits laitiers transformation et technologies. P2, 254,259.

Luquet F.M., 1990 : Laites et produits laitiers; vache, brebis, chèvre. Edition Tee et Doc. Tome3, 253.

Mahieu H, Jaouen JC, Luquet GM et Mouillet L.(1977) : Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. Le lait, 57, pp : 565- 568.

Mathieu J.(1998) : Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron. Initiation à la physico-chimie du lait. Edition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. pp : 12-210.

Mäyrä-Mäkien M, and Bigret, M, 2004: “Industrial use and production of lactic acid.

Michell M.2005 : Détection des résidus d’antibiotiques dans le lait de chèvre. Laboratoire des résidus médicamenteux/ division des services de laboratoire /université de Guelph ; Brenda Norris- programme de salubrité des produits laitiers/MAAARO.

Morel I. (1962) : Enquêtes sur la présence d’antibiotiques dans le lait de trois zones de production, 1962. Lait, 42, p: 593-601.

Nero, L.A. and Carvalho, A.F.; (2019): Challenges for Production and Consumption of Raw Milk and Raw Milk Products. **In**: Raw Milk. Elsevier, 351-362.

Ngounou C., Ndjouenkeu R., Mbofung F et Noubi I., 2003: Mise en évidence de la biodisponibilité de calcium et du magnésium au cours de la fermentation du lait par des bactéries lactiques isolée du lait caillé du zébu. Journal of food Engineering, 57, p: 301-307.

Richonnet, C., (2016) : Caractéristiques nutritionnel les des fromages fondus. Cahiers de nutrition et de diététique, Nutritional properties of processed cheeses. Fromageries BEL, 1-8.

SCOTT R., RICHARD K.R. et WILBEY A., 1998: Cheese making practice. 3rd edition. Springer Ed, p. 449.

SOOMRO A.H., MASUD T. et KIRAN A., 2002: Role of Lactic Acid Bacteria(LAB) **In**: Food Preservation and Human Health. A Review. Pakistan Journal of Nutrition, vol 1, p. 20- 24.

Vanier P. 2005. Le lait au fil du temps, Usages culinaires, Conservation, Ecologie et environnement. p : 65.

VIGNOLA, C.L. 2002 : Science et technologie du lait, transformation du lait. Fondation et technologie du Québec, p 600.

WALTHER B., SCHMID A., SIEBER R et WEHRMULLER K., 2008. Cheese in nutrition and health. A review. Dairy Sci. Technol Ed, p. 88-389—405.

Annexe 1 - Classification des fromages (d'après J.Kelling 1947).

I. Fromages frais	À coagulation lente: petits-suisses				
II. Fromage affinés	à coagulation rapide : fromage à la pie				
égouttage spontané		À moisissures		à croûte	
		externes	internes	séchée	lavée cendrée
	Coagulation lente	Saint-marcellin neuf châtell			
égouttage accéléré	coagulation rapide	Camembert brie coulommiers		genre chèvre	bourguignon langres olivet Vendôme
	découpage du caillé	carre de l'est	Gorgonzola bleu d'auvergne roquefort bleu du Jura	Munster bel pèse livarot maroilles pont-l'évêque	
	découpage et brassage	fourme d'Ambert			Tilsitt
	découpage et brassage et pression	tome de Savoie saint-nectaire		saint-paulin hollande reblochon hollande étuvé	
égouttage accéléré	découpage et brassage et pression et broyage			cantal	cheddar chester laguiole salers
	découpage, brassage, cuisson et pression			sbrinz asiago parmesan	emmental gruyère comte

Pour éviter de surcharger le tableau, une quarantaine seulement de variétés de fromages y figurent. Mais toutes leurs variétés qui ne sont pas citées pourraient y trouver place. Il faut noter que tous les fromages inscrits sur le fond en couleur appartiennent au groupe des fromages « de garde », fromages de longue conservation qui représentent la majeure partie de la production mondiale.

Annexe 2 – Tableau récapitulatif des trois formules de la classification du codex alimentaire

Formule I		Formule II		Formule III
TEFD*(%)	Premier élément de dénomination	MGES**(%)	Second élément de dénomination	Dénomination d'après les principales caractéristiques d'affinage
<51	Pâte extra-dure	>60	Extra-gras	1. Affiné:
49-56	Pâte dure	45-60	Tout-gras	a principalement en surface
54-63	Pâte demi-duré	25-45	Mi-gras	b. principalement dans la masse
61-69	Pâte demi-molle	10-25	Quart-gras	
>67	Pâte molle	<10	Maigre	Affiné aux moisissures: Principalement en surface Principalement dans la masse 3. Frais

Annexe 3 – Présentation de l'organisme d'accueil : SARL CELIA Algérie Situé a BENI TAMOU. (BLIDA):

La laiterie de BENI TAMOU (wilaya de Blida) a été cédée en 2007 par le conseil de la privatisation à deux partenaires, en l'occurrence **le groupe Soummam** et **le groupe français LACTALIS**. Le producteur de la marque **Président** est depuis le **3 décembre 2013** la propriété du **groupe Celia**: Cette laiterie, qui est implantée sur un terrain d'assiette de 7 hectares a été cédée au prix de 97 milliards de centimes. Néanmoins, le conseil avait tout prévu selon la section syndicale pour garantir les droits et les avantages sociaux des travailleurs qui avaient bénéficié de 10% de la vente, soit la somme de 44 millions de centimes avait été octroyé a chacun des 700 travailleurs employés. Le groupe Soummam et celui de LACIALIS, qui se partageaient les actions, viennent de céder la totalité de leurs parts à **Sarl Celia Algérie**.

Cette dernière société de BENI I AMOU (Blida), spécialisée entre autres dans la production de camemberts, appartenant au groupe français LACIALIS, **premier fromagerie mondial** qui fabrique ses produits dans 22 pays, est en passe de devenir une référence en matière de qualité.

Cette entreprise, qui emploie plus de 400 personnes et qui a consenti un investissement de plusieurs

millions d'euros pour se conformer aux normes universelles, tient d'ailleurs à rappeler qu'elle applique la plus grande rigueur dans ses procédures de contrôle.

Le Groupe LACIALIS (36 500 collaborateurs, 125 sites industriels, 8,5 Mds d'Euros de CA), **2^{ème} Groupe Laitier Mondial**, poursuit sa croissance parmi les leaders de l'industrie alimentaire tout en affirmant sa culture familiale.

Le poste Basé à BENI TAMOU (50 Km au sud d'Alger Rue frères zedri) sur un site élaborant des produits laitiers (camembert, fondus, lait, fromages blancs...) à marque **PRESIDENT** et **MITIDJA**.



Figure 1-La position de l'entreprise sur Google.

Historique de la marque CELIA internationale :

1927: Naissance de Celia® avec la création d'une fromagerie à Craon (53) située au Nord-Ouest de la France.

1963: Construction de 1^{er} tour de séchage à l'usine de Craon marquant le début de l'activité de la transformation du lait en poudre.

1980: La laiterie de Craon lance la marque Celia dans les DOM TOM, en Afrique, au Maghreb, au Moyen Orient et est aujourd'hui N° 2 en Algérie.

1994: Renforcement de nos activités B to B sur des marchés Asiatiques dynamiques tel que Taiwan

2001: Acquisition des Laboratoires DHN (Produits de Nutrition entérale et orale).

2003: Acquisition des Laboratoires Picot®, spécialisé en nutrition infantile. En 2011 la marque Picot® affiche une Part de Marche de 24% en France.

2007: Intégration de Celia dans le groupe Lactalis, alors 2^{ème} groupe laitier mondial et N°1 en Europe. Le Groupe LACTALIS déjà acteur en France en Nutrition Infantile avec la marque Eveil® de LACTEL, est N°3 sur les segments des laits de croissance en France.

2008: Création de la Division LACTALIS Nutrition & Santé qui regroupe les activités de Nutrition

Infantile et Médicale.

2009: Intégration de la marque Celia a la division LACTALIS International pour favoriser son expansion à travers le monde.

2010: Déploiement de la marque Celia en Nutrition Infantile a l'internationale. Lancement de la marque Eveil en Italie.

2011: Intégration dans le groupe des activités de 2 acteurs majeurs en Nutrition Infantile sur le Marche Espagnol Puleva et Sanutri .

- Puleva, proposant une large gamme de laits de consommation, s'inscrit parmi les leaders laitiers espagnols.
- Sanutri est une entreprise spécialisée dans les laits infantiles et les céréales pour enfants commercialisés en Espagne en pharmacies et parapharmacies.
- Lancement de la marque Celia en Russie, Arabie Saoudite, Pakistan et Chine.
- Le Groupe LACTALIS devient N°1 mondial des produits laitiers, après une prise de position majoritaire dans le leader laitier italien : Parmalat

2012: Lancement de Puleva bébé en Espagne Poursuite du déploiement de Celia à l'international

Les activités de l'entreprise:

L'entreprise Sarl Celia Algérie se caractérise par plusieurs activités et produits auniveau de l'usine :

- **La collecte de lait cru :**

La collecte du lait nécessaire pour la production du fromage frais se fait dans des fermes laitières, ou les vaches sont élevés et traitées selon des règles d'hygiène strictes. Le lait collecte à partir d'un camion citernes isothermes se dirige vers la laiterie qui sera ensuite analyse pour vérifier sa qualité.

- **L'importation de la poudre de lait :**

Le principal fournisseur du marché algérien est La France avec la Nouvelle Zélande.

L'Algérie importe environ 300 000 t/an sous forme de poudre de lait, crèmes de lait et matières grasses laitières. Dont la moitié est importée par le secteur privé (Celia par exemple) au consommateur.

- **Poudre de lait 500 g.**

- **Lait infantile Celia expert 1, 2,3.**

- **Complément sante**

La distribution :

L'entreprise Celia Algérie assure elle-même la distribution dans la Wilaya du Blida (lait), elle a ainsi des distributeurs exclusifs pour les fromages à Blida et d'autres wilaya de littorales.

Annexe 4 – Table NPP

Tableau 2 : Table de NPP (1) pour 3 x 1 g (ml), 3 x 0,1 g (ml) et 3 x 0,01 g (ml)

Nombre de tubes positifs -1 -2 -3	Coefficient NPP	Catégorie *	Limites de confiance (95 %)	
			inf Nmin	sup Nmax
0 0 0	< 0,30		0,00	0,94
0 0 1	0,30	3	0,01	0,95
0 1 0	0,30	2	0,01	1,00
0 1 1	0,61	0	0,12	1,70
0 2 0	0,62	3	0,12	1,70
0 3 0	0,94	0	0,35	3,50
1 0 0	0,36	1	0,02	1,70
1 0 1	0,72	2	0,12	1,70
1 0 2	1,1	0	0,4	3,5
1 1 0	0,74	1	0,13	2,00
1 1 1	1,1	3	0,4	3,5
1 2 0	1,1	2	0,4	3,5
1 2 1	1,5	3	0,5	3,8
1 3 0	1,6	3	0,5	3,8
2 0 0	0,92	1	0,15	3,50
2 0 1	1,4	2	0,4	3,5
2 0 2	2,0	0	0,5	3,8
2 1 0	1,5	1	0,4	3,8
2 1 1	2,0	2	0,5	3,8
2 1 2	2,7	0	0,9	9,4
2 2 0	2,1	1	0,5	4,0
2 2 1	2,8	3	0,9	9,4
2 2 2	3,5	0	0,9	9,4
2 3 0	2,9	3	0,9	9,4
2 3 1	3,6	0	0,9	9,4
3 0 0	2,3	1	0,5	9,4
3 0 1	3,8	1	0,9	10,4
3 0 2	6,4	3	1,6	18,1
3 1 0	4,3	1	0,9	18,1
3 1 1	7,5	1	1,7	19,9
3 1 2	12	3	3	36
3 1 3	16	0	3	38
3 2 0	9,3	1	1,8	36,0
3 2 1	15	1	3	38
3 2 2	21	2	3	40
3 2 3	29	3	9	99
3 3 0	24	1	4	99
3 3 1	46	1	9	198
3 3 2	110	1	20	400
3 3 3	> 110			

lignes No

(1) Voir de Man. I.C. MPN tables corrected: Eur. J. Appl. Biotechnol. 1983, vol. 17, pp. 301-305

Annexe 5 – Les analyses microbiologiques effectuées sur les différents produits

Produit Analyse effectuée	Poudre de lait	Cheddar	Beurre	Eau de procès	Produit fini
Germes aérobie à 22°C	X	X	X	√	X
Germes aérobie à 37°C	√	X	√	√	X
Coliformes totaux	√	X	√	√	√
Coliformes fécaux	√	X	X	√	√
<i>Streptocoque</i>	X	X	X	√	√
Levure/ moisissure	√	X	√	X	√
Spores anaérobies gazogènes	√	√	√	X	√

(√) : Analyse effectuée (X) : Analyse non effectuée

Annexe 6 – Matériel utilisé :

1. Matériel utilisé pour l'échantillonnage

- Sac stériles
- Spatule en inox
- Spatule
- Coton
- Lampe à gaz
- Alcool
- Lame

2. Matériel utilisé pour les analyses physicochimiques et méthodologiques

Verreries et appareillage	Réactifs et indicateurs colorés
<ul style="list-style-type: none">• Acidimètre• Agitateur magnétique• Autoclave• Bain marie• Balance analytique• Bec bunsen• Broyeur• Centrifugeuse• Dessiccateur• Distillateur• Etuves• pH mètre• Pince métallique• Plaque chauffante électrique• Réfrigérateur• Thermomètre• Béchers• Burettes graduées• Butyromètre• Erlenmeyer de 250ml• Fiole conique de 150ml• Fiole jaugée de 100ml• Pipette de 10ml	<ul style="list-style-type: none">• Acide sulfurique à 0.02N• Acide sulfurique de densité =1.825• Alcool iso amylique• Eau distillée• Phénol phtaléine• Solution tampon à pH=07 pour l'étalonnage du pH mètre• Solution tampon) pH=04 pour l'étalonnage du pH mètre• EDTA• Solution de nitrate d'argent• Ethanol 95%

3. Matériel utilisé pour les analyses microbiologiques

Verrerie et appareillage	Milieux de culture
<ul style="list-style-type: none">• Anse de platine• Bain marie• Balance électrique• Bec bunsen• Briquet• Boîtes de petri• Sacs stériles• Etuves d'incubation• Flacon stérile• Pince métallique• Pipette e verre de 10ml• Pipette en plastique stérile• Pipette pasteur• Micro pipette• Portoir• Vortex• Autoclave• Tubes à essai• Spatule stérile	<ul style="list-style-type: none">• TSE• Gélose BCPL• Gélose blanche• Gélose KF• Gélose OGA• Gélose PCA• Gélose RCM• Gélose VRBL• Milieu Eva Letsky• Milieu Rothe

4. Composition des milieux de cultures

Les milieux de culture	Composition des milieux
Gélose VRBL	Peptone7g Extrait de viande.....3g Lactose.....10g Desoxycholate de sodium.....1.5g Cristal violet.....0.002g Rouge neutre.....0.03g Chlorure de sodium.....5g Agar.....15g Eau distillée.....1000ml
Gélose RCM	Tryptone10g Extrait de viande.....10g Extrait enzymatique de levure.....3g Cystéine (chlorydrate).....0.5g Chlorure de sodium (NaCl).....5g Glucose5g Amidon soluble1g Acétate de sodium3g Agar Agar bactériologique.....15g
Gélose KF	Peptone10g Extrait de levure.....10g Maltose.....20g Lactose.....1g Sodium chloride.....5g Sodium glycerophosphate.....10g Sodium azide0.4g

	Bleu de bromocresol0.015g Agar Agar bactériologique.....12g
Gélose RCM de Hirsch et Grinsted	Tryptone10g Extrait de viande.....10g Extrait enzymatique de levure.....3g Cystéine (chlorydrate).....0.5g Chlorure de sodium (NaCl).....5g Amidon soluble1g Acétate de sodium3g Agar Agar bactériologique.....15g
TSE	Tryptone1g Chlorure.....8.5g Eau distillée.....1000ml pH=7 On chauffe lentement jusqu'à complète dissolution, on ajoute le pH à 7, une répartition en tube puis un autoclavage à 121°C pendant 20 minutes.
OGA	Peptone23g Amidon.....1g Citrate de sodium.....5g Esculine.....1g Fer 3 ammonium citrate.....0.5g Lithium chlorure.....15g Agar13g Supplément Cycloheximide200mg Sulfate de colistine.....10mg

	<p>Acriflavine.....2.5mg</p> <p>Céfotétane.....1mg</p>
PCA	<p>Tryptone5g</p> <p>Extrait de levure.....2.5g</p> <p>Glucose.....4g</p> <p>Gelose Agar.....9g</p> <p>Eau distillée.....1000ml</p>
Milieu RCM semi solide	<p>Tryptone3g</p> <p>Extrait de viande.....10g</p> <p>Extrait enzymatique de levure.....3g</p> <p>Cystéine (chlorydrate).....0.5g</p> <p>Chlorure de sodium (NaCl).....5g</p> <p>Glucose5g</p> <p>Amidon soluble1g</p> <p>Acétate de sodium3g</p> <p>Agar Agar bactériologique.....2.7g</p> <p>Eau distillée.....1000ml</p>
Milieu Rothe	<p>Peptone20g</p> <p>Glucose5g</p> <p>Azide.....0.2g</p> <p>Na Cl.....5g</p> <p>Hydro génophosphate de potassium.....2.7g</p> <p>Dihydrogénopho.....2.7g</p> <p>pH=6.8</p>

Quelques matériel utilisé



Vortex



Distillateur



Bain marie



Autoclave



pH mètre



Agitateur magnétique et plaque chauffante

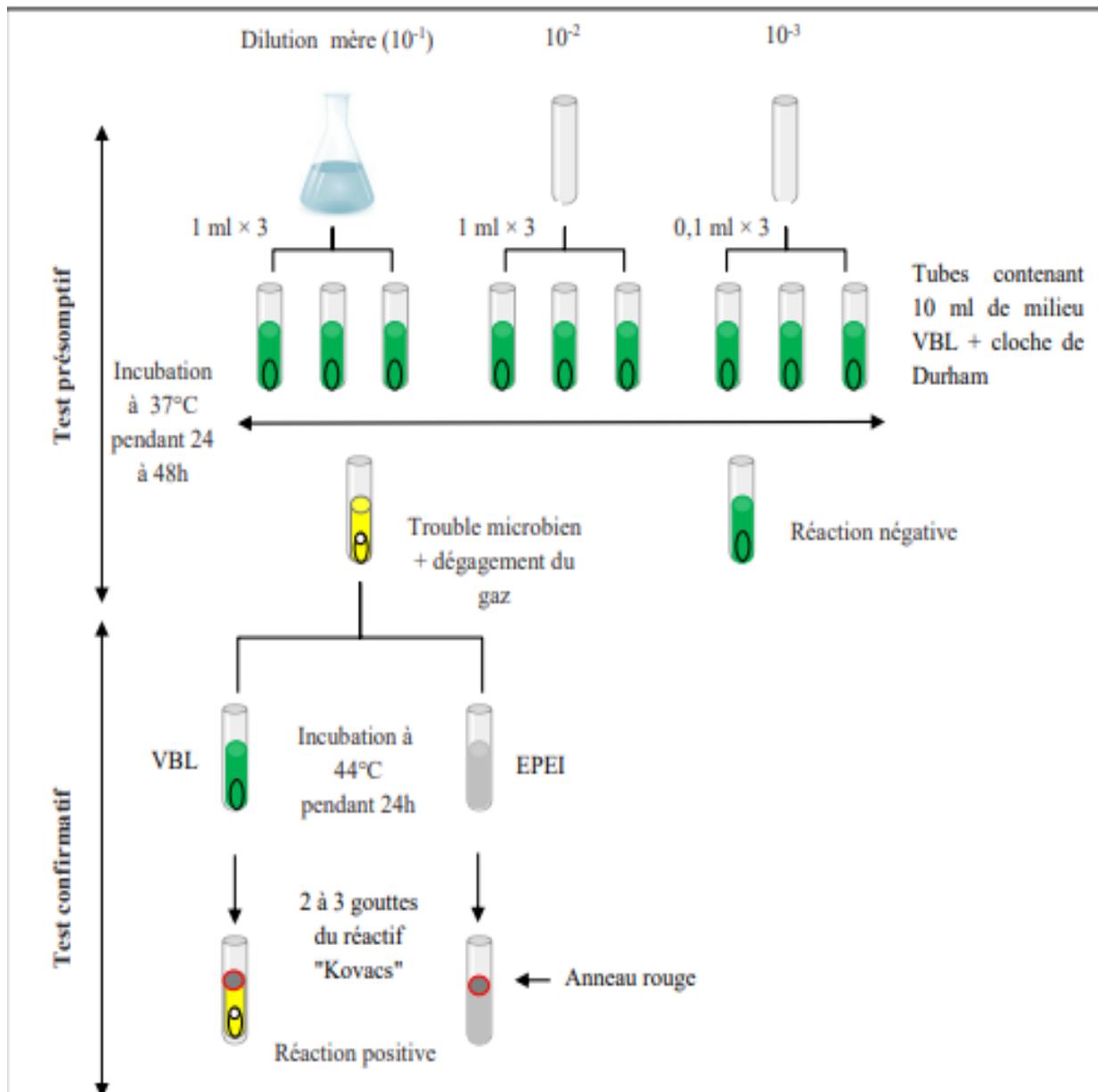


Milieux de culture

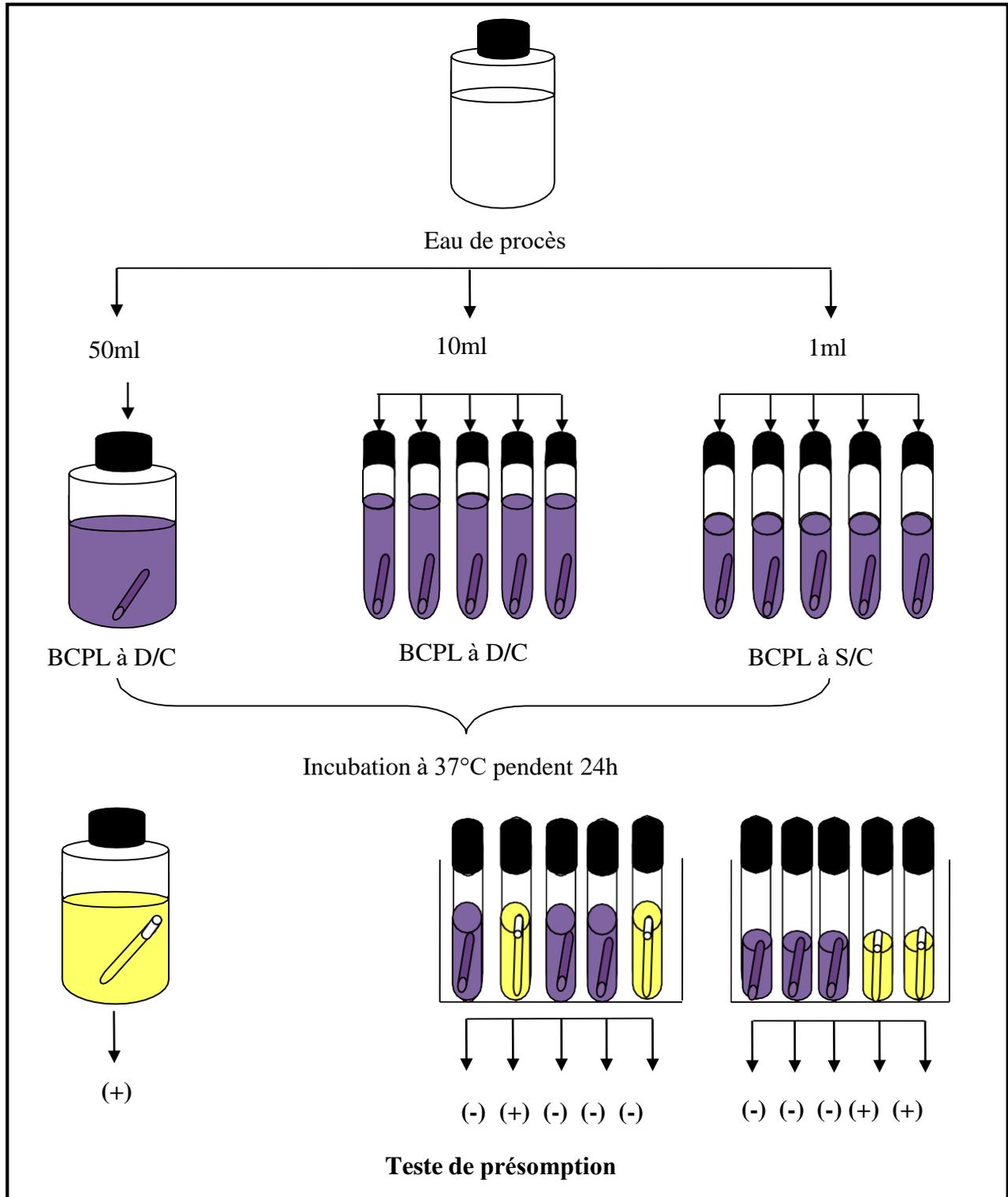


Etuve

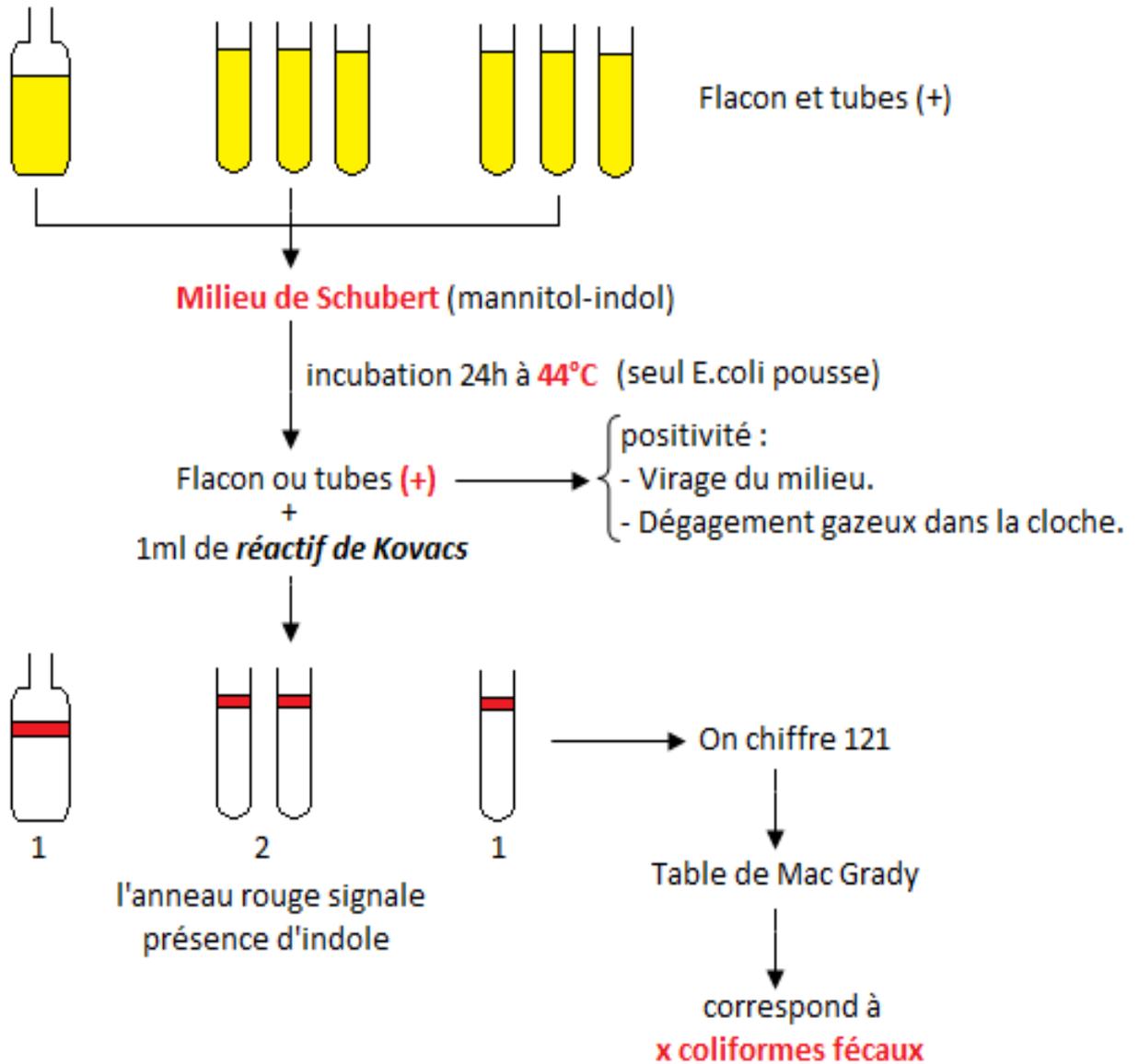
Annexe 7 – Schéma de la recherche des spores anaérobies gazogènes (SAG) par la méthode NPP.



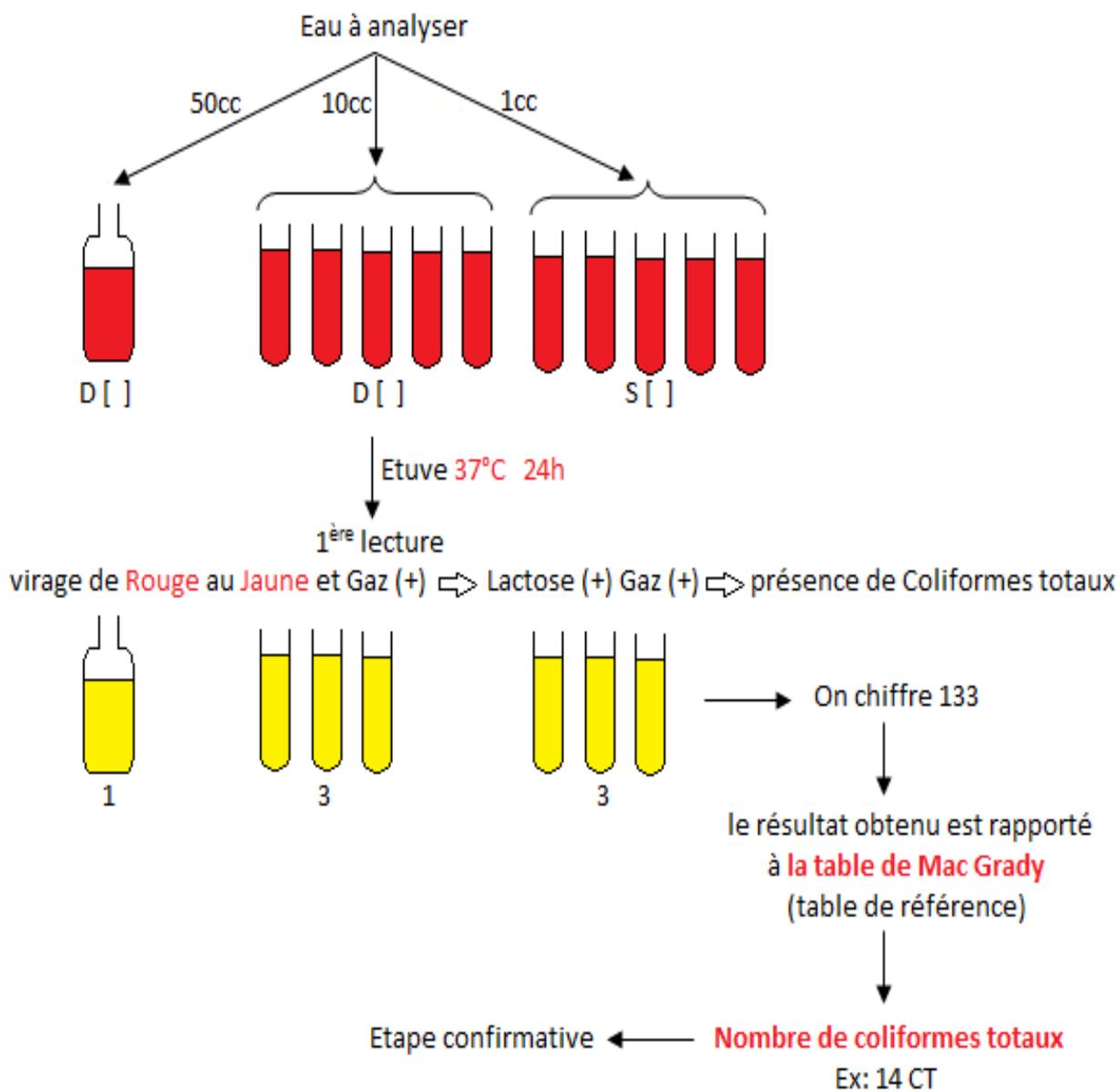
Annexe 8 – Schéma de la recherche et dénombrement des coliformes dans le milieu BCPL.



Annexe 9 – Schéma de la recherche et dénombrement des coliformes dans le milieu Schubert.



Annexe 10 – Schéma de la recherche des streptocoques fécaux dans le milieu Rothe.



Annexe 11 – Schéma de la recherche des SAG par la méthode classique

