

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES ET BIOLOGIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DOMAINE : SCIENCES ALIMENTAIRES
OPTION : NUTRITION ET CONTROLE DES ALIMENTS



MEMOIRE DE MASTER

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique
En Sciences de la Nature et de Vie
Spécialité : Nutrition et Contrôle des Aliments

THÈME :

***L'influence de traitement UHT sur la valeur
nutritionnelle du fromage fondu en portion Okid's***

Présenté par :

KACIMI Amina

Devant le jury composé de :

M^{me} ABDELLAOUI Z.	MAA	USDB	Présidente
M^{me} FELIDJ M.	MCB	USDB	Examinatrice
M^{me} FERNANE S.	MAA	USDB	Examinatrice
M^{elle} KEBOUR D.	MCB	USDB	Promotrice
Me^{lle} KOUADRI I.	R labo	GIG	Co promotrice

Année universitaire 2012 /2013

Remerciements

*Au terme de ce travail, nous faisons à
Exprimer toute notre gratitude à dieu, notre seigneur pour nous avoir permis de
Continuer notre chemin dans cette vie, nous faisons également à remercier*

*Notre promotrice M^{elle}KEBOUR D. (Maitre de conférence classe B faculté
D'agronomie université Saad Dahlab Blida), pour son soutien, ces remarques
pertinentes et son accompagnement. Qu'elle trouve ici l'expression de notre
profonde reconnaissance.*

*Le Directeur Générale du G.I.G Mr R. GOUMIDI qui nous a chaleureusement
accueilli et a accepté notre demande de stage.*

*A M^{lle} KOUADRI Ibtissem le responsable de laboratoire de groupe Goumidi , sans
lequel il n'aurait pas été possible d'accomplir ce travail, son aide précieux durant
la thèse, dont nous avons pleinement profité de ses conseils et orientations.*

Nous remercions les membres du jury :

*M^{me} ABDELLAOUI Z. de nous faire l'honneur de présider le jury d'examination de
ce mémoire.*

*M^{me} FERNANE S. et M^{me} FELIDJ M. de nous faire l'honneur de
juger ce travail autant qu'examinatrices .*

Nous adressons aussi nos vifs remerciements à l'ensemble du personnel de l'entreprise et laboratoire G.I.G pour avoir contribué à notre formation, et apprentissage au cours de notre stage pratique. Nous voulons leur exprimer nos sincères remerciements pour leurs encouragements. Nous citons : Mr HEDAF Mourad, M^{eme} MAIRI Saadia, et M^{lle} MARDI Sarah.

Un grand merci pour Khadidja ,pour ces conseils et son aide.

***m**erci à tous ceux qui nous ont aidés au cours de notre travail et que nous n'avons pas pu nommer ici.*

Dédicaces

*Je m'incline devant DIEU Tout Puissant
Qui m'a ouvert la porte du savoir et m'a aidé à la franchir.*

Je dédie ce modeste travail :

*A les plus chères personnes au monde, qui ont une grande place dans mon coeur, qui m'ont
donné toute la joie de ma vie, à mes très chères parent que Dieu me les gardes pour leur
tendresse, leur soutient et leur confiance.*

A ma cher grande mère à qui je souhaite un prompt rétablissement

A mes chers frères : Mahmoud, Mohamed, Fethi et Khaled

A mes belles sœurs

A mes sœurs Fatma Zohra, Amel et leurs époux.

A chaque cousins et cousines.

*A mes meilleurs amis :Souhila, Saadia, Saliha,,Kawther ,Amel
Hakima , Imene ,meriem ,Mohamed*

A toute la promotion du BAC2007 : Asma, Assia, Soumia....

Et toutes la promotion Nutrition et Contrôle des Aliments 2012/2013.

A tous mes enseignantes et enseignants.

A Mme Souad, Mr Rachid et Anis

*A l'homme qui m'est le plus cher dans ce monde : mon fillancé Hmimed qui a su
être la à chaque fois que j'avais besoin de son aide sans se lasser un seul moment.*

Amina

La liste des tableaux :

Numéro	Titre	Page
Tableau 1:	composition moyen des éléments constitutifs pour 100g de fromage fondu.....	4
Tableau 1.1 :	Principales propriétés des sels de fonte.....	7
Tableau 1.2:	Incidence du pH sur la texture des fromages fondus.....	12
Tableau 2 :	composition moyenne des principaux fromages pour 100g de produit frais.....	15
Tableau 2.1:	composition de lipides de des principaux fromages.....	17
Tableau 2.2:	Apports nutritionnels recommandés de calcium.....	19
Tableau 3:	les germes recherchés dans les produits analysés.....	24
Tableau 3.1:	les différentes matières contrôlées (matières premières, produits semi-finis et produits finis).....	47
Tableau 4:	Résultat des analyses microbiologiques de l'eau de process.....	55
Tableau 4.1:	Résultat des analyses microbiologiques de la poudre de lait.....	56
Tableau 4.2 :	Résultat des analyses microbiologique du beurre.....	57
Tableau 4.3:	Résultat des analyses microbiologique du cheddar.....	58
Tableau 4.4:	Résultat des analyses microbiologiques du produit semi-fini.....	59
Tableau 4.5 :	Résultat des analyses microbiologiques du produit fini.....	60
Tableau 4.6:	Résultat des analyses physico-chimique de l'eau de process.....	61

Tableau 4.7: Résultat des analyses physico-chimiques de la poudre de lait.....	62
Tableau 4.8: Résultat t interprétation physico-chimiques du beurre	63
Tableau 4.9 : Résultat des analyses physico-chimiques du cheddar.....	64
Tableau 4.10: Résultat des analyses physico-chimiques du produit semi-fini	66
Tableau 4.11: Résultat des analyses physico-chimiques du produit fini	67
Tableau 4.12: Résultat de l'analyse de la variance du l'EST	68
Tableau 4.13 : Résultat de l'analyse de la variance du MG.....	68
Tableau 4.14 : Résultat de l'analyse de la variance du PH	69
Tableau 4.15 : Teneur en protéines totales de fromage fondu.....	70
Tableau 4.16 : Résultat de l'analyse de la variance du la teneur en protéine.....	75
Tableau 4.17 : teneur en glucide de fromage fondu.....	73
Tableau 4.18 : Résultat de l'analyse de la variance de teneur en glucide.....	74

La liste des figures :

Numéro	Titre	Page
Figure 1 :	l'évaluation de la production mondiale de fromage fondu.....	1
Figure1.1 :	Evolution des importations de fromage fondu en Algérie 2009-2010 (en tonnes)	2
Figure 1.2 :	La composition biochimique du fromage fondu.....	4
Figure1.3 :	principale voie de fabrication de fromage fondu.....	10
Figure 2 :	teneur en calcium et en phosphore des produits laitiers (mg/100 de produit frais).	19.
Figure2.1:	teneur en magnésium et zinc des produits laitiers (mg/100g de produit frais)	19
Figure 3 :	les étapes de fabrication du fromage fondu en portion (selon Goumidi).	21
Figure 3.1:	préparation des dilutions.....	26
Figure 3.2:	Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau.....	28
Figure 3.3:	recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau.....	30
Figure :3.4	recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau.....	32
Figure 3.5 :	recherche et dénombrement des <i>clostridium sulfito</i> réducteur dans l'eau	34
Figure3.6 :	recherche et dénombrement des GMT dans autres produ.....	36
Figure3.7:	recherche et dénombrement du staphylocoque dans les autres produits Analyser.....	38
Figure 3.8:	recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	40
Figure 3.9:	recherche de salmonella dans les denrées.....	42
Figure3.10 :	recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux dans les denrées alimentaire	44

Figure3.11 : recherche et dénombrement des <i>clostridium sulfito réducteurs</i> dans les denrées alimentaires.....	46
Figure 4 : début de minéralisation	71
Figure 4.1 : la fin de minéralisation.....	71
Figure 4.2 : la distillation.....	72
Figure 4.3 : Le Dosage	72
Figure 4.4 : résultat du dosage	72
Figure 4.5 les résultats physico-chimiques de l'eau de process.....	61
Figure 4.6 : les résultats physico-chimiques de la poudre de lait.....	62
Figure 4.7 : les résultats physico-chimiques de cheddar	64
Figure 4.8 : les résultats physico-chimiques de produit semi –fini.....	66
Figure 4.9 : les résultats physico-chimiques de produit fini.....	67
Figure 4.10 : la teneur en protéine de fromage Okid's.....	70
Figure 4.11 : la teneur en glucide de fromage Okids.....	73

Liste des abréviations

°C : degré Celsius.

°F : Degré Français.

Abs : Absence.

AFNOR : Association Française de Normalisation

CSR : Clostridium sulfuto-réducteur.

D/C: Double concentration.

d: densité.

DM: Dilution mère.

E.coli: Escherichia coli.

EST : Extrait sec totale.

FAO: Food and Agriculture Organisation "Organisation des Nation Unies pour l'alimentation et l'agriculture".

G/S: Grasse sur sec.

Gramme : g

H : Humidité.

JORA : Journal Officiel Algérienne.

Kg : kilogramme.

MG : Matière grasse,

ml : millilitre.

N: normalité.

NPP : nombre le plus probable.

pH : potentiel d'hydrogène.

S.aureus: Staphylococcus aureus.

Second ; s

S/C: Simple concentration.

SM: Suspension mère.

TA : Titre alcalimétrique.

TAC : Titre alcalimétrique complet.

TH : Titre hydrométrique.

UFC : unité formant colonies.

UHT : ultra haut température.

Résumé

Le fromage fondu UHT est un fromage soumis à un traitement thermique aboutissant à la destruction ou à l'inhibition totale des enzymes, des microorganismes et de leurs toxines, ce qui assure sa conservation pour une durée de 6 à 12 mois à 4°C compté de sa date de fabrication. Il a une teneur en matière grasse qui ne dépasse pas 17mg.

Dans un souci de mettre à la disposition du consommateur un fromage de bonne qualité nous sommes intéressés à étudier l'impacte d'UHT sur la valeur nutritionnelle de fromage fondu Okid's et on a effectué des analyse physico chimiques et microbiologiques talque : Le pH, l'acidité, la matière grasse, l'extrait sec total. La recherche et le dénombrement des germes totaux, les coliformes fécaux et totaux ; la teneur en protéine et en glucides âpres et avant stérilisation UHT.

Les résultats des analyses physico-chimiques des matières premières caractériser par un PH varie entre 4.7à4.9 pour le beurre et 5.26à5 ,28 pour le cheddar et 6 .62à6.68 poudre de lait .

EST vari de 83% pour le Beurre,61% pour Cheddar, 95% pour la Poudre de lait et 39% pour le produit fini .

La teneur en matière grasse des trois échenillons est supérieure à 16.5 % âpres et avant UHT et reste stable .par contre la teneur en protéine et en glucide diminue (protéine de 9.99 à9.17% , glucide de 7.1 à6.88%)

Les résultats des analyses microbiologiques des matières premières et des produits finis montrent une absence totale des germes pathogènes et d'altération, ce qui confirme l'utilisation d'une matière première de bonne qualité hygiénique et le respect des conditions de fabrication et de stockage ainsi qu'une bonne manipulation lors du travail.

Mot clé : Fromage fondu, UHT, valeur nutritionnelle .analyse physico-chimiques et microbiologiques.

Summary

UHT cream cheese is a cheese subjected to a heat treatment resulting in the destruction or total inhibition of enzymes, microorganisms and their toxins, ensuring its preservation for a period of 6 to 12 months at 4 ° C counted its date of manufacture. It has a fat content not exceeding 17mg.

In order to make the consumer a cheese of good quality we are interested in studying the impact of UHT on the nutritional value of processed cheese Okid's and conducted physical chemical and microbiological analysis talc: The pH, acidity, fat, total solids. The detection and enumeration of total bacteria, fecal and total coliforms, the content of protein and carbohydrates and bitter before UHT sterilization.

The results of physico-chemical analysis of raw materials characterized by a pH varies between 4.7 à 4.9 for butter (acid) and 5.26 à 5, 28 for cheddar and 6 .62 à 6.68 milk powder. IS that the vari de 83% for butter, 61% for Cheddar, 95% for milk powder and 39% for the finished product.

The fat content of three échenillons exceeds 16.5% and bitter before UHT and remains stable. Against by the protein content and reduced carbohydrate (protein à 9.17 9.99%, carbohydrate 7.1% à 6.88)

The results of microbiological analyzes of raw materials and finished products show a complete absence of pathogens and spoilage, which confirms the use of a raw material of good hygienic quality and the conditions of manufacture and storage and a good handling when working.

Keyword: Processed cheese, UHT, nutritional physico-chemical and microbiological analysis..

الملخص

الجبن المذوب UHT هو الجبن الذي تعرض لمعاملة حرارة مما أسفر عن تدمير أو تثبيط الإنزيمات و مجموعه الكائنات الدقيقة وسمومها وضمن المحافظة عليها لمدة 6 إلى 12 شهرا في 4 درجات مئوية منذ تاريخ صنعه. يحتوي على محتوى الدهون لا تتجاوز 17مغ.

لجعل نوعية الجبن جيدة اهتمنا لتأثير UHT على القيمة الغذائية للجبن Okid وأجريت التحليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للرقم الهيدروجيني، الحموضة، والدهون، والمواد الصلبة الكلية. كشف وتعداد الكلي للبكتيريا، القولونيات البرازية والمجموع، والمحتوى من البروتين والكربوهيدرات قبل وبعد UHT التعقيم.

نتائج التحليل الفيزيائية والكيميائية للمواد الخام التي تتميز بدرجة الحموضة تتراوح ما بين 4.4 . 9.4 للزبدة و55.26، 28 للشيدر و 62.6 6.68 لمسحوق الحليب.

والمواد الصلبة الكلية 83% للزبدة، 61% للجبن شيدر، 95% لمسحوق الحليب و 39% للمنتج النهائي. محتوى الدهون مستقر قبل و بعد UHT لثلاث عينات لا يتجاوز 16.5%. بالعكس لمحتوى البروتين و الكربوهيدرات الذي ينخفض (بروتين 9.17 à 9.99%)، والكربوهيدرات 7.1% (6.88)

نتائج التحليل الميكروبيولوجية للمواد الخام والمنتجات النهائية تظهر غياب كامل من مسببات الأمراض والتلف، مما يؤكد استخدام المواد الخام ذات جودة صحية جيدة وظروف تصنيع وتخزين و لحسن التعامل عند العمل. **الكلمات الجوهرية:** الجبن المذوب، UHT، التغذية، التحليل الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية ..

LA PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE :

INTRODUCTION

Chapitre I : LA PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1- APERÇU HISTORIQUE ET ECONOMIQUE	1
1.1.1- LE FROMAGE FONDU DANS LE MONDE	1
1.1.2- LE FROMAGE FONDU EN ALGERIE	1
1.2- DEFINITION ET CLASSIFICATION	2
1.3- COMPOSITION BIOCHIMIQUE DU FROMAGE FONDU	3
1.4- PROCÈDE DE FABRICATION.....	4
1.4.1- PRÉSENTATION DES MATIÈRES PREMIÈRES ET FORMULATION	4
1.4.1.1- MATIÈRES PREMIÈRES LAITIÈRES	5
1.4.1.2- MATIÈRES PREMIÈRES NON LAITIÈRES	6
1.4.1.2.1- EAU	6
1.4.1.2.2- ADDITIFS TECHNOLOGIQUES DE FONTE	6
I.4.2-TECHNOLOGIE DE FABRICATION.....	7
1.4.2.1- PREPARATION, DECOUPAGE ET BROYAGE.....	7
1.4.2.2- MELANGE	7
1.4.2.3- FONTE PROPREMENT DITE	7
1.4.2.4- STERILISATION	7
1.4.2.5- REFROIDISSEMENT.....	8
1.4.2.6- LE CREMAGE.....	8
1.4.2.7- L'HOMOGENEISATION	8
1.4.2.8- CONDITIONNEMENT ET EMBALLAGE.....	8
1.4.2.9- STOCKAGE et CONSERVATION DU PRODUIT FINI	9
1.5- LE FROMAGE FONDU ET LE CONTRÔLE DE QUALITÉ	11
1.5-1-LE CONTROLE BACTERIOLOGIQUE	11
1.5-2-LE CONTROLE PHYSICO-CHIMIQUE	11
1.5-3-LE CONTROLE ORGANOLEPTIQUE	12
2. L'UHT ET LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE FROMAGE FONDU	13
2. DEFINITION.....	13
2.1-LES TRAITEMENT THERMIQUES SUBITS PAR LE FROMAGE FONDU.....	13
2.1.1-LA PASTURISATION:.....	13
2.1.2-LA STERILISATION.....	13
2.1.3- REFRIGERATION.....	13
2.2-FROMAGE FONDU UHT	14
2.2.1- LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE L'UHT	14
2.2.2- Avantages :.....	14
2.2.3Inconvénients.....	14
2.3- VALEUR NUTRITIONNELLE DE FROMAGE FONDU.....	15
2.3-1-LES PROTEINES	15
2.3.1.1-LA VALEUR NUTRITIVE DES PROTEINES.....	15
2.3.1.2- DIGESTIBILITE.....	16
2.5-LES GLUCIDES.....	16
2.6-LES VITAMINES DE FROMAGE FONDU	17

2.7--LA COMPOSITION MINERALE DU FROMAGE FONDU.....	17
2.7.1-Sodium et potassium	17
2.7.2- CALCIUM ET PHOSPHORE.....	17
11.7 .3- MAGNESIUM ET ZINC	19

LA PARTIE PRATIQUE:

Chapitre 2 : MATERIELS ET METHODES

3.1PRESENTATION DU LIEU DE TRAVAIL	20
3.2.L'OBJECTIF DE TRAVAIL	20
3.3.LES ETAPES DE FABRICATION DU FROMAGE FONDU EN PORTION	21
3.4 PRESENTATION DE LA DEMARCHE EXPERIMENTALE.....	22
3.4 ECHANTILLONNAGE	22
3.4.1 DEFINITION.....	22
3.4.3 METHODE DE PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS :	22
3.4.2 LE BUT DE L'ECHANTILLONNAGE	22
3.5.LES METHODES D'ANALYSE	24
3.6. METHODE D'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE	24
3.6.1.1.L'OBJECTIF.....	24
3.6.1.2. LES GERMES RECHERCHES	24
3.6.1.3. PRISE D'ESSAI	24
3.6.1.4.SUSPENSION MERE ET DILUTIONS DECIMALES :.....	24
3.6.2 METHODE D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE :.....	47
3.6.2.1.L'OBJECTIF	47
3.6.2.2. LES DIFFERENTS POINTS A CONTROLER :.....	47
3.6.2.3 LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU :.....	48
3.6.2.4. LES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DANS LES DENREES ALIMENTAIRES.....	50.

Chapitre 3 : RESULTAT ET DISCUSSION

4.1 RESULTAT DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES:.....	55
4.1.1 L'EAU DE PROCESS :	55
4.1.2. POUDRE DE LAIT :.....	56
4.1.3. BEURRE :.....	57
4.1. 4. CHEDDAR :.....	58
4.1.5. PRODUIT SEMI-FINI :.....	59
4.1.6. Produit fini :.....	60
4.2. RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES :.....	61
4.2.1. L'EAU DE PROCESS.....	61
4.2.2. POUDRE DE LAIT :	62
4.2.3. BEURRE :.....	63
4.2.4. CHEDDAR.....	64
4.2.5. PRODUIT SEMI-FINI	67
4.2.7TENEUR EN PROTEINES TOTALES :.....	70
4.2.8. TENEUR EN GLUCIDE	73

CONCLUSION	75
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	
ANNEXES	

A une époque où les produits alimentaires sont de plus en plus industrialisés et standardisés et où le consommateur a besoin d'être rassuré sur ce qu'il mange, un intérêt tout particulier se porte sur les produits de large consommation, parmi ces produits, le fromage.

Le fromage a toujours été une valeur sûre de l'alimentation humaine, c'est le résultat d'une transformation du lait et d'anciens écrits témoignent de sa fabrication quelque trois mille ans avant notre ère en basse Mésopotamie (**BOUTONNER, 2000**).

En Algérie, le fromage le plus consommé est le fromage fondu. Les Algériens en consomment plus de 20 000 tonnes par an. Le fromage en portions se taille la part du lion. Ce qui explique cette tendance à la consommation, c'est le facteur de conservation de longue durée de fromage fondu ; est également le prix moins cher (**ARABOUTI, 2007**).

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. Ne nécessitant aucune préparation, c'est un excellent moyen d'apporter à notre corps les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux et vitamines).

Du fait de sa conservation et des facilités d'exportation qu'il permet, il peut être un aliment de première importance pour les populations des pays non laitiers.

En outre, la présence de la matière grasse sous forme bien émulsionnée et des protéines finement dispersées lui confèrent une efficacité nutritionnelle (notamment digestibilité) au moins égale à celle des composés de départ (**DILLON et BERTHIER, 1997**).

Le besoin de l'homme à la disponibilité du fromage, lui a poussé à l'innovation de nouvelle technologie permettant la conservation du fromage pendant une longue durée, donc il a pensé à la stérilisation UHT.

Le traitement UHT (Ultra Haute température) occupe une place de choix parmi les traitements de conservation du fromage. La température élevée employée (140°C) permet la destruction totale des micro-organismes initialement présents, permettant ainsi l'obtention d'un produit dit "à longue durée de conservation". D'autre part, la rapidité de ce traitement (quelques secondes) permet de conserver intactes les qualités organoleptiques et nutritionnelles du fromage (**GUIRAUD, 1998**).

C'est dans cette perspective que notre intérêt a porté sur l'étude de l'effet de UHT sur la valeur nutritionnelle du fromage fondu UHT au niveau de « l'industrie Goumidi ».

Notre travail sera donc réparti en quatre chapitres, initié par une recherche bibliographique où nous apportons dans le premier chapitre des généralités sur le fromage fondu et leur technologie de fabrication et le dernier chapitre de la partie bibliographique expose l'UHT et la valeur nutritionnelle de fromage fondu. La partie pratique est subdivisée en deux chapitres, le premier (3^{ème} chapitre) présente le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail à savoir :

Introduction

- Un contrôle physico-chimique et microbiologique de la matière première (poudre de lait, cheddar, eau de process et beurre).
- Suivi de la stabilité des produits finis UHT sur le plan physico-chimique et microbiologique.

Enfin le 4^{ème} chapitre discute les résultats obtenus dans cette étude.

- Le traitement UHT assure-t-il une bonne stérilisation ?
- Est-ce que le fromage fondu UHT garde la qualité nutritionnelle ?

1.1 -APERÇU HISTORIQUE ET ECONOMIQUE

Par rapport à certains fromages dont l'existence remonte à plusieurs siècles, les fromages fondus datent seulement du début du 20^{ème} siècle, c'est à partir de cette époque que le fromage fondu devient une source importante de protéines. Les premiers essais eurent lieu en 1908.

Trois ans plus tard, deux suisses, Walter G. et Fritz S., inventent un procédé permettant de transformer une pâte d'emmental fondue et granuleuse en une émulsion stable pouvant longtemps se conserver. Le fromage fondu était né en 1917, les frères Graf créèrent la première usine de fabrication de fromage fondu en Europe. Mais ce n'est qu'en 1930 qu'un très grand progrès fût obtenu grâce à l'utilisation de poly phosphates de sodium linéaires ; ces sels de fonte vont permettre de fondre efficacement les fromages à pâte pressée cuite ; ceci est à l'origine du développement important du fromage fondu. Aujourd'hui, plus de 10 millions de portions de ce fromage fondu sont dégustées chaque jour sur la planète, soit 2500 portions toutes les 20 secondes (**CHAMBRE et DAURELLES, 2006**).

1.1.1- LE FROMAGE FONDU DANS LE MONDE

L'industrie du fromage fondu européenne a obtenu le deuxième meilleur résultat en ce qui concerne les chiffres de production de tous les temps. Suite à de premières estimations, les volumes de production se situaient à près de 670000 tonnes/ An. Les principaux pays producteurs sont toujours l'Allemagne, la France, l'Espagne et la Belgique. La consommation par habitant s'est développée de manière différentielle, toutefois elle peut être considérée comme constante en moyenne européenne (**ANONYME, 2010**). La figure 1 décrit l'évaluation de la production de fromage fondu entre 2001 et 2010.

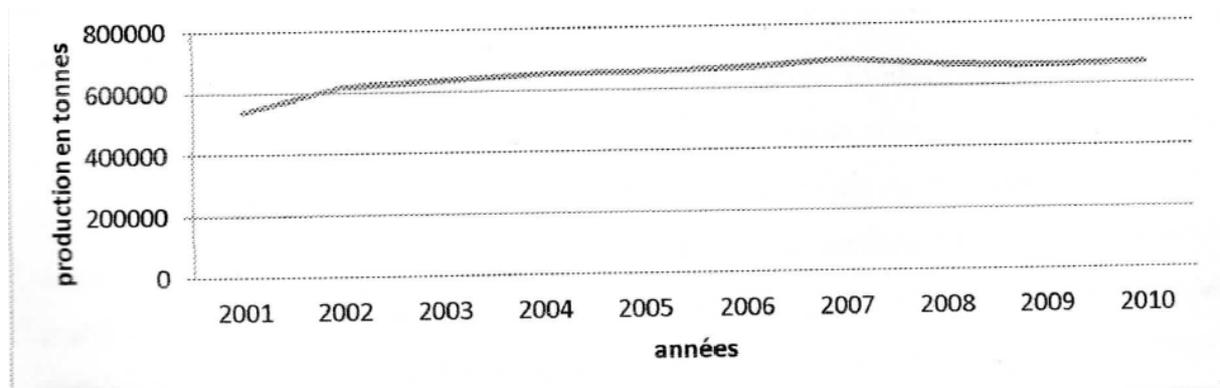


Figure1 : l'évaluation de la production mondiale de fromage fondu (ANNONYME, 2010).

1.1.2- LE FROMAGE FONDU EN ALGERIE

L'Algérie est le premier consommateur du lait et de ces dérivés au Maghreb, elle se place ainsi au troisième rang mondial en matière d'importation de laits et produits laitiers, après l'Italie et le Mexique (**AMELLAL, 1995**). Malgré l'immense diversification des types du fromage dans le marché, les fromages en portions ressortent avec une meilleure prédilection du consommateur algérien au dépend des autres types de fromage qui sont considérés comme des produits de luxe.

L'Algérie est un pays importateur de fromage fondu. L'évolution des importations de fromage fondu a enregistré un taux très élevé en 2010. Ceci montre que la production de fromage

fondue en Algérie était faible et n'arrivait pas à satisfaire les besoins du marché algérien (ANONYME, 2010). (Figure 2).

Le tableau des importations algériennes de fromage fondu entre 2009-2010 est donné en annexe2

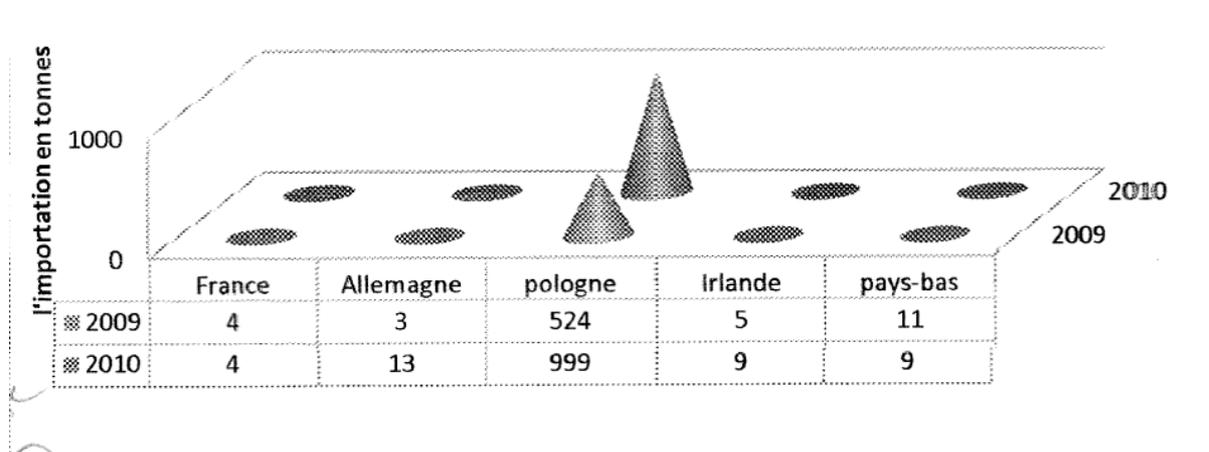


Figure 1.1 : Evolution des importations de fromage fondu en Algérie 2009-2010 (en tonnes) (ANNONYME, 2010).

1.2- DEFINITION ET CLASSIFICATION

1.2.1-DEFINITION

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 30 s ou toute autre combinaison équivalente), de fromage ou d'un mélange de fromages, additionné éventuellement d'autres produits laitiers, présentant une teneur minimale en matière sèche de 40 g pour 100 g de produit fini et une teneur minimale en matière grasse de 40 g pour 100 g de produit après une dessiccation complète (JORF, 2007).

1.2.2- CLASSIFICATION

A l'heure actuelle, il existe plusieurs types de fromages fondus partout dans le monde. La commission de codex alimentarius a classé le fromage fondu en deux catégories selon les caractéristiques physiques du produit : **Fromage fondu** et **fromage fondu à tartiner** qui diffèrent par leurs taux d'humidité, le fromage fondu à tartiner étant plus doux. (SMITH, 1990).

Alors que BOUTONNIER (2000) regroupe le fromage fondu en cinq familles classées par ordre d'apparition sur le marché mondial :

Fromage fondu type « bloc » : Le traitement thermique subi est modéré de manière à conserver au produit fini une élasticité marquée et une bonne tranchabilité, comparable à celle d'un fromage classique.

Fromage fondu type « coupe » : Moins ferme que le bloc, il n'est pas pour autant tartinable. Il contient trois à quatre points de moins de matière sèche que le précédent ce qui le rend plus agréable à la dégustation.

- **Fromage fondu tartinable** : C'est le processus de crémage qui permet en partie de régler la consistance du produit fini et de lui conférer une tartinabilité

- **Fromage fondu toastable (pour refonte)** : Originaire d'Amérique du Nord, il se présente généralement sous forme de tranches adaptées à une utilisation dans les cheeseburgers et les croquemonsieurs.

Fromage fondu thermostable : Issu d'une demande extrême-orientale, à l'inverse du précédent, c'est un fromage fondu qui ne doit pas fondre lorsqu'on le soumet à une nouvelle source de chaleur.

1.3- LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE DU FROMAGE FONDU

Selon ECK et GILLIS 1997, les fromages fondus sont de vrais bâtisseurs de l'organisme avec leurs protéines, sel minéraux et matière grasse.

La composition moyenne de 100g de du fromage fondu, d'après (LUQUET, 1985) est présentée dans le tableau 1

- **Les protéines** : les fromages fondus sont des aliments très riches en protéines qui proviennent du casien modifié dont une partie importante se trouve dégradée et solubilisée en oligopeptides et acides aminés sous l'influence d'une série d'enzyme.

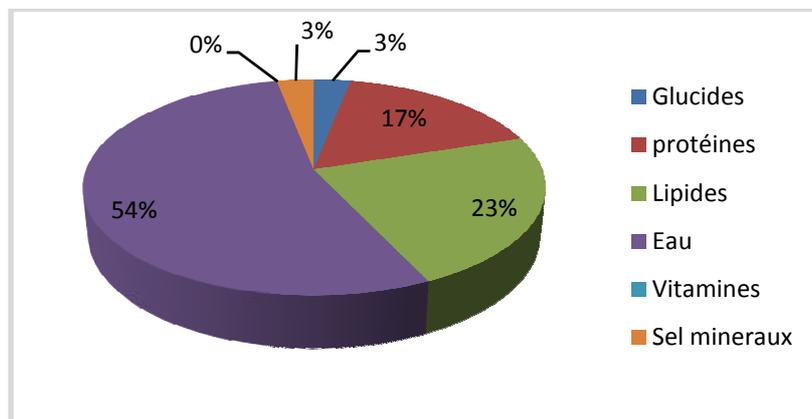
La teneur en acide aminé du fromage lui confère une valeur biologique extrêmement élevée (MEHMET et AK, 2003).

- **Les glucides** : les fromages affinés sont pratiquement dépourvus de glucide car la faible quantité de lactose restante dont le caillé après égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage
- **Les lipides** : les lipides conditionnent l'onctuosité de la pâte du fromage .les lipides du lait « triglycérides –phosphoglycérides –sphingosides » se trouve dont le fromage sous forme émulsionnée ce qui les rend plus digestives (GILLIS et ECK ,1997).
- **la composition minérale** :
 - a) **Sodium** : une partie du sodium du fromage fondu provient des sels de font, notamment des polyphosphates de sodium (GILLIS et ECK ,1997).
 - b) **Calcium, phosphate** : les fromages fondus constituent d'excellentes sources de calcium et de phosphate qui sont bien assimilés par l'organisme (FREDOT, 2006).
 - c) **Autres élément minéraux** : ils sont aussi une source intéressante de potassium, de zinc, d'iode et de sélénium. En revanche ils sont pauvres en fer et en magnésium (LUQUET ,1985).

Tableau 1: composition moyen des éléments constitutifs pour 100g de fromage fondu

Élément	Teneur
Eau (g)	48
Energie (kcal)	280
Glucides (g)	2,5
Lipides(g)	22
Protéines (g)	18
Calcium (mg)	680
Phosphore (mg)	900
Magnésium (mg)	25
Potassium (mg)	95
Sodium (mg)	1650
Zinc (mg)	9

(LUQUET, 1985).

**Figure 1.2 : La composition biochimique du fromage fondu (IRLAND *et al*, 2002)****I.4- PROCÉDE DE FABRICATION :****I.4.1- PRÉSENTATION DES MATIÈRES PREMIÈRES Et FORMULATION**

Les matières premières mises en œuvre sont soumises à de stricts contrôles tant du point de vue chimique, que bactériologique et organoleptique. Les fromages sont sélectionnés notamment sur leur degré d'affinage qui renseigne sur la proportion de protéines natives et sur le potentiel aromatique.

La formulation consistera, à partir des matières premières choisies, à fabriquer un produit à teneur définie en protéines, matières grasses, lactose, minéraux et oligo-éléments. Toutefois, le choix de ces matières premières est lié aux contraintes suivantes :

- La matière grasse : elle est dispersée au sein du réseau protéique et émulsionnée plus ou moins finement.
- Les protéines totales dont la majeure partie doit être constituée de caséines apportées par les fromages et les poudres de lait ; elles sont associées au calcium natif qui constitue un élément

favorable à la structuration du gel. Un taux supérieur à 10% doit être apporté sous forme non dégradée pour la formation du gel.

- Le lactose : ce composant a un effet favorable sur la plastification et la structuration du gel, ce qui favorise la tartinabilité du fondu. Le taux d'incorporation ne doit pas être trop élevé pour éviter l'apparition de gout sucré, de la réaction de Maillard et la cristallisation du lactose.

En respectant ces contraintes on peut obtenir une palette infinie de fromages fondus présentant un extrait sec de 30 à plus de 60%, un gras sur sec (G/S) de 15 à plus de 70%, ce qui permet l'obtention de produits dans une large gamme de textures : fluides à ferme, tartinable à tranchable, onctueux à « croquant ».

Cette formulation doit comprendre en outre, un élément fondamental : la préfonte ; il s'agit d'un fromage fondu issu d'une fonte précédente de même composition qui servira d'amorce (germe) à la formation du nouveau réseau (**CHAMBRE et DAURELLES, 2006**).

1.4.1.1- MATIÈRES PREMIÈRES LAITIÈRES

Les fromages fondus sont les produits laitiers dans lesquels le fromage est l'ingrédient laitier majoritairement utilisé comme matière première ; le bon choix du fromage naturel est de la plus haute importance pour la production réussie de fromage fondu.

Parmi les fromages naturels les plus utilisés, le cheddar transformé au Royaume-Uni et en Australie ; Gruyer et la mozzarella aux USA et au Canada ; l'emmental en Europe occidentale (**CARIC et KALAB, 1999**).

En plus des fromages, d'autres matières premières laitières sont utilisées pour fabrication du fromage fondu. On peut citer, les concentrés protéiques laitiers, les poudres de lait écrémé, le lactosérum, le lactose, les caséines-caséinates, les protéines de sérum, les coprécipités, la crème, le beurre et la matière grasse laitière anhydre (**FOX et al, 2000**).

Ces dernières matières présentent un intérêt particulier, elles améliorent la tartinabilité et la stabilité du fromage fondu.

L'incorporation de caséine acide ou de présure, et /ou de caséinates apporte des protéines natives favorables à l'obtention d'un gel protéique stable dans le fromage fondu (**CHAMBRE et DAURELLES, 1997**).

L'incorporation de la matière grasse laitière est fréquente. Elle permet d'ajuster la teneur finale en matière grasse du produit et lui confère des qualités organoleptiques agréables.

La qualité des matières grasses laitières mise en œuvre est importante pour éviter l'apparition de défauts tels que les « off flavors » liés à l'oxydation. (**BOUTONNIER, 2000**).

LA PREFONTE

Il s'agit de fromage déjà fondu qui résulte de la récupération de la pâte contenue dans différents endroits du circuit du produit dans l'atelier en fin de production et notamment au niveau du conditionnement. On a constaté en pratique que lorsqu'elle était refondue, la préfonte se comportait sur le plan de la chimie des colloïdes comme un fromage fondu ayant été exposé depuis un certain temps déjà aux phénomènes chimiques, physiques et mécaniques du processus de fonte. Ainsi, elle transmet fortement ce processus physicochimique de modification de la structure au fromage fraîchement fondu auquel elle est ajoutée. Dès lors, le crémage est beaucoup plus rapide (**BERGER et al, 1993**).

Mais pour que cette addition soit profitable, la préfonte doit être de bonne qualité texturale, c'est-à-dire « crémeuse » et non sur-crémée, sous peine d'entraîner un sur-crémage de toute la pâte du fromage fondu. Son rôle régulateur du processus de fonte se justifie surtout dans le cas des fabrications de produits tartinables, elle est particulièrement intéressante dans le cas de traitement UHT pour lesquels la pâte est extrêmement fluide après stérilisation et le crémage relativement délicat (PATART, 1987).

❖ Effet de la préfonte :

Elle permet d'accélérer la cinétique de réaction et stabilise l'émulsion en favorisant les interactions protéines/lipides ; elle est utilisée pour améliorer la texture et la stabilité des fromages fondu.

1.4.1.2- MATIERES PREMIERES NON LAITIERES

1.4.1.2.1- EAU

L'humidité des fromages étant généralement faible et puisque l'on incorpore des poudres, il est absolument nécessaire d'apporter de l'eau au mélange. Celle-ci permet de solubiliser, de disperser les protéines et d'émulsionner la matière grasse libre. Dans le cas des traitements thermiques de type stérilisation UHT, cette eau est injectée sous forme de vapeur dans un intervalle de température de 120 à 140°C et sous une pression de 2,105 à 4,105 Pa (MARSHALL, 1990 ; BERGER *et al*, 1993).

1.4.1.2.2- ADDITIFS TECHNOLOGIQUES DE FONTE

Les sels de fonte agissent comme émulsifiants et chélatants ; ils sont autorisés dans la limite de 3% du poids du produit fini, la législation autorise l'utilisation des sels suivants (MAUHAUT *et al*, 2000): Les poly phosphates de sodium, les orthophosphates de sodium, le citrate de sodium ; des sels de potassium tels que le citrate tripotassique, le phosphate dipotassique et le pyrophosphate tétrapotassique peuvent être utilisés en remplaçant des sels de sodium (GUPTA *et al*, 1984).

Tableau 1.1 : Principales propriétés des sels de fonte .

Propriété	Citrates	orthophosphates	polyphosphates
Echangeuse d'ions	+	+	++
Variation de ph	++	++	+
Crémage	0	0	++
Changement de couler	-	0	0
Influence sur le gout	++	-	0
Influence sur la conservation	0	0	++
++ : fort réaction + :réaction normal 0 :aucun réaction - : réaction négative			

(BOUTONNIER, 2000).

Certains fromages fondus sont aromatisés par l'apport d'ingrédients aromatiques d'origine animale ou végétale. Parfois on utilise essentiellement à des fins économiques et nutritionnelles des matières grasses végétales en suspension total ou partielle de la matière grasse laitière (CHAMBRE *et DAURELLE*, 1997).

1.4-2-TECHNOLOGIE DE FABRICATION

1.4.2.1- PREPARATION, DECOUPAGE ET BROYAGE

Avant le broyage, les matières premières (cheddar, beurre...) sont déemballées, pesées puis découpées en morceaux (ECK et GILLIS, 1997). En effet, dans certains cas, la dureté de celle-ci peut entraîner des difficultés de fonte et la présence dans le produit fini de particules infondues : L'écroûtage peut se faire par raclage, par abrasion ou encore par jets d'eau ou de vapeur sous pression. Ensuite, on procède au classement des produits afin de retenir ceux correspondant aux objectifs recherches pour chaque formulation après analyses physico-chimiques. Enfin, pour faciliter le mélange avec les autres ingrédients et réduire le temps de fonte, il est impératif de fragmenter les fromages. Pour les fromages de grand format à pâte dure, l'opération débute par un découpage des blocs ou des meules à l'aide de lames ou de couteaux (BOUTONMER, 2000) La préparation et le découpage permettent un bon émiettement des matières lors de leur broyage. Ce broyage grossier est généralement suivi d'un broyage plus fin dans un appareil à double vis sans fin qui conduit les morceaux vers une grille dont les perforations mesurent 2 à 10 mm de diamètre selon le niveau d'intensité acceptable par le produit fini (ECK et GILLIS, 1997).

1.4.2.2- MELANGE

Le plus souvent, le mélange est effectué dans deux prémélangeurs fonctionnant de manière alternative afin d'assurer un fonctionnement continu de la ligne de fabrication. L'homogénéité du mélange est fondamentale pour assurer une bonne qualité du produit fini ; elle est notamment fonction du matériel, de l'intensité des forces de cisaillement générées par les systèmes d'agitation (agitateurs à pâles, à rubans concentriques ou excentriques), ainsi que de la durée du traitement (BOUTTONNIER, 2000).

1.4.2.3- FONTE PROPREMENT DITE

C'est l'opération clef de la fabrication du fromage fondu. Le temps et la température de fonte varient entre 70 et 95°C pendant 4 à 15 minutes, tout dépend de l'intensité de l'agitation, la texture souhaitée du produit fini et ses caractéristiques de conservation (FOX *et al*, 2000).

1.4.2.4- STERILISATION

Deux possibilités s'offrent aux industriels : soit une pasteurisation, soit une stérilisation. Le choix s'effectue en fonction de la qualité bactériologique des fromages mis en œuvre et du matériel à disposition. Autrefois, la pasteurisation était le seul traitement utilisé. Les derniers développements, en matière de procédé continu, sont à mettre à l'actif des Suisses qui ont appliqué le principe de la stérilisation UHT au fromage fondu. Les traitements thermiques sont généralement suffisants pour éliminer toutes formes végétatives (WARBURTON *et al*, 1986), mais restent inadéquats pour se débarrasser des formes sporulées. Des températures supérieures à 130°C sont exigées pour éliminer quelques spores (ZEHREN et NUSBUAM, 1992 ; MAFART *et al*, 2001). Dans les cuiseurs continus, le mélange peut être chauffé jusqu'à 140°C pendant 2 à 20 secondes (traitement UHT à une valeur stérilisatrice de 4 min, c'est-à-dire de pratiquer un barème de stérilisation équivalent à 4 min à 121°C). Avec un tel traitement thermique, il est possible d'atteindre une conservation de 12 mois sans modifier la composition du fromage, sans ajouter un quelconque conservateur, ni procéder à un conditionnement aseptique.

En pratique, les températures rencontrées s'échelonnent de 70 °C pour des produits finis à pouvoir de fonte élevé jusqu'à 140 °C voire 145 °C, pour des fromages fondus tartinables.

Dans le cas des traitements thermiques UHT, on constate une fluidification très importante de la pâte qui exige, pour recouvrer une viscosité correcte, l'incorporation d'une préfonte bien crémée et déjà stérilisée et/ou l'addition d'une fraction de la dose totale de sels de fonte (**BOUTONNEER, 2000**).

1.4.2.5-REFROIDISSEMENT :

Le mode de refroidissement du fromage fondu varie selon le format et le type du produit.

Dans la majorité des cas, le fromage fondu conditionné à chaud doit être refroidi rapidement pour éviter le développement de réaction de Mayer. Cette vitesse de refroidissement varie avec la taille du produit et son système d'emballage. Dans le cas du fromage fondu tartinable, un refroidissement rapide s'impose de manière à interrompre le processus de crémage plus ou moins intense et conserver au produit (une structure courte) indispensable à l'obtention d'une tartinabilité satisfaisante. Ce refroidissement peut se faire par circulation des produits sur des tapis à l'air ambiant mais les meilleurs résultats sont obtenus dans des tunnels de refroidissement (**BOUTONNIER, 2000**).

1.4.2.6-LE CREMAGE :

Cette étape est essentielle pour la fabrication de fromages fondus à tartiner en portion. En effet, leur texture crémeuse suppose une déstructuration (peptisation) poussée, contrairement aux fromages fondus en tranche ou en bloc. Bien que peu 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 du « crémage » a une influence primordiale sur la texture finale du produit (**LUQUET, 1985**).

1.4.2.7. L'HOMGÉNEISATION

La masse fondue doit être homogénéisée avec des pressions variant entre 5 et 15 m Pa. L'homogénéisation a un certain nombre d'effets (**MEYER, 1973**).

- Amélioration de la stabilité de l'émulsion de matière grasse en diminuant la taille des globules gras.
- Amélioration de la consistance, de la structure, de l'apparence et de l'onctuosité des spécialités fromagères.
- Favorise une dispersion plus fine des globules gras.
- Favorise généralement l'épaississement.

Toutefois, du fait de son coût supplémentaire, de la prolongation du temps de fabrication, l'homogénéisation n'est recommandée que pour les produits à teneur élevée en matière grasse (**CARIC, 2000**).

1.4.2.8- CONDITIONNEMENT ET EMBALLAGE

Le transfert du fromage se fait de plus en plus par des tuyauteries en acier inoxydable alimentant des couleuses pour éviter toute recontamination au conditionnement (**MEYER et al, 1973**). Le conditionnement est un processus très complexe. Il est réalisé actuellement au moyen des machines automatiques à des cadences très rapides (**BOUTONNIER, 2000**).

L'automatisation du conditionnement permet de réduire considérablement les risques de contamination de la pâte après les opérations de pasteurisation ou de stérilisation (LUQUET, 1985). Le fromage fondu chaud liquide est emballé dans les feuilles d'aluminium laqué ou des contenants en matériau plastique thermoscellable. Le fromage fondu peut être aussi emballé en tube, en boîte de conserve, ou dans des boyaux en plastique (MEYER, 1973).

1.4.2.9 – 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).

A des températures de stockage comprises entre 30 et 35°C, une contamination par les moisissures, les levures et *Clostridium botulirrum* pourra survenir ce qui peut mener à la sécrétion des toxines (KAUTTER et al, 1919 ; TANAKA et al, 1979 ; ECKNER et al., 1994).

La conservation du fromage fondu nécessite certaines précautions élémentaires lors du stockage, du transport et de la distribution. Il s'agit de:

- Eviter l'écrasement par surcharge et mouillage, surtout lorsqu'il s'agit des boîtes en carton.
- Eviter l'exposition au soleil et le stockage à une température supérieure à 12°C.
- Eviter le brusque changement de température, notamment le passage du froid au chaud, ce qui provoque des condensations détériorant particulièrement les emballages en carton (LUQUET, 1985).

-Les différentes étapes de fabrication de fromage fondu sont représentées dans la figure suivante:

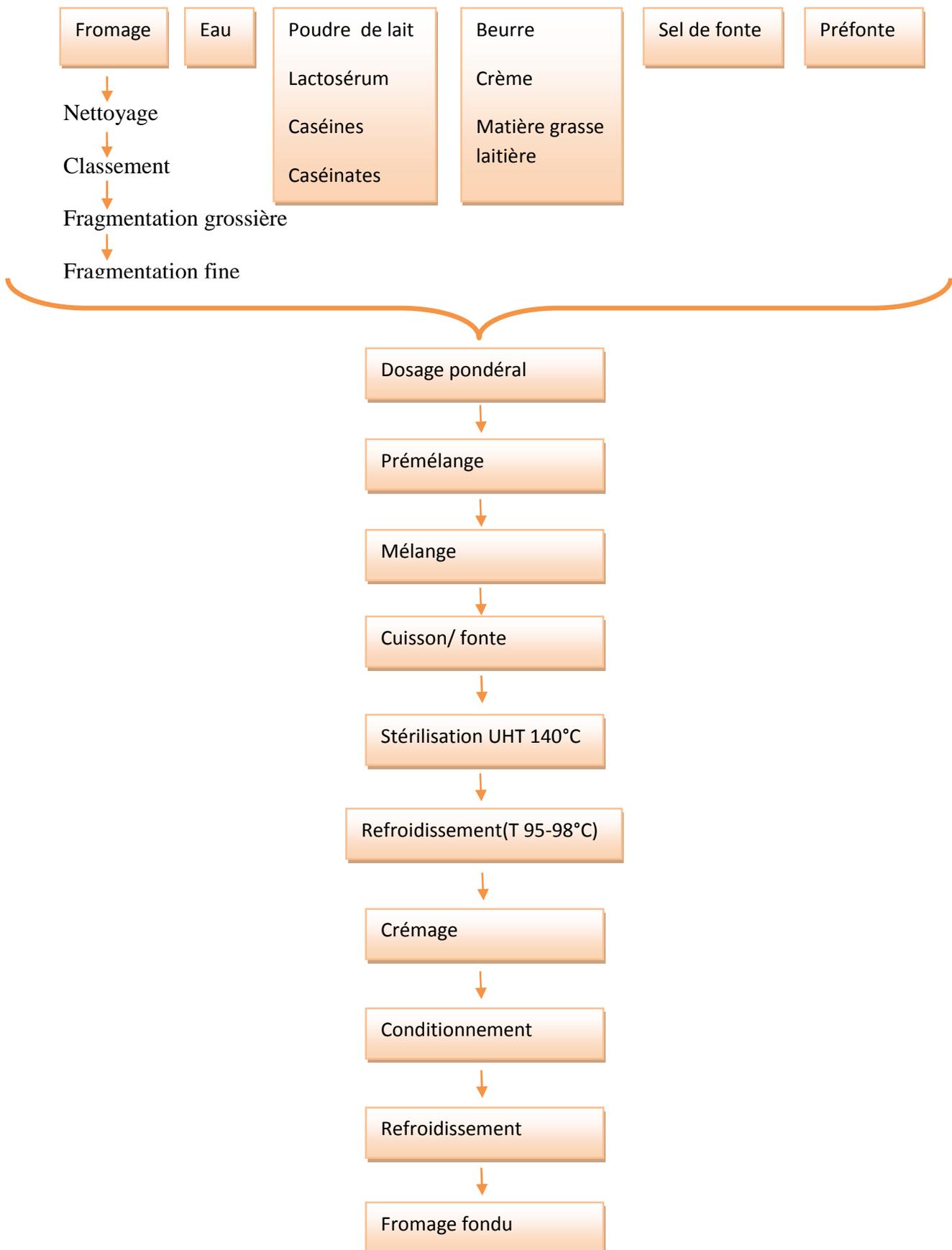


Figure1.3: principale voie de fabrication de fromage fondu (BOUTONNIER, 2000).

1.5- LE CONTROLE DE QUALITE DU FROMAGE FONDU :

Malgré, toutes les rigueurs déployées lors de la manipulation des matières premières, en cours de fabrication et de produit fini. Il est important de s'assurer de la qualité du produit par une série d'analyses rigoureuses et répétées. Ces contrôles doivent porter sur :

- Le fromage fondu.
- Les matières (cheddar, poudre de lait, beurre, sel de fonte, eau...).
- L'emballage (papier aluminium, film plastique, sac, carton).
- Lieux de fabrication (salles de préparation, salle de conditionnement, salle d'emballage...).

Le contrôle de fromage doit avoir pour objectif l'assurance de la qualité tant sur le plan bactériologique que sur le plan physicochimique

1.5-1-LE CONTROLE BACTERIOLOGIQUE

La qualité bactériologique d'un produit alimentaire englobe deux aspects :

- La qualité hygiénique qui vise la santé du consommateur ; cette qualité est inacceptable lorsque le produit contient de la toxine ou lorsqu'il présente des microorganismes pathogènes.
- La qualité marchande, strictement liée à la qualité sensorielle ; elle est garantie lorsque le produit est exempt de tout microorganisme d'altération (**BOURGEOIS et LE VEAU, 1980**).

1.5-2-LE CONTROLE PHYSICO-CHIMIQUE

Ces contrôles ont pour but de vérifier la qualité intrinsèque du produit en se basant sur les mesures de certaines caractéristiques notamment l'extrait sec. La matière grasse, le rapport de la matière grasse sur l'extrait sec et la mesure du pH.

-L'extrait sec: Masse restante après la dessiccation complète. Elle est habituellement indiquée en fraction massique et est conventionnellement exprimée en pourcentage de masse. Selon AFNOR V04-282, la norme FIL 4A :1982, est reconnue comme méthode de référence. Elle consiste à déterminer la masse d'un échantillon de fromage après élimination de l'eau par évaporation en présence de sable dans une étuve à 102°C. Une récente étude collaborative de la FIL donne des valeurs moyennes de répétabilité et reproductivité, respectivement de 0,621g/100g et 0,812g/100g, pour des fromages dont l'extrait est compris entre 40 et 70g/100g (**GRAPPIN et BRANGER, 1997**).

Mais, dans la méthode de routine il suffit de faire passer un échantillon 2 +/-0,05g dans un dessiccateur jusqu'à l'élimination complète d'eau.

-La matière grasse : C'est la quantité du gras contenue dans le produit après sa dissolution complète.

La méthode gravimétrique SBR éthero-chlorhydrique, correspond à la norme FIL-5B-1986 ou AFNOR V04-286, est utilisée comme méthode référence pour les fromages et en particulier pour les fromages affinés plus ou moins lipolysés et pour les fromages fondus. Les valeurs de répétabilité et de reproductibilité, données dans la norme, sont respectivement de 0,2 et 0,3g/100g (**GRAPPIN et BRANGER, 1997**).

Par contre pour la méthode de routine, la détermination de la matière grasse se caractérise par une dissolution du complexe lipido-protéique grâce à l'acide sulfurique puis un apport d'alcool iso amylique pour permettre d'accélérer la séparation.

-Le pH**Tableau 1.2 : Incidence du pH sur la texture des fromages fondus.**

PH	Caractéristique de la pate du fromage fondu	Type de fromage fondu
6.20à5.90	Pâte liée, trop humide, collante, gout légèrement savonneux, faible aptitude à la conservation	
5.90à5.70	Pâte homogène, courte, onctueuse, facilement tartinable	Fondu tartinable
5.70à5 .50	Pâte élastique, souple, longue	Fondu bloc
5 .50à5.20	Pâte caoutchouteuse, avec risques importants de séparation des phases protéines/matière grasse/eau	

(BOUTONNIER, 2000).

2- L'UHT ET LA VALEUR NUTRITIONNELLE DE FROMAGE FONDU :

2.1- DÉFINITION :

Le traitement UHT (Ultra Haute température) occupe une place de choix parmi les traitements de conservation du fromage fondu. La température élevée employée (140°C) permet la destruction totale des micro-organismes initialement présents permettant ainsi l'obtention d'un produit dit "à longue durée de conservation" (**GOSTA, 1995**).

2.1-LES TRAITEMENT THERMIQUES SUBIS PAR LE FROMAGE FONDU :

Les traitements thermiques utilisés sont la pasteurisation, la stérilisation et le traitement UHT. Leurs effets varient fortement en fonction du couple temps-température et des conditions de milieu (hydratation, pH, présence de glucides ou de lipides). Ils portent surtout sur les protéines (digestibilité, biodisponibilité des acides aminés, substances toxiques issues des réactions de Maillard) et les vitamines (**André, 1975**).

2.1.1-LA PASTURISATION :

La pasteurisation est un procédé de conservation des aliments par lequel ceux-ci sont chauffés à une température définie, pendant une durée elle aussi définie, puis refroidis rapidement. La pasteurisation tire son nom des travaux de **Louis PASTEUR** sur la stabilisation des vins au XIX^e siècle (**TERRIER et FOURNIE, 1991**).

Les températures de pasteurisation varient entre 62 °C et 88 °C. Si cette température est dépassée, on attaque l'intégrité chimique de certains éléments du produit.

La pasteurisation est utilisée pour :

- Réduire la quantité microbienne de l'aliment
- Reculer la date limite de consommation (DLC) de l'aliment.

2.1.2-LA STERILISATION :

La stérilisation est une technique destinée à détruire tout germe microbien d'une préparation alimentaire. La première technique a consisté à porter cette préparation à haute température, c'est-à-dire de 100 °C à 180 °C. Elle a été inventée par **Nicolas APPERT** à la fin du XVIII^e siècle. L'explication théorique a été fournie par **Louis PASTEUR** au XIX^e siècle (**VASTORE, 1979**).

Dans le domaine industriel, la stérilisation est un procédé utilisé pour :

- La destruction totale des micro-organismes pathogènes.
- Conservation du fromage pendant une longue durée.

2.1.3- REFRIGERATION :

Appliquée de façon continue depuis le stockage du produit fini, la distribution et la consommation. Cette technique a pour objectif de limiter le développement de la flore microbienne pathogène et d'accroître la durée de conservation. L'effet négatif majeur étant un

développement incontrôlé des flores psychrophiles, protéolytiques et lipolytiques (réduction du rendement fromager) et une légère déstabilisation de la micelle de caséine (**CIDIL, 1999**).

2.2-FROMAGE FONDU UHT :

Le fromage fondu UHT est obtenu à une température très élevée (140 à 150 °C) pendant 2 à 5 s, puis en le refroidissant tout aussi rapidement. Le procédé, qui est une stérilisation, tue tous les micro-organismes et inactive la plus grande partie des enzymes présentes dans le fromage fondu et la très courte durée de traitement permet de n'altérer que faiblement la valeur nutritive du fromage et modérément son goût par rapport aux autres procédés comme la pasteurisation

- Le fromage fondu stérilisé UHT est un fromage soumis à un traitement thermique aboutissant à la destruction ou à l'inhibition totale des enzymes, des micro-organismes et de leurs toxines.
- Le fromage stérilisé UHT est le fromage dont la conservation est assurée par l'emploi successif de deux techniques suivantes :
 - Le traitement UHT consiste à injecter de la vapeur sèche et chaud sous une pression de 2,5 jusqu'à 3,2 bars dans la masse du fromage préalablement cuit à une température de 90°C par conséquent la température de ce dernier augmente à 135-145°C. Cette température doit être maintenue pendant un laps de temps qui varie entre 3 et 5 s (le chambrage).
 - L'étape qui suit consiste à refroidir le produit dans un flash tank par absorption de la vapeur sous vide ce qui diminue la température jusqu'à 90° C à la sortie de l'UHT. Ce procédé doit être effectué dans un circuit fermé pour empêcher toute contamination du produit par les microorganismes en suspension dans l'air (**GOSTA, 1995**).

2.2.1- LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DE L'UHT :

2.2.2- Avantages :

- Selon **CAROLE L et VIGNOLA (2000)**, Le traitement UHT est considéré comme une révolution importante en technologie laitière depuis l'avènement de la pasteurisation HTST.
- Une stérilisation UHT bien conduite permet une conservation de la plupart des vitamines du fromage.
- D'après **DEBRY (2001)**, le traitement UHT limite aussi la modification de la matière grasse, une faible dénaturation des protéines et une précipitation partielle des sels minéraux, ajoutant qu'il améliore la digestibilité des protéines dans l'estomac, ce qui fait que cet aliment ait une bonne qualité nutritionnelle.

2.2.3- Inconvénients :

Les traitements technologiques peuvent modifier la composition du fromage fondu et de ce fait sa valeur nutritive.

2.3- VALEURE NUTRITIONNELLE DE FROMAGE FONDU

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. Ne nécessitant aucune préparation, c'est un excellent moyen d'apporter à notre corps les éléments énergétiques et bâtisseurs nécessaires à son fonctionnement (lipides, glucides, protéines, minéraux, vitamines), et comme tous les produits laitiers, c'est une source importante de protéines et de calcium.

Tableau 2 : composition moyenne des principaux fromages pour 100g de produit frais.

Composition	Fromage à pâte pressée	Fromage fondu	Fromage de chèvre
Eau (g)	35	48	50
Energie (kcal)	375	220	320
Glucide (g)	2.5	2.5	1.5
Lipides (g)	28	22	20
Protéine (g)	29	18	20
Calcium (mg)	1050	680	160
Phosphore (mg)	620	340	900
Magnésium (mg)	50	23	25
Potassium (mg)	140	95	300
Sodium (mg)	200	1650	1000

(DILLON et BERTHIER, 2000)

2.3-1-LES PROTEINES

Selon leur mode de fabrication, les fromages contiennent de 10 à 30 % de protéines, ce sont les aliments les plus riches en protéines, en particulier les fromages à pâte 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 en acides aminés sous l'influence d'une série d'enzymes différentes selon la microflore. Ce qui confère au produit final sa texture et sa saveur. Du fait de cette protéolyse les protéines du fromage sont aisément digestibles. Outre sa teneur élevée en protéines, la haute valeur biologique du fromage lui est conférée par sa composition en acides aminés très intéressante sur le plan nutritionnel. Voir annexe2 (DILLON et BERTHIER, 2000).

2.3 .1-1-LA VALEUR NUTRITIVE DES PROTIEEINES

La teneur en acides aminées essentielles des protéines du lait des fromages confère à ces produits une valeur biologique extrêmement élevée. De ce fait, ils conviennent tout

particulièrement aux sujets en croissance dont les besoins en acides aminés sont plus élevés que ceux de l'adulte (**DILLON et BERTHIER, 2000**).

2.3 .1.2- DIGESTIBILITE :

La digestibilité des protéines du fromage, exprimée d'après la quantité d'azote protéique absorbée par l'intestin (ou coefficient d'utilisation digestive) est de 95 %, très voisine de celle de l'œuf et du même ordre que celles des protéines de la viande (**DILLON et BERTHIER, 2000**).

2.4- LES LIPIDES

Les matières grasses jouent un rôle essentiel dans la texture du fromage et lui confèrent ses saveurs et son caractère particuliers. Elles contribuent aussi à prolonger sa durée de conservation. Les fromages contiennent des acides gras saturés. Il est important de noter que ce ne sont pas tous les acides gras saturés qui font augmenter le cholestérol sanguin. Les fromages s'intègrent donc bien dans le cadre d'une alimentation saine, s'ils sont consommés de façon modérée.

Selon la variété, le fromage peut contenir une quantité importante de matières grasses, ces dernières sont contenues naturellement dans le lait et confèrent au fromage son arôme et sa texture. Les lipides du fromage se trouvent sous une forme émulsionnée qui les rend particulièrement digestes (**Yvette, 2004**).

Tableau 2.1: composition en lipides des principaux fromages

	CAMEMBERT45%	ROQUEFORT	FROMAGE FRAIS	FROMAGE FONDU 45
Lipides (g/100)	22	32	3,18	21 ,17
AG saturé (g/100)	13 ,8	19 ,07	1.65	16 ,2
AG monoinsaturé (g/100)	4 ,48	6 ,16	0,74	4 ,92
AG polyinsaturé (g/100)	0,454	0,867	0,08	0,485
Trans totaux (g:/100)	1,51	2,26	0,53	Tr1,49
Cholestérol (MG/100)	62	98	10	70

2.5-LES GLUCIDES :

Les fromages affinés sont dépourvus de glucides car la faible quantité de lactose restant dans le caillé après égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage.

Par contre, les fromages frais, à égouttage incomplet, peu ou non fermentés, contiennent des quantités non négligeables de lactose, d'acide lactique et d'acide citrique (**FAVIERF, 1986**).

2.6-LES VITAMINES DE FROMAGE FONDU

Ce sont les vitamines A, D, E et K. On retrouve surtout les vitamines A et D dans les produits laitiers. C'est la vitamine A qui prédomine dans le fromage. Cette dernière est essentielle à la croissance des cellules, à la vision et au système immunitaire. Les vitamines liposolubles sont solubles dans les graisses et leur assimilation est favorisée par la présence de lipides.

La teneur en vitamines liposolubles (A et D) des fromages est fonction de leur richesse en lipides. Quant à leur teneur en vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B), elle varie considérablement d'un fromage à l'autre. En effet, elle résulte de deux facteurs opposés : la perte qui survient lors de l'égouttage et l'enrichissement qui se fait au cours d'affinage. La plupart des fromages apportent des quantités appréciables de (vit B9) et de rétinol (vit A). En revanche ils sont pauvres en vitamine C. (**ECK et GILLIS, 1997**).

2.7-LA COMPOSITION MINERALE DU FROMAGE FONDU

2.7.1-SODIUM ET POTASSIUM

Les teneurs extrêmement variables en sodium des fromages (200 à 1 000 mg/100 g) résultent évidemment du taux de salage. Des teneurs supérieures à 1 500 mg/100 g ont été trouvées dans des fromages persillés. En effet, le lait (et donc le yaourt et les fromages frais non salés) sont relativement pauvres en sodium. Une partie du sodium des fromages fondus provient des sels de fonte, notamment du polyphosphate de sodium. Dans le cas de certains fromages affinés le sel est surtout concentré dans la croûte qui, enlevée, ne contribue pas à l'excédent de sodium consommé.

Les teneurs en potassium sont beaucoup moins variables, de 100 à 200 mg/100 g, comme dans le lait et le yaourt (**GAUCHERON, 2004**).

2.7.2- CALCIUM ET PHOSPHORE

Parmi tous les minéraux, c'est le calcium qu'on retrouve en plus grande quantité dans l'organisme. Notre corps n'en fabrique pas, c'est pourquoi nous devrions adopter une alimentation riche en calcium.

Le calcium et le phosphore sont d'une importance capitale pour la santé des os et des dents puisqu'ils contribuent tous les deux à leur formation et à leur solidité. Les produits laitiers comme le fromage sont d'excellentes sources de calcium et de phosphore (Figure 6).

Les teneurs en calcium varient de moins de 100 mg par 100 g pour les fromages frais à plus de 1 200 mg par 100 g pour certains fromages à pâte pressée cuite (emmental, parmesan), soit dans un rapport de 1 à 15. Les teneurs en phosphore suivent en général celles en calcium, dans un rapport Ca : P voisin de 1,3. Cependant, ce rapport est inversé dans le cas des fromages fondus (addition de polyphosphates comme sels de fonte) et des fromages de chèvre. La teneur en calcium est en général bien corrélée au taux de matière sèche, sauf pour les fromages les plus pauvres en calcium. Au sein d'une même catégorie de fromage, des variations importantes subsistent selon l'appellation, le mode de fabrication et la marque.

Du fait de ses qualités nutritionnelles, le calcium des produits laitiers doit représenter 2/3 des apports quotidiens. Le tiers restant est complété par les autres aliments, essentiellement l'eau et les végétaux. Afin d'atteindre cet objectif, il est conseillé de consommer au moins un produit laitier par repas (ECK et GILLIS, 1997) (figure 5).

Tableau 2.3: Apports nutritionnels recommandés de calcium.

Minéral	Besoins quotidiens	Rôles	Source
Calcium	Enfants: 500 à 900 mg. Adolescents: 1 200 mg. Adultes (19 à 49 ans): 1 000 mg. Adultes (50 ans et plus): 1 200 mg. Femme enceinte et allaitante :1000 mg	Formation et solidité des os et des dents. Régulation du rythme cardiaque. Coagulation du sang.	Produits laitiers (lait, fromage fondu, yogourt). Le calcium se retrouve également en petite quantité dans certains légumes (ex.: brocoli) et fruits (ex.: agrumes)

(Anonyme ,2010).

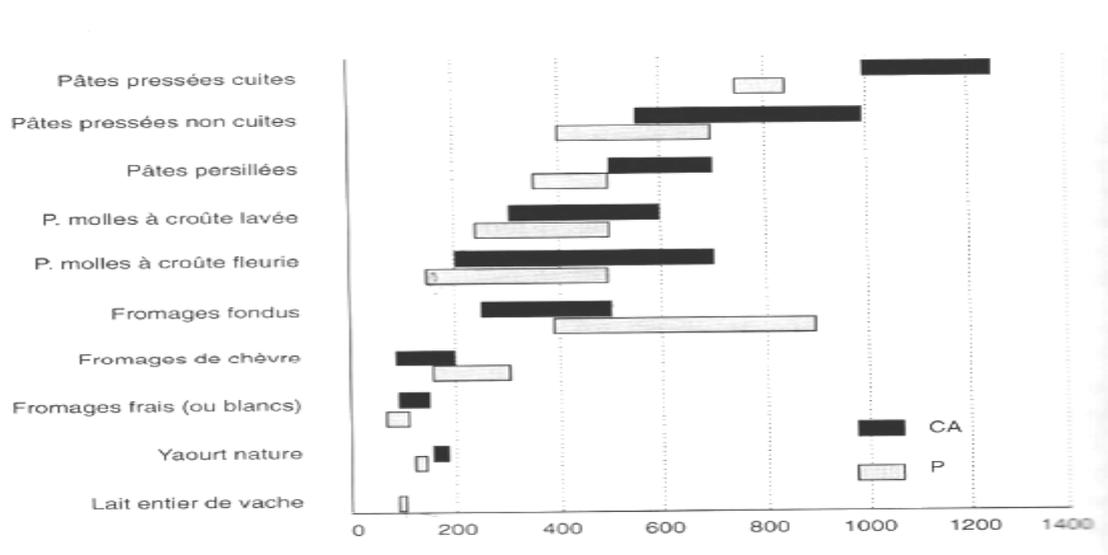


Figure 2 : teneur en calcium et en phosphore des produits laitiers (mg/100 de produit frais) (ECK et GILLIS, 1997).

2.7 .3- MAGNESIUM ET ZINC

Rapporté au besoin quotidien en minéraux, les fromages sont relativement pauvres en magnésium 10 à 50 mg/100 g ; bien plus significatives sont les teneurs en zinc qui varient entre 2 et 10 mg par 100g d'où la recommandation d'une consommation raisonnable de fromage.

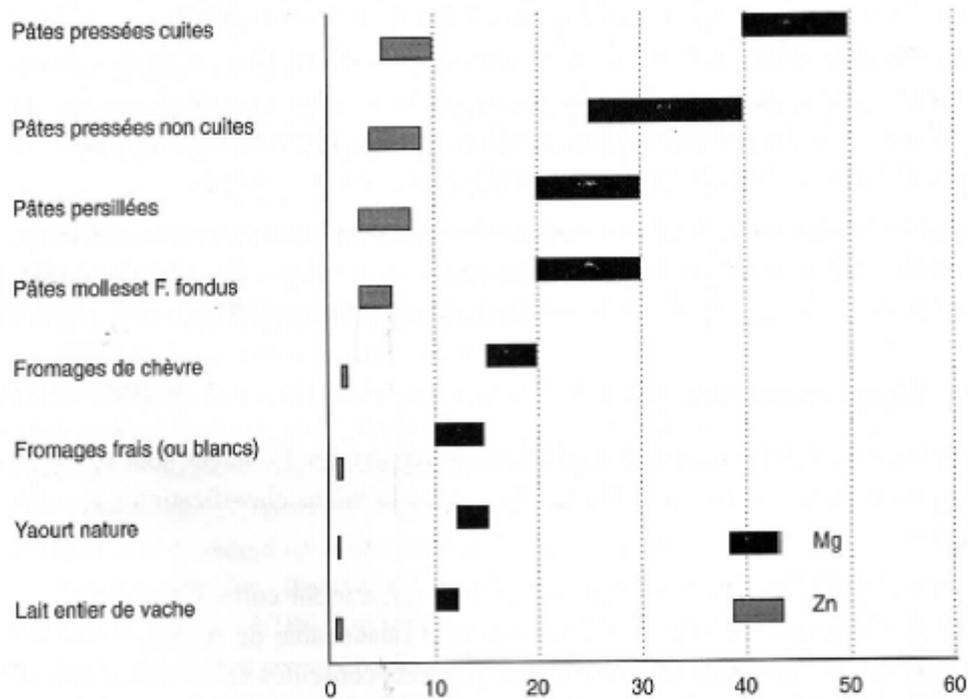


Figure 2.1 : teneur en magnésium et zinc des produits laitiers (mg/100g de produit frais) (ECK et GILLIS, 1997).

3.1Présentation du lieu de travail :

Présentation des entreprises :

O’KID’S (GIG) :

Notre étude s’est déroulée en partie au sein de l’unité **O’KID’S** du Groupe Industriel Goumidi (**GIG**) situe dans la zone industrielle Ouled yaich de Blida.

Depuis sa création en **1998**, son champ d’activité est passe du conditionnement et commercialisation des fromages type **GOUDA**, **EDAM** et **EMMENTAL**, a la production et la commercialisation du fromage fondu a tartiner UHT en portions et en barre sous sa marque propre, **O’KID’S** (en **2000** et **2006** respectivement).

Le groupe compte a l’heure actuelle **200** salaries et est dote d’un laboratoire central assurant le contrôle de qualité (physicochimique et microbiologique) de ses produits en s’appuyant sur des méthodes de référence.

En **2004**, Des actions de mise à niveau et d’amélioration en collaboration avec L’**ONU**DI (Organisation des Nations Unies pour le développement Industriel) et Euro développement ont été effectuées.

En **2008**, le groupe a inscrit, dans son plan d’action par l’élaboration et la mise en place du système de management de la qualité **ISO 9001** version **2008** afin d’instaurer une organisation visant une meilleure gestion de la qualité.

En **2009**, le **GIG** a été certifiée selon la norme **ISO 9001** version **2008** par l’organisme **MOODY** International.

La sécurité du consommateur étant une priorité visée par la politique qualité du groupe, la mise en place des principes **HACCP** selon **l’ISO 22000** a été réalise en **2011** et la certification est prévue début janvier **2013**.

3.2.L’objectif de travail :

L’objectif de notre travail est consiste à étudier l’influence des traitements thermiques sur la qualité nutritionnelle de fromage fondu en portion Okid’s.

Ce travail a été réalisé au niveau de

- l’unité « **groupe industrie Goumidi** ».
- **ITLV** : Institut Technique des Elevages à BABA ALI.
- **Bio groupe** : laboratoire privé à BLIDA.

3.3. Les étapes de fabrication du fromage fondu en portion :

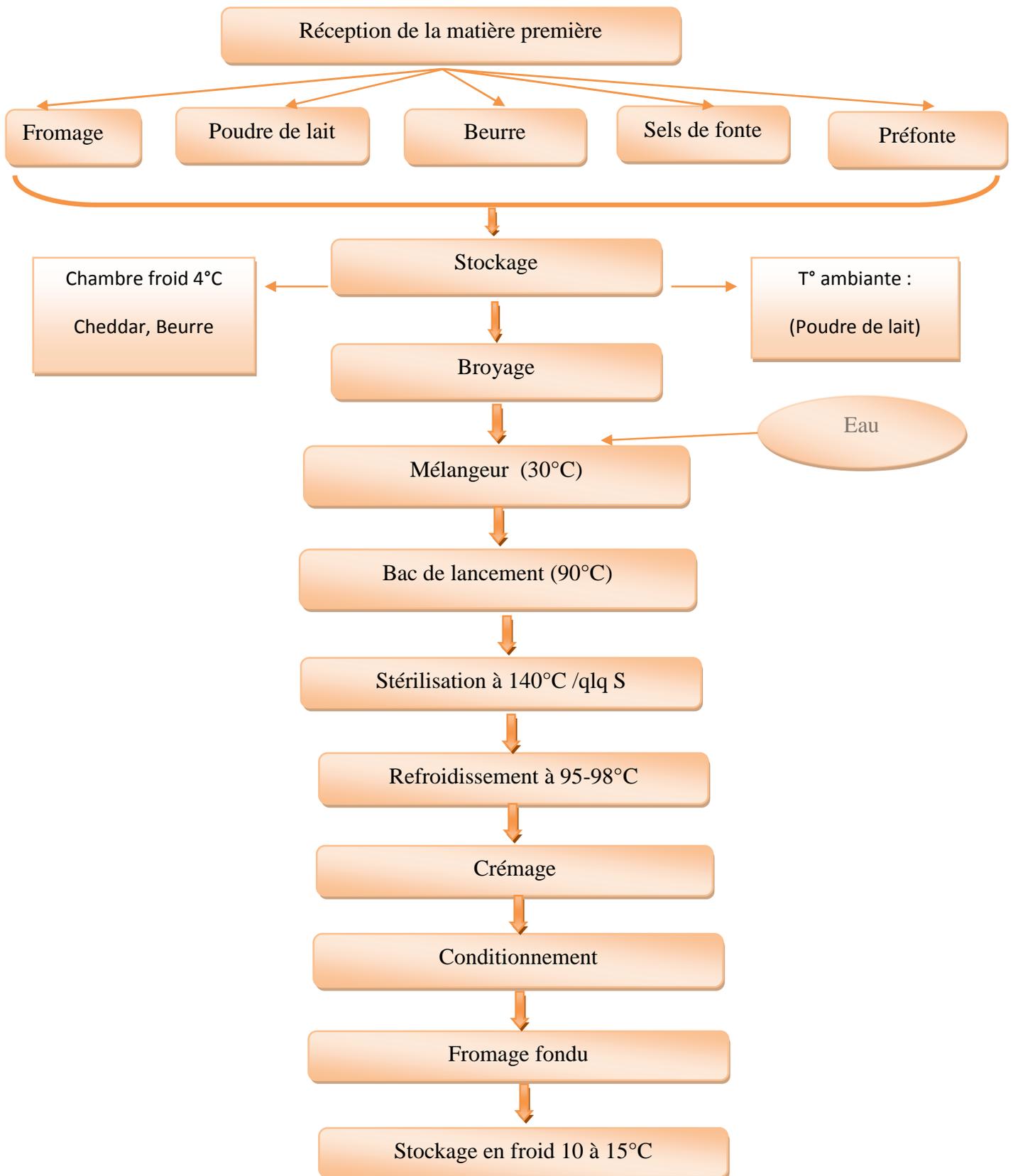


Figure 3 : les étapes de fabrication de fromage fondu en portion (selon GIG).

Les machines utilisées dans la fabrication de fromage fondu en portion au niveau de l'industrie « Goumidi » est en contact dans toutes les étapes, c'est un procédé continu, le contact est réalisé par des conduites en métal ce qui limite les sources de contamination durant la chaîne de fabrication.

3.4 Présentation de la démarche expérimentale :

Le travail qu'on a réalisé a porté sur l'influence de UHT sur la qualité nutritionnelle de fromage fondu au niveau du laboratoire de l'entreprise et pour s'assurer du bon suivi on a effectué les analyses suivantes :

* **Analyse microbiologiques** : dans cette analyse on a recherché tout les germes responsables de contamination et d'altération de notre produit (matière premières, produit semi-fini et fini) (tableau N°). (05 échantillons)

* **Analyse physico-chimique** : on a contrôlé les paramètres physico-chimiques des matières premières, produit semi-fini et fini (tableau5) (03 échantillons)

***évaluation de l'effet d'UHT sur les protéines ; lipides ; glucides et calcium** :

3.4 Echantillonnage :

3.4.1 Définition :

L'échantillonnage est une opération qui nécessite d'obtenir des échantillons suffisamment représentatifs pour une bonne pratique, 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.

3.4.2 Le But de l'échantillonnage :

A fin d'atteindre notre but nous avons effectué des prélèvements d'échantillons à différents points de la chaîne de fabrication :

- Contrôle des matières premières : Cheddar, beurre, sels des fontes, l'eau de procédé.
- Contrôle systématique de produit fini.

3.4.3 Méthode de prélèvement des échantillons :

A) Echantillons en vue de l'analyse microbiologique :

- Les prélèvements ont été effectués sur les matières premières (cheddar, poudre de lait, beurre, eau) et le produit semi fini et produit fini.

Les échantillons destinés aux différentes analyses sont prélevés séparément, les échantillons destinés avec examen microbiologique doit être prélevés en premiers (05 échantillons), on utilisant des techniques aseptique et un matériel et des récipients stériles.

* **Cheddar** :

- On effectuait le prélèvement à partir d'un bloc de 25 kg de la manière suivante :
- Désinfecter l'enveloppe du cheddar avec l'alcool.
- À l'aide d'un couteau stérile couper un morceau du produit à plusieurs niveaux du bloc (inférieure à 100g)
- Introduire rapidement dans un récipient stérile en présence de la flamme et bien fermé.

* **Poudre de lait** :

- Le prélèvement a été effectué à partir d'un sac de 25 kg (inférieure à 100g).
- Nettoyer la surface du sac avec l'alcool.
- À l'aide d'une cuillère stérile prélever une quantité, après homogénéisation, en présence de la flamme.
- Introduire l'échantillon rapidement dans des récipients stériles bien fermés.

*** Beurre :**

- En prélève le beurre juste avant le mélange des matières.
- Le prélèvement a été effectué à partir d'un sac de 25 kg (inférieur à 50 g).
- Nettoyer la surface du sac avec l'alcool et prélever une quantité avec cuillère stérile, homogène bien (tout sa en présence de la flamme).
- Introduire l'échantillon rapidement dans des récipients stériles bien fermes.

*** Eau :**

- Désinfecter à l'alcool et flambé le robinet.
- Laisser l'eau couler quelques minutes.
- Prélever 250 ml dans des flacons stériles devant la flamme.

*** Produit semi fini : (Après UHT).**

En prélève le mélange après UHT, dans un flacon stérile et bien fermé, en présence de la flamme.

*** Produit fini :**

- A partir des boites de fromage fondu considérés comme échantillons, en prélève 25g à l'aide cuillère stérile dans un flacon stérile.

B. Echantillonnage en vue de l'analyse physico-chimique :

Le matériel utilisé pour les analyses physico-chimiques doit être sec et propre pour éviter les modifications de la composition des produits à analyser.

*** Cheddar :**

- Le prélèvement de la même façon pour les analyses microbiologiques et physico-chimiques.

*** Poudre de lait :**

- On ouvre les sacs, avec une spatule stérile on prélève de 50 à 100g dans un flacon stérile en se rapprochant le plus possible un centre de la masse (en présence de la flamme).
- Le matériel utilisé est propre pour éviter la présentation d'humidité (sans oublier l'examen sensorielle)

*** Beurre :**

- Le prélèvement de la même façon pour les analyses microbiologique et physico-chimique.

*** L'eau :**

- En prélève au niveau du robinet et en prélève 500 ml dans des flacons.

*** Produit semi-fini :**

- En prélève le mélange après crémage direct dans un flacon stérile et bien fermé avec matériel propres et sec.

*** Produit fini :**

- Les analyse on été faites sur 03 boites en carton (16 portion) considérés comme échantillons.

. Matériels utilisés :

(Voir Annexe 04)

3.5. Les méthodes d'analyse :**3.6. Méthode d'analyse microbiologique :****3.6.1.1. L'objectif:**

Le contrôle microbiologique est indispensable pour garantir à la fois une bonne qualité hygiénique et bonne qualité marchande de produit fabrique.

De plus le contrôle permettra de minimiser les pertes (améliorer la rentabilité de la Production) dues à des mauvaises conditions de fabrication et donc minimiser les produit non conformes. (MULTON, 1995)

On a effectué l'analyse microbiologique au sein du laboratoire de l'entreprise.

3.6.1.2. Les germes recherchés :

Le tableau suivant représente les germes recherchés dans les produits analysés selon J.O.R.AN0 35 du 27.07.1998.

Tableau 3 : les germes recherchés dans les produits analysés selon J.O.R.A N° 35 du 27.07.1998.

produit à contrôler	Eau	La poudre de lait	Le cheddar	Le beurre	Le produit semi fini	Produit fini
germes recherches						
Germes aérobies s totaux	+	+	+	+	+	+
Coliformes totaux à 37°C	+	+	+	+	+	+
Coliformes fécaux à 44°C	-	+	+	+	+	+
Staphylococcus aureus à 37°C	+	-	+	+	+	+
Streptocoques fécaux à 37°C	-	-	-	-	-	+
Salmonella à 37°C	-	-	-	-	-	-
Clostridium sulfito réducteur à 46°C	+	+	+	-	+	+
levures et moisissures à 25°C	-	-	+	+	+	+
E. coli	-	-	-	-	-	-

Lev

(+) : analyses effectuées.

(-) : analyses non effectuées.

3.6.1.3. Prise d'essai :

Chaque fois qu'il est nécessaire il faut procéder à une homogénéisation des produits à l'aide de techniques et d'appareils appropriés (Broyeur).

Puis on prélève 25g dans un flacon contenant de 225 ml de diluant l'eau physiologiques.

- Homogénéiser.

- Cette suspension constituant alors la dilution mère (DM) qui correspond donc à la dilution 1/10.

- Le prélèvement (25g) serviront à analysé bactériologique courante.

3.6.1.4. Suspension mère et dilutions décimales :

Les dilutions sont toujours effectuées dans des conditions aseptiques.

- Le but de cette dilution est pour faciliter la lecture en diminuant la charge microbienne dans une boîte contenant un milieu de culture.

- Entre le moment de la préparation de la suspension, ses dilutions et leurs mises en culture, il ne doit pas s'écouler plus de 45 minutes.

A) Cas de produit liquide : (eau)

L'eau étant liquide, il constitue la solution mère (SM)= 10^{-1} .

B) Cas de produit solide :

Pour le cas de cheddar, beurre ; poudre de lait, produit semi fin et produit fini.

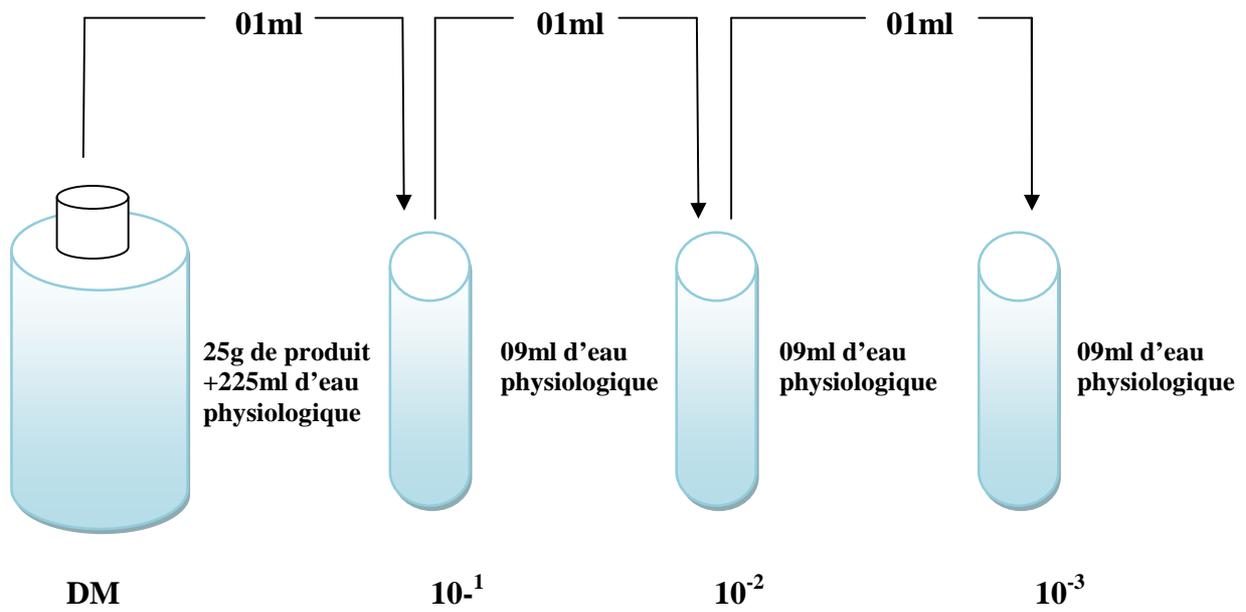
- Introduire 25g de produit dans un flacon stérile contenant de 225 ml d'eau physiologique, après homogénéisation on obtient la dilution 10^{-1} considérée comme la dilution mère.

- A partir de la dilution 10^{-1} on prélève 1 ml (20 gouttes) à l'aide d'une pipette pasteur stérile qu'on introduit dans un autre tube stérile contenant 9 ml de l'eau physiologique. C'est la dilution 10^{-2} .

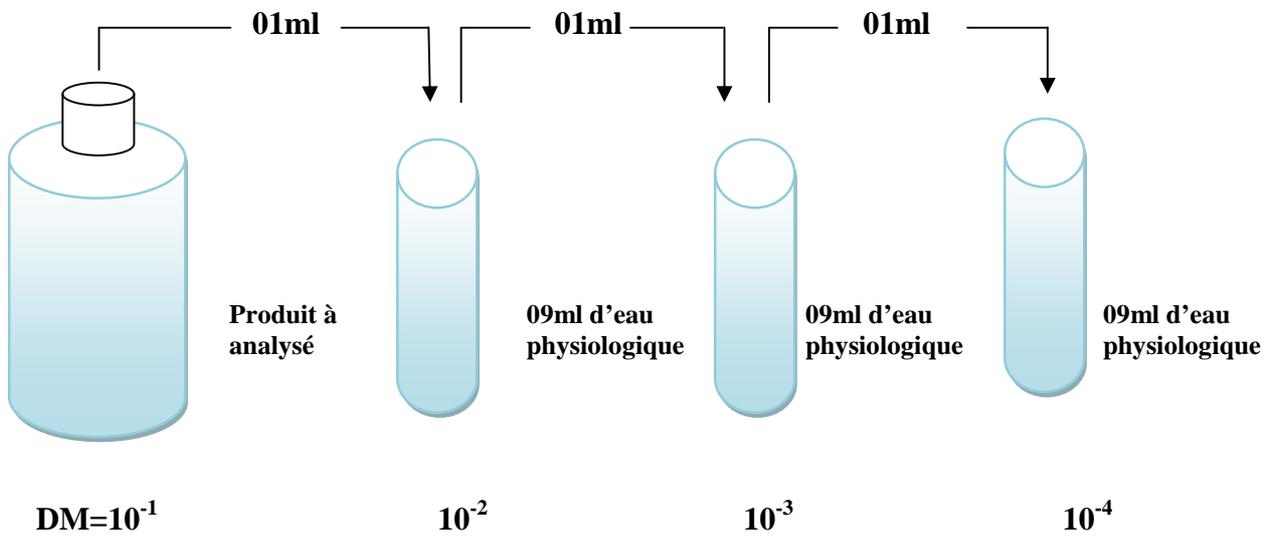
De la même façon on procède pour obtenir la dilution 10^{-3} .

Remarque : entre chaque dilution décimale, il est impérativement recommandé de changer les pipettes pasteur et les pipettes graduées.

Contrairement à cela, alors de l'ensemencement il est recommandé de commencer par la plus haute dilution à savoir 10^{-3} dans le but justement de ne pas changer les pipettes.



Cas de produit solide



Cas de produits liquides

Figure 3.1 : préparation des dilutions

3.6.1.5. Recherche et dénombrement des germes dans l'eau :

✚ Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (Institut Pasteur) :

But:

Le tube de dénombrement des B aérobies mésophiles totaux présent dans l'eau de procès à 22° et à 37°C, c'est l'estimation du nombre totale des germes présente dans cette eau.

- A température 37°C, pour le développement des germes provenant de l'homme ou des animaux à usage chaude.
- A température 22°C, pour le développement des germes Saprophytes de l'eau. (**BONTOUX, 1993**)

Principe :

La recherche et le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux se réalisent 2°T différents afin de cibler à la fois les M.O à tendance psychrophiles soit à 22°C et ceux franchement mésophiles soit 37°C.

Mode opératoire :

A partir de l'eau à analyser porter aseptiquement 2 fois 1 ml dans 2 boites de pétri vides préparées à cet usage et numérotées comme l'indique le schéma.

Compléter ensuite chacune des boites avec environ 20 ml de gélose PCA fondue puis refroidie à 45+ 1°C, faire en suite des mouvements circulaires et de va et vient en forme de 8 pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose. Laisser solidifier sur la paille, puis rajouter une 2ème couche d'environ 5 ml de la même gélose (cette double couche à un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

* Incubation :

- La première boite sera incubée à 22 °C.
- La seconde boite sera incubée à 37°C.

Pendant 72 heures :

* Lecture :

Les germes se présentent dans les deux cas sous forme des colonies lenticulaires poussant en masse de couleur transparente.

* **Dénombrement** : Il s'agit de dénombrement toutes les colonies, en tenant compte 2 remarque suivantes :

- Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies.
- Le résultat se

* Illustration :

Inoculum	Nombre de colonies	Pour revenir à 1	Nombre réel	Moyenne arithmétique
10 ⁻¹	18	X10	180	180/3=60 GAMT/gr
10 ⁻²	09	X100	900	
10 ⁻³	0	X1000	0	

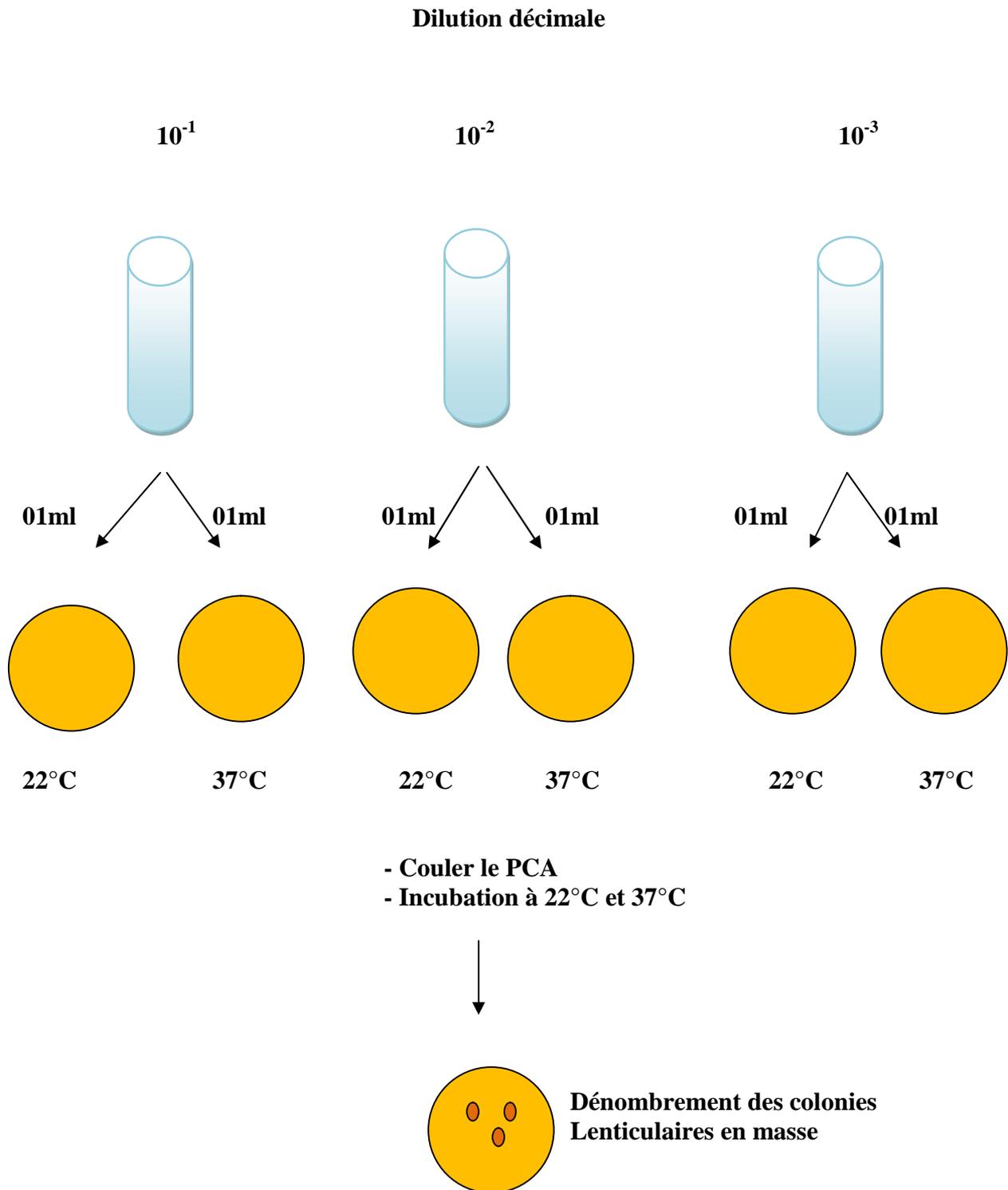


Figure 3.2: Recherche et dénombrement des germes totaux dans l'eau

 **Recherche et dénombrement des conformes totaux et fécaux (sur milieu liquide)**
(A F N O R N V P 08-OSO)

* **Définition** : Les coliformes sont des bactéries qui appartiennent à la famille des Entérobactéries « sont des MP en forme de bâtonnets, Gram (-), aéro-anaérobies facultatifs..

* **Principes** : Cette recherche fait appelle à deux testes consécutifs à savoir :

- Les testes présomption : réservé à la recherche des coliforme totaux.
- Les testes de confirmation : appelé encore test de Mac Kenzie et réservé à la recherche des coliformes fécaux à partir des tubes positifs du teste de présomption.

* **Mode opératoire** :

* **Teste de présomption** :

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un flacon contenant 50 ml de BCPL (Bouillons lactose au propre de bromocrésole) double concentration (D/C) et une cloche de Durham.
- Mettre 10 ml d'eau dans 5 tubes contenant le BCPL (D/C).
- Mettre 1 ml d'eau dans 5 tubes contenant le BCPL simple concentration (S/C).
- Bien mélanger en agitant le flacon et les tubes et incuber l'ensemble à 37°C pendant 24 à 48h.

* **Lecture** :

Le flacon et les tubes considérés comme positifs sont ceux qui sont présent :

- Un trouble du milieu accompagné d'un virage au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- Dégagement de gaz (1/10 de volume de la cloche).

L'expression des résultats s'effectue par la méthode NPP (nombre le plus probable) par l'utilisation de la table de MAC GRADY (annexe II) pour obtenir le nombre de coliformes totaux présent dans 100 ml d'eau.

* **Test confirmatif** :

A partir des tubes et des flacons (+) de BCPL, on repique 2 à 3 gouttes de tube (+) dans un tube contenant le milieu Schubert + cloche Durham.

* **Incubation** : Incubation à 44°C pendant 24h.

***Lecture** : après incubation on sélectionne les tubes présentant un trouble du milieu et dégagement de gaz qu'on additionne de 3-4 gouttes de réactif de Kovacs.

- Lorsqu'un anneau rouge apparaît, le test est considéré comme (+), traduisant l'existence de coliformes fécaux, précisément E.Coli.
- Le dénombrement se fait selon la table de NPP qui correspond au nombre des germes dans 100ml.

Remarque : Etant donné que les coliformes fécaux font des coliformes totaux, il est pratiquement impossible de trouver plus de coliformes fécaux que des coliformes totaux.

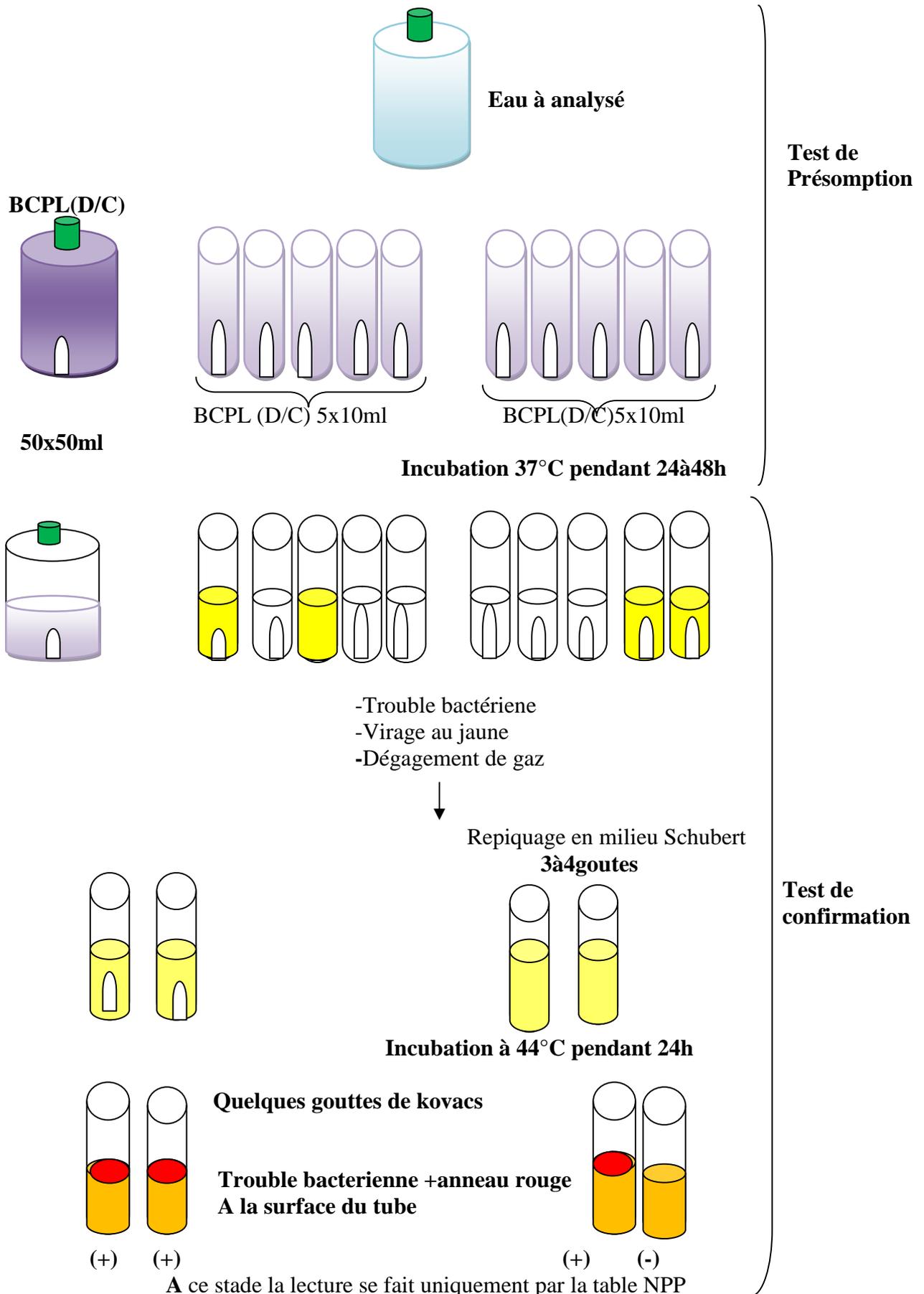


Figure 3.3: recherche et dénombrement des coliformes dans l'eau

🚩 Recherche des Streptocoques fécaux : (AFNOR NF V08-050).

* **Définition** : Les Streptocoques fécaux sont des bactéries appartenant à la famille des lactobactéries, ce sont des bactéries grames (+), aéro-anaérobie facultatifs, elles ont une forme cocci et ferment le glucose.

Leur présence dans les produits et considérée comme indice décontamination fécale.

* **But** : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux dans l'eau à pour but d'estimer une contamination fécale de l'eau.

* **Principe** : la recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux fait appel à deux testes consécutifs à savoir :

* **Mode opératoire** :

* **Test présumptifs** :

- Dans un flacon contenant 50 ml de bouillon de Roth (D/C) on introduit 50 ml d'eau à analyser.

- Dans 5 tubes de bouillon de Roth (D/C), on verse 10 ml d'eau à analyser dans chaque tube.

- Dans 5 tubes de bouillons de Roth (S/C), on verse 1 ml d'eau à analyser dans chaque tube.

* **Incubation** : se fait à 37°C pendant 48h.

Le flacon et les tubes considérés comme positifs sont ceux qui présentes un trouble et donc on procède au test Mac-Kenzie.

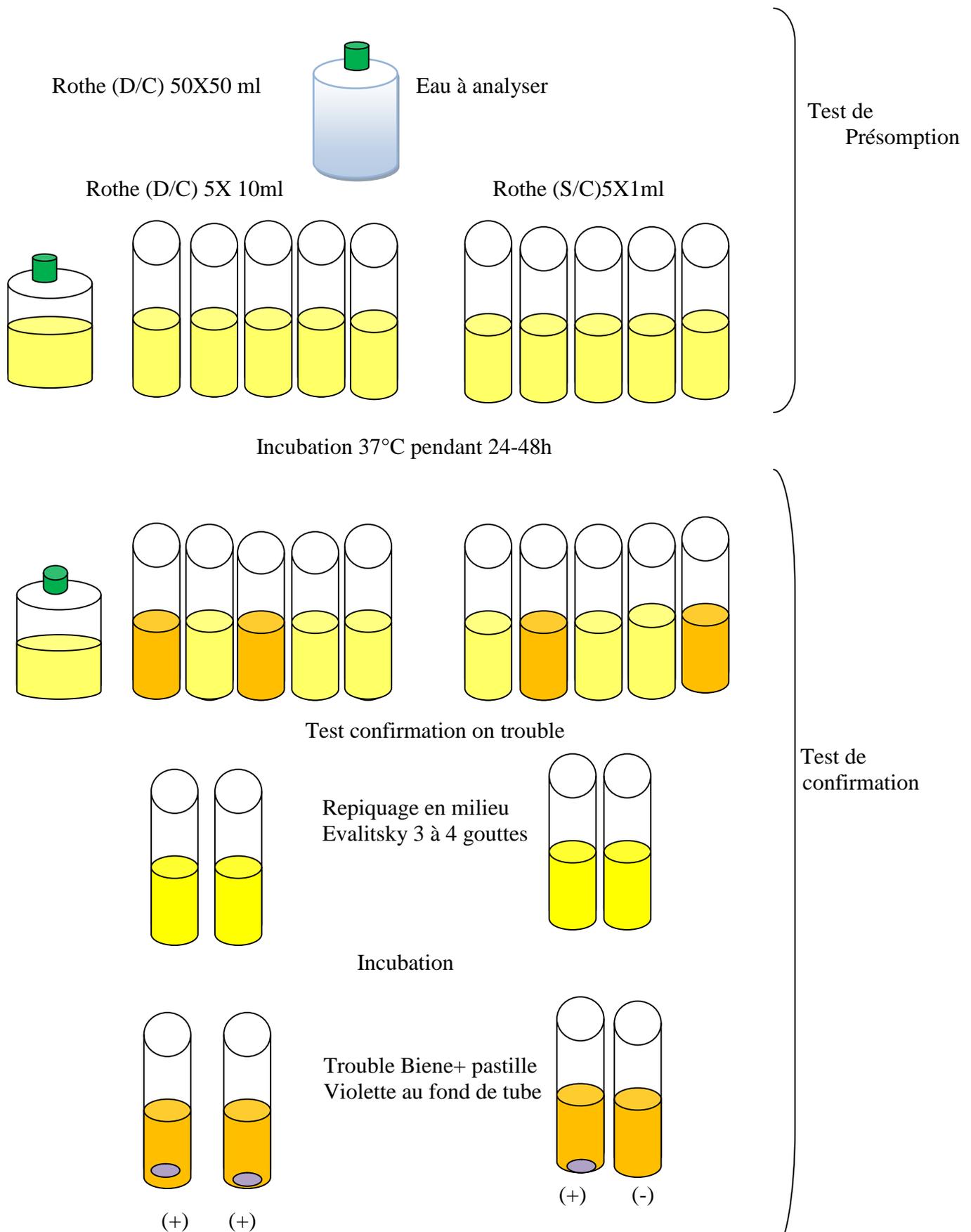
* **Test confirmation** :

Réservé à la confirmation réelle des Streptocoques fécaux à partir des tubes (+) du teste de présomption.

* **Lecture** :

- Les tubes présentant un trouble du milieu et une pastille blanchâtre ou violette du fond du tube sont considérés comme (+).

- La lecture finale se fait selon la table des NPP.



A ce stade la lecture se fait uniquement par la table des NPP

Figure 3.4: recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau

Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium sulfitoréducteurs*: « NPT-904 »

* Définition :

Sont des bacilles gram (+) anaérobies stricts, capables de sporuler, immobiles ou mobiles par ciliatures péritriche, réduisant les sulfites en sulfure. Leur présence dans les produits laitiers est l'origine d'intoxication alimentaire.

* **But** : Déterminer la qualité microbiologique d'une eau de process, les C.S.R sont souvent considérés comme témoins d'une pollution fécale, la forme spore beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et les streptocoques fécaux permettrait ainsi, de détecter une pollution fécale ancienne. (RODIER, 1996)

* Principes :

Il s'agit des B telluriques, rencontrées dans le sol, les eaux d'égouts et l'intestin, elles peuvent contaminer et dégrader le sulfite en sulfure dans les produits alimentaires. (GUIRAUD, 1998).

* Mode opératoire :

* Préparation du milieu :

- Faire fondre un flacon de gélose viande - foie (VF).
- Le refroidir à 45°C.
- Ajouter aseptiquement une ampoule de fer et une ampoule de sulfite de Sodium dans les mêmes conditions.
- Mélanger bien.
- Puis maintenir le flacon dans une étuve 45°C jusqu'au moment d'utilisation.

* Ensemencement :

- Introduire un flacon de 180 ml d'eau (stériles)
- Chauffer à 80°C pendant 10 mn.
- Refroidir brutalement sous l'eau de robinet.
- Répartir dans 04 tubes à raison de 5 ml par tube et dans un tube 1 ml.
- Ajouter environ 15 ml de gélose VF liquéfiée et refroidie à 45°C.
- Laisser solidifier.
- Puis incuber à 37°C pendant 24-48 h.

* Lecture :

Sont considérés comme (+), les tubes qui renferment des colonies noires de spores de C.S.R, on compte des colonies dans chaque tube et la somme des colonies présente le nombre finale de spore de CSR/20 ml et CSR/1 ml.

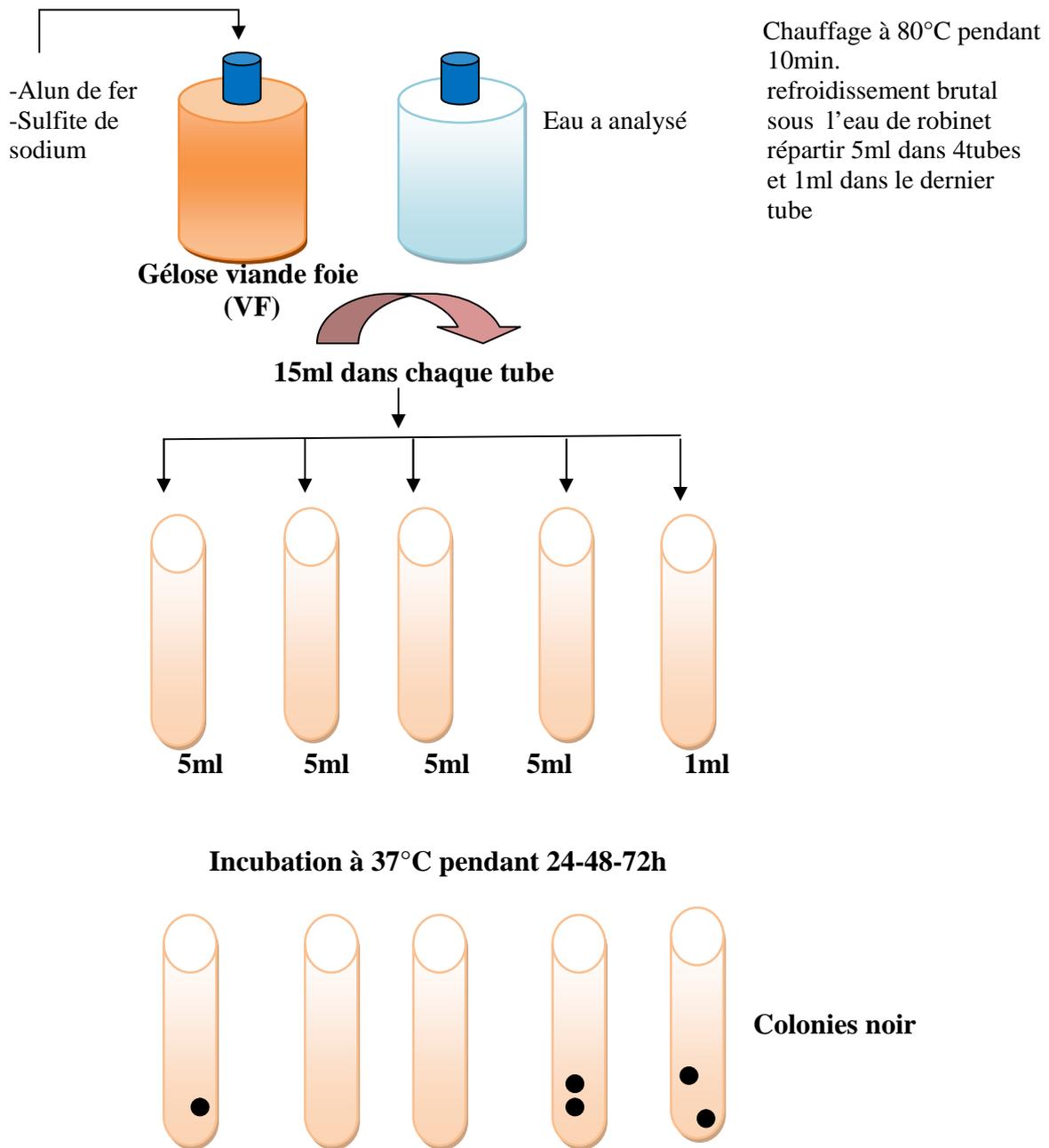


Figure 3.5 : recherches et dénombrement des clostridium sulfite réducteur dans l'eau

🚧 Recherche et dénombrement des germes dans autres produits :

Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux :

(Beurre, cheddar, poudre de lait, produit semi fini et fini) même méthode.

* **But** : Il s'agit de compter les M.O aptes multiplié à l'air, dont la température optimale de croissance est entre 25 à 40°C.

- cet ensemble englobe les M.O pathogènes d'une part, divers organismes d'altération d'autre part, le dénombrement permet d'apprécier la pollution microbienne du produit.

(BOURGOÏS et LEVEAU, 1980).

* **Principe** : Ce sont des G.A.M (germes aérobies mésophiles) qui peuvent dégrader l'alimentation et causer par la suite des troubles digestifs ou allergies aux consommateurs, la présence de ces dernières peut également poser question à propos des germes pathogènes qui peuvent avoir lien.

* **Mode opératoire** :

- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri vide préparée a cet usage et numérotée.

- Couler ensuite environ 15ml de gélose PCA et homogénéiser le mélange par des mouvements circulaires et en formes de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, sur une surface fraîche et horizontale puis ajouter la 2ème couche de 5 ml de la même gélose pour éviter la contamination.

- Laisser solidifier sur paillasse, puis incubées les boites couvercle en bas à 30°C pendant 24-48h.

* **Lecture** : Les colonies se présentent sous forme lenticulaire en masse et pour les compter en tient compte de :

- Ne dénombre que les boites contenant entre 15 et 300 colonies.

- Multiplier le nombre de germes trouvés par l'inverse de dilution.

- Faire la moyenne des colonies entre les différentes dilutions.

Dilution décimale

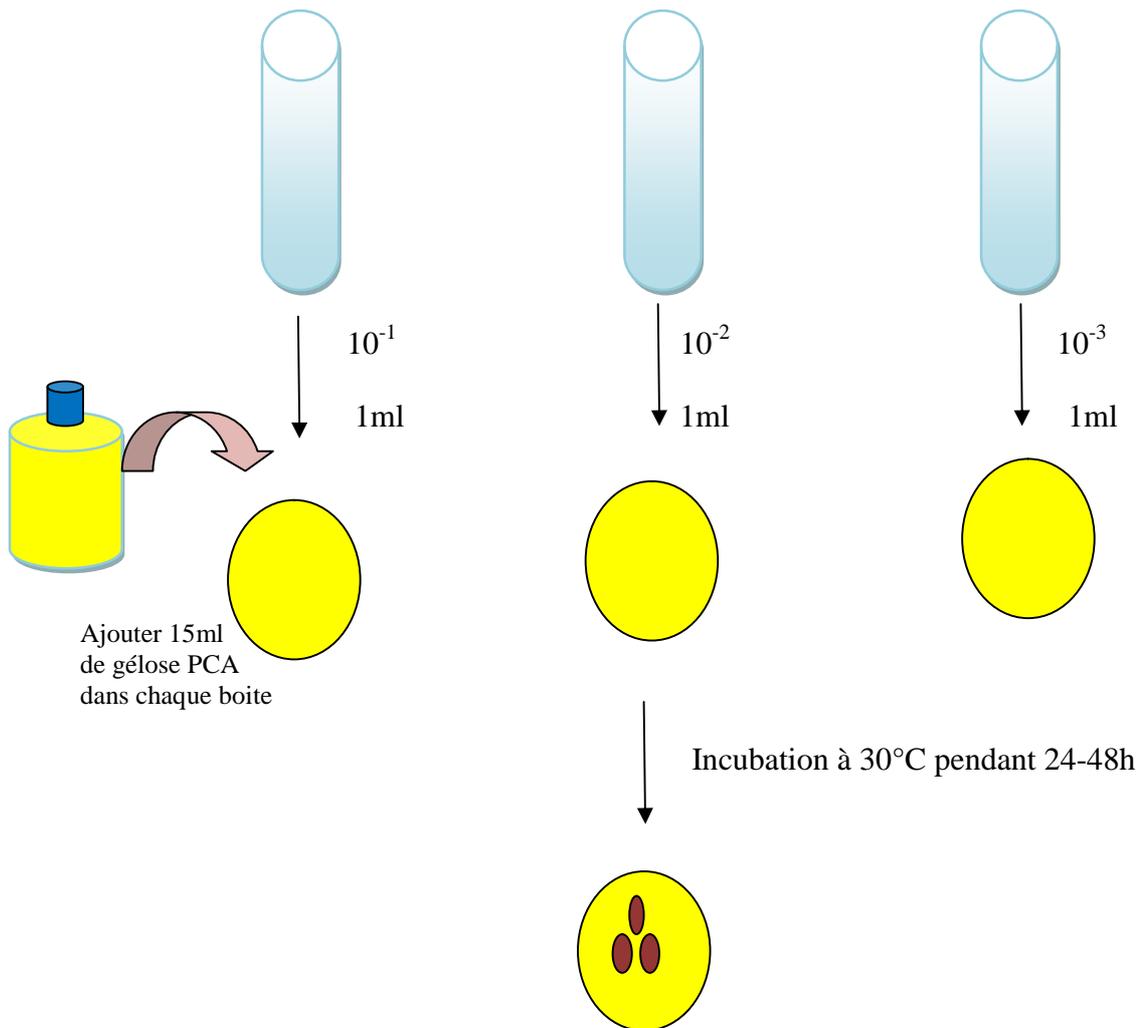


Figure 3.6: recherche et dénombrement des GMT dans autres produits

**🚩 Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus : (NF ISO 6888).
Recherche des germes dans le cheddar. Beurre, produit semi fini et fini.**

* **Définition** : Les Staphylocoques appartiennent à la famille des micrococcaceae, ce sont des germes cocci à Gram (+). Ils sont aérobies et anaérobies facultatifs, ils sont plus virulents.

* **But** : la recherche et le dénombrement de Staphylococcus aureus les seules à produire éventuellement une enterotoxine protéique cause d'intoxications alimentaires, permet donc de savoir si le produit à analyser présente des risques pour le consommateur. (Guiraud, 1998).

* **Principe** : L'enrichissement sur Guilliti Cantoni, additionné de téllurite de potassium est basé sur le principe de l'inhibition par téllurite de potassium est le chlorure de lithium (le téllurite de potassium qui est un agent sélectif et un indicateur de réduction noircissement des colonies)...

Le milieu d'isolement (milieu Chapman) grâce a son taux &levé en Na cl (7.5%) permet aux staphylocoques de s'y développer.

* **Mode opératoire :**

* **1ère étape : Enrichissement.**

On mélange 15 ml d'une solution de téllurite de potassium au flacon contenant le milieu de Giolliti Cantoni pour l'emploi. A partir de la solution mère et des dilutions décimales, on doit prélever 1 ml et la porter dans des tubes contenant le bouillon de Giolliti Cantoni (15 ml par tube préparés préalablement) pour chaque dilution un tube après incubé les tubes à 37°C pendant 24-48h.

* **Lecture 1:** les tubes qui virent du jaune à la noire sont considérés comme positifs.

* **2ème étape :** Isolement.

On fait couler le milieu gélose Chapman préalablement fondu, dans des boites de pétri vides stériles, une fois solidifié sur la paillasse, on procède à l'ensemencement par étalement rapide de quelque gouttes de chaque tube (+). Incuber à 37°C pendant 24-48h. Les colonies suspectes apparaissent de couleur jaune doré.

* **Lecture 2 :** Les colonies suspectes apparaissent de couleur jaune doré.

* **3ème étape :**

Cette opération d'effectuer pour déduire la confirmation de S.aureus.

* **Catalase :**

On prend une colonie typique sur une lame puis on ajoute quelques gouttes de H₂O₂, s'il y'a dégagement d'O₂ avec bouillonnement de la réaction, donc catalase (+).

* **Coagulase :**

On prend une colonie qu'on verse dans un tube de BHIB ou il sera mis dans un bain Marie pendant 1 à 2 heures jusqu'à obtention d'une réaction trouble, on prend une quantité identique à celle du plasma de lapin ou humain, qui sera incubé par la suite à 37°C pendant 24h, la réaction (+) si le contenu se coagule (au moins 1/3 tube).

Remarque : Si les 2 réactions sont positives donc c'est une S.aureus

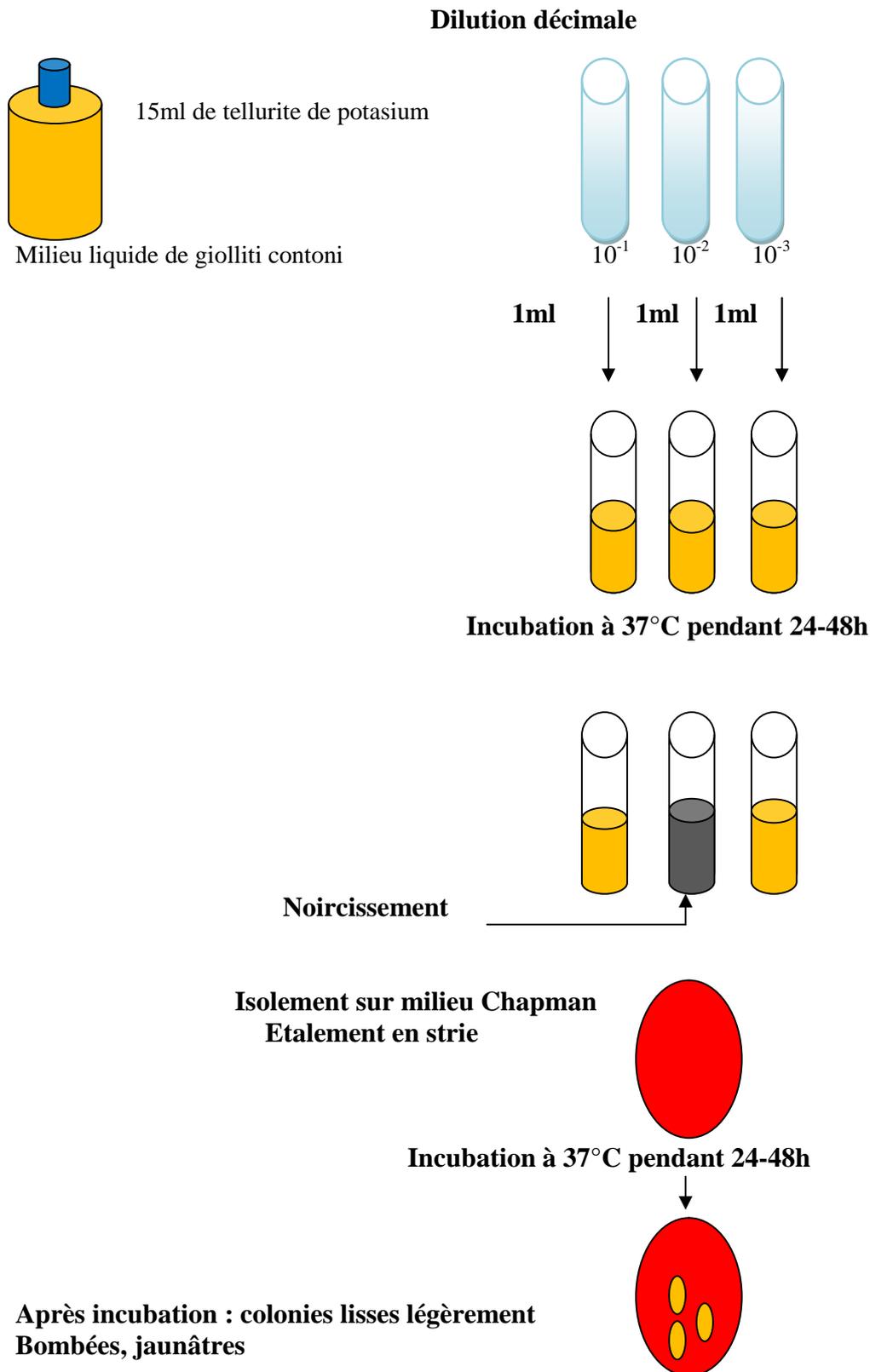


Figure 3.7: recherche et dénombrement du staphylocoque dans les autres produits Analyser

 **Recherche et dénombrement des levures et moisissures pour les autres produits (Cheddar, beurre, produit fin et semi fini) « NFV08- 059»**

* **Définition** : les levures et moisissures sont des champignons inférieurs qui se développent sur les produits acides et provoquent la dégradation du goût, le gonflement ainsi que la mauvaise présentation. Leur dénombrement permet l'évaluation de l'efficacité du traitement et de la capacité de conservation du produit.

* **But** : la recherche et le dénombrement des levures et moisissures sont réalisés pour 2 causes :

- leur aptitude à provoquer des altérations d'ordre organoleptique importantes au niveau de l'aliment.
- la propriété qu'ont certaines moisissures à produire des mycotoxines, notamment les altérations pouvant nuire à la santé du consommateur. (Guiraud, 2003).

* **Principes** : Le dénombrement est réalisé sur gélose Sabouraut, ce milieu permettant la croissance des levures et moisissures en inhibant le développement des bactéries.

* **Mode opératoire** :

- A partir des dilutions décimales retenues (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}), transférés aseptiquement 04 gouttes de chaque dilution aux boîtes de pétri contenant le milieu Sabouraut préalablement fondu et solidifié.

Etaler sur toute la surface du milieu à l'aide d'un râteau stérile.

* **Incubation** :

- L'incubation de ces boîtes se fait à 22°C couvercle en haut pendant 05 jours en surveillant quotidiennement les boîtes pour éviter l'envahissement des moisissures sur le milieu.

* **Lecture** :

- Les colonies des levures sont brillantes, rondes et bordées, de couleurs différentes, de formes convexes ou plates et souvent opaques.
- Les colonies de moisissures sont épaisses, filamenteuses, pigmentées ou non, à aspect velouté et sont plus grandes.

* **Expression des résultats** :

- Le dénombrement s'agit de compter toutes les colonies ayant poussés sur les boîtes en tenant compte les facteurs suivant :
- Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15-300 colonies.
- Multiplier le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.
- Faire la moyenne arithmétique des colonies entre les différentes dilutions

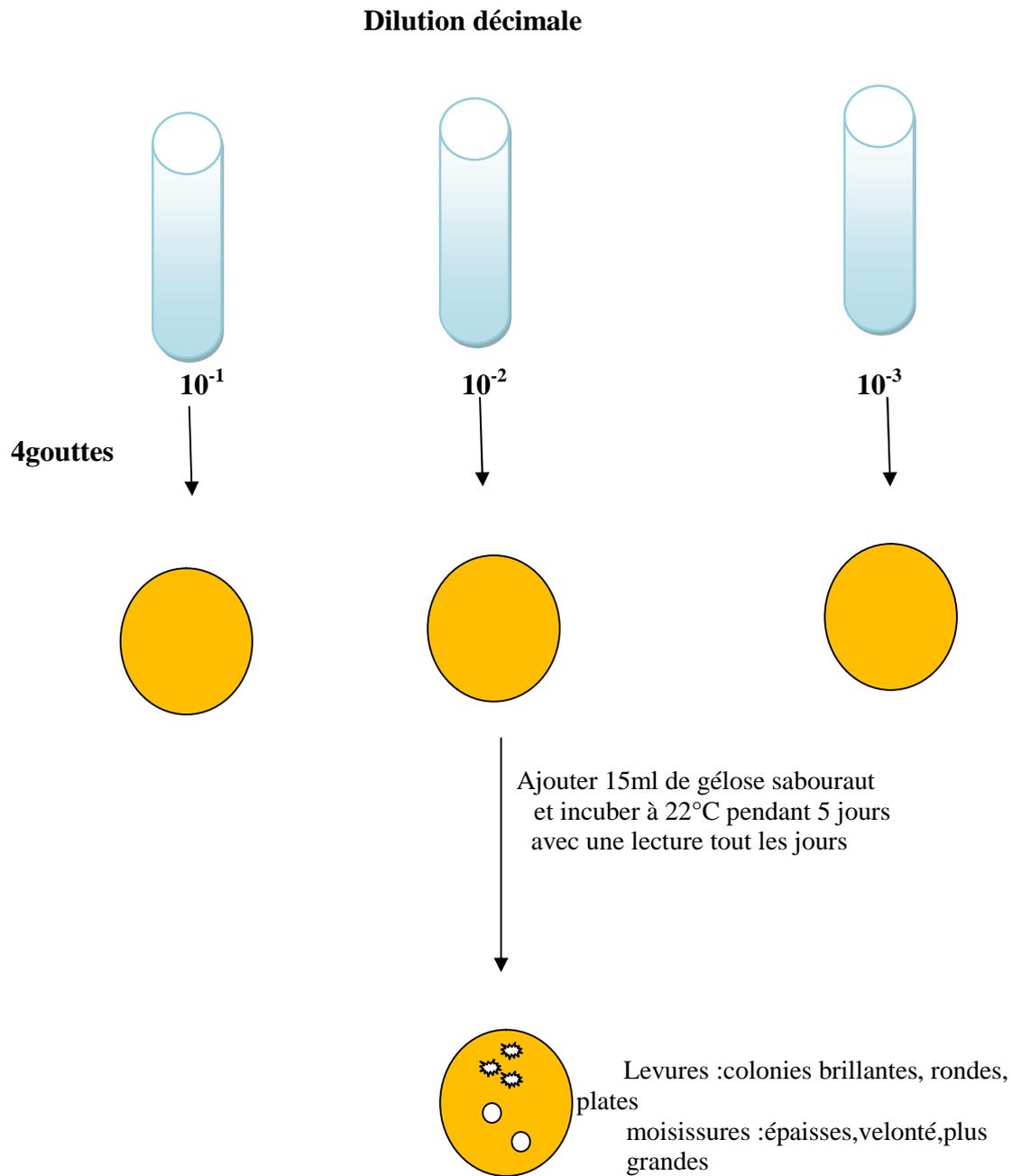


Figure 3.8: recherche et dénombrement des levures et moisissures

 **Recherche et dénombrement des salmonella : « NFV 08-052 »**
(Cheddar, Beurre, produit fini et semi fini).

* **Définition** : Salmonelle sont des entérobactéries qui présentent sous formes de bacilles gram (-), mobile par ciliature péritriche ou immobile, non sporulé, aéro-anaérobie facultatifs, ferment le glucose avec production du gaz et de H₂S, réduire le nitrate au nitrite.

* **But** : La recherche des salmonella s'effectue dans le but de montrer le produit et dangereux à consommer ou non, car les Salmonelles sont des bactéries pathogènes. (**JOFFINET JOFFIN, 1985**)

* **Principe** :

- Etant donné que le nombre de salmonella est généralement absent dans des produits alimentaires.
- Faire un pré-enrichissement qui est suivi d'un enrichissement sur milieu sélectif et d'un isolement sur milieu Hektoen pour pouvoir passer la lecture. (**GUYLEYRAL, 2002**)

* **Mode opératoire** : cette recherche nécessite la réalisation des étapes suivantes :

1er jour : Pré-enrichissement.

- Introduire 25g d'échantillon à analyser dans un flacon stérile contenant 225 ml de TSE ou l'eau physiologique, homogénéiser bien et incubé à 37°C pendant 18h.

2ème jour : Enrichissement

- Porter 10 ml du pré-enrichissement sur SFB (Bouillon sélénite, cystéine) simple concentration (S/C) et 100 ml dans un flacon SFB (D/C) double concentration et incubé à 37°C pendant 18 à 24h.

3ème jour : L'isolement.

- Un ensemencement en surface et en strie pour l'isolement sur gélose Hektoen + additifs Hektoen, coulé en boîte (avant l'ensemencement) et incubé à 37°C pendant 24h.

* **Lecture** : Les colonies sur l'Hektoen sont des colonies grises bleu à centre noire indiquent la présence de salmonelles.

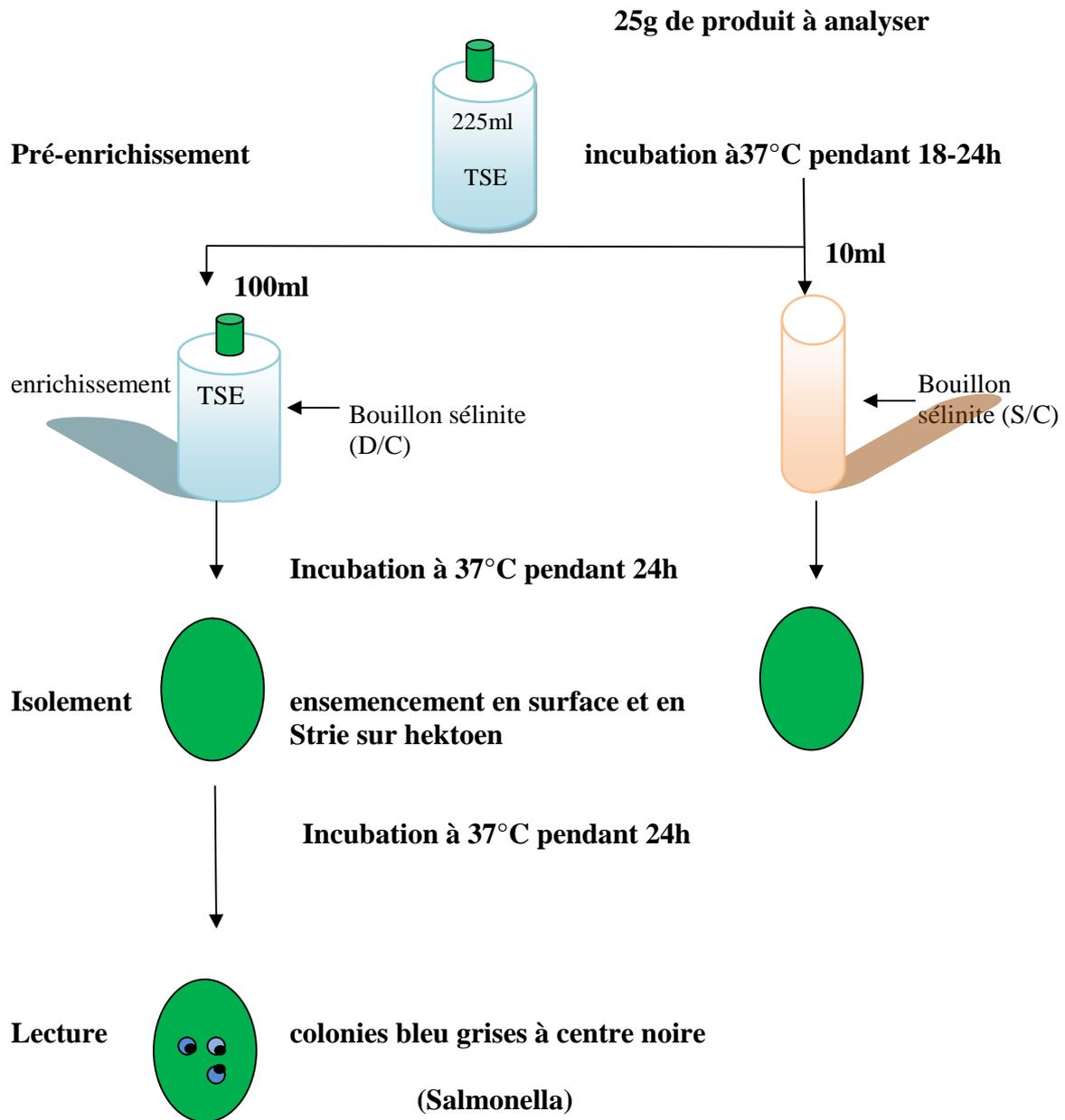


Figure 3.9 : recherche de salmonella dans les denrées

🚩 Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux (dans la poudre de tait, cheddar, beurre, produit fini et semi fini) « NFV08-052 ».

* **But** : Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux pour le produit testé une contamination fécale. Notons qu'E.Coli représente un indice de contamination fécale récente. (Joffin et Joffm, 1985)

* **Principe** : Le principe est basé sur :

- La propriété des coliformes totaux et fécaux (la fermentation de lactose avec production de gaz).
- L'ensemencement par un milieu solide par la technique en boîtes sur géloses DCLA ou sur milieu liquide par la technique du NPP sur VRBL (Bouillant lactose biliée au Vert Brillant). Répartir à raison de 1 ml par tube muni au préalable d'une cloche de Durkam.

* **Mode opératoire** :

- Préparer 2 séries de boîtes de Pétri.
- A partir des dilutions décimales allant de 10^{-1} à 10^{-3} porter aseptiquement 2 fois 1 ml dans 2 séries de boîtes de Pétri vides.
- Couler ensuite avec environ 15 ml de gélose DCLA et homogénéiser bien par des mouvements circulaires et en forme de « 8 ».
- Laisser solidifier sur paillasse puis ajouter une $2e^{10^{-6}}$ couche d'environ 5 ml de la même gélose (pour éviter la contamination).

- **La série 1** : à 37°C pendant 24-48h pour rechercher des coliformes totaux.

- **La série 2** : à 44°C pendant 24-48h pour rechercher des coliformes fécaux.

- **Lecture** : pour le dénombrement que les boîtes contenant entre 15-300 colonies de couleur rouge foncée, brillantes de 0.5 mm de diamètre.

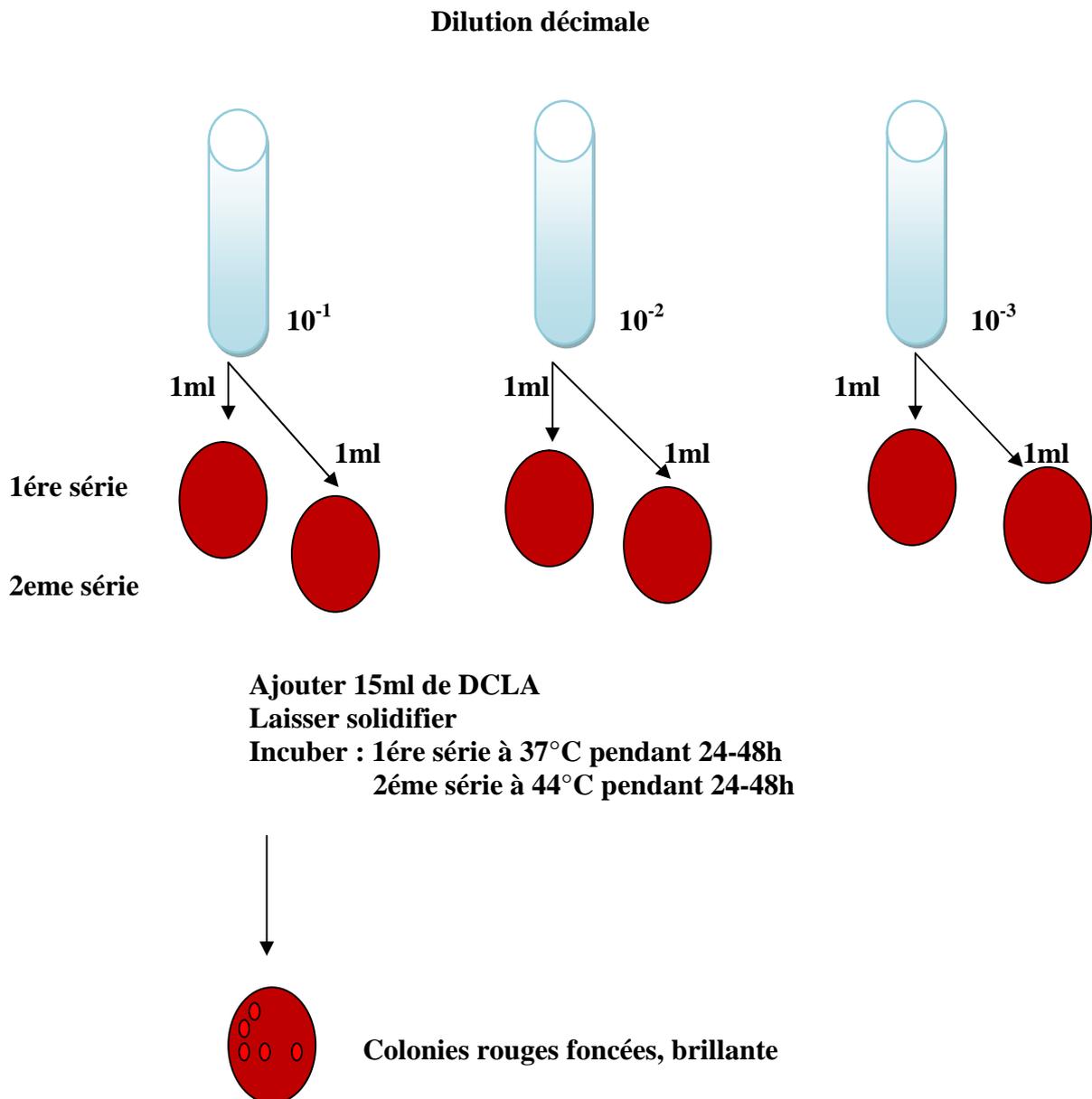


Figure 3.10 : recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux dans les denrées alimentaires

**🚧 Recherche et dénombrement des clostridium sulfito-réducteur
(poudre de lait, Cheddar. produit fini et semi-fini « NFT90-415 »).**

* **But** : Il s'agit des [↑]B telluriques, rencontrées dans le sol, les eaux d'égouts et l'intestin. Elles peuvent contaminer et dégrader les produits alimentaires. (Guiraud, 1998)

* **Principe** : Les Bt sporulées anaérobies sont cultivées sur des milieux très réducteurs comme VF.

* **Mode opératoire** :

- Préparation du milieu :
- Refroidir le gélose VF à 45 °C.
- Ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfure de sodium dans les mêmes conditions.
- Bien mélanger.

* **Ensemencement** :

- Introduire un flacon de 20 ml d'aliment à analyser.
- Chauffer à 80°C pendant 10 mn.
- Refroidir sous l'eau du robinet.
- Répartir dans 4 tubes à raison de 5 ml par tube.
- Ajouter 15 ml de VF par chaque tube et laisser refroidir à 45°C.
- Laisser refroidir.
- Incuber à 37°C pendant 24-48-72h.

* **Lecture** :

- Les tubes positifs sont des tubes qui renferment des colonies noires (spores de C.S.R.).
- On compte les colonies dans chaque tube et la somme des colonies représente le nombre final des spores de C.S.R./20 ml.

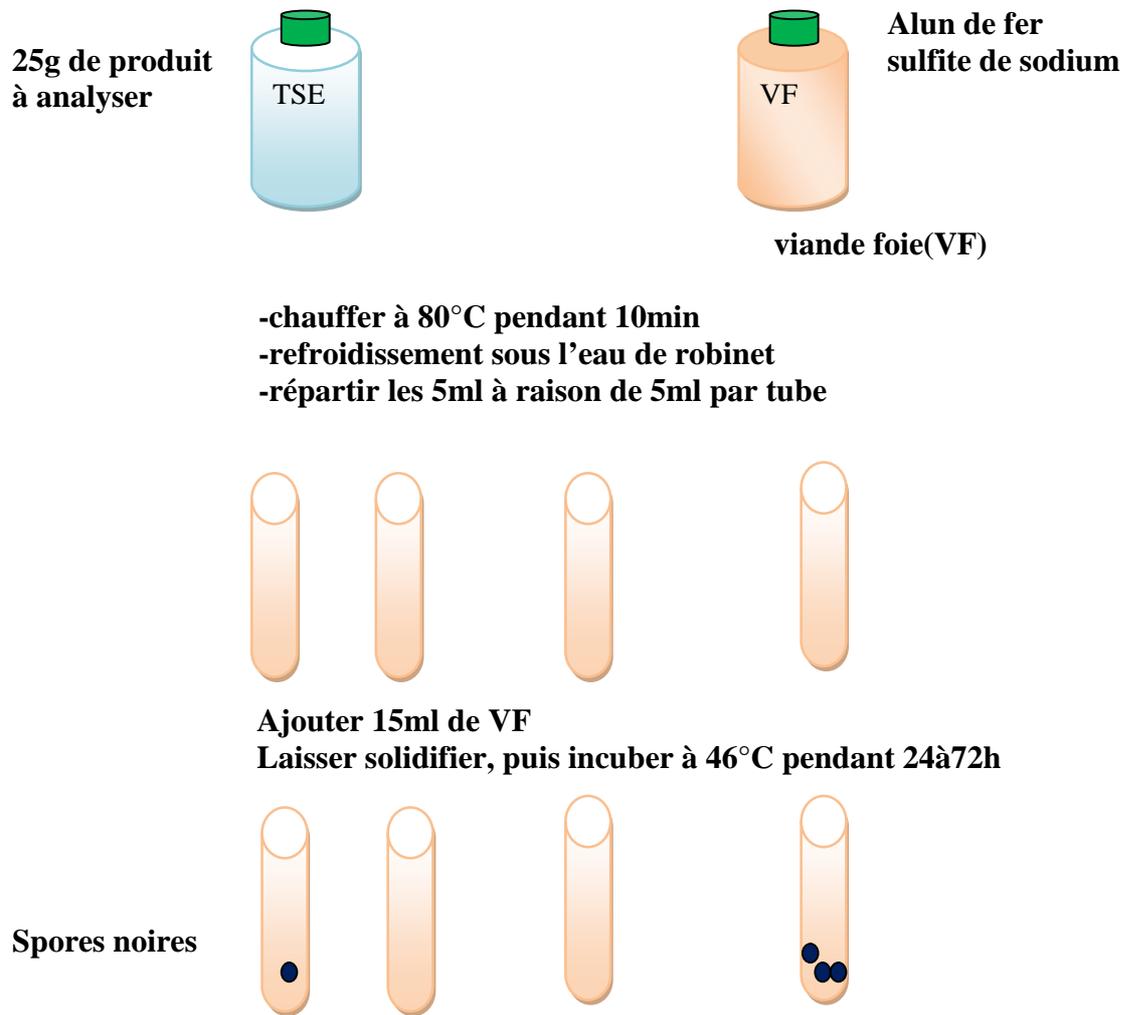


Figure 3.11: recherche et dénombrement des clostridium sulfite réducteurs dans les denrées alimentaires

3.6.2 Méthode d'analyse physico-chimique :

3.6.2.1.L'objectif :

Le contrôle physico-chimique a un rôle de régulateur économique pour l'entreprise et le consommateur.

- Il joue un rôle de vérification des matières premières par rapport aux normes.
- Il joue un rôle de vérification de la qualité gustative et nutritive des produits finis.
- Il évite toutes les erreurs de fabrication et/ou toute modification des paramètres au cours de la chaîne de fabrication.
- On effectue les analyses physico-chimiques au niveau du laboratoire de l'entreprise.

3.6.2.2. Les différents points à contrôler :

- Le tableau suivant représente les différentes matières contrôlées (matières premières, produits semi-finis et produits finis).

Tableau 3.1 : les différentes matières contrôlées (matières premières, produits semi-finis et produits finis).

produit contrôlé paramètres	eau	Poudre de lait	beure	cheddar	Produit semi-fini	Produit fini
TA (F°)	+	-	-	-	-	-
TAC (F°)	+	-	-	-	-	-
TH (F°)	+	-	-	-	-	-
Ph	+	+	+	+	+	+
Cl(mg /l)	+	-	-	-	-	-
Humidité(%)	-	+	+	+	-	-
MG(%)	+	+	+	+	+	+
EST(%)	-	-	-	+	+	+
MG/EST(%)	-	-	-	+	+	+

(+) : analyse effectuée

(-) : analyse non effectuée

3.6.2.3 Les analyses physico-chimiques de l'eau :**A) Mesure du pH : « NFV90 008/2006 »***** Principe :**

- C'est la mesure de l'acidité ionique de l'eau.
- Elle consiste à introduire l'électrode d'un pH mètre dans la solution à analyser (l'eau).

Mode opératoire :

- En réglant la température de l'appareil et en étalonnant avec des solutions tampons.
- Placer l'électrode de verre dans le bêcher contenant l'eau à analyser.
- Attendre la stabilisation du pH pour effectuer la lecture.

*** Expression des résultats :**

- Lire directement les résultats sur le cadran du pH mètre. (NFV90 009/2006).

B) Détermination du titre alcalimétrique TA et du titre alcalimétrique complet TAC : « AFNOR 1989 »

*** Définition :** L'alcalinité de l'eau correspond à la présence de bicarbonate (HCO_3^-), de carbonate (CO_3^{2-}) et d'hydroxyde (OH^-).

*** TA (titre alcalimétrique simple) :** Il est défini comme étant la somme de la concentration en ion carbonate.

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + 1/2[\text{CO}_3^{2-}] \text{ (}^\circ\text{F)}$$

*** TAC (titre alcalimétrique complet) :** Il correspond à la somme des ions $[\text{OH}^-]$, $[\text{CO}_3^{2-}]$ et $[\text{HCO}_3^-]$ donc le TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres carbonates et bicarbonates.

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + 1/2 [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] \text{ (}^\circ\text{F)}$$

*** Principe :**

- La détermination de l'alcalinité est effectuée par une double acidimétrie en présence de phénolphthaline puis méthyle orange.
- Le virage du jaune à l'orange de méthyle orange se produit quand le $\text{pH} < 5.4$ c.-à-d. qu'il y a présence de traces d'acide fort libre (H_2SO_4) dans la solution. (Ce virage a lieu dès que les bichromates seront tous transformés.)

*** Mode opératoire :*****Titre alcalimétrique simple TA**

- On verse dans un Erlen Meyer 20 ml d'eau à analyser
- on ajoute 8 gouttes de phynophtaléne et on agite bien
- on titre avec la solution H_2SO_4 (0,1 N) jusqu'à l'apparition de couleur rose.

***Titre alcalimétrique complet TAC :**

- Dans Erlen Meyer on introduit 20ml d'eau.
- On ajoute 2 gouttes de méthyle orange
- En titre avec la solution H_2SO_4 (0.02N) jusqu'à virage rouge orange.

Expression des résultats :

*TA : $TA (F^\circ) = V \times 5$

-Vi : représente le volume en ml de la solution $H_2S_4(0.02N)$

-l (méq)=5 F°

*TAC : $TAC (F^\circ) = (V_2 - 0.1) \times 5$.

-V2 : représente le volume en ml de la solution $H_2SO_4 (0.02N)$

-0,1 : représente le volume en ml de la solution $H_2SO_4 (0.02N)$ nécessaires à l'apparition du changement de teinte.

C) Détermination du titre hydrométrique (TH) : « NFT 90-003/1984 »

* **Définition** : C'est la teneur totale de l'eau en sel de calcium et magnésium.

$$TH = [Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]$$

Principe :

-Titration molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide EDTA à pH 10 le noir ériochrome. Qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

***Mode d'opérateur :**

-Introduire 20ml d'eau analysé dans un Erlen Mayer de 250

-ajoute 4ml de la solution tampon (pH=10) et 3 gouttes de noir ériochrome (1%)

-Si la coloration vire au bleu cela indique un TH=0 .

-Si la coloration vire au violet ,le titrage se fait par la solution EDTA(0.01N) jusqu'à coloration en bleu.

***Expression des résultats :**

-La dureté est exprimée en F° et selon la formule suivante :

$$TH (F^\circ) = V \times EDTA$$

V : volume de la solution EDTA en ml.

D) Dosage des ions de chlorure :

* **Principe** : Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une suspension de nitrate d'argent ($AgNO_3$) (0.1N), en présence de Bichromate de potassium comme indicateur coloré, la fin de réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge brique caractéristique du chromate d'argent.

***Mode opératoire :**

-Introduire 20ml d'eau analysé dans un Erlen Meyer

-Ajouter 10 gouttes de bichromate de potassium K_2CrO_4

-Titrer avec une solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une couleur rouge brique.

Expression des résultats :

Donné par la formule suivante :

$$[Cl] \text{mg/l} = (V - 0.2) \times 35.5$$

V : volume d' $AgNO_3$ (0.1N) qui a servi au titrage

-0.2 volume d' $AgNO_3$ nécessaire pour obtention de la même teinte rouge dans l'essai à blanc

-35.5 : masse molaire de chlore

3.6.2.4. Les analyses physico-chimiques dans les denrées alimentaires

A) Mesure du pH : poudre de lait, cheddar, produit fini et semi fini « AFNOR 0986 »

-Principe : -c'est la mesure de l'acidité ionique de l'échantillon.
-mesure direct du pH mètre

Mode opératoire :

- Dans un bêcher peser 3 ± 0.003 g de l'échantillon (broyer)
- Ajouter 30ml d'eau distillée
- Mélanger bien par une baguette en verre.
- Plonger les électrodes dans le liquide.

Expression des résultats :

- Lire directement sur l'échelle graduée la valeur du pH.
- Les résultat sont exprimés en unités de pH, a la température de 20°C

B) Détermination de la teneur en eau : « beurre » « AFNOR 1986 »

-Principe : L'eau est déterminée par une évaporation du beurre à l'aide d'une douce flamme après sa fonte, la différence de poids entre l'échelle de départ et de résidu après passage à la chaleur présente le taux d'humidité.

-Mode opératoire

- Prendre le récipient en métal propre
- Peser le récipient vide, après peser 10g de beurre.
- avec une pince en prend le récipient sur le bec Bunzen pendant 2 minutes (éviter de brûler le beurre) jusqu'à évaporation totale de l'eau
- on ajoute les récipients dans un dessiccateur pendant 10 mn
- Peser le récipient.

Expression des résultats :

$$H\% = \frac{M_0 - M_1}{M_2} \times 100$$

M₀ : le poids de la capsule vide + la prise d'essai avant évaluation.

M₁ : le poids de la capsule après évaporation.

M₂: le poids de la prise d'essai en gramme.

C) Détermination de la matière grasse de la « poudre de lait » « AFNOR 1980 »

-Principe :

- La méthode de l'acido-butyrométrie (gerber) est une technique conventionnelle, qui applicable au lait écrémé, la crème fraîche, produit fini avec légère modification.
- Le principe est basé sur la dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse de lait par centrifugation dans un butyrométrie, la séparation étant favoriser par l'addition d'une petit quantité d'alcool iso-amylque.

-Mode d'opératoire :

- On ajoute dans le butyromètre 10ml d'acide sulfurique (d=1.825) +1 ml d'eau+2.5g de poudre de lait+1 ml d'alcool iso-analytique.
- homogénéiser bien.
- centrifuger 5mn à 1130 tours/mn..
- mettre le butyromètre dans bain de marie 65°pendant 2mn
- Retirer le bouchon vers le bas et ajouter devant le repère le plus proche, puis lire rapidement.

Expression des résultats :

$$\text{MG}\% = (\text{A} - \text{B}) \times 100$$

A : valeur supérieure de la colonne grasse

B : la valeur inférieure de la colonne grasse

D) détermination de la matière grasse : « cheddar, produit fini et semi fini »

-Principe est basé sur une dissolution des protéines par l'addition d'acide sulfurique (d=1.525)et la séparation de matière grasse par centrifugation dans un butyromètre VANGULIK, la séparation étant favorisée par l'addition d'une quantité d'alcool iso-amylque

-Mode opératoire :

- Peser 3g d'échantillon dans un système de pesage adapté à un bouchon approprié (godet).
- Fermer le col du butyromètre et ajouter l'acide sulfurique, jusqu'à l'immersion totale de la prise d'essai.
- Ouvrir par un bouchon et placer le butyromètre dans un bain d'eau pendant 50mn à T°=65°C
- Agiter énergiquement pendant 10s, répéter l'opération jusqu'à dissolution totale des protéines
- Ajouter 1ml d'alcool iso-amylque
- Compléter par l'acide sulfurique
- Agiter bien et mettre dans la centrifugeuse à 1130tours/mn pendant 5mn

*** Expression des résultats :**

-La matière grasse est bien distincte de couleur jaune claire, remontant à la surface

Détermination de la teneur en protéine : « NF V 04-387 »

-principe est basé sur l'attaque d'une prise d'essai par un mélange formé de sulfate de potassium et d'acide sulfurique en présence de sulfate de cuivre comme catalyseur pour transformer l'azote organique en azote ammoniacal.

Distillation et absorption de l'ammoniac dans une solution d'acide borique

Titration au moyen d'une solution titrée d'acide chlorhydrique.

Mode d'opératoire :*❖ La minéralisation :**

La 1^{re} étape est la minéralisation son but étant de dégrader la matière organique azotée sous la forme de sel d'ammonium.



- Peser 1g de l'échantillon dans le ballon de kjeldahl.
- Introduire dans le ballon de kjeldahl quelques morceaux de porcelaine.

- Ajouté le catalyseur sulfate de potassium et sulfate de cuivre.
- Ajouté 20ml de l'acide sulfurique concentré.
- Mélanger le contenu du ballon de kjeldahl.
- chauffer sur l'appareil de minéralisation (450°C) jusqu'à ce que la solution devienne limpide et incolore.
- En réglant le chauffage de manière à condenser les vapeurs d'acide vers le milieu de ballon pendant 3 heures.
- La manipulation se fait sous hotte avec précaution.
- En laisse refroidir jusqu'à la température ambiante.

❖ La distillation :

La deuxième étape est la distillation de l'ammonium par l'ajout de soude : on cherche à transformer l'ammonium sous sa forme volatile, l'ammoniac.



- En ajoute avec précaution 200ml de l'eau distillé et quelque graines de pierre ponce .
- Mélangé et refroidir de nouveau.
- dans une fiole conique ; en met 20ml de solution d'acide borique +4goutte de l'indicateur mixte (rouge de méthyle + bleu de méthylène).
- Mélangé, placer la fiole conique dans l'appareille de distillation.
- Ajouter 20ml de soude (hydroxyde de sodium) dans le ballon de kjeldahl.
- Relier le ballon de kjeldahl avec le distillateur.
- Mélanger le contenu du ballon de kjeldahl ; chauffer et porter progressivement à l'ébullition.
- Abaisser la fiole conique de manière que l'extrémité du tube de dégagement ne prolonge plus dans la solution acide.
- le NH₃ se dégage sous forme de vapeurs que l'on capte, que l'on condense et que l'on recueille pour le dosage.

❖ Le dosage :

Titrer le distillat dans la fiole conique à l'aide de la solution titrée d'acide sulfurique.

* Expression des résultats :

$$\% \quad \text{é} \quad = \% \quad * \quad = \frac{(\quad - \quad) * \quad * \quad . \quad *}{(\text{é} \quad)}$$

- M : prise d'essai (g)
- VE : volume en ml de la solution d'acide sulfurique dans la minéralisation

- **VB:** volume en millilitre de la solution d'acide sulfurique versé à la burette lors de titrage
- **F= 6.38** pour le fromage

Détermination de la teneur en lactose : « NF V 04-388 »

_ Principe : dissolution d'une prise d'essai ; Précipitation de la caséine au moyen d'une solution d'acide acétique et d'acétate de sodium, à pH 4,6, puis filtration pour obtenir une solution d'hydrates de carbone exempte de protéines.

Addition d'une solution de phénol et d'acide sulfurique concentré à une partie aliquote du filtrat provoquant l'apparition d'une coloration proportionnelle à la quantité d'hydrates de carbone présente, et mesurage photométrique à la longueur d'onde de 490 nm.

Mode d'opérateur :

- Dans une fiole conique peser, 1 mg d'échantillon pour essai
- Dans le cas des caséines acides, ajouter 0,1 g de l'hydrogénocarbonate de sodium.
- Dans le cas des caséines présures , ajouter 0,1 g phosphate penta sodique
- Ajouter 25 ml d'eau, placer dans le bain d'eau de 60 à 70 °C et mélanger de temps en temps par agitation ; Lorsque la prise d'essai est complètement dissoute ce qui demande en général de 10 à 15 min, refroidir, puis ajouter successivement :
 - 15 ml d'eau.
 - 8 ml de la solution d'acide chlorhydrique.
 - 1 ml de la solution d'acide acétique.
- Après chaque ajout, boucher la fiole et mélanger son contenu par agitation.
- Attendre 5min et ajouter 1 ml de la solution d'acétate de sodium ?

- Laisse se déposer et la précipitation de caséine, puis filtrer sur un papier filtre sec.

- Introduit dans un tube à essai 2ml du filtrat prélever par une pipette, ajouter 0.2ml de phénol -par micropipette et mélanger par agitation.

- Ajouter 5ml d'acide sulfurique concentré et mélanger à l'aide d'un mélangeur.

- Régler le bain d'eau à 20°C et laisse refroidir 5min.

- Mesure l'absorbance de la solution à 490 nm.
 - Remarque : pour mesure l'absorbance de la solution en utilise solution étalon et photomètre.

* **Expression des résultats :**

$$\frac{\frac{C}{106} \times 50}{m} \times 100$$

m : la masse en g de la prise d'essai.

C : la concentration en lactose en ug lue sur le courbe d'étalonnage.

4.1 Résultat des analyses microbiologiques:

4.1.1 L'eau de Process :

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

Tableau 4: Résultat des analyses microbiologique de l'eau de process

Germe Recherché \ échantillons	1	2	3	4	5	Norme du JORA 27-05-1998
Germe aérobic à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<20
Germe aérobic à 22°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<10 ²
Coliforme Totaux à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<10
Coliformes fécaux à 44°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
Streptocoques fécaux à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
C.S.R à 37°C /lml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
GS.Rà37°C/20ml	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

Ces résultats montrent que l'eau de reconstitution est conforme aux normes donc de bonne qualité microbiologique démontrée par l'absence des germes pathogènes et les germes totaux qui selon **BOURGEOIS et al., 1996** renseignent sur la qualité globale du produit, et les coliformes totaux, fécaux ainsi que les streptocoques fécaux qui selon **Joffin et Joffin (1999)** sont des indices de contamination fécale, ainsi que l'absence des *Clostridium* sulfatoréducteur dont leur recherche permet d'apprécier l'efficacité des traitements (filtration, chloration) et l'état de propreté des réseaux de distribution. De plus, leur présence est indésirable dans les eaux en raison des problèmes sanitaires et organoleptiques qui peuvent résulter de leur introduction (**BOURGEOIS et LEVEAU, 1991**).

4.1.2. Poudre de lait :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.1: Résultat des analyses microbiologique de la poudre de lait.

Echantillon	1	2	3	4	5	Norme du JORA 27-05-1998
Germe recherché						
Germe aérobies totaux à 30°C	Abs	3	Abs	Abs	Abs	2x10 ⁵
Coliforme Totaux à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<01
Coliformes fécaux à 44°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<05
C.S.Rà37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

D'après les résultats illustrés dans le tableau ci-dessus on remarque l'absence totale de tout les germes donc on conclue que la qualité de poudre de lait utilisée par l'unité « Groupe Industrielle Goumidi » est satisfaisante et cela est due à la maîtrise des conditions de stockage par des personnels compétents ce qui a conduit a une bonne conservation des matières premières.

Selon **Fine & Gervais (2007)**, la faible activité de l'eau caractérisant la poudre de lait réduit voire inhibe le développement microbien ainsi le produit est microbiologiquement stable tant qu'il demeure à l'état sec.

4.1.3. Beurre :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.2: Résultat des analyses microbiologique du beurre.

Echantillons	1	2	3	4	5	Norme du JORA 27-05-1998
Germe recherché						
Germe aérobies totaux à 30°C	Abs	1	Abs	Abs	Abs	10 ²
Coliforme Totaux à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Coliformes fécaux à 44°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs
S. aureus à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
Levure et moisissures à 22°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

D' après les résultats mentionnés dans le tableau si dessus on remarque l'absence totale de tous les germes ce qui reflète la bonne qualité microbiologique du beurre utilisé dans la fabrication de notre fromage et ce qui montre que cette matière première est bien conservée au niveau de l'unité.

4.1. 4. Cheddar :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.3: Résultat des analyses microbiologique du cheddar.

Echantillon	1	2	3	4	5	Norme du JORA 27-05-1998
Germe recherché						
Germe aérobie totaux à 30°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	< 3000 g
Coliforme Totaux à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	<10 ³
Coliformes fécaux à 44°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
S. aureus à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ²
C.S.R.à37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	01
Levure et moisissures à 22°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ³

Les résultats des analyses microbiologiques des 5 échantillons du cheddar indiquent l'absence totale des germe pathogènes : *Clostridiwn* sulfito-réducteur et *Staphylococcus aureus*, ce qui donne une conformité parfaite aux normes fixée par le **JORA n° 35** et les normes fixées par l'industrie Goumidi.

Donc on conclue que le cheddar représente une bonne qualité microbiologique, ce qui explique que cette matière première a été bien stockée et conservée au niveau de l'entreprise.

4.1.5. Produit semi-fini : (après UHT)

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.4: Résultat des analyses microbiologiques du produit semi-fini.

Echantillon	1	2	3	4	5	Norme du JORA 27-05-1998
Germes recherché						
Germe aérobies totaux à 30°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	< 3000 g
Coliforme Totaux à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ²
Coliformes fécaux à 44°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
S aureus à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ²
C S.R à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	01
Levure et moisissures à 22°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ³
Salmonelle à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

D'après les résultats obtenus dans les cinq échantillons on constate :

- Une absence totale des germes totaux et coliformes.
- Une absence des germes pathogènes : *Staphylococcus aureus* et le *Clostridium sulfitoréducteur*.
- Une absence totale des levures et moisissures.

Les résultats donnent une conformité parfait aux normes.

Et cela Le procédé, qui est une stérilisation UHT, tue tous les micro-organismes et inactive la plus grande partie des enzymes et les toxines présentes dans le fromage fondu (GOSTA, 1995).

4.1.6. Produit fini :

Tableau 4.5: Résultat des analyses microbiologiques du produit fini.

Echantillons	1	2	3	4	5	Norme du JORA 27-05-1998
Germe recherché						
Germe aérobies totaux à 30°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	< 3000 g
Coliforme Totaux à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ²
Coliformes fécaux à 44°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
S. aureus à 37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10
C.S.Rà37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	01
Levure et moisissures à 22°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10 ³
Salmonelle à37°C	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs

D'après les résultats d'analyse présente dans le tableau ci-dessus on remarque l'absence totale des germes dans les 05 l'échantillon.

Donc les résultats sont conforme à la norme du **JORA 1985** ce qui explique que le produit fini (fromage fondu Okid's) est de bonne qualité microbiologique, donc l'entreprise a respecter toutes les règles et conditions de fabrication.

Selon **GOSTA, 1995** le traitement UHT (Ultra Haute température) occupe une place de choix parmi les traitements de conservation du fromage fondu. La température élevée employée (140°C) permet la destruction totale des micro-organismes.

4.2. Résultats des analyses physico-chimiques :

4.2.1. L'eau de Process :

Tableau 4.6: Résultat et interprétation physico-chimique de l'eau de process.

Ech \ Paramètres	1	2	3	Moyennes	Norme par l'entreprise
Ph	7.23	7.25	7.35	7.24	6-8
TA (F°)	00	00	00	00	00
TAC (F°)	25	21.5	22	24.16	<50
TH (F°)	27	35	30	30.66	<15
Chlorures (mg/1)	56.8	60	55	57	Max 200 mg/1

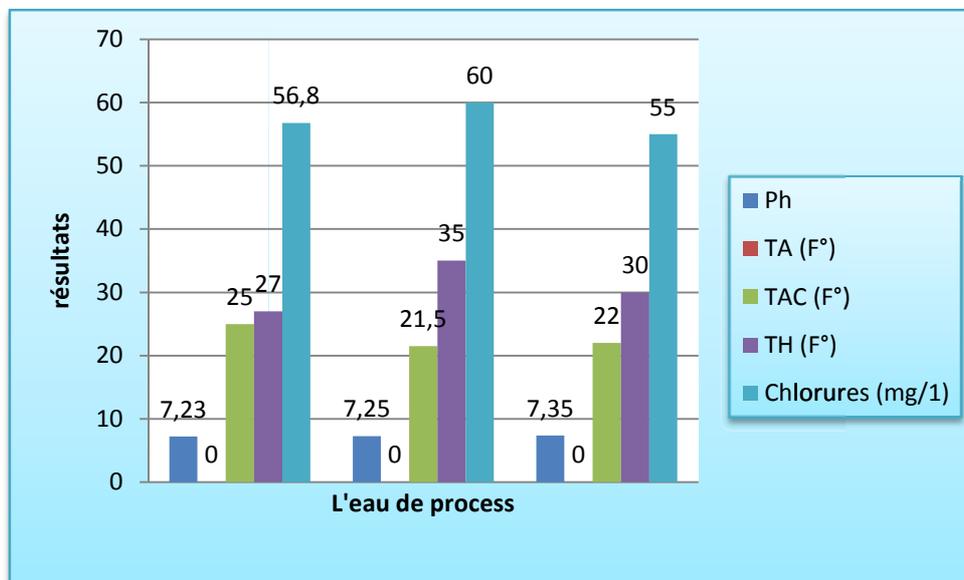


Figure 4.5 : les résultats physico-chimiques de l'eau de process.

D'après les résultats des analyses physico-chimique de l'eau de fabrication on remarque que :

- Le pH de l'eau de fabrication est légèrement alcalin (pH=7.24), il est conforme aux normes.
- Le (titre alcalimétrique) TA = OF° est conforme aux normes édictées par l'entreprise (absence de hydrates et des carbonates).
- TAC (titre alcalimétrique complet) < aux normes et cela indique que la teneur de bicarbonate est faible donc l'eau légère ou douce.
- TH (titre hydrométrique) est supérieur à la norme exigée, cela signifie que la dureté de cette eau est élevée, c'est-à-dire il ya présence des sels de calcium et de magnésium, dans ce cas on doit pratiquer un adoucissement (un traitement par résine d'échange d'ions) pour réduire la concentration de ces sels.

4.2.2. Poudre de lait :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.7: Résultat physico-chimique de la poudre de lait.

Ech Paramètre	1	2	3	Moyennes	Norme par l'entreprise
Ph	6.82	6.87	6.72	6.80	6.15-6.9
Humidité %	2.50	2.45	2.55	2.50	2-5
MG%	26.65	23.75	26.75	26.71	26-28

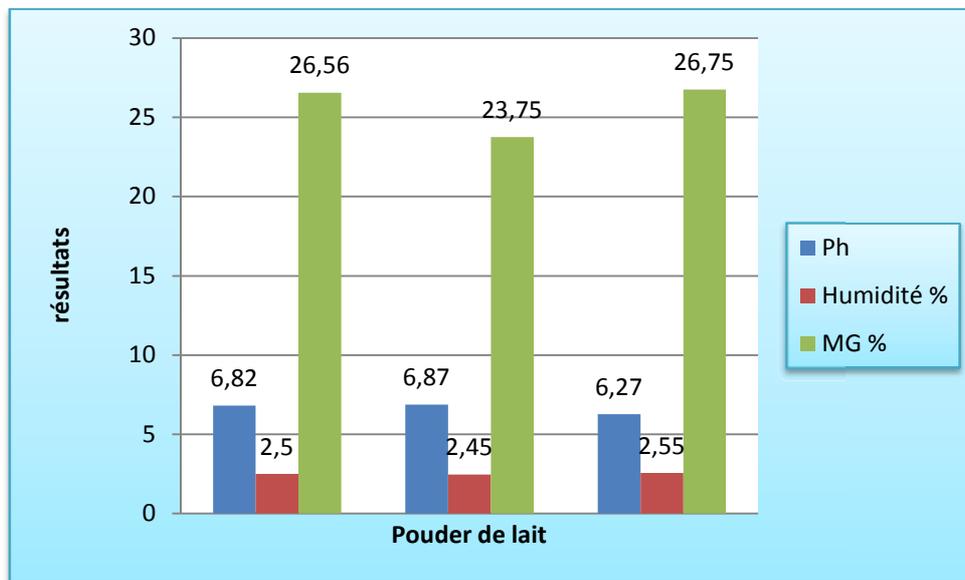


Figure 4.6 : les résultats physico-chimiques de la poudre de lait

D'après les résultats obtenus on remarque que le pH est conforme aux normes édictées par l'entreprise :

L'humidité de la poudre de lait est conforme aux normes donc l'entreprise à respecter les conditions de stockage (20°C).

M.G est conformes aux normes, donc on constate que la poudre de lait est de bonne qualité physico-chimique.

Pour la poudre de lait utilisée pour la fabrication de fromage fondu Okid's, on voit qu'il a un PH moyennement basique. La teneur en MG est de 26% cela peut être des probablement à l'utilisation d'un lait demi écrémé pour la fabrication de cette poudre. Pour la teneur en humidité qui est égale à 2,50% on voit qui est le même trouvé par **Dimitreli et Thmareis(2007)**. Selon **Alais et al. (2008)**, une humidité trop élevée conduit à l'oxydation de la poudre de lait tandis qu'un EST trop élève conditionne une bonne consistance du fromage fondu

4.2.3. Beurre :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.8: Résultat physico-chimique du beurre.

Ech Paramètres	1	2	3	Moyennes	Norme par l'entreprise
Humidité %	14.50	14.27	14.33	14.36	16%
MG%	81.50	81.50	81	81.66	82%
pH	4.7	4.5	4.9	4.7	Max 6

D'après les résultats présent dans le tableau ci-dessus on remarque que la valeur du pH et d'humidité sont conformes aux normes ce qui reflète :

- le respect des conditions de stockage.
- le beurre utiliser pour la fabrication de fromage fondu (okidi's) a un PH acide . la teneur en MG et l'humidité sont les même obtenu pour le beurre utilisé par **Bunka et al.(2009)** pour la fabrication de fromage fondu .

Remarque :

Le beurre et le cheddar utilisé par l'entreprise présentent les même caractéristiquement représentées par la fiche technique qui accompagne et cela veut dire que l'entreprise à respecter les bonnes conditions de stockage (4°C) ainsi qu'il n'a pas provoqué de changement au fil du temps.

4.2.4. Cheddar :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau4.9: Résultat physico-chimique du cheddar.

Ech Paramètres	1	2	3	Moyennes	Norme par l'entreprise
Ph	5.26	5.27	5.28	5.27	5.2-6.2
EST%	66	63	63.66	64.32	60-66
M.G %	36.49	35.50	36.50	36.16	> 30.37
H%	32.6	36.72	35.15	35.48	36.40
MG/MS %	55.3	56.34	57.33	56.23	-

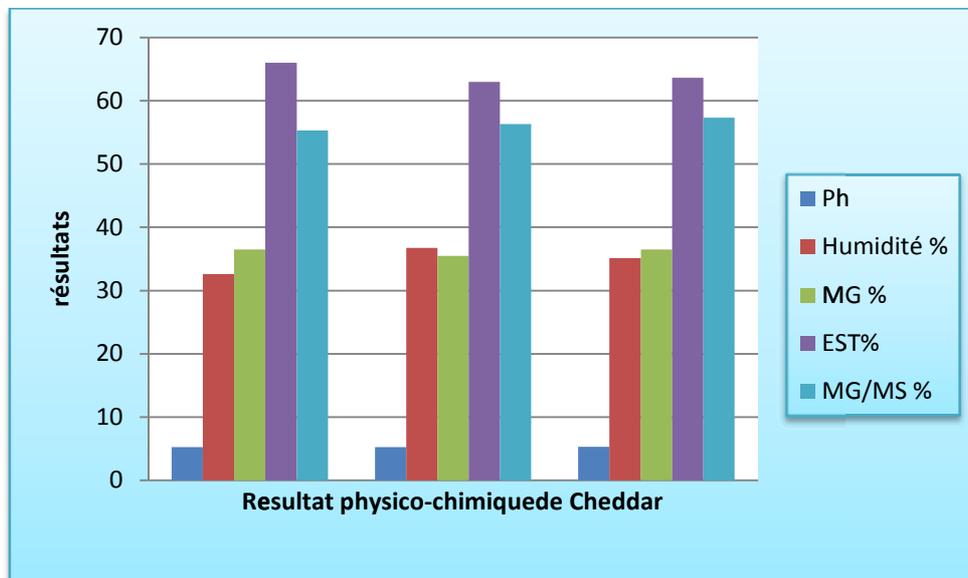


Figure 4.7 : les résultats physico-chimiques de cheddar.

Le tableau 18 montre que le cheddar utilisé pour la fabrication de fromage fondu Okid's, a un PH proche acide. Les résultats obtenus pour l'EST et la MG de cheddar sont respectivement 63%,66% par contre on voit que le cheddar utilisé par **Dimitreli et Thmareis(2007)** pour la fabrication de fromage fondu. A un e teneur en MG de 35 .88% et EST64.74% cette différence peut être du principalement à la nature de lait utilisé pour la fabrication du cheddar (pasteurisé ou crue, écrémé ou non ... etc.)

La teneur en M.G est conformes à la norme ce qui explique que le fromage de cheddar est riche en lipides ce qui favorise le goût et la fonte pendant la fabrication du fromage fondu.

4.2.5. Produit Semi-fini : (après crémage)

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.10: Résultat physico-chimique du produit semi-fini.

Ech Paramètres	1	2	3	Moyennes	Norme par l'entreprise
Ph	5.72	5.71	5.71	5.71	5.60-5.70
EST %	40.60	41.44	40.38	40.80	40-41
M.G %	16.34	16.10	16.50	16.18	16-17
H%	38.34	39.00	39.01	38.08	50
MG/MS	40.24	38.85	40.86	39.98	40-41

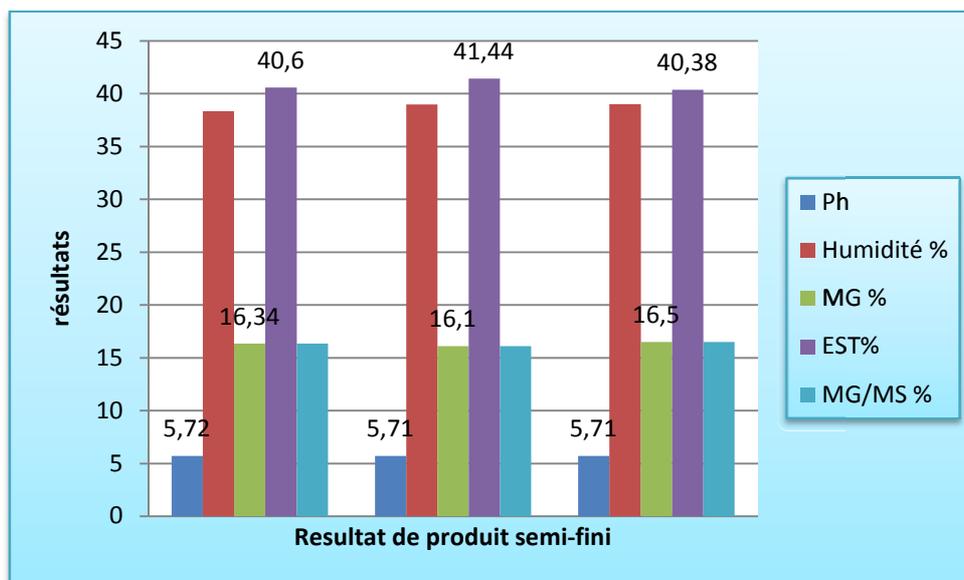


Figure 4.8: les résultats physico-chimiques de produit semi –fini.

D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus on remarque que le pH, EST ; MG sont conformes aux normes fixées par l'entreprise.

Donc le produit semi fini est de bonne qualité physico-chimique, ce qui explique que les matières premières utilisées ont de bonne qualité physico-chimique.

4.2.6. Produit fini :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.11: Résultat physico-chimique du produit fini.

Ech Paramètres	1	2	3	Moyennes	Norme par l'entreprise
pH	5.70	6.60	5.71	5.61	5.60-5.70
EST%	40.41	40.00	40.50	40.30	40-41
H%	39.50	39.50	30.49	30.49	50
MG %	16.55	16.49	16.50	16.51	16-17
MG/MS	40.95	41.22	40.49	40.97	40-41

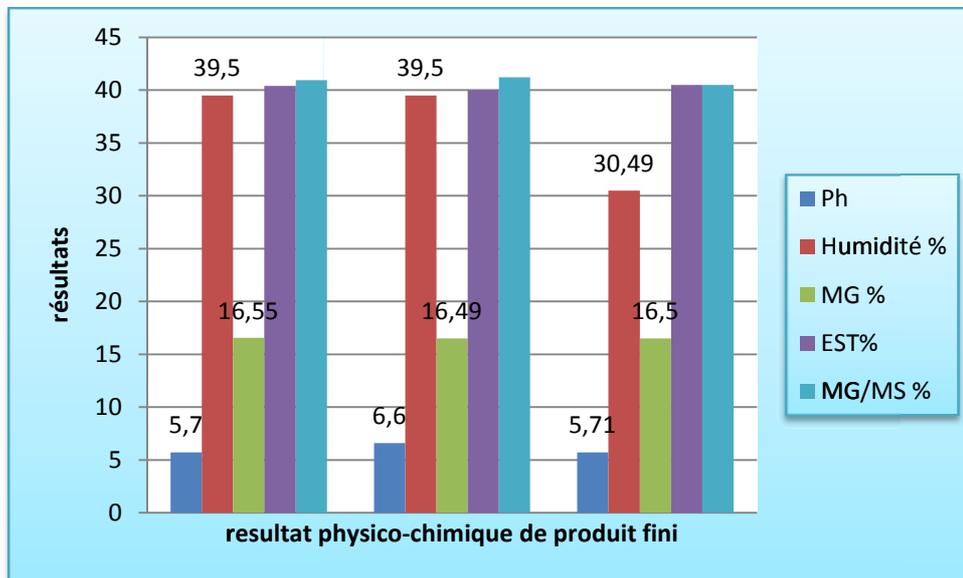


Figure 4.9 : les résultats physico-chimiques de produit fini.

D'après les résultats des analyses physicochimiques (EST, MG, H°, G/S, pH) de produit fini on constate :

- ✓ -L'extrait sec totale de fromage fondu est varié entre les valeurs 40 à 40.41%, qu'ils sont dans les normes.
- ✓ Pour la matière grasse : on remarque que les valeurs obtenues sont variées entre 16.49 et 16,55 qui est conforme aux normes fixées par l'entreprise 16 à 17%.
« La matière grasse est dispersée au sein du réseau protéique et émulsionnée plus ou moins finement » (**Eck et Gillis, 1997**).
- ✓ -L'humidité varie entre 39.49 et 30.50% qui sont conformes aux normes, du fait que le fromage fondu qui est un fromage à pâte molle doit avoir un taux d'humidité un peu élevé ce qui le rend bien tartinable.
- ✓ Le pourcentage de gras sur sec varie de 40.49 à 41,97%, c'est important de la mentionner avec nos résultats, ce qui permet l'obtention de produit de texture : tartinable à tranchable.

✓ Pour le pH : Une conformité aux normes fixé par l'entreprise.
 « L'ajustement de pH d'une formule de fromage fondu constitue une étape importante dans le procédé de fabrication. La plage de pH tolérée se situe entre 5,70 et 6,61 en dehors de la quelle les qualités de texture et de consistance ne peuvent pas être atteintes. Les différent sels de fonte permettent, par leur pouvoir tampon, d'ajuster le pH du produit à la bonne valeur » (Eck et Gillis, 1997).

❖ **-Estimation d'EST**

Tableau 4.12 : Résultat de l'analyse de la variance du l'EST

	S.C.E	DDL	C.MOY	Test F	PROB	E.T	C.V
Var. Total	11 3.02	11	15.41	0.45	0.62	3.99	8.9%
Var. facteur	25	3	7.01				
Var. résiduel	122.12	8	13.12				

L'analyse da la variance a démontré que l'UHT a un effet significatif sur EST de fromage fondu.

Donc, on constate que l'UHT n'a aucune influence sur l'EST.

❖ **-Estimation de MG-**

Tableau 4.13 : Résultat de l'analyse de la variance du MG

	S.C.E	DDL	C.MOY	Test F	PROB	E.T	C.V
Var. Total	14.85	3	2.12	0.01	0.0100	2.29	18.1%
Var. facteur	0.15	1	0.05				
Var. résiduel	14.70	2	3.67				

L'analyse de la variance de MG a prouvé que le traitement UHT a un effet significatif ($p < 0.5$) sur la matière grasse.

❖ -Estimation de PH :

Tableau4.14: Résultat de l'analyse de la variance du PH

	S.C.E	DDL	C.MOY	Test F	PROB	E.T	C.V
Var. Total	9.09	3	1.30	0.00	0.0100	1.51	26.5%
Var. facteur	0.01	1	0.00				
Var. résiduel	9.08	2	2.27				

L'analyse de la variance a montré que le traitement UHT a un effet significatif ($p < 0.5$) sur le PH.

4.2.7 Teneur en protéines totales :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.15: teneur en protéines totales de fromage fondu

Ech / Paramètres	1	2	Moyenne	Norme par l'entreprise
Produit avant UHT	9.99	9.89	9.89	≥10
Produit fini après UHT	9.19	9.16	9.17	≥10

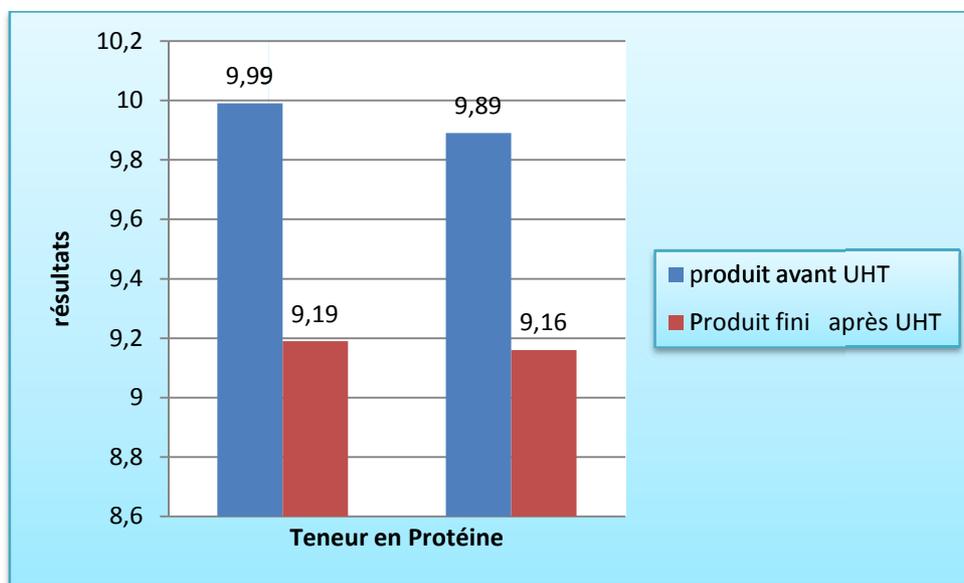


Figure 29 : la teneur en protéine de fromage Okid's

D'après les résultats des analyses de la teneur en protéine on constat :

- La teneur en protéine de produit avant UHT et varie entre les valeurs 9.98 à 9.99% ; qu'il est diminué par rapport aux normes
- Pour le fromage fondu après UHT, on remarque que la valeur obtenue sont variées entre 9.16 à 9.19% qui est un peu faible à la norme fixée par l'entreprise.

❖ -Estimation de la teneur en protéine :

Tableau4.16: Résultat de l'analyse de la variance du la teneur en protéine .

	S.C.E	DDL	C.MOY	Test F	PROB	E.T	C.V
Var. total	0.59	3	0.020	214.76	0.0030	0.05	0.5%
Var. facteur	0.59	1	0.59				
Var. résiduel	0.01	2	0.00				

L'analyse de la variance a montre que le traitement UHT a un effet très significatif ($p < 0.01$) sur la teneur en protéine.

D'après **GERARD DEBRY ,2001**.Le traitement UHT limite la modification de la matière grasse, une faible dénaturation des protéines et une précipitation partielle des sels minéraux.



Figure 4 : début de minéralisation



Figure 4.1 : la fin de minéralisation



Figure 4.2 : la distillation



Figure 4.3 : Le Dosage



figure 4.4: résultat du dosage

4.2.8. Teneur en glucide :

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4.17: teneur en glucide de fromage fondu

Ech / Paramètre	1	2	Moyenne	Norme de l'entreprise
Mélange avant HHT	7,1	7,02	7.07	6 à 7
Produit fini UHT	6,88	6,90	6,98	6à7

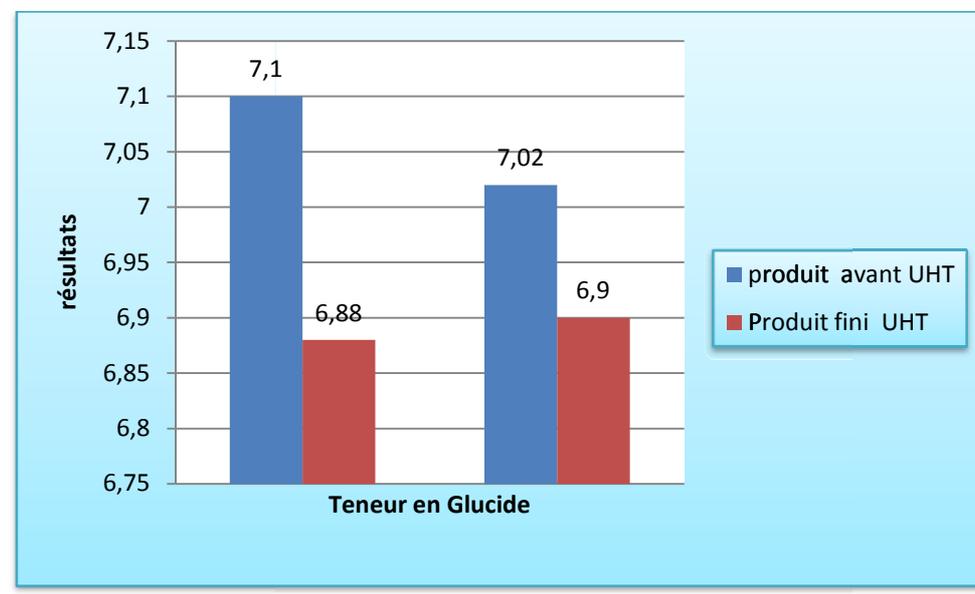


Figure 30 : la teneur en glucide de fromage Okids.

Les résultats obtenus sont conformes aux normes et montrent que le fromage fondu a une faible teneur en glucides

❖ -Estimation de la teneur en glucide :

Tableau 4.18 : Résultat de l'analyse de la variance de teneur en glucide.

	S.C.E	DDL	C.MOY	Test F	PROB	E.T	C.V
Var. total	0.03	3	0.01	17.00	0.051	0.04	0.6%
Var. facteur	0.03	1	0.03				
Var. résiduel	0.00	2	0.00				

L'analyse de la variance a révèlé que le traitement UHT a un effet très significatif ($p < 0.01$) sur la teneur en lipide.

- Selon **FAVIERF, 1986** Les fromages affinés sont dépourvues de glucides car la faible quantité de lactose restant dans le caillé après égouttage est transformée en acide lactique au cours de l'affinage.

Conclusion

ANNEXE 3: tableau des différents constituants de fromage fondu « MG/MS : 45% »

constituant	unité	moy/med	constituant	unité	moy/med	
energie	Kcal/100g	282	acides gras 14:1(myristoléique)	% AGT	Tr	
energie	kJ/100g	1168	acides gras 15:1		0	
eau	g/100g	52,7	acides gras 15:0(pentadécylique)		2,21	
matières sèches		47,3	acides gras 16:0(palmitique)		29,49	
azote total		2,2	acides gras 16:0(palmitoléique)		2,79	
protéines		16,5	acides gras 17:0(margarique)		0,6	
glucides		2,8	acides gras 17:1		0,32	
fibres alimentaires		0	acides gras 18:0(stéarique)		12,2	
lipides totaux		22,7	acides gras 18:1 n-9 cis(oléique)		26,12	
lipides totaux/MS		g/100gMS	48		acides gras 18:2 n-6 (linoléique)	1,63
Sucres lipides totaux		g/100g	2,8		acides gras 18:3 sans spécification	1,11
amidon total	0		acides gras 18:3 n-3 cis (alpha-linolénique)		0,92	
acides gras saturés totaux	% AGT	62,8	acides gras 18:4 n-3(parinarique)		0	
acides gras monosaturés totaux		32,2	acides gras 20:1 sans autre spécification		0,09	
acides gras polyinsaturés totaux		2,9	acides gras 20:3 n-6 (homo-gamma-linolénique)		0	
acides gras 4:0(butyriques)		3,22	acides gras 20:4 n-6 (arachidonique)		0	
acides gras 6:0(caproïque)		2,12	acides gras 20:5 n-3 (EPA, eicosapentaénoïque)		0	
acides gras 8:0(caprylique)		1,29	acides gras 20:0(arachidique)		0,18	
acides gras 10:0(caproliéique)		6,62	acides gras 22:0(béhénique)		0,18	
acides gras 12:0(laurique)		3,31	acides gras 22:1 sans autre spécification	0,09		

constituant	unité	moy/med	constituant	unité	moy/med
acides gras 22:4 n-6	% AGT	0	acides gras 18:0(stéarique)	g/100g	2,61
acides gras 22:5 n-3		0	acides gras 18:1 n-9 cis(oliéque)		5,6
acides gras 22:6 n-3		0	acides gras 18:3 n-3 cis (alpha-linolénique)		0,21
acides gras 24:0(lignocérique)		0,09	acides gras 18:4 n-3(parinarique)		0
acides gras 24:1		0	acides 20:1 sans autre spécification		0 ,02
acides gras 24:1 n-9 cis (nervonique)		0	acides gras 20:3 n-6 (homo-gamma-linolénique)		0
acides gras polyinsaturés totaux	g/100g	0,62	acides gras 20:4 n-6 (arachidonique)	0	
acides gras 4:0(buyriques)		0,69	acides gras 20:5 n-3 (EPA,timmodonique)	0	
acides gras 6:0(caproïque)		0,45	acides gras 20:0(arachidique)	0,04	
acides gras 8:0(caprylique)		0,28	acides gras 22:0(béhénique)	0,04	
acides gras 10:0(caproliéque)		0,56	acides gras 22:1 sans autre spécification	0,02	
acides gras 12:0(laurique)		0	acides gras 22:1 n-9 cis (éricique)	0,04	
acides gras 12:1(lauroliéque)		0,71	acides gras 22:1 n-11	0	
acides gras 14:0(myristique)		Tr	acides gras 22:4 n-6	0	
acides gras 14:1(myristoliéque)		2,33	acides gras 22:5 n-3	0	
acides gras 15:1		Tr	acides gras 22:6 n-3	0	
acides gras 15:0(pentadécylrique)		0,47	acides gras 24:0(lignocérique)	0,02	
acides gras 16:0(palmitique)		0	acides gras 24:1	0	
acides gras 16:1(palmitoliéque)		6,33	acides gras 24:1 n-9 cis (nervonique)	0	
acides gras 17:0(margarique)		0,6			

constituant	unité	moy/med	constituant	unité	moy/med	
isoleucine	mg/100g	927	sodium	mg/100g	1167	
leucine		1646	magnésium		22	
lysine		1300	phosphore		756	
méthionine		429	potassium		143	
cystine		143	calcium		300	
phénylalanine		850	fer total		0,8	
tyrosine		788	cuivre		0,5	
thréonine		757	zinc		8	
tryptophane		231	rétinol	ug/100g	226	
valine		1097	béta-carotène		120	
arginine		595	vitamine-D		0,15	
histidine		455	activité vitaminiqueE		0,5	
alanine		588	vitamine-C	mg/100g	0	
acide aspartique		1321	thiamine "VB1"		0,08	
acide glutamique		3640	riboflavine"VB2"		0,51	
glycocolle		359	niacine"VB3"		0,2	
proline		1591	acide pantothénique"vB5"		0,5	
sérine		939	vitamine B-6		0,07	
acide citrique		450	vitamineB-12		ug/100g	0,8
cholestérol		70	vitamineB-9			16
acide lactique	g/100g	2,2	acide folique libre	ug/100g	6	
			vitamineB-8		3,3	

ANNEXE4 : les Schéma suivantes représentant le matériel de laboratoire physicochimique et microbiologique de l'entreprise G.I.G

• **Appareillage et verreries :**

1- Matériel des analyses microbiologique :



Plaque chauffante



Bain marie



Homogénéisateur type Stomacher



Boîtes pétries



Bec benzène



Pipette pasteur



Agitateur



Flacon



tubes d'essais



pipette râtelier



Sachet stomacher

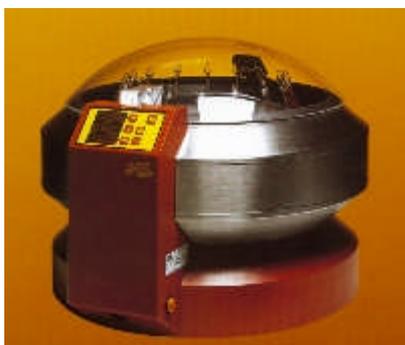


écouvillon



pH mètre

2- Matériel des analyses physico-chimiques :



Centrifugeuse



Dessiccateur



Balance



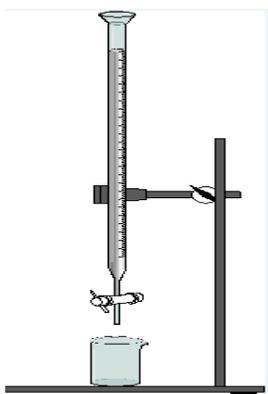
Etuve



Bain marie



Butyromètre



Burette



Bêcher



Spatule



flacon de prélèvement



Capsule

ANNEXE 4 : Tableau représente les milieux de cultures utilisées et leurs compositions.

Milieu	Composition		pH
Milieu de Chapman	Tryptone Peptone de viande Extrait de viande Mannitol : Chlorure de sodium Rouge de phénol Agar agar	5,0. 5,0. 1,0. 10,0. 75,0. 0,025. 15.	7,4 ± 0,2
Milieu de Giolitti cantoni	Tryptone Extrait de viande Extrait autolytique de levure Glycine Mannitol Pyruvate de sodium Chlorure de sodium Chlorure de lithium Tween 80	10,0. 5,0. 5,0 1,2. 20,0. 3,0 5,0 5,0. 1,0. 1,0.	6,9 ± 0,2.
Plate Count Agar (PCA)	Tryptone Extrait autolytique de levure Glucose Agar agar	5,0. 2,5. 1,0 12,0	7,0 ± 0,2.
Milieu de Rothe	Polypeptone Glucose Sodium chlorure Phosphate monopotassique Phosphate dipotassique Azide de sodium	20,0. 5,0 5,0. 2,7. 2,7. 0,2.	6,8 ± 0,2.
Eau peptonée tamponnée	Peptone Sodium chlorure Phosphate disodique hydraté Phosphate monopotassique Phosphate dipotassique Phosphate disodique anhydre	10,0. 5,0. 9,0 1,5. 3,5 3,56	7,2 ± 0,2
Eau peptonée exempte d'indole	Tryptone Sodium chlorure	10,0. 5,0.	7,2 ± 0,2
Gélose Viande-Foie	Peptone viande-foie Glucose : Amidon soluble Sulfite de sodium Citrate ferrique ammoniacal Agar agar	30,0. 2,0. 2,0. 2,5 0,5 11,0.	7,6 ± 0,2.

Milieu	Composition		pH
Tryptone sel eau (TSE)	Tryptone Chlorure de sodium	1,0. 8,5	7,0 ± 0,2.
Gélose Hektoen	Protéose peptone Extrait de levure Chlorure de sodium Thiosulfate de sodium Sels biliaires Citrate de fer ammoniacal Salicine Lactose Saccharose Fuchsine acide Fuchsine acide Bleu de bromothymol Agar agar	12,0 3,0 5,0 5,0 9,0 1,5 2,0 12,0 12,0 0,1 0,04 0,065 13,0	7,5 ± 0,2
VRBL (Cristal violet et au rouge neutre) Violet red bile lactose agar	Peptone pepsique de viande Extrait autolytique de levure Lactose Sels biliaires Chlorure de sodium Rouge neutre Cristal violet	7,0. 3,0. 10,0. 1,5. 5,0. 0,030 0,002.	7,4 ± 0,2.
Oxytétracycline (base OGA)	Extrait de levure D(+) glucose Agar agar	5,0 20,0 15,0	6,6 ± 0,2
Milieu BCPL : Bouillon lactosé au pourpe de bromocrésol	Peptone Extrait de viande lactose Pourpre de bromocréol	5 3 10 0.025	7

Annexe 4 : Table de Mac Grady pour les Streptocoques fécaux. (GUIRAUD, 1998)

Nombre caractéristique	Indice NPP : nombre de germes par 100 ml
000	0.00
001	0.30
010	0.30
011	0.61
020	0.62
030	0.94
100	0.36
101	0.72
102	1.10
110	0.74
111	1.10
120	1.10
121	1.5
130	1.6
200	0.92
201	1.40
202	2.00
210	1.50
211	2.00
212	2.70
220	2.10
221	2.80
222	3.5
223	4.00
230	2.9
231	3.6
232	4.00
300	2.3
301	3.8
302	6.4
310	4.30
311	7.50
312	12.0
313	16.0
320	9.3
321	15.0
322	21.0
323	29.0
330	24.0
331	46.0
332	110.0
333	140.0

Pour les nutritionnistes le fromage fondu joue un rôle capital dans l'équilibre du régime alimentaire c'est un fromage de faible quantité en glucides 6à7% et de faible quantité en lipides 17% par apport aux autres type de fromage (Camembert, Roquefort, Cantal...etc.)

Le contrôle impératif des matières premières, produit fini et la maîtrise du process de fabrication notamment les barèmes de stérilisation permettent d'assurer aux consommateurs un fromage fondu UHT de bonne qualité, tout en lui gardant ses qualités nutritionnelles et organoleptiques et en détruisant la majorité des germes éventuellement présents .

Pour les analyses microbiologiques, il s'est avéré que le processus et les conditions de fabrication des produits, sont bien maîtrisés et que les matières premières utilisées sont de bonne qualité hygiénique et cela était confirmé par l'absence totale des germes d'altération ou même les germes indicateurs d'hygiène.

Les résultats obtenus lors des analyses physico-chimiques effectuées sur les matières premières et produits finis, montrent que tous les points critiques ont été maîtrisés et que du point de vue stabilité et hygiène, le fromage UHT produit par l'entreprise GIG sont de bonne qualité

L'innovation de la nouvelle technologie UHT permettant la conservation du fromage pendant une longue durée, ainsi la destruction totale des micro-organismes.

L'analyse de la teneur en protéine du fromage fondu a été effectuée au niveau du laboratoire de l'ITLV « Institut Technique des Elevages » à Baba Ali Alger ; les résultats obtenues pour le fromage fondu Okid's montrent que la teneur en protéine est acceptable, l'effet principale de traitement UHT sur la valeur nutritionnelle des protéines de fromage fondu sont :

-Une amélioration de la digestibilité par la protéase, la B -lactoglobuline du lait cru est très difficilement protéolysée par la pepsine et la trypsine et elle peut parvenir sous sa forme compacte native jusqu'au niveau de la muqueuse intestinale en provoquant des réactions allergiques. Toutefois, il a été montré récemment *in vitro*, que des élastases pancréatiques peuvent hydrolyser partiellement la B- lactoglobuline et améliorer ainsi la digestibilité par la pepsine et la trypsine.

L'amélioration de la digestibilité peut aussi provenir de l'état très finement dispersé des protéines dénaturées dans le milieu acide du tractus gastro-intestinal :

- ✓ une amélioration de l'acceptabilité de la B-lactoglobuline devenue moins allergénique.
- ✓ une inactivation des inhibiteurs de protéases (trypsine) présents naturellement dans le fromage fondu.

Enfin, dans le souci de maintenir un apport calcique satisfaisant, en particulier pour les éléments les plus jeunes de la population il importe de poursuivre les efforts visant à encourager la consommation de ces produits.

Références bibliographiques

- * **Alis C., Linden G., Miclo L., 2008** : « Biochimie alimentaire » ; Ed. Dunod ; paris ; 248p.
- * **Amellal R., 1995** : « La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance, Options Méditerranéennes CIHEAM-IAMM, Série B n. 14 », p. 229-238.
- * **Anonyme, 2010** : « Manuel de Nutrition Clinique, Corporation professionnelle des diététistes » ; Paris ; p.365.
- * **Anonyme, 2010** : « rapport annuel, Association de l'industrie de la fonte de fromage de l'UE ». <http://www.assifonte.org>.
- * **Anonyme, 2004 Commission codex alimentarius**, Programme mixte fao/oms sur les normes alimentaires comité du codex sur le lait et les produits laitiers sixième session Auckland, Nouvelle-Zélande, 26 – 30 avril 2004 avant-projet de norme pour le fromage fondu observations à l'étape 3 p3.
- * **Anonyme, 2007**, « Problématique de la sécurité des aliments en phase de création d'une résistance de restauration rapide » ; Thèse de doctorat vétérinaire ; Ecole national vétérinaire d'Alfort.
- * **Arbaoui F., 2007** : « Le fromage dans tous ces états, rubrique » "dossier du jour" InfoSoir, Algérie.
- * **Begueria C., 1999**; "Process for the manufacture of cheese products by processing of a cheese raw material", Eur, Pat, Appl, FR2 750 015 A1.
- * **Berger W., Klostermeyer H., Merkenich K., Uhlmann G., 1993**: Processed cheese manufacture, Ladenburg ,BK Ladenburg GmbH.
- * **Blond G., Haury E., Lorient D., 1988** : « Interactions lipides-protéines dans le fromage fondu en pétrin et en cuisier-extruder. Influence des conditions de fabrication » ; Sci, Alim, vol. 8, pp. 325–340.
- * **Bourgeois C.M., Leveau J.Y., 1980** : « Le contrôle microbiologique, Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires » ; P 3, 5, 247, 248.

* **Bourgeois C.M., Levreau J.Y., 1996** : « technique d'analyse de contrôle dans les industries agroalimentaire, volume 3 :le contrôle microbiologique, 2éme édition, édition Tec et Doc , paris, p330 .

* **Bourgeois C.M. ; Levreau J.Y., 1996** : « Microbiologie Alimentaire .Aliment fermenté et fermentation alimentaire » ; Ed. Tec et Doc, Lavoisier (2éme édition) ; Tom 2 ; p306.

* **Boutonnier J.L., 2000** : « Fabrication du fromage fondu. Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire » ; F 6 310-1, 14 p.

* **Branger A., Richer M., Rostel S., 2007** ; « Alimentation et processus technologiques » ; Ed. Educagri ; 293p.

* **Bunka F., Stetina J., Hrabe J., 2008**; “The effect of storage temperature and time on the consistency and color of sterilized processed cheese”; Ed. European Food Research of Technology; vol. 228; pp. 223–229.

***Bunka F., Kriz O., Velickova A., Bunkova L., Kracmar S., 2009**: “Effet of acid hydrolysis time on amino acid determination in caseinand processed cheeses with different fat content”;Ed. Journal of food composition and Analysis; pp22,224-232.

* **Carić M., Kaláb M., 1999**: “Processed, cheese products. **In: FOX P.F.** Cheese:

Chemistry, Physics and Microbiology”, vol. 2, Major Cheese Groups, 2nd ed; Ed., Chapman & Hall; London; p. 468.

***Carole L., Vignola , 2002** ; « Science et technologie du lait. Transformation du lait » ; 3éme édition ; Canada.

* **Chambre M., Daurelles J., 1997** : « Le fromage fondu. **In: Eck A. et Gillis,** Le fromage de la science à l'assurance qualité », Ed. Lavoisier ; pp. 691-708.

* **Chambre M., Daurelles J., 2006** ; « Le fromage fondu. **In: Eck A. et Gillis.** Le fromage de la science à l'assurance qualité » ; Ed. Lavoisier ; pp. 691-708.

***Cidil H., 1999** : « Influence des traitements technologiques sur les propriétés nutritionnelle du produit laitier » ; Ed. Tec et Doc ; Paris 193p.

* **Dillon M., Berthier D., 2000** :« les proteines laitiers, intérêt technologique et nutritionnelles » ;4éme conférence européenne d'Arilait ;Ed. Tec et Doc ;paris ;pp250-266.

***Dimitreli G., Thomaries A.S .,2007:** “Texteur evaluation of bloc-type processed cheese as function of chemical composition and relation to its apparent viscosity”; Journal of Food Engineering; 1364- 1373pp.

***Eck A., Gillis J.C., 1997 :** « le fromage de la science à l’assurance qualité », Ed. Tec et Doc ; Lavoisier (3^{ème} édition) ; Paris ; p.711.

* **Eckner K.F., Dustman W.A., Rys-Rodriguez A.A., 1994;** “ Contribution of Composition, physicochemical characteristics and polyphosphates to the microbial safety of Pasteurized cheese spreads”; Journal of Food Protein; vol. 57; pp. 295–300.

* **FAVIER JC., 1986 :** « Elément de composition des fromages » *In* Luquet F. « Lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre ; Vol 3 ; Ed. tec & doc, Lavoisier ; Paris ; P633.

***Fine F et Gervais., 2007 :** »techniques de l’ingénieur, Décontamination des produits déshydratés » ; 14p .

* **Fredot H ., 2006 :** « Connaissance des aliments. Bases alimentaire et nutritionnelle de la diététique » ; Ed. Tec et Doc, Lavoisier; Paris; pp.59-87.

* **Fox P.F., Guinee T.P., Cogan T.M., Mcsweeney P.L.H., 2000:** “Fundamentals of cheese science”; Maryland,Aspen Publishers Inc; pp. 429–451.

***Gaucheron F., 2004 :** « Minéraux et produits laities » ; Ed. Tec et Doc, Lavoisier ; P566 ,581, 582.

* **Grappin, R., Branger A., 1997 :** « Contrôle chimique et microbiologique **In: Eck A. et Gillis.** Le fromage de la science à l’assurance qualité » ; Ed. Lavoisier ; pp. 771-787.

* **Gosta G ., 1995 :** « Le tout sur le lait » ; Ed: Tetra pack ; paris ; Pp.223-227.

* **Guinee T.P., Cariæ M., Kaláb M., 2004:** Pasteurized Processed Cheese and Substitute/Imitation Cheese Products. **In: Fox P.F., Mcsweeney P.L.H., Cogan T.M.**

* **Gupta S.K., Karahadian C., Lindsay R.C., 1984:** “Effect of emulsifier salts on textural and flavour properties of processed cheeses”; vol. 67; pp. 764–778.

* **Irland J.,claud favier J., feinderg M., 2002 :** « répertoire général des aliments : produits laitiers ; T. 2 ; 2ème édition ;330p.

* **JORF (JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE),, 2007 ;** Décret n. 2007-628 du 27 avril 2007 ; relatif aux fromages et spécialités fromagères ; 10 p.

* **Kautter D.A., Lilly T., Lynt R.K., Solomon H.M., 1979;** “Toxin by Clostridium botulinum in shelf-stable pasteurized process cheese spreads”; Journal of Food Protein, vol. 42; pp. 784–786.

- * **LUQUET F.M., 1985** ; « Laits et produits laitiers, Vache, Brebis, Chèvre : les laits, de la mamelle à la laiterie » ; T. 1 ; 397 p.
- * **Mafart P., Couvert O., Leguerinel I., 2001**: “Sterilized processed cheeses, International Journal of Food Microbiology”; vol. 63; pp. 51–56.
- * **Mahaut M, Jeantet R, Brule G., 2000** : « Initiations à la technologie fromagère » ; Ed. Technique et documentation-Lavoisier ; pp.173-175.
- * **Mahaut M., Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., Brule G., 2008** : « Les produits laitiers » ; 2^{ème} Edition Technique et documentation –Lavoisier ; pp.37.
- * **Marshall R.J., 1990**: “Composition, structure, rheological properties and sensory texture of processed cheese analogues”; Journal of Science and Food Agriculture; vol. 50; pp. 237–252.
- * **Mehmet M. Ak Y., 2003**: “Cheese Rheology and Texture”; CRS Press; USA; pp.145-223.
- * **Meyer A., 1973**: “Processed Cheese Manufacture”; Food Trade Press Ltd.; London; p. 201.
- * **Patart J.P., 1987** : « Les fromages fondus. In: **Eck A.** Le fromage, Edition Lavoisier; pp. 385-398.
- * **Smith, B.L., 1990**: “Codex Alimentarius: Abridged Version”; Food and Agriculture Organization of the United Nations; Rome; pp. 12.10–12.16,
- * **Tanaka N., Goepfert J.M., Traisman E., Hoffbeck W.M., 1979**: “A challenge of pasteurized process cheese spread with Clostridium botulinum spores”; Journal of Food Protein; vol. 42; pp. 787–789.
- * **Tatsumi K., Nishiya T., Yamamota H., Ido K., Hanawa N., Itoh K and Tamaki K., 1989**: “Functional properties of cheese cooked without emulsifying salts in a twin screw extruder”; Reports of Research Laboratory; Snow Brand Milk Products Co., n. 88; pp. 73–90.
- * **Tatsumi K., Nishiya T., Ido K., Kawanishi G., 1991**: “Effects of heat treatment on the meltability of processed cheese. vol. 38 ; pp. 102–106.
- ***Terrier N., Fournie Y., 1991** : « Interactions lipides-protéines dans le fromage fondu » ; Ed. Tec et Doc, Lavoisier ; paris ; pp. 139-164.

***Vastore R., 1979** : « Technologie du lait (constitution, récolte, traitement et transformation du lait) » ; Ed. la maison rustique (3^{ème} édition) ; paris ; pp.559-567.

***wang B., Xiong Y. L., Wang C., 2001**: “physicochemical and sensory characteristics of Flavored soymilk during refrigeration storage .Jornal of Food Quality”; pp. 24, 513-526.

* **Warburton, D.W., Peterkin P.I., Weiss K.F., 1986**: “A survey of the microbiological quality of processed cheese products” ; Journal of Food Protein; vol. 49; pp. 229–230.

* **Yvette S., 2004** : « les lipides laitière »; Ed. Dunod ; Paris ; pp. 29-34.

* **Zehren V.L. , Nusbaum D., 1992**: “Process Cheese. Cheese Reporter Publishing Company”.

ANNEXE 1**Tableau : Production de fromage fondu (en tonnes) (ANONYME ,2010).**

Pays	Année										
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	
Autriche	20.900	23.990	23.385	31.659	33.214	31.996	28.306	29.118	32.100	32.100	*)
Belgique	44.421	42.100	42.300	44.300	49.300	44.900	42.700	42.700	42.700	42.700	*)
Danemark	21.000	20.500	20.500	20.000	22.000	20.000	20.000	5.988	6.541	6.600	*)
Finlande	18.597	19.613	19.600	17.000	17.257	19.249	18.922	19.270	17.967	19.710	
France	135.299	132.276	125.872	129.133	123.570	121.660	127.500	125.991	126.193	132.880	
Allemagne	175.369	177.484	167.330	175.200	177.100	185.100	183.200	180.600	181.355	179.141	
Irlande	11.000	11.000	12.000	12.000	12.000	12.000	14.000	14.000	15.000	15.000	*)
Italie	20.300	20.000	20.150	25.000	23.000	25.000	25.000	25.000	24.000	25.000	
Pays-Bas	17.800	17.000	16.000	15.927	14.225	17.357	16.000	15.422	13.000	11.893	
Espagne	36.100	36.000	37.000	36.500	36.900	37.925	44.000	44.000	44.000	46.800	*)
Suède	6.000	7.314	7.406	6.870	6.870	4.176	6.956	6.972	6.371	6.191	
Royaume-Uni	33.477	36.377	36.000		37.000	37.000	37.000	40.000	0.000	40.000	*)
République tchèque			19.900	36.997	19.913	18.877	19.265	17.288	16.929	15.111	
Hongrie		12.900	10.000	11.000	10.000						*) estimé
Pologne		50.800	59.000	59.300	63.300	78.000	90.000	90.000	85.000	84.300	
Slovaquie		11.700	12.300	11.747	10.630	11.595	13.642	11.695	9.542	11.256	
Total	540.263	619.054	636.743	652.546	656.279	664.835	686.491	668.044	660.698	668.681	

*) estimé

ANNEXE 2 : Tableau. Evolution des importations de fromage en Algérie dans les années 2009-2010. (En tonnes). (ANONYME ,2010).

Année	2009					2010				
	France	Allemagne	Pologne	Irlande	Pays - bas	France	Allemagne	Pologne	Irlande	Pays- bas
valeurs	4	3	524	5	11	4	13	999	9	9