

République Algérienne Démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Saad Dahleb, Blida 1



Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département de biologie et physiologie cellulaire



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de master II

Option : Microbiologie et Toxicologie Alimentaire

Thème

*Contrôle physicochimique et microbiologique d'une préparation
alimentaire (mélange entre beurre et margarine) et le suivi de sa qualité
au cours du stockage*

Réalisé par :

Soutenu le : /10/2017

Bakir Zina

Izem Imene

Membres du jury :

M^{me} Benchabene S.

MAA

USDB1

Présidente

M^{me} Hamzi W.

MAA

USDB1

Examinatrice

M^r Oussadou L.

MAA

USDB1

Promoteur

Année universitaire 2016-2017

Dédicaces

Je dédie ce travail qui est le fruit de toutes mes années d'études tout d'abord :

A celui qui me soutient et qui est toujours présent pour moi, mon très cher Papa avec tout mon respect et toute mon affection.

A celle qui m'encourage, me réconforte et qui partage mes joies et mes peines, ma chère Maman avec toute ma reconnaissance et mon dévouement.

Voilà mes chers parents, le fruit de vos sacrifices, de vos encouragements, que DIEU vous garde en bonne santé et vous procure une longue vie.

A mes adorables frères Lotfi, Youcef, Malek et ma chère belle-sœur Halima qui étaient souvent à mes côtés, ainsi que mon ange mon neveu Jaouad.

A ma joie de vivre, l'homme avec qui je partagerai le reste de ma vie, mon futur mari Toufik.

A mon très cher beau-père Omar et ma deuxième maman, ma chère belle-mère Djahida que dieu me les garde le plus longtemps possible, ainsi que mes belles-sœurs Amel et Samia.

A ma très chère et adorable grande mère Baya à qui je souhaite une longue vie.

A toutes mes amies en particulier Afaf, ma chère binôme Imene, ma cousine Nadia qui m'a beaucoup aidé dans mon travail et a toute la promotion de MTA 2016-2017.

ZINA

Dédicaces

J'ai le plaisir de dédier Ce travail à :

Ceux que j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et je suis très fière de les avoir et tous les mots du monde ne peuvent exprimer l'amour et le respect que je leur porte

*Mes très chers parents ma sœur Dallel et ma binôme Bakir
Zina*

Mes chères amies et toute la promotion de master II MTA

Pour ma grande famille Izem et Aouidad qui m'ont soutenu et encourager tout au long de mon cursus sans oublier Hocine Abdelaziz qui m'a trop aidé dans mon travail

Enfin, mes dédicaces à toutes les personnes qui me connaissent de près ou de loin et qui me souhaitent que du bien

IMENE

Remerciements

Avant tous, je tiens à remercier le Dieu tout puissant qui nous a protégé, aidé, et soutenu jusqu'à pouvoir « mener la graine au fruit » et la patience pour achever ce travail.

Même si parfois les mots semblent fades à côté de la profondeur des sentiments il faut pourtant les concrétiser en remerciant pour honorer tous ceux qui nous ont aidé à franchir ce pas vers l'avenir.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude à notre promoteur Mr Oussadou L. pour ses orientations, ces précieux conseils et le temps qu'il nous a accordé pour notre encadrement.

Nous tenons à présenter nos remerciements les plus vifs aux membres du jury : Mme Hamzi W. d'avoir accepté d'examiner notre travail et Mme Benchabane S. d'avoir accepté de présider le jury de notre travail.

Nous présentons nos plus sincères respects à Mr Ben Mâlle B., directeur général de la société « Traveps » pour sa bonne disponibilité, sans oublier l'ensemble du personnel de l'entreprise et du laboratoire

Abréviations

AGL : Acides Gras Libres.

AGI : Acides Gras Insaturés.

M/M : Minimum/Maximum.

MGLA : Matière Grasse Laitière Anhydride.

E/H : Eau/Huile.

NE : Norme Européenne.

VBL : Vert Brillant Lactose.

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile.

PCA: Plate Count Agar.

GC: Giolitti Cantonni.

SS : Milieu Salmonella-Shigella.

SFB : Bouillon au Sélénite de Sodium.

OGA : Oxytetracycline Glucose Agar.

PCBL : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol.

D/C : Double Concentration.

S /M : Simple Concentration

NPP : Nombre le Plus Probable.

UFC : Unité Formant Colonie.

VF : Milieu Viande Foie.

Abs : Absence.

Pré : Présence.

N.E. : Norme Européenne

C.F. : Coliformes Fécaux

C.T. : Coliformes Totaux

S. : Staphylocoques

Sal : Salmonelles

Lev et Moisi : Levures et Moisissures

JORA : Journal Officielle de la République Algérienne

Liste des figures

Figure 1 : Diagramme de fabrication.....	21
Figure 2 : Préparation de la solution mère.....	29
Figure 3 : Recherche des germes aérobies mésophiles totaux.....	32
Figure 4 : Recherche des <i>staphylococcus aureus</i>.....	34
Figure 5 : Recherche des salmonelles.....	36
Figure 6 : Recherche des levures et moisissures.....	38
Figure 7 : Recherche des coliformes totaux et fécaux.....	40
Figure 8 : Recherche des spores d'anaérobies sulfitoréducteurs dans l'eau.....	42
Figure 9 : Recherche des Streptocoques fécaux dans l'eau.....	44
Figure 10 : Recherche des coliformes totaux et fécaux dans l'eau.....	47
Figure 11 : Recherche des FTAM dans l'eau.....	49

Liste des tableaux

Tableau I : Classification des corps gras selon leur origine.....	3
Tableau II : Composition physicochimique du beurre.....	11
Tableau III : Différents types de beurre.....	12
Tableau IV : Analyses physicochimiques et microbiologiques effectuées.....	23
Tableau V : Résultats d'analyse d'humidité effectuée sur les matières premières.....	50
Tableau VI : Résultats d'analyses d'indice d'acide effectuées sur les matières remières.....	50
Tableau VII : Résultats d'analyses d'indice de peroxyde effectuées sur les matières premières	51
Tableau VIII : Résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le produits semi fini « PREMIX ».....	51
Tableau IV : Résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le produit fini « STAR ».....	53
Tableau X : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les matières premières	54
Tableau XI : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de process.....	55
Tableau XII : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le produit semi fini « PRIMIX ».....	56
Tableau XIII : Analyses microbiologiques effectuées sur le produit fini « STAR ».....	56
Tableau IVX : Résultats d'analyses physicochimiques effectuées sur le produit fini pour les lots 1et 2.....	58
Tableau XV : Résultats d'analyses microbiologiques effectuées sur le produit fini pour les lots 1 et 2.....	60

Résumé

Notre travail a pour objectif l'étude des paramètres physicochimiques et microbiologiques d'une préparation alimentaire « STAR ». Pour cela nous avons effectué des analyses physicochimiques et microbiologiques sur huit lots différents, pendant une période de deux mois, à toute la chaîne de production depuis la matière première (huile de palme, huile de palmiste, huile de soja et MGLA) passant par le produit semi-fini (PREMIX) jusqu'au produit fini, ainsi que le suivi des deux premiers lots pendant deux mois de stockage à température ambiante et à 4°C.

Les résultats des analyses physico-chimiques (indice d'acide, indice de peroxyde, humidité et matière grasse) effectuées pour les matières premières (sauf la matière grasse), et le produit fini sont conformes à la norme suivie par l'entreprise (**JORA**). Le PREMIX présente quelques anomalies au niveau de l'humidité qui est normal car le processus de fabrication n'est pas encore terminé. Par contre, les analyses microbiologiques (FTAM, coliformes totaux et fécaux, levures et moisissures staphylocoques et salmonelles) réalisées durant les étapes de fabrication de la préparation alimentaire sont satisfaisantes. Seulement l'eau présente une légère contamination pour quelques prélèvements (3, 4, 5, 7 par les coliformes et le prélèvement 8 par les FTAM) qui est éliminée lors de processus de fabrication. Cette conformité des résultats révèle que l'unité « TRAVEPS » veille sur les conditions de production de la préparation alimentaire.

Au terme de stockage, pour les 2 températures, les résultats montrent de légers changements pour les paramètres physico-chimiques (indice de peroxyde augmente de 0.45-2.8 pour le lot 1 et de 0.75-2.85 pour le lot 2, stockés à température ambiante. Ces derniers restent toujours conformes à la norme.

Pour les analyses microbiologiques, seul le lot 1 conservé à une température ambiante présente une contamination par les FAMT et les levures et moisissures après 21 jours de stockage (55 UFC/ml pour les FTAM et 200 UFC/ml pour les levures et moisissures) qui continue à s'élever durant les 2 mois.

La préparation étudiée présente une qualité satisfaisante tant que la chaîne du froid est respectée.

Mots clé : Analyses physico-chimiques et microbiologiques, préparation alimentaire, stockage, température.

Summary

Our objective is to study the physicochemical and microbiological parameters of a "STAR" food preparation. For this we carried out physicochemical and microbiological analyzes on eight different batches over a period of two months, covering the entire production chain from the raw material (palm oil, palm kernel oil, soybean oil and MGLA) passing through the semi-finished product (PREMIX) to the finished product, as well as follow-up of the first two batches during two months storage at room temperature and at 4 ° C.

The results of the physicochemical analyzes (acid number, peroxide value, moisture content and fat) carried out for the raw materials (except fat) and the finished product comply with the standard used by the company (**JORA**). But the PREMIX presents some anomalies in the humidity which is totally normal because it has not finished the manufacturing process. Microbiological analyzes (FTAM, total and fecal coliforms, staphylococcal yeasts and molds and salmonella) carried out during the manufacturing stages of the food preparation are satisfactory. Only water has a slight contamination for some samples prélèvements (3, 4, 5, 7 with coliforms and the 8 with les FTAM) which is eliminated during the manufacturing process. This compliance of the results reveals that the "TRAVEPS" unit uses better conditions for the production of the food preparation.

At the end of storage, whether for batches stored at room temperature or cold, the results show slight changes for the physicochemical parameters but these deniers always comply with the standard

For microbiological analyzes, just the first batch stored at an ambient temperature present a contamination by FTAMs and yeasts and molds after 21 days of storage (55 UFC/ml for the FTAM and 200 UFC/ml for yeast and molds) which keep increasing during the 2 months.

The food preparation studied present a good quality as long as the cold chain is respected.

Keywords: Analysis physicochimical and microbiological -- food preparation – Temperature-storage

ملخص

يهدف عملنا لدراسة المعايير الفيزيوكيميائية والمكروبيولوجية للمحضر الغذائي " ستار ". لهذا قمنا بتنفيذ تحاليل فيزيوكيميائية وميكروبيولوجية على ثماني دفعات مختلفة وهذا لمدة شهرين، لكامل سلسلة الإنتاج من المواد الأولية (زيت النخيل وزيت نخيل النخيل وزيت الصويا ودهن الحليب) مرورا بالمنتج النصف نهائي (بريميكس) الي غاية المنتج النهائي، وكذلك متابعة أول دفعتين خلال التخزين لمدة شهرين في درجة حرارة الغرفة وفي 4 درجات مئوية.

نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية (مؤشر الحمض مؤشر البيروكسيد ومستوى الرطوبة والمادة الدهنية) التي تم تنفيذها للمواد الأولية (باستثناء المادة الدهنية) والمنتج النهائي تتوافق مع المعايير المتبعة من قبل الشركة. (جورا). ولكن بريميكس يعرض بعض الشذوذ على مستوى الرطوبة التي هي طبيعية تماما لأنه لم ينفذ عملية التصنيع. التحاليل المكروبيولوجية (الجراثيم الهوائية ذات الحرارة المعتدلة الكوليفورم، الخمائر والفطريات العنقوديات والسالمونيلا) التي نفذت خلال مراحل التصنيع المحضر الغذائي. فقط المياه أظهرت تلوث طفيف لبعض العينات التي يتم القضاء عليها خلال عملية التصنيع. هذا التوافق من النتائج، يكشف أن وحدة "ترافيس" يستخدم ظروف أفضل لإنتاج المحضر الغذائي.

في نهاية التخزين، سواء للدفعات المخزنة في درجة حرارة الغرفة أو البرد، تظهر النتائج تغييرات طفيفة للمعايير الفيزيوكيميائية ولكن هذه النتائج المذكورة تتوافق دائما مع معيار

أما بالنسبة للتحاليل المكروبيولوجية، فقط الدفعة الأولى المخزنة عند درجة حرارة الغرفة التي تعرضت للتلوث بالجراثيم الهوائية الخمائر والفطريات بعد 21 يوما من التخزين الذي يستمر بالارتفاع خلال الشهرين.

المحضر الغذائي المدروس لديه نوعية مرضية ما دامت سلسلة البرودة محترمة

الكلمات الرئيسية: التحاليل الفيزيوكيميائية والمكروبيولوجية –المحضر الغذائي –التخزين-درجة الحرارة

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction.....	1

CHAPITRE I : GENERALITES

1- Généralités sur les corps gras.....	2
1-1 Définition.....	2
1-2 Classification des corps gras selon leur origine.....	2
2- Généralités sur la margarine.....	3
2-1 Historique.....	3
2-2 Définition.....	4
2-3 Composition de la margarine.....	4
2-3-1 Phase grasse.....	4
2-3-2 Phase aqueuse.....	6
2-4 Différents types de margarine.....	6
2-5 Caractéristiques de la margarine.....	8
3- Généralités sur le beurre.....	9
3-1 Historique.....	9
3-2 Définition.....	9
3-3 Composition du beurre.....	10
3-4 Types du beurre.....	12
3-5 Valeur nutritionnelle.....	13
3-6 Altérations du beurre.....	13
4- Généralité sur la préparation alimentaire.....	14
4-1 Définition.....	14
4-2 Facteurs essentiels de composition.....	14
4-2-1 Phase grasse.....	14
4-2-2 Phase aqueuse.....	16
4-3 Additifs.....	16
4-3-1 Additifs liposolubles.....	16
4-3-2 Additifs hydrosolubles.....	17

4-3 Processus de fabrication.....	18
4-4 Diagramme de fabrication.....	21

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1- Matériel.....	22
2- Méthodes.....	22
2-1 Prélèvements et échantillonnage.....	22
2-2 Analyses physico-chimiques.....	23
2-2-1 Détermination de l'indice de peroxyde.....	24
2-2-2 Détermination de l'indice d'acide.....	25
2-2-3 Détermination de l'humidité.....	26
2-2-4 Détermination de la teneur en matière grasse.....	27
2-3 Analyses microbiologiques.....	27
2-3-1 Recherche et dénombrement de la Flore aérobie mésophile totale.....	30
2-3-2 Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i>	31
2-3-3 Recherche et dénombrement des Salmonelles.....	33
2-3-4 Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	35
2-3-5 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	37
2-4 Analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de process.....	41
2-4-1 Recherches et dénombrement des spores d'anaérobies sulfitoréducteurs.....	41
2-4-2 Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	43
2-4-3 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	45
2-4-4 Recherche et dénombrement des germes aérobie mésophiles totaux.....	48

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISSCUTIONS

1- Résultats des analyses physicochimiques.....	50
1-1 Matières premières.....	50
1-2 Produit semi-fini.....	51
1-3 Produit fini	53
2- Résultats des analyses microbiologiques.....	54
2-1 Matières premières.....	54
2-2 Eau de process	55
2-3 Produit semi-fini.....	56
2-4 Produit fini.....	56

3- Résultats du suivi du produit fini au cours du stockage.....	58
3-1 Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques.....	60
3-2 Interprétation des résultats des analyses microbiologiques.....	62
Conclusion.....	63
Références bibliographiques.....	65
Annexes.....	68

Introduction

Les corps gras d'origines animales ou végétales correspondent à la partie grasse neutre de la fraction lipidique totale, Ces graisses neutres s'accumulent sous forme de microgouttelettes dans certains tissus animaux et végétaux et constituent alors des réserves énergétique. Ils regroupent plusieurs molécules souvent hydrophiles peu ou pas solubles, dans les solvants organiques tels que l'acétone, le chloroforme, et le benzène (**karleskind ,1992 ; Beaumont, 2007**).

Le beurre est un corps gras de haute qualité énergétique entre dans l'équilibre alimentaire et d'une grande valeur nutritionnelle par sa teneur en acide gras saturée ; il est aussi une bonne source de vitamines liposolubles et de carotène qui sont des composées essentiels à la croissance et à la santé. Sa flaveur son onctuosité rehausse le gout de tous les aliments

La margarine est une émulsion initialement formulée pour suppléer le beurre trop cher et périssable. Sous sa forme standard, Elle est constituée de deux phases essentielles grasse et aqueuse et contient, en outre ,2 % d'auxiliaires de fabrication, pour la plupart d'origine synthétique, dans sa conception initiale, la margarine est dépourvue de vitamines du groupe B et de minéraux ; et par sa composition elle subit des détériorations dont la plus importante est l'oxydation (**Djouab ,2007**).

Actuellement grâce au progrès de technologie de la fabrication, les différents types de corps gras ont imposé leurs présence sur la table de consommateur, d'où l'importance de contrôler sa qualité. Sachant qu'elles sont comme tous autres produits alimentaires sujettes à des pratiques frauduleuses, et à des altérations physico-chimiques et microbiologiques. Ainsi les différentes analyses effectuées dans les industries alimentaires, que ce soit sur le produit fini, ou au cours de la fabrication, ont pour but principal, la surveillance de toutes les étapes de fabrication du produit afin de minimiser des pertes importantes dues à des interventions trop tardées, mais également d'examiner la qualité et la stabilité de produit fini, et protéger ainsi le consommateur d'éventuelles intoxications alimentaire.

Notre travail, réalisé au niveau du Laboratoire de l'unité "Travelps" a consisté à effectuer un contrôle de qualité du point de vue microbiologique et physico-chimique sur une préparation alimentaire "STAR" qui est un mélange entre le beurre et la margarine, au cours de sa fabrication depuis la matière première jusqu'au produit fini ainsi le suivi de sa qualité pendant le stockage durant 2 mois.

1- Généralités sur les corps gras

1-1 Définition

Les corps gras sont des constituants de notre ration alimentaire quotidienne. On parle souvent comme s'ils étaient tous semblables et équivalents. En effet, ils sont différents selon leurs origines, leurs consistances, leurs compositions, leurs présentations et leurs rôles dans l'organisme. (Cossut J et al, 2002).

Les corps gras sont des esters naturels ; formés à partir d'acide gras et de glycérol. Ce sont des biomolécules caractérisées par leur

- ✓ insolubilités dans l'eau.
- ✓ solubilités dans les solvants organiques (éthers, hexane, benzène)
- ✓ toucher onctueux (Mouhtadji, 1989).

1-2 Classification des corps gras selon leur origine :

Le tableau représente les différentes origines des corps gras

Tableau I : classification des corps gras selon leur origine (Fredot ,2005)

Origine	Corps gras
Animale	<ul style="list-style-type: none"> • Beurre • Crème • Graisse de bœuf (suif), d’oie canard, saindoux, • Shortening (graisses raffinées et hydrogénées) à base de graisses animales adaptée aux fritures profondes, • Huile des animaux marins,
Végétale	<ul style="list-style-type: none"> • Huiles pour assaisonnement, • Huiles pour friture et assaisonnement • Margarines végétales • Végétalien (huile de coprah hydrogénée)
Mixte	<ul style="list-style-type: none"> • Margarines standards à base d’huiles végétales et de • graisses de poisson • Margarines et shortning pour pâtisseries

2- Généralités sur la margarine

2-1- Historique

La margarine est fabriquée pour la première fois par le pharmacien français **Mége Mouriés** en 1869 en France, à la suite d’un concours ouvert par Napoléon 3, « pour la recherche d’un Produit propre à remplacer le beurre, ce dernier était à cette époque cher, rare et se conservait mal (**François ,1979**).

Le produit n'était pas encore à l'époque, désigné par son nom actuel après la guerre de 1870, une nouvelle usine plus importante, permit la fabrication à grand échelle de ce qui prit alors, le nom Margarine, très vite. D'autres margarineries furent installées ailleurs et, en 1873 pratiquement tous les pays européens en possédaient une ou plusieurs. Pour traverser l'Atlantique, il ne fallut que quelques années, les premières margarineries américaines remontent à 1880_1885 (**François ,1979**).

La margarine était à l'origine préparée avec des graisses animales, suif et saindoux l'emploi des huiles végétales n'a commencé qu'après la mise au point de l'hydrogénation des corps gras au début XXe siècle (**François ,1979**).

2-2 Définition

La margarine est une émulsion de type eau dans l'huile qui comprend une phase continue (phase grasse) et une phase dispersée (phase aqueuse) (**Graille, 2003**).

Elle est obtenue à partir de matières grasse d'origine végétale et ou animale, avec une teneur égale ou supérieure à 80% et inférieure à 90% (**Cossut et al, 2002**).

De plus, elle contient environ 2% d'additifs ou produit auxiliaires (lécithine, mono-glycérides, sels-colorants n antioxydant, conservateur, vitamines) répartis dans la phase grasse et en partie dans la phase aqueuse (**Faur ,1992**).

2-3 Composition de la margarine

La composition de la margarine varie beaucoup selon l'origine des graisses et le type d'huile ainsi que l'usage auquel elle est destinée. Des agents émulsifiants et stabilisants sont toujours ajoutés (**Alias et al, 2008**).

2-3-1 Phase grasse :

Selon **codex Stan (1994)**, la phase grasse peut être constituée de corps gras alimentaires suivants en propositions variables :

2-3-1-1 Graisses et huiles comestibles :

Elles sont d'origine végétale, animale ou marine. Elles peuvent contenir en faible quantité d'autres lipides comme les phosphatides, des constituants insaponifiables et les acides gras libres

naturellement présents dans la graisse ou l'huile (**codex Stan ,1994**).

2-3-1-2 Graisses et huile vierges :

Ce sont des graisses et des huiles végétales comestibles obtenues exclusivement au moyen de procédés mécaniques, par exemple expulsion ou pression et d'un traitement thermique sans altérer la nature de l'huile, Elles ne peuvent être purifiées que par lavage à l'eau, décantation filtration et centrifugation (**codex Stan ,1994**).

2-3-1-3 Graisses et huiles pressées à froid :

Ce sont des graisses et huile végétales comestibles obtenues sans modification de l'huile par des procédés mécanique, par exemple expulsion ou pression, et sans utiliser de procédés thermiques. Elles ne peuvent être purifiées que par lavage à l'eau, décantation, filtration et centrifugation (**codex Stan ,1994**).

2-3-1-4 Huiles végétales fluides :

Ce sont le plus souvent les huiles d'arachide, tournesol, de colza, de soja, germe de maïs, de pépin, de raisin, de coton (**codex Stan ,1994**).

2-3-1-5 Huiles végétales concrètes :

Elles comprennent les huiles de coprah, de palme et de palmiste (**Njussa, 1999 ; FFSA, 2012**).

Parmi les huiles modifiées en distingue

❖ Huiles hydrogénées :

Se caractérisent par son point de fusion élevé tel que l'huile de soja hydrogénée, il est nécessaire d'apporter des précisions telles que le mode d'hydrogénation (sélectif ou non), teneur en isomère, dilatation ou taux de solide à une température donnée, indice d'iode voire même composition en acide gras (**karleskind, 1992**).

❖ Huiles Fractionnées :

Les fractions sont dénommées en général stéarine pour celles à point de fusion élevé, et oléine pour celles riche en insaturations .Elle sont caractérisées par leur point de fusion et leur

mode d'obtention ; c'est ainsi que l'on parlera d'oléine de palme ayant un point de fusion de 28°C obtenu par fractionnement par voie sèche.

❖ **Huiles inter-estérifiées :**

Le plus souvent l'inter-estérification est réalisée sur des mélanges dont on définit la composition.

2-3-2 Phase aqueuse :

Elle représente 16 à 18% de la composition globale de la margarine, elle est constituée soit d'eau soit du lait, soit d'un mélange eau/lait (Karleskind, 1992).

2-4 Différents types de margarine :

Il est difficile de donner une composition même typique des margarines, au tant celles-ci peuvent varier en fonction des utilisations, des saisons, des régions. Du point de vue commercial, on peut distinguer plusieurs types de margarine :

2-4-1 Margarine diététique ou spéciale (Basses calories)

Elles sont spécialement fabriquées pour certains emplois particuliers : << sportifs, enfants, vieillards, amaigrissant, ...etc. >>

2-4-2 Margarines de table :

Elles sont destinées aux emplois ménagers culinaires. Ces margarines doivent être suffisamment fermes à 20°C, se tartiner aisément et avoir les qualités organoleptiques proches de celles du beurre, préparées le plus souvent à partir de triacylglycérols riches en acides gras insaturés ; la teneur maximale en eau est de 16 %, elles apportent 740 kcal/100g (Alias et al, 2003).

2-4-3 Margarines destinées à l'industrie agro-alimentaire :

Elles sont, selon l'usage, soit stables à hautes températures (graisses pour la friture), Soit elles présentent une bonne plasticité dans un large éventail de température (biscuiterie, et pâtisserie ...) Ces produits doivent notamment, ne pas contenir d'acides gras libres et être résistants à l'oxydation (**Alias et Linden, 1997**).

Les propriétés fonctionnelles recherchées sont, soit l'absence d'AGL et la stabilité à haute température dans le cas de graisse pour la friture, soit une plasticité convenable, dans le cas de produit destiné à la biscuiterie et à la pâtisserie (**Cheftel et Cheftel, 1977**).

2-4-4 Margarines boulangères :

La Margarines boulangères est pour la bonne tenue de la pâte pâtissière (**Miskandar, 2005 ; Manley, 1983**).

2-4-5 Margarines traditionnelles :

Ces margarines, présentent dans leur phase grasse une proportion d'huiles concrètes, plus importante que pour les margarines allégées. Leur taux d'acides gras saturés est plus élevé (15 à 30 %), jouent un rôle dans la texture et permet une présentation en plaquette ou en barquette. En moyenne, le taux de matière grasse varie entre 55 et 80 %, et plutôt utilisée en cuisson et en tartine (**Saillard, 2010**).

2-4-6 Margarines allégées :

Elle présentent un taux en matière grasse inférieur ou égale 55 % , et utilisées principalement en tartine , mais aussi en cuisson , parmi ces margarines allégées on distingue des margarines dites de santé ; ou un soin particulier est apporté , dans l'équilibre et la richesse en acides gras insaturés agi richesse en oméga 3 ou l'enrichissement en nutriments fonctionnels (stérols \ stanols végétaux). Ces produits ont pour but de participer au bon fonctionnement cardiovasculaire, de contribuer au maintien ou à la diminution du taux de cholestérol sanguin (**Saillard, 2010**).

2-5 Caractéristiques de la margarine :

2-5-1 Caractéristiques physiques :

Les caractéristiques physiques de la margarine, sont liées à l'état de corps plastique de la margarine, et à son état d'émulsion très fine (eau-huile). La margarine est plastique, revient à dire qu'elle n'est ni solide ni liquide (**Champier, 1956**).

2-5-2 Caractéristiques chimiques :

Ces derniers sont assez variable, du fait qu'il y'a plusieurs sortes de margarine, selon les emplois et méthodes de fabrications. Les paramètres intéressant à connaître et qui sont souvent déterminés sont :

- ✓ La composition centésimale du produit.
- ✓ La composition en acides gras de la phase grasse et, en particulier, la teneur en acide gras essentiels.
- ✓ La nature et la teneur en divers élément non glycérique (tocophérol)
- ✓ Les indices du degré de fraîcheur : acidité, indice de peroxyde (**champier, 1956**).

2-5-3 Caractéristiques bactériologiques :

Comme tout produit alimentaire, les margarines risquent d'être contaminées par des microorganismes qui en se développant provoquent une altération des qualités organoleptiques (flaveur, apparence, texture). Ainsi des contrôles des matières premières et le respect des règles d'hygiène et de propriété au cours de la fabrication et du stockage sont indispensables pour réduire sensiblement les risques de contamination (**Frey et Bach, 1992**).

2-5-4 Caractéristiques nutritionnels :

Les margarines sont avant tout des corps gras alimentaires qui apportent des éléments nutritifs importants, et une énergie métabolisable d'environ 750 cal/kg, C'est une excellente source de vitamines liposolubles (A, E, D) et elles sont douées, d'une bonne digestibilité, qui est expliquée par l'état d'émulsion dans lequel se trouve le produit, qui favorise notablement leur absorption et son utilisation. (**Champier, 1956 ; Gomes et al, 2008, Guesnet 2005**).

Actuellement plusieurs types de margarines apparues sur le marché avec des propriétés diététique ou thérapeutique particulière : margarine à faible teneur en corps gras et margarine riche en acide linoléique utilisée par des personnes ayant contractés de maladies cardiovasculaires (**Champetier, 1956 ; Gomes et al, 2008, Guesnet 2005**).

2-5-5 Caractéristiques organoleptiques

L'analyse sensorielle utilise les capacités de l'homme à percevoir et à exprimer ses sensations propres , pour déterminer et définir la qualité du produit ,L'évaluation sensorielle a pour but l'étude systématique des réponses humaines aux propriétés physico-chimiques et organoleptiques des aliments ,qui sont généralement ; l'apparence , la saveur , la texture : la résistance et la consistance (**Faur,1992**).

3- Généralité sur le beurre

3-1 Historique

L'origine du beurre remonte à il y a environ 10 000 ans, soit lorsque nos ancêtres ont commencé à domestiquer les animaux. La première référence au beurre, et sa plus ancienne trace écrite, date de 4 500 ans. Une plaque calcaire de cette époque en illustre les étapes de fabrication. Le mot « beurre » est apparu au cours de moyen âge, soit au cours du XIIe siècle. Il vient du latin butyrum, qui l'a emprunté au grec bouturon signifiant « fromage de vache » (**Anonyme 1**).

Le beurre de fabrication fermière et artisanale était vendu sur les marchés conservée dans dépôts de grès et recouvert d'eau salé et largement consommé, la raison laquelle il restera longtemps la graisse pauvre Il est devenu au fil des temps un produit de luxe présent sur la table de la cours jusqu'au XVIIIe siècle il a acquis dès cette époque, le statut de symbole de la grande cuisine française. Dans les cuisines du Maghreb et d'Arabie, on utilise le beurre clarifié, le Smen, afin de pouvoir conserver cette matière grasse dans un climat chaud.

Aujourd'hui avec les progrès techniques, on a pu obtenir un beurre présentant des qualités organoleptiques et bactériologiques satisfaisantes, de bonne conservation sans altération et en quantité importante (**Pointurier et Adda., 1969**)

3-2 Définition

Le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait ou de produits obtenus à partir du lait, principalement sous forme d'une émulsion du type eau dans l'huile et dont la teneur

minimale en matière grasse laitière s'élève à 80 %, dont la teneur maximale en eau atteint 16 %, alors que la teneur maximale en extrait sec non gras ne doit pas dépasser 2%. (**Boutonnier et al, 2002**)

Le beurre est une source naturelle de lipide et de vitamine participant à l'équilibre alimentaire. C'est aussi un produit de la cuisine traditionnelle et de la gastronomie. Il est un élément important de la diversité et de l'équilibre nutritionnelle et à ce titre, un facteur de santé, sa consommation raisonnable permet à l'organisme de bénéficier un ensemble d'acide gras dont les scientifique découvrent peu à peu le grand intérêt. (**Mendy, 1982**).

3-3 Composition du beurre

La composition du beurre est présentée dans le tableau ci-dessous

Tableau II : Composition physicochimique du beurre (Pointurier et Adda., 1969).

composants	proportion	composition
Manière grasse	82%à84%	Triglycérides 82% Phosphatides 0,2à1% Carotène 3à9mg .kg ⁻¹ vitamine A 9à30mg .kg ⁻¹ vitamine D 0 ,002 à0, 04mg.kg ⁻¹ vitamine E 8à40 mg .kg ⁻¹
Eau	14à16%	
Extrait sec dégraissé	0,4à1, 8%	Lactose 0,1 à 0,3% Acide lactique 0,15% (beurre de crème acide) Matières azotées dont : -caséine 0,2à 0, 8% α-lactalbumine 0,1à 0 ,6% -protéines membranaires Trace -peptides acides aminées Traces Sels autres que NaCl dont : 0 ,1% -citrate 0,02% -vitamines C 3mg.kg ⁻¹ -vitamines B ₂ 0,8mg .kg ⁻¹

3-4 Types du beurre

Les différents types du beurre sont cités dans le tableau suivant :

Tableau III : Différents types de beurre (Veisseyre ,1975)

<p>Beurre cru : C'est le produit émulsionné, obtenu à partir des matières lactiques n'ayant pas subi au préalable une pasteurisation.</p>	<p>Beurre allège : Produit émulsionné, contenant pour 100 grammes de produit fini, 41 grammes minimum 65 grammes au maximum de matière grasse lactique.</p>
<p>Beurre concentré : Dans ce beurre pasteurisé nous avons éliminé par fonte, décantation et centrifugation pratiquement toute l'eau et la matière sèche non grasse Ce beurre contient au minimum 99.8 % de matière grasse lactique anhydride (MGLA).</p>	<p>Beurre extrafin : Il est issu d'une crème pasteurisée, non congelée ni surgelée et fabriquée 72 heures au plus tard après la collecte, le barattage de la crème a lieu au plus tard 48 heures après écrémage.</p>
<p>Beurre de cuisine : Contient au minimum 96 % de matière grasse lactique.</p>	<p>Beurre fin : Il ne doit pas contenir plus de 30 % de matière grasse, la crème est congelée ou surgelée.</p>
<p>Beurre demi-sel : Il a une teneur en sel supérieure à 0.5 gramme et en plus égale à 2 grammes pour 100 grammes.</p>	<p>Beurre salé : Il présente une teneur en sel supérieure à 3 %.</p>
<p>Beurre pasteurisé : C'est un beurre fabriqué à partir du lait ou de la crème pasteurisé.</p>	<p>Beurre baratte : Cette appellation ne peut s'appliquer qu'à des beurres fabriqués à l'aide d'une baratte pour la totalité du cycle de fabrication.</p>

3-5 Valeur nutritionnelle

Le beurre est un élément important dans la diversité et dans l'équilibre nutritionnel. C'est un concentré de lipides ayant une très grande importance dans notre alimentation. (Alais, 1984).

Il permet :

- ✓ **Un apport énergétique** : un gramme de lipide produit 9.3 Kcal, un gramme de beurre produit 7.4 Kcal et 50 grammes de beurre peuvent satisfaire chez l'adulte 5 % de ces besoins énergétiques.
- ✓ **Un apport en acides gras essentiels** : l'acide palmitique et l'acide stéarique interviennent dans la rhéologie des membranes cérébrales.
- ✓ **Un apport en vitamines liposolubles A, D, E et K** : la vitamine E est toujours présente sous sa forme tocophérol, c'est un antioxydant qui évite l'auto-oxydation de la vitamine A. Une ration journalière de 24 grammes de beurre couvre environ 30 % des besoins en vitamine A.

La digestion du beurre est particulièrement facile et très rapide surtout quand il est consommé cru.

3-6 Altérations du beurre

La matière grasse laitière est sujette à des nombreuses altérations physico-chimiques dont l'importance est croissante avec les conditions actuelles de production. Elles traduisent la capacité de conservation d'un beurre et les conditions de stockage (Guiraud, 2003).

3-6-1 Lipolyse

C'est une réaction chimique qui se traduit par l'hydrolyse enzymatique des liaisons ester des glycérides, provoquant l'apparition des acides gras responsables du goût de rance. Malgré l'existence des lipases naturelles du lait, le danger provient avant tout, de la prolifération des micro-organismes psychotropes et surtout de la présence de leurs enzymes lipolytiques thermorésistantes. (Luquet et Moulet, 1990)

3-6-2 Oxydation

Cette réaction chimique intervient lors du stockage du beurre et entraîne la formation de peroxyde dont la dégradation libère des aldéhydes et des cétones génératrices de goût de suif. Ce défaut est accentué par :

- ✓ Un pH trop bas (maturation biologique excessive).
- ✓ La présence de catalyseurs métalliques tels que le fer et le cuivre.
- ✓ Une exposition prolongée à la lumière.
- ✓ Un contact air-produit (herméticité de l'emballage) (**centre algérien du contrôle de la qualité et d'emballage C.A.Q.E 1998**)

3-6-3 Protéolyse

Les micro-organismes protéolytiques (certains microcoques et quelques espèces de genre Bacillus) peuvent produire des acides au cours de la dégradation des protéines des produits laitiers.

La protéolyse peut être alcaline et donne un goût amer au lait. Les germes responsables sont : Microcoques, Pseudomonas, Serratia et certaines espèces du genre Bacillus et Clostridium. (**Luquet, 1986**).

4- Généralités sur la préparation alimentaire

4-1 Définition :

La préparation alimentaire est un aliment qui se présente sous la forme d'une émulsion solide, malléable principalement de type eau dans huile (E/H), produit essentiellement à partir de graisse comestible d'origine végétale et animale (**fiche technique entreprise**).

4-2 Facteurs essentiels de composition

4-2-1 Phase grasse

4-2-1-1 Huile de palme :

- ❖ L'huile de palme possède des propriétés fonctionnelles particulières qui en font un ingrédient important dans la production alimentaire Elle est extraite de la pulpe du fruit du palmier à L'huile. (**Harvé ,2016**).

Elle a une implication au niveau du goût, de la stabilité à la cuisson ou à la friture, de la résistance à l'oxydation, de la texture et de l'onctuosité. Le fait qu'elle soit riche en acides gras

saturés, la rend solide à température ambiante et c'est un atout qu'apprécie l'industrie pour nombre de ses produits **(Harvé ,2016)**.

En effet, il existe deux huiles de palme :

❖ **Huile de palme brute de 1^{ère} pression, « vierge »** : de couleur rouge-brun (« Red palm oil ») : elle est utilisée pure comme huile de table et pour la cuisson dans de nombreux pays d'Asie, d'Afrique noire et certains pays d'Amérique latine (mais pas en Occident) ;

❖ **Huile de palme raffinée (hydrogénée) désodorisées et blanchie** : elle est exporté pour l'utilisation dans les industries agroalimentaire Leur composition n'est pas la même concernant leurs teneurs en acide gras le raffinage prive huile de plusieurs micro nutriments présente dans huile brute (vitamine E ; caroténoïdes, stérol ; coenzyme scalène polyphénol) qui ont un effet nutritionnel très bénéfiques notamment en prévention cardio-vasculaire transformant les AGMI et les AGPI en AGS. Il se formera plus ou moins d'AG Trans. **(Harvé ,2016)**.

4-2-1-2 Huile de palmiste :

Le palmiste est la graine ou amande qui se cache à l'intérieur du noyau des fruits du palmier à huile. Pour obtenir l'huile de palme, ce sont les fruits entiers qui sont pressés. Dans le tourteau qui reste après la pression, se trouvent aussi bien les fibres des fruits que leurs noyaux. Il faut alors séparer les deux pour pouvoir récupérer l'huile des graines **(Anonyme 2)**.

Huile de palmiste est de couleur blanc jaunâtre c'est une huile douce avec une saveur agréable qui dégage une odeur semblable à celle du coco **(Hazebroucq et Dorvault, 1995)**.

Huile de palmiste a une consistance solide et crémeuse au-dessous de 20°C.elle fond vers 34 et 35°C, elle est insoluble dans l'eau et soluble dans les solvants organiques et rancit facilement .Elle contient principalement des acides gras saturés et un acide gras insaturé l'acide oléique (12-19%) et la présence de cet acide gras entraine le rancissement faisant ainsi d'huile de palmiste une huile malodorante à l'air libre. **(Bruneton ,1999)**.

4-2-1-3 Huile de soja :

Huile de soja est une huile extraite à partir des graines de soja avec différents procédés, elle est de couleur jaune plus ou moins foncée suivant la nature des graines et les procédés d'extraction. Fraiche, elle a une saveur assez prononcée d'haricot qui s'atténue peu à peu. Elle est

riche en acide gras polyinsaturés, et notamment en acide gras essentiel α - linoléiques C18 :3 ω 3 et l'acide linoléique C18 :2 ω 6.

Sa richesse en lécithine la rend précieuse pour la reconstitution des cellules nerveuses et cérébrales, sa bonne digestibilité fait d'elle une bonne source de substitutions de l'huile d'olive pour ceux qui ne peuvent la tolérer (**Cossut et al, 2002**).

4-2-1-4 Matière grasse laitière anhydre (MGLA) :

C'est un produit laitier traditionnel du sud de l'Asie. la MGLA doit contenir au minimum 99,8% De matière grasse. Elle est obtenue à partir de la crème ou du beurre par élimination de l'eau et de matières sèches non grasse par décantation ou par centrifugation. (**Michel Mahaut et al., 2000**).

4-2-2 Phase aqueuse

Elle est similaire à celle de la margarine. Elle représente 16 % à 18 % de la composition globale de la margarine, elle est constituées soit d'eau soit du lait, soit d'un mélange eau/lait (**karleskind ,1992**)

4-3 Additifs

Ces produits ajoutés, pour faciliter la fabrication, ou pour donner aux produits des caractères organoleptiques conformes au gout du consommateur. Emploi fait l'objet d'une législation propre à chaque pays (**Faur ,1992**).

4-3-1 Additifs liposolubles

4-3-1-1 Emulsifiants

Ce sont des composé ayant des propriétés tensioactives, dues à leur caractère amphi-phatique : leur structures chimiques étant composées à la fois groupes hydrophiles et lipophiles, et de ce fait pouvant se dissoudre dans les deux phases, permettant leur union sous forme d'émulsion homogène .ces corps sont caractérisés par leur équilibre hydrophile-lipophile. Les émulsifiants utilisés dans les margarines sont le mono et diglycérides et la lécithine (**Faur ,1992**).

La lécithine est habituellement ajoutée à des teneurs de 0,1 à 0,2 %, connue pour son effet anti-éclaboussant lors de l'émulsification (**Aboke et al, 2008 ; Ibrahim, 2008 ; O'Brien ,2009**).

Elle permet une bonne dispersion de la phase aqueuse dans la phase grasse et stabilise l'émulsion par réduction de la tension inter-faciale entre les deux milieux (**Karleskind, 1992**).

Les mono-glycérides, leur action en tant qu'émulsifiants dans la margarine est due à une combinaison de leur activité inter-faciale et de leur faible solubilité ; qui les conduit à se cristalliser au niveau de l'interface (**cheftel et cheftel, 1986**).

4-3-1-2 Agents colorants

La couleur de la margarine doit être assez voisine de celle du beurre, elle est obtenue soit par addition d'huile de palme rouge riche en caroténoïdes, soit du B-carotène d'origine synthétique ou naturelle (**Luterotti et al, 2006**).

La législation autorise la coloration artificielle de la margarine pour en uniformiser la couleur. De plus, selon **Kone (2001)**, ces agents assurent une bonne apparence et une bonne stabilité du produit. L'ajout de ces colorants est limité à des doses strictement nécessaires selon le type de la margarine à fabriquer (**Denise, 1992**).

4-3-2 Additifs hydrosolubles

4-3-2-1 Sel

Il est en premier lieu ajouté pour améliorer la sapidité, mais il peut jouer un rôle protecteur (bactériostatique). Les teneurs en sel ajoutées peuvent varier de 0.1 à 1 et même 2%. Le sel utilisé doit être de qualité alimentaire, pratiquement anhydre, neutre ou faiblement alcalin avec absence de sels de Mg, de Fe et d'ions SO_2 qui accélèrent l'oxydation des graisses (**Himed, 2011**).

4-3-2-2 Conservateurs

Outre le sel de table (Na Cl), l'addition de l'acide sorbique (E200), ainsi que ses sels de sodium (E201), de potassium (E202) et de calcium (E203), isolément ou ensemble, dans une proportion pondérale de 2g par kilogramme de produit fin. Emploi autorisé si le pH de la phase aqueuse est inférieur à 5. L'acide sorbique est un acide faible, avec ses sels, il présente un bon effet fongicide, dont l'action inhibitrice est en fonction de la concentration en acide non dissous, elle augmente quand le pH diminue (**Djouab, 2007**).

4-3-2-3 Correcteurs de pH :

L'acide citrique, lactique et leurs sels de Na, K, et Ca sont autorisés. L'acide citrique est autorisé à la dose maximale de 1g par Kg de produit fini. Au niveau des corps gras l'acide citrique est considéré comme un antioxydant. En général il fixe le PH entre 4 et 5,5.

4-3-2-4 Antioxydant :

On peut ajouter des tocophérols (extrait naturels) via la phase grasse, qui ont pour rôle d'éviter l'oxydation des huiles en retardant l'apparition du rancissement.

4-3-2-5 Révélateurs

L'amidon en tant que révélateur à une dose de 0,2 % permet de différencier la margarine du beurre, quoiqu'il existe actuellement autres moyens de les distinguer. (**Karleskind, 1992**)

4-4 Processus de fabrication :

Le processus de fabrication de la préparation alimentaire est similaire à celui de la margarine. Par contre, leurs compositions différent : huile de palme, huile de palmiste, huile de soja et 20% MGLA (d'origine animal) pour la préparation alimentaire et 100% végétale pour la margarine.

Préparation de la phase grasse :

Fusion de la matière grasse végétale : Faire fondre l'huile de palme et l'huile de palmiste à T=60°C.

Préparation des émulsifiants liposolubles

- Fusion des émulsifiants dans une proportion d'huile de soja à une température de 60-70°C durant 10 mn.
- Ajout d'agents antioxydant et d'arôme.

❖ Préparation de la phase aqueuse :

L'eau qui forme 16 à 18% au maximum du poids du produit fini sert à dissoudre dans cette étape le reste des ingrédients hydrosolubles :

- La poudre de lait écrémé (0% matière grasse), pour améliorer le goût et augmenter la valeur nutritionnelle.
- L'acide citrique : utilisé comme régulateur de pH, et donc comme conservateur.
- La sorbate de potassium qui est aussi un agent de conservation qui évite la prolifération des levures et moisissures.

❖ Préparation de l'émulsion :

Après que la phase aqueuse et la phase grasse sont préparés, ils sont envoyés vers les tanks où il y'a le mélange de l'huile de palme et l'huile de palmiste et la MGLA avec des proportions bien définie et suivant la recette de l'entreprise.

L'émulsion se fait par le mélange de la phase aqueuse et de la phase grasse, la durée de l'agitation permet d'obtenir une phase dispersée d'huile de plus en plus fines. L'émulsion est stabilisé par les émulsifiants qui se placent à l'interface Eau/Huile, et maintient la structure grâce à leurs caractères amphiphile (**Cossut et al, 2002**).

❖ Pasteurisation et Refroidissement :

L'émulsion qui représente le produit semi fini doit subir un traitement thermique afin d'éliminer les germes susceptible de causer une pathologie ou une dégradation du produit d'ordre organoleptique.

Le principe du traitement de la pasteurisation, c'est de faire exposer le produit à un choc thermique, une fois en le réchauffant à des températures élevées 70 à 75°C et puis on le refroidissant à -20°C dans un laps de temps très court.

La température de fin de pasteurisation dépend du point de fusion de la phase grasse : plus le point de fusion est haut plus la température est élevée (**Anonyme 3**).

❖ Cristallisation

L'émulsion pasteurisée passe ensuite dans des tubes de cristallisation à une température de 45°C réfrigérées par l'ammoniaque à -20°C dans un appareil qu'on appelle PERFECTOR, le produit sortira à une température de 12 à 13°C.

La cristallisation est une étape importante, voir déterminante de qualité des corps gras, en général, la stabilisation finale du système poly-dispersé étant capital, les phénomènes de

crystallisation jouent un rôle très important, car ils vont permettre la création de la structure du produit et contribuer à sa stabilisation (**Karliskind et wolff, 1992**).

❖ **Texturation :**

Le produit sort du cristallisateur sous forme d'un film. Il est acheminé par la trémie jusqu'à malaxeur. Cet appareil va désaérer et malaxer le mélange on lui donnant consistance, souplesse et homogénéité (**Sailliard, 2010**).

❖ **Conditionnement :**

Le papier aluminium est plus résistant à la corrosion et est pur. Ce matériau malléable peu oxydable très bon conducteur de chaleur est très utilisé dans le conditionnement des margarines.

❖ **Stockage :**

Une fois conditionnée, la préparation est mise en carton puis sur des palettes et stockée en premier lieu dans des chambres froides réglées à 4°C.

4-5 Diagramme de fabrication

Le processus de fabrication de la préparation alimentaire est représenté dans la **figure 1** :

II- MATERIEL ET METHODES

Notre travail a été réalisé au laboratoire d'autocontrôle de l'entreprise « **Traveps** » durant une période de 3 mois (Mars - Juin). Il consistait en des analyses physico-chimiques et microbiologiques de la préparation alimentaire « **STAR** » ainsi que le suivi du produit fini pendant le stockage au froid et à température ambiante durant 2 mois.

1-Matériel :

* **Biologique :**

Notre étude a porté sur le contrôle de 8 lots de la préparation alimentaire « **STAR** », les matières premières (MGLA, huile de soja, huile de palme, huile de palmiste), le **PREMIX** et l'eau de process, ainsi que le suivi de la qualité de deux lots de produit fini stockés à la température ambiante et à 4°C (dont les analyses sont effectuées chaque 3 Semaines durant deux mois).

***Non biologique :**

Appareillages, milieux de cultures, réactifs et solutions utilisées (Annexe 2)

2- Méthodes :

2-1 Prélèvements et échantillonnage :

Un prélèvement de 50g de chaque matière première (huile de palme, huile de palmiste, huile de soja et la matière grasse laitière animale) est effectué dès la réception.

Un prélèvement de 500ml d'eau de citerne alimentant la chaîne de fabrication est effectué pour les analyses de l'eau de process 1 fois par semaine.

A partir de 5 plaquettes du produit fini on prend 5g de chacune qu'on mélange pour l'obtention de 25g à analyser sur le plan microbiologique et physico-chimique. Pour le produit semi fini « **PREMIX** » (sous forme liquide), on prend aseptiquement 25ml 1 fois par semaine.

Un prélèvement sur 5 plaquettes est effectué (représentant le mélange) pour chaque analyse et pour les 2 lots chaque 21 jours pour le produit fini stockés à température ambiante et à 4°C.

Les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sont représentées dans le tableau IV.

Tableau IV : Analyses physicochimiques et microbiologiques effectuées :

	Huile de palme	Huile de palmiste	Huile de soja	MGLA	Eau	Produit semi fini « Premix »	Produit fini	stockage
Analyses physicochimiques								
humidité	+	+	+	+	-	+	+	+
Indice d'acide	+	+	+	+	-	+	+	+
Indice de peroxyde	+	+	+	+	-	+	+	+
Teneur en matière grasse	-	-	-	-	-	+	+	+
Analyses microbiologiques								
GAMT	+	+	+	+	+	+	+	+
S.	+	+	+	+	-	+	+	+
C.T.	+	+	+	+	+	+	+	+
Salmonelles	+	+	+	+	-	+	+	+
Clostridium	-	-	-	-	+	-	-	-
Streptocoques	-	-	-	-	+	-	-	-
Lev. et mois.	+	+	+	+	-	+	+	+

+ : analyses effectuées

- : analyses non effectuées

2-2 Analyses physico-chimiques :

Le but principal de ce contrôle est préventif. Il assure au consommateur la qualité organoleptique et la valeur nutritionnelle des produits et à l'unité de production, le respect et la confiance du client. Il permet de détecter d'éventuelles anomalies au cours de la fabrication et d'y remédier le plus vite possible.

Toutes les méthodes des analyses physico-chimiques ont suivies selon la norme du JORA 2011.

2-2-1 Détermination de l'indice de peroxyde :**Principe**

L'indice de peroxyde d'un corps gras correspond au nombre de milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme de produit, et oxydant l'iodure de potassium avec libération d'iode, (ISO 3960-1977).

Mode opératoire :**A- Préparation d'iodure de potassium :**

Peser 7g d'iodure de potassium dans un bécher après avoir taré la balance, ajouter 5 ml d'eau distillée et homogénéiser à l'aide d'un agitateur magnétique.

B- Dans un erlenmeyer :

Pour chaque produit, peser 2g dans son récipient (huiles, MGLA, Premix ; produit fini).

Ajouter à chacun 15ml d'acide acétique et 10ml de chloroforme.

Laisser agir pendant 5mn à l'abri de la lumière, puis, ajoutez 75ml d'eau distillée et 1ml d'iodure de potassium préparé.

Ajouter 4gouttes d'empois d'amidon avant le titrage (indicateur de saturation)

C- Le titrage :

La solution est titrée par le thiosulfate de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) à 0,01N qui va interagir avec les gouttes d'empois d'amidon jusqu'à apparition d'un début d'une transparence (décoloration du mélange).

Expression des résultats

$$IP = \frac{nv}{PE} * 1000 \dots \text{meq d'O}_2 / \text{kg}$$

v : Volume en ml de la solution thiosulfate de sodium 0,01N utilisée pour la prise d'essai du blanc

n : Normalité de la solution de thiosulfate de sodium utilisée (0,01N)

PE : la masse en g de la prise d'essai

2-2 -2 Détermination de l'indice d'acide :

Définition

L'acidité est le nombre de mg d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser l'acidité libre d'1g de matière grasse de margarine.

Principe

Il consiste en la mise en solution de la prise d'essai dans l'alcool éthylique préalablement neutralisé, puis titrage des acides gras libres présents avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine, **(ISO 9001)**.

Mode opératoire

Dans le cas où le produit à analyser est liquide (matières premières et Premix), peser directement 10g dans chaque erlenmeyer.

Si le produit est solide (produit fini), faire fondre dans un bain-marie à 65°C jusqu'à la séparation des 2 phases (graisse et liquide), puis, faire une filtration à l'aide d'un papier filtre pour retenir uniquement la phase grasse. A partir de cette dernière, on prélève 10g auquel on ajoute 25ml d'éther di-éthylique et 25ml d'éthanol. Ajouter par la suite 3gouttes de phénolphtaléine.

Titration

La titration se fait à l'aide de l'hydroxyde de potassium **KOH 0,1N** (solution titrant) en agitant la solution préparée jusqu'à apparition d'une couleur rose pâle.

Expression des résultats

$$IA = \frac{N \cdot M \cdot V}{m} \dots \text{mg KOH / g d'huile}$$

N : Normalité de la solution alcaline de titration (KOH 0,1N)

M : Masse molaire en g /mole d'acide oléique

V : Volume de la solution titrée de soude (en ml)

m : Masse en g de la prise d'essai

2-2-3 Détermination de l'humidité

Principe

C'est la perte de masse du produit après évaporation de l'eau et des composés volatils suite à un chauffage à 103°C, exprimé en pourcentage (%), (NE.1.2 /47/1985).

On a travaillé avec deux méthodes :

A) Humidité halogène : calculée par le « dessiccateur » :

Allumez l'appareil et introduire une plaque en aluminium spécial puis fermer pour le tarer.

Peser jusqu'à 5g du produit (s'il est solide, l'étaler sur la plaque), puis, remettre la plaque dans le dessiccateur et fermer. Après 16 mn l'appareil affichera le taux d'humidité directement.

B) Humidité classique :

Peser les capsules et marquer le poids de chacune.

Peser entre 2,5 < m < 2,509g de l'échantillon et le mettre dans la capsule. Déterminer le poids final de chaque capsule et les mettre dans une étuve à 105°C pendant 5h, puis, noter le poids final (P).

Expression des résultats :

L'humidité est calculée selon l'expression suivante :

$$H\% = ((PO + PE) - P) \times 100 / PE$$

PO : Masse en g de la capsule vide

PE : Masse en g de la prise d'essai.

P : Poids final de la capsule après chauffage

2-2-4 Détermination de la teneur en matière grasse :

Principe

D'après la méthode de Gerber, il s'agit de la séparation de la matière grasse par centrifugation dans un butyromètre après dissolution des lipides par l'acide sulfurique; la séparation de la matière grasse est favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool iso-malique, (AFNOR, 1986).

Mode opératoire

On met sur la balance un boudi vide puis on tare. On ajoute exactement 5g de produit dans le boudi, puis ce dernier est placé dans le butyromètre.

Ajoutez 10 ml acide sulfurique et 1ml d'alcool iso-malique. Remplir le butyromètre avec de l'eau distillée jusqu'à la valeur 85. Le remettre dans un bain marie à 65°C pendant 10 mn. Puis, on centrifuge pendant 5 mn. Après on récupère les butyromètres et on fait tourner le boudi jusqu'à ce que la phase huileuse remonte et on marque le pourcentage de matière grasse.

2-3 Analyses microbiologiques

Les bactéries contaminent de nombreux produits alimentaires et peuvent constituer un grave danger sur leurs qualités et leur conservation (Giraud, 2012).

L'objectif principal du contrôle microbiologique de la préparation alimentaire est de révéler la présence éventuelle des microorganismes indésirables, et ceci dans le but d'assurer une qualité meilleur du produit fini.

Ces analyses sont effectuées pour les matières premières, le produit semi fini et le produit fini selon la norme JORA, 2015.

Mode opératoire

Les prises d'essais s'effectuent en appliquant des techniques de dilutions dans des conditions stériles.

Préparation de la solution mère**•Dans le cas du produit solide (produit fini)**

Peser dans un flacon stérile préalablement taré, une prise d'essai (à l'aide d'une spatule stérile) d'une masse de 25g prélevée à partir de l'échantillon pour essai (mélange de 5 plaquettes STAR de 250 gr).

Ajouter 225 ml TSE et boucher l'orifice du flacon avec du coton cardé et du papier aluminium. Placer le flacon au bain d'eau réglé à 45°C jusqu'à fusion complète du produit.

Homogénéiser le flacon par des tours circulaires pour l'obtention de la solution mère.

•Dans le cas des produits liquides (Premix et les matières premières)

On met 25ml du produit dans un flacon stérile préalablement taré, et on complète le volume avec 225ml du TSE. Homogénéiser en faisant des tours circulaires, on a la solution mère.

Préparation des dilutions décimales

Dans les 2 cas (solide et liquide) la solution mère est la dilution 10^{-1} .

Dans un tube stérile contenant 9 ml de TSE, introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette stérile 1ml de la solution mère, réalisant la dilution 10^{-2} .

Toutes les opérations doivent être rigoureusement soumises à des consignes d'hygiène très strictes afin d'éviter toute contamination externe.

La méthode de la préparation de la solution mère est représentée dans la figure 2.

2-3-1- Recherche et dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT)

Cette flore correspond aux micro-organismes aérobies ou aéro-anaérobies facultatifs, capables de se multiplier à l'air à des températures comprises entre 25 et 40°C sur des milieux de cultures ordinaires tels que la gélose PCA (Plate Count Agar). La flore totale est un indice du degré de salubrité et de la qualité générale des produits alimentaires. (**Bourgeois, 1996**).

Principe

Le dénombrement de la flore aérobie mésophile est généralement réalisé en milieu solide Plat Count Agar (PCA) et l'ensemencement est réalisé dans la masse du milieu en surfusion, cette technique est la plus fréquente, car elle limite les risques d'erreur.

Mode opératoire

A partir des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} , porter aseptiquement 1 ml dans les boîtes de Petri stériles et couler ensuite 15 ml de gélose PCA fondue et refroidie à 45°C.

Faire des mouvements circulaires, de va-et-vient et en forme de "8".

Laisser solidifier sur la paillasse dans la zone stérile, puis rajouter une deuxième couche fine (environ 5 ml) de la même gélose. Le but de cette couche est d'assurer la protection contre les contaminations diverses.

Incubation

Les boîtes sont incubées à 30°C pendant 72 h (le couvercle vers le bas)

Lecture

Après 72h, la lecture se fait en comptant les colonies apparaissant sur la boîte de Petri sous forme lenticulaire en masse.

Expression des résultats

Dans le cas de dénombrement des germes sur milieu solide, on prend en considération les boîtes contenant un nombre de colonies situant entre 30 et 300. Les colonies se présentent sous forme lenticulaire en masse, de tailles et de couleurs différentes. Le résultat est exprimé en nombre de germes par ml ou par g de produit selon la formule suivante :

$$\text{Nombre de germes / ml} = \frac{\sum C}{(N_1 + 0,1 \times N_2) \times d}$$

$\sum C$: Somme totale des colonies comptées

N_1 : Nombre de boîtes comptées dans la première dilution

N_2 : Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution

d : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus

La méthode de recherche de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) est représentée dans la **figure 3**.

2-3-2 Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

Les Staphylocoques appartiennent à la famille de la staphylococcie, ce sont des cocci à Gram positif regroupés en grappes, aéro-anaérobies facultatifs, à catalase et à oxydase positives.

Principe

La recherche de *S. aureus* permet de savoir si l'aliment présente des risques pour les consommateurs, sachant que cette espèce produit une entéro-toxine à l'origine d'intoxication alimentaire.

Mode opératoire :

A- Enrichissement

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolitti Cantoni et ajouter une ampoule de Téllurite de potassium, puis on mélange soigneusement le tout.

On porte aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans un tube correspondant et on ajoute 15 ml de milieu préparé puis on mélange bien le milieu et l'inoculum. Ensuite, on incube les tubes à 37°C pendant 24 à 48h.

B- Lecture

La croissance des staphylocoques se manifeste par une coloration noire à l'intérieur du tube. Les tubes présentant cette caractéristique sont considérés positifs et feront l'objet d'un repiquage sur milieu de Chapman. (ISO 4832.1992)

C- Isolement

Pour s'assurer qu'il s'agit de *S. aureus*, on effectue un repiquage à partir des tubes positifs par la méthode de stries sur des boîtes de Pétri contenant le milieu gélosé Chapman.

Incuber à 37 °C pendant 24 à 48h. Les colonies apparaissant lisses, convexes, entourées d'un halo jaune brillant et de taille relativement moyenne sont contrôlées par le test coagulase/catalase pour confirmer qu'il s'agit de *S. aureus*.

La méthode de recherche des *Staphylococcus aureus* est représentée dans la **figure 4**.

2-3-3 Recherche et dénombrement des Salmonelles

Elles appartiennent à la famille des *Entérobactériaceae*. Ce sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobies facultatifs, mobiles, catalase positive, oxydase négative, gazogène (fermentation du glucose avec production de gaz), réduisent les nitrates et produisent du sulfure d'hydrogène. Elles sont responsables de toxi-infections alimentaires et de gastro-entérites, (Bourgeois et al. 1996).

Principe :

La recherche des salmonelles est souvent délicate, car elles sont à faible concentration dans l'échantillon. Pour pallier à cet inconvénient, on utilise un milieu d'enrichissement liquide "Bouillon au sélénite de sodium et cystéine " (SFB D/C) qui permet la multiplication des germes avant leur isolement et identification. La recherche de *salmonelles* se fait par des étapes successives.

Mode opératoire :

Pré-Enrichissement :

Prélever 25g ou ml du produit à analyser (Premix et produit fini), les mettre dans un flacon stérile et ajouter 225 ml d'eau peptonée tamponnée. Homogénéiser un peu le mélange et bien fermer le flacon avec son bouchon, puis on incube à 37°C pendant 24h.

Enrichissement

Prélever 100 ml du milieu pré-enrichi et les introduire aseptiquement dans un flacon contenant 100 ml du bouillon (SFB) à double concentration additionné d'une ampoule de sélénite de sodium et cystéine, homogénéiser et incubé pendant 24h à 37°C.

Isolement

Si après l'incubation le mélange devient trouble, il sera considéré comme positif, donc il fera l'objet d'un isolement.

Prélever une goutte à l'aide d'une anse de platine stérile et la déposer au bord de la boîte de Pétri contenant la gélose Hektoen préalablement coulée, puis réaliser des stries.

Incuber à 37°C pendant 24h.

Les colonies de salmonelles se présentent le plus souvent grises bleues à centre noir.

La méthode de recherche des Salmonelles est représentée dans la **figure 5**.

2-3-4 Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Les champignons sont capables de se développer en milieu acide et à de basses températures. Leur croissance est moins rapide que celle des bactéries.

Ce sont des organismes eucaryotes hétérotrophes, aérobies et acidophiles, les levures se distinguent par une forme ovoïde unicellulaire, de taille importante par rapport à celle des bactéries ou pluricellulaire (**Guiraud, 2003**).

Principe :

Les levures et moisissures sont des microorganismes qui peuvent provoquer des altérations organoleptiques des aliments qui servent de prévenir des dangers au niveau de la santé du consommateur. Leur ensemencement se fait en surface sur un milieu inhibiteur pour l'aérobie : gélose Oxytétracycline Glucose Agar (OGA), formant des colonies après une incubation à 20°C pendant 3 jours (**Guiraud, 2003**).

Mode opératoire

Couler dans les boîtes de Pétri déposées en double 20 ml de milieu Sabouraud chloramphénicol fondue puis refroidi à 45°C.

Laisser les boîtes se solidifier devant le bec benzène. Puis, inoculer ces boîtes avec 4 gouttes, portées aseptiquement, à partir des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} . Ensuite étaler les gouttes en surface à l'aide d'un râteau préparé d'une pipette pasteur stérile.

Incubation

Les boîtes sont incubées à 25°C pendant 5 jours

Lecture

La première lecture doit se faire après 48h d'incubation.

Etant donné qu'on a pris 4 gouttes des dilutions décimales et qu'on considère que dans 1 ml il y a 20 gouttes. Pour revenir à 1 ml, il faut multiplier le nombre trouvé par 5.

Les colonies de levures ressemblent à celles des bactéries. Elles sont rondes, bombées et brillantes. Pour les moisissures, les colonies sont filamenteuses à aspect velouté.

Dénombrer les colonies et le résultat est exprimé selon la formule précédente (utilisée pour la FAMT)).

La méthode de recherche des levures et moisissures est représentée dans la **figure 6**.

2-3-5 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Ils appartiennent à la famille des entérobactériaceae, ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, à catalase positive et à oxydase négative, aéro-anaérobies facultatifs capables de fermenter en plus du glucose, le lactose avec production du gaz à 30°C.

Les coliformes fécaux (*Escherichia coli*) possèdent les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux mais elles sont capables de se développer à 44°C, leur présence est attribuée à une contamination fécale récente. Ce sont des hôtes normaux du tube digestif de l'homme et des animaux (**Giraud, 2003**).

Mode opératoire

A partir des dilutions décimales 10^{-1} et 10^{-2} , porter aseptiquement 1 ml dans des boîtes de Pétri vides et stériles, préparées à cet usage et numérotées.

Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution. La première série de boîtes sera réservée à la recherche des coliformes totaux.

La deuxième série de boîtes sera réservée à la recherche des coliformes fécaux. Compléter ensuite chaque boîte avec environ 20 ml de VRBL, fondue puis refroidie à 45°C.

Faire ensuite des mouvements circulaires, de va-et-vient et en forme de "8" pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée.

Incubation

Une série de boîtes sera incubée à 37°C pendant 24 à 48h et servira à la recherche des coliformes totaux.

L'autre série sera incubée à 44°C pendant 24 à 48 h et servira à la recherche des coliformes fécaux. Les boîtes seront incubées couvercle vers le bas.

Lecture

Les colonies apparaissent en masse sous forme de petites colonies de couleur rouge foncé et de 0.5mm de diamètre. Le dénombrement se fait uniquement pour les boîtes contenant entre 30 et 300 colonies. Le résultat est exprimé en nombre de germes / ml ou par g de produit selon la formule précédente.

La méthode de recherche des coliformes totaux et fécaux est représentée dans la **figure 7**.

2-4 Analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de process

2-4-1 Dénombrement des spores d'anaérobies sulfito-réducteurs

Objectif :

Le dénombrement des spores d'anaérobies sulfito-réductrices permet de déceler une présomption de la présence de *Clostridium perfringens* (« *C. perfringens* présomptif »).

Cette méthodologie est utilisée pour les microorganismes d'anaérobies stricts ou les microorganismes à métabolisme fermentaire dont le développement est favorisé par l'anaérobiose et aussi les spores d'anaérobies sulfito-réducteurs.

Principe :

La méthodologie proposée permet la destruction des formes végétatives et le seul dénombrement des spores ayant résisté au traitement thermique. Les microorganismes anaérobies sulfito-réducteurs sporulent et sont capables de se développer en condition d'anaérobiose et de manifester des propriétés sulfito-réductrices. Le milieu VF (Viande Foie) contient de l'amidon qui favorise la germination des spores, du sulfite qui est réduit en sulfure qui précipite avec les ions ferriques en formant un précipité noir. Outre la thermo résistance des spores, la sélection est basée sur la culture en anaérobiose stricte (**Guiraud J.P, 1998**).

Mode opératoire : (figure 8)

A- Préparation du milieu :

Faire fondre un flacon de VF puis le refroidir à 45°C. Ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium. Mélanger soigneusement et aseptiquement.

Maintenir le milieu dans une étuve ou au bain-marie à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

B- Ensemencement et incubation :

Préparer 2 tubes stériles contenant 5 ml de la prise d'essai, puis les mettre au bain thermostaté à 80°C pendant 10 mn et les refroidir immédiatement sous courant d'eau.

Verser dans chacun des 2 tubes 15 ml de la gélose VF en surfusion. Homogénéiser sans introduire des bulles d'air et laisser se solidifier sur la paillasse, puis les incuber à 37°C pendant 24 à 48h.

Lecture

Les colonies, dans la profondeur de la gélose, donc en anaérobiose, entourées d'un halo noir (réduction des sulfites en sulfures et précipitation du sulfure de fer) sont des colonies correspondantes aux spores thermorésistantes d'anaérobies sulfito-réducteurs.

Dénombrer les colonies isolées, entourées d'un halo noir. Cette numération peut être effectuée avant la fin du temps d'incubation si les colonies ont tendance à confluer.

2-4-2 Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux se fait en milieu liquide par la technique du NPP (Nombre le Plus Probable).

Technique : (figure 9)

Cette technique fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

Le test de présomption : sur milieu de Rothe.

Le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption sur milieu EVA.

A- Test de présomption.

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

50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE D/C,

5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C,

5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incuber à 37°C pendant 24 à 48h.

Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces derniers :

- ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement
- doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu Eva Litsky dans le but d'être confirmés.

B- Test de confirmation.

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption. Les tubes de Rothe trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans des tubes contenant le milieu Eva Litsky. Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C, pendant 24 h.

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois, un trouble microbien et une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP.

2-4-3 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

La recherche et le dénombrement des Coliformes est faite en milieu liquide par la technique du NPP.

Technique

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- **le test de présomption** : réservé à la recherche des Coliformes totaux.
- **le test de confirmation** : encore appelé test de Mac Kenzie et réservé à la Recherche des Coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de Présomption.

A- Test de présomption.

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

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham, comme l'indique le schéma n°1
- Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélangé le milieu et l'inoculum.

Incubation

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 h.

Lecture :

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche),
- un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

B- Test de confirmation ou test de Mac Kenzie.

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche de Coliformes thermo-tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les coliformes thermo-tolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44°C.

Escherichia coli est un coliforme thermo-tolérant qui :

- Produit de l'indole à partir du tryptophane à 44°C,
- donne un résultat positif à l'essai au rouge de méthyl,
- ne produit pas de l'acéthyl méthyl carbinol,
- n'utilise pas le citrate comme source unique de carbone.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans des tubes contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham, comme l'indique le schéma n°2.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

Incubation :

Elle se fait cette fois-ci au bain marie à 44°C pendant 24 h.

Lecture :

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois : un dégagement gazeux et un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP en tenant compte du fait qu'*Escherichia coli* est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44°C.

La méthode recherche des coliformes totaux et fécaux est représentée dans la **figure 10**.

2-4-4 Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) :**Principe**

Il s'agit d'ensemencer en masse un volume de 1ml d'un produit ou d'une dilution dans un milieu solide (gélose PCA). Après une incubation de 72 heures dans une étuve à 30°C, procédé à un comptage des colonies qui apparaissent sous des formes et des tailles différentes.

Mode opératoire

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boites de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées. Puis compléter ensuite chacune des boites avec environ 20 ml de gélose PCA puis refroidie à $45\pm 1^\circ\text{C}$, et faire ensuite 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 pailleasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

Incubation :

Incuber les boites préparées à 30°C pendant 72 heures

Lecture :

Les germes se présentent sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

Expression des résultats :

Le dénombrement de ces germes se fait selon la formule citée dans la **page 30**

La méthode de recherche des germes aérobies mésophiles totaux est représentée dans la **figure 11**.

III- RESULTATS ET DISCUSSION

1- Résultats des analyses physico-chimiques

1-1 Matières premières

1-1-1 Humidité :

Tableau V : Résultats des analyses de l'humidité effectuée sur les matières premières(%)

Matières premières	1 ^{ier} Prélèvement	2 ^{ème} Prélèvement	3 ^{ème} Prélèvement	Norme Codex Alimentarius
Huile de palme	0.07	0.09	0.1	0.1
Huile de palmiste	0.1	0.1	0.09	0.1
Huile de soja	0.12	0.1	0.04	<1
MGLA	0.08	0.09	0.09	0.1

Les bonnes conditions de stockage des huiles au niveau des bacs ont permis d'avoir des teneurs en humidité en accord avec les normes. On peut déduire que les huiles sont de qualité satisfaisante.

1-1-2 Indice d'acide :

Tableau VI : Résultats des analyses d'indice d'acide effectuées sur les matières premières (en mg de KOH/g d'huile).

Matières premières	1 ^{ier} Prélèvement	2 ^{ème} Prélèvement	3 ^{ème} Prélèvement	Norme codex (en mg de KOH/g d'huile)
Huile de palme	0.22	0.14	0.14	0,6
Huile de palmiste	0.16	0.25	0.13	0.6
Huile de soja	0.39	0.22	0.22	0.6
MGLA	0.15	0.13	0.17	0.2

D'après les résultats obtenus de l'indice d'acide des quatre types d'huiles, nous constatons que les valeurs sont inférieures à la norme, donc nous pouvons conclure que ces huiles importées sont de bonne qualité.

1-1-3 Indice de peroxyde :

Tableau VII : Résultats des analyses d'indice de peroxyde effectuées sur les matières premières (mécq d'O₂ actif/kg).

Matières premières	1 ^{ier} Prélèvement	2 ^{ème} Prélèvement	3 ^{ème} Prélèvement	Norme du codex (mécq d'O ₂ actif/kg)
Huile de palme	0.15	0.55	0.85	10
Huile de palmiste	0.75	0.20	1	10
Huile de soja	0.4	0.4	0.6	<10
MGLA	0.18	0.14	0.15	0.2

D'après le tableau VII, nous constatons la conformité des résultats du test d'indice de peroxyde effectué sur les 4 types d'huiles par rapport à la norme (<10 méq d'O₂ actif/kg).

On peut dire que les huiles sont assez fraîches et ont été bien conservées au niveau des bacs, ce qui assure qu'il n'y a aucun contact avec l'air qui favorise le phénomène de rancissement.

D'après **Benhayoun (2007)**, l'indice de peroxyde est le test le plus courant d'évaluation du niveau de l'oxydation des huiles, au contact de l'oxygène de l'air, l'huile s'oxyde. C'est alors que le goût de rance apparaît. L'indice de peroxyde représente la mesure du vieillissement de l'huile et augmente avec le temps.

1-2 Produit semi-fini

Tableau VIII : Résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le produit semi fini « PREMIX » :

Analyses	Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 3 »	Lot « 4 »	Lot « 5 »	Lot « 6 »	Lot « 7 »	Lot « 8 »	Norme Entreprise
Humidité classique (%)	15.86	15.47	16.65	15.58	17.05	15.24	16.76	14.84	14-16 max
Humidité halogène (%)	15.62	15.38	16.42	15.26	16.95	15.32	16.63	14.30	14-16 max
Teneur en matière grasse (%)	85	85	84	85	84.5	83.5	83	83	82 min – 85 max
Indice d'acide	0.5	0.45	0.39	0.34	0.34	0.39	0.39	0.45	0.5mg de KOH/kg d' max
Indice de peroxyde	0.45	0.75	1.05	1.04	1.1	1.24	0.90	1.00	5 (meq d'O ₂ actif/kg)

1-2-1 Humidité classique :

Selon le tableau VII, les résultats du test d'humidité classique du produit semi fini sont conformes avec la norme (14-16% max) sauf pour les lots « 3, 5,7 » dont les valeurs dépassent celle de la norme. Le produit semi-fini revient à son état liquide, car il n'a pas subi le traitement de pasteurisation et de cristallisation qui font diminuer le taux d'humidité.

1-2-2 Humidité halogène :

Concernant ce paramètre, on remarque que les résultats trouvés diffèrent légèrement de ceux de l'humidité classique, mais restent assez proches.

1-2-3 Teneur en matière grasse :

Les résultats obtenus concernant la teneur en matière grasse se situe dans l'intervalle de conformité (82 - 85%) pour tous les lots.

1-2-4 Indice de peroxyde :

La valeur trouvée pour ce test ne dépasse pas la norme exigée par l'entreprise (5 méq d'O₂ actif/kg), ceci indique que le mélange entre la phase grasse et la phase aqueuse a été bien réalisée.

1-2-5 Indice d'acide :

Pour l'ensemble des valeurs, l'indice d'acide varie entre 0.34 - 0.5 qui sont conformes à la norme de l'entreprise (5mg de KOH/kg de matière grasse).

1-3 Produit fini**Tableau IX : Résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le produit fini « STAR » :**

analyses	Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 3 »	Lot « 4 »	Lot « 5 »	Lot « 6 »	Lot « 7 »	Lot « 8 »	Norme (JORA)
Humidité classique (%)	15 ,41	15,00	15.98	15,02	15 ,70	14 ,94	15 ,28	14,21	14 - 16 max
Humidité halogène (%)	14,70	14 ,53	15.41	14,80	15,53	14,77	15,12	14,13	14 - 16 max
Teneur en matière grasse (%)	85	85	84	85	84 ,5	83,5	83	83	82 min – 85 max
Indice d'acide	0 ,5	0 ,45	0 ,39	0,34	0 ,34	0 ,39	0,39	0,45	0.5 mg de KOH/kg d'huile max
Indice de peroxyde	0,45	0,75	1,05	1 ,04	1,1	1,24	0,90	1,00	5 meq d'O ₂ actif/kg

1-3-1 Humidité :

Que ce soit pour l'humidité classique ou l'humidité halogène, les valeurs se situent entre 14 - 16% qui correspondent aux valeurs exigées par la norme du JORA(2011) et suivie par l'entreprise.

1-3-2 Teneur en matière grasse :

D'après le tableau IX, on remarque que la teneur en matière grasse se situe entre 83.5 - 85% et ne dépasse pas la norme. Ceci indique que le mélange des matières premières a été bien réalisé.

1-3-3 Indice d'acide :

Les résultats obtenus dans le tableau IX indiquent que le taux d'indice d'acide pour les huit lots est conforme à la norme (0,5 mg de KOH/kg d'huile max).

1-3-4 Indice de peroxyde :

Concernant ce paramètre, les résultats obtenus montrent des valeurs qui se situent à la limite inférieure de la norme, donc en conformité totale avec elle.

Selon **Love (1996)**, le développement du rancissement et d'autres mauvais goûts est la manifestation la plus connue de l'oxydation lipidique

Le ralentissement de cette auto-oxydation peut être obtenu par l'addition d'antioxydants (tocophérol, propyl gallate, butylhydroxyanisol (BHA), butylhydroxtoluene (BHT) et tert-butyl hydroquinone(TBHQ) (**Shahidi, 1997**).

2 Résultats des analyses microbiologiques

2-1 Matières premières (huile de soja, huile de palme, huile de palmiste et MGLA)

Le tableau X regroupe les résultats du contrôle microbiologique effectué sur les 4 différents types d'huiles considérées comme matières premières entrant dans la production des 8 lots analysés.

Tableau X : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les matières premières

Matières premières	Prlv N°	FAMT	C.T.	C.F.	S.	Sal.	Lev. et mois.
Huile de palme	1	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	2	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	3	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Huile de palmiste	1	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	2	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	3	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Huile de soja	1	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	2	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	3	abs	abs	abs	abs	abs	abs
MGLA	1	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	2	abs	abs	abs	abs	abs	abs
	3	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Normes selon les fiches techniques		< 10 ²	abs	abs	10	abs	10

Du point de vue de la qualité microbiologique, les résultats obtenus montrent que les 4 types d'huiles utilisées pour la fabrication de la préparation alimentaire sont des huiles de bonne qualité, exemptes de germes pathogènes « Staphylocoques, Salmonelles ». Nous notons aussi l'absence de la flore totale mésophile, coliformes totaux et fécaux ainsi que les moisissures et les levures. Cette absence revient au taux d'humidité bas qui ne favorise pas le développement de ces germes.

2-2 Eau de process

L'eau destinée aux industries alimentaires doit présenter une grande pureté du point de vue microbiologique. Cette pureté dépend de sa provenance ainsi que des circuits de distribution.

Tableau XI : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau de process :

Germes	Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 3 »	Lot « 4 »	Lot « 5 »	Lot « 6 »	Lot « 7 »	Lot « 8 »	Norme (JORA)
FTAM	4	15	35	22	7	5	20	170	10 ² UFC/ml
C.T.	abs	abs	155	24	5	abs	3	1	10 UFC/ml
C.F.	abs	abs	155	13	3	abs	1	abs	abs
<i>E. coli</i>	abs	abs	Pré	Pré	Pré	abs	abs	abs	abs
Clos	abs								
Strep	abs								

Abs : absence ;

Pré : présence

Les résultats obtenus ont montré la présence des germes mésophiles totaux, néanmoins la quantité de ces germes reste inférieure à la norme ($< 10^2$) au niveau des sept premiers lots à l'exception du huitième lot qui exprime un nombre supérieure, presque le double de la norme (170 UFC/ml).

Pour les coliformes totaux, tous les lots sont conformes avec la norme (absence ou inférieurs à 10 UFC/ml) sauf les lots « 3 » et « 4 ».

Concernant les coliformes fécaux en particulier *Escherichia coli*, les lots « 1, 2, 6, 8 » révèlent une absence d'une contamination fécale, contrairement aux lots « 3, 4, 5, 7 » qui ne sont pas conformes à la norme qui exige l'absence totale de ces germes. Nous avons également constaté l'absence totale de clostridium et de streptocoques dans tous les lots.

D'après ces résultats, nous constatons que la qualité de l'eau utilisée dans le processus de fabrication de la préparation alimentaire est satisfaisante dans l'ensemble, mais, on doit

s'intéresser davantage à l'origine de la contamination fécale et vérifier l'efficacité de la stérilisation

2-3 Semi fini « PRIMIX »

Tableau XII : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le produit semi fini « PRIMIX » :

Germes	Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 3 »	Lot « 4 »	Lot « 5 »	Lot « 6 »	Lot « 7 »	Lot « 8 »	Normes (JORA)
FTAM	17	abs	abs	65	abs	70	abs	abs	10 ² UFC /ml
C.T.	abs								
C. F.	abs								
S.	abs	10 UFC/ml							
Sal.	abs								
Lev. Moisi.	abs								

Les résultats du produit semi fini révèlent une bonne qualité hygiénique due à l'absence totale des bactéries indicatrices d'une contamination fécale ceci est en accord avec les normes.

Par ailleurs, nous notons la présence de la flore mésophile totale avec un nombre compris entre 17- 70 UFC /ml. Il est à préciser que malgré la présence de ces germes banaux, leurs nombres restent inférieurs aux normes. A ce stade le « PREMIX » n'a pas encore subi le traitement thermique (pasteurisation).

2-4 Produit fini « STAR»

Tableau XIII : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le produit fini « STAR» :

Germes	Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 3 »	Lot « 4 »	Lot « 5 »	Lot « 6 »	Lot « 7 »	Lot « 8 »	Normes (JORA)
FTAM	abs	10 ² UFC/ml							
C.T.	abs								
C.F.	abs								
S.	abs	10 UFC/ml							
Sal.	abs								
Lev.	abs								

Les résultats du **tableau XIII**, indiquent une conformité absolue avec les normes décrites par le JORA. L'absence totale de la flore mésophile reflète la qualité microbiologique des huit lots analysés et le degré de salubrité du produit. Ainsi que l'absence totale de la flore fongique pourrait être expliquée par le faible taux d'humidité et de l'acidité. Il est à préciser que ces microorganismes sont acidophiles et nécessitent un taux d'humidité élevé pour leur croissance.

D'après **Jacob(1994)**, l'addition d'antioxydants inhibe la croissance des microorganismes aérobies par leur pouvoir oxydatif du milieu.

D'après **Muriel (2005)**, la teneur en eau inférieure à 18% constitue un milieu défavorable pour le développement des microorganismes.

L'absence totale de la flore fécale qui pourrait être expliquée par l'efficacité du traitement thermique appliqué lors de processus de fabrication, car cette flore est très sensible à la chaleur, la pasteurisation est le meilleur moyen utilisé pour réduire au maximum leur présence (**Muriel 2005**).

L'absence des germes pathogènes pourrait s'expliquer par l'efficacité de la pasteurisation, la propreté du personnel, les bonnes conditions d'hygiène de l'unité de production et l'étanchéité de l'emballage.

Staphylococcus aureus et les salmonelles sont des bactéries thermosensibles, elles sont généralement détruites au cours de la pasteurisation (**Joffin et Joffin, 2003**).

Selon **karleskind (1992)**, l'addition de conservateurs à la phase aqueuse, l'utilisation des matières premières anhydres (peu solubles aux attaques bactériennes), la conduite du procédé en système clos, associés au respect des règles d'hygiène par le personnel ; sont autant d'éléments favorables à la maîtrise de la qualité microbiologique du produit fini.

Ces résultats montrent que l'unité « **Traveps** » utilise un traitement efficace de désinfection, une bonne manipulation au laboratoire, une bonne hygiène ou les prélèvements et la préparation ont été réalisées. Le produit fini est de bonne qualité microbiologique.

3- Résultats du suivi du produit fini au cours du stockage

Afin de déterminer l'influence de la conservation sur la qualité microbiologique et physicochimique de la préparation alimentaire étudiée, nous avons conservé des échantillons de deux lots différents, une partie à une température ambiante dans des bonnes conditions d'hygiène et à l'abri de la lumière et l'autre à 4°C.

L'expérimentation consistait à prélever 25g du produit pour chaque lot tous les 20 jrs afin de déterminer la présence de la flore mésophile, levures et moisissures, coliformes totaux et fécaux ; germes pathogènes (salmonelles et staphylocoques) ainsi que pour voir les changements éventuels au niveau physicochimiques.

Tableau IVX : Résultats d'analyses physicochimiques effectuées sur le produit fini des lots 1 et 2 :

Dates	Température de stockage	Humidité Classique (%)		Indice d'acide		Indice de peroxyde (Meq)		Matière grasse (%)	
		Lot « 1 »	Lot« 2 »	Lot« 1 »	Lot« 2 »	Lot« 1 »	Lot« 2 »	Lot« 1 »	Lot« 2 »
11-4-2017	Valeur avant stockage	15.41	15,00	0.5	0.45	0.45	0.75	85	85
02-5-2017	T° ambiante	15.40	14.93	0.5	0.45	1.25	1.5	85	84
	4°C	15.41	15.00	0.5	0.45	1	1.1	85	85
23-5-2017	T° ambiante	15.38	14.88	0.5	0.45	1.75	1.75	84	84
	4°C	15.41	15.00	0.5	0.45	1.4	1.43	85	85
11-6-2017	T° ambiante	14.50	14.60	0.28	0.28	2.8	2.85	84	84
	4°C	15.41	15.00	0.5	0.5	1.65	1.65	85	85

3-1 Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques :

3-1-1 Préparation alimentaire conservé à température ambiante

Pour les deux lots :

Les résultats révèlent une baisse négligeable dans le taux d'humidité pendant les 40 premiers jours. Après 60 jours, l'humidité diminue de 15.38 à 14.50%. Cette diminution revient à la séparation entre la phase grasse de la phase aqueuse et ceci est due à la perte de la fonction des émulsifiants

Pour l'indice de peroxyde, on remarque que les valeurs s'élèvent de 0.45 à 2.8 meq pour le premier lot et de 0.75 à 2.85 meq pour le deuxième lot, ce phénomène est naturel, favorisé par le contact avec l'air, malgré la présence des antioxydants qui le ralentissent mais ne le stoppe pas.

Concernant les deux autres paramètres (indice d'acide et matière grasse), il n'y a aucun changement des valeurs et restent stables tout au long des 2 mois.

3-1-2 Préparation alimentaire conservé à température à 4°C

Pour les deux lots :

Le tableau IVX, montre une stabilité dans les valeurs depuis que le produit est fraîchement fabriqué jusqu'au 60ème jour et ceci concernant l'humidité, la matière grasse et l'indice d'acide.

Par contre, l'indice de peroxyde montre une variation allant de 0.45 jusqu'à 1.65 pour le premier lot et de 0.75 jusqu'à 1,65. Cette augmentation est naturelle, car ce phénomène ne peut pas être stoppé même avec la présence des antioxydants et conservation au froid. Ces deux derniers le ralentissent et permettent au produit une longue conservation

Tableau XV : Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur le produit fini pour les lots 1 et 2 :

Date de prlv		FTAM		C. totaux		C. Fécaux		S.		Sal		Lev et mois	
		Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 1 »	Lot « 2 »	Lot « 1 »	Lot « 2 »
11-4-2017	Valeur avant stockage	abs	abs										
		abs	abs										
23-5-2017	T°ambiante	abs	abs										
	4°C	abs	abs										
23-5-2017	T°ambiante	55	abs	200	abs								
	4°C	abs	abs										
11-6-2017	T°ambiante	140	abs	325	abs								
	4°C	abs	abs										

3-2 Interprétation des résultats des analyses microbiologiques :**3-2-1 Préparation alimentaire conservé à température ambiante****Pour le lot n°1 :**

Ce lot conservé à 4°C, ne présente aucune charge microbienne tout au long de la période de conservation.

Au bout de six semaines, le nombre est de 55 UFC/ml pour les germes aérobies mésophiles totaux et 200 UFC/ml pour les levures et moisissures pour atteindre les valeurs de 140 UFC/ml et 352 UFC/ml, respectivement après 60 jours. Cette contamination est probablement due au contact du produit avec l'air ambiant et un défaut de l'emballage.

Pour le lot n°2 :

Les résultats montrent une absence totale pour tous les germes recherchés tout au long de la période de stockage (60 jours), cela indique qu'il n'y a aucune altération du produit, donc il était conservé dans des bonnes conditions de stockage et à l'abri de l'air.

3-2-2 Préparation alimentaire conservé à température de 4°C**Pour les 2 lots :**

A partir des résultats obtenues au cours des 2 mois de stockage de la préparation alimentaire à 4°C, l'absence totale des germes aérobies mésophiles totaux, levures et moisissures et coliformes totaux et fécaux ainsi que l'absence dans l'ensemble des prélèvements des salmonelles et des staphylocoques pourrait être expliqué par : La bonne pratique de fabrication, de conditionnement et du stockage ; les bonnes conditions d'hygiène des locaux et l'étanchéité des emballages ; l'efficacité des traitements thermiques.

Cette absence révèle que le produit analysé n'est pas altéré et il a conservé sa bonne qualité microbiologique

Conclusion

Le stage effectué au niveau de l'unité « TRAVEPS » nous a permis de suivre de près les procédés de fabrication de la préparation alimentaire « STAR » à différents niveaux de la chaîne de production depuis les matières premières jusqu'au produit fini sur le plan physicochimique et microbiologique ainsi que le suivi du produit fini conservé à températures ambiante et à 4°C pendant deux mois.

D'après notre étude, nous pouvons retenir que les résultats des analyses physico-chimiques effectuées pour l'huile de palme, huile de palmiste, huile de soja et MGLA sont conformes aux normes du codex. Ces bons résultats témoignent du bon choix de la qualité des matières premières utilisées.

Par ailleurs les résultats effectués pour le PREMIX et le produit fini représentent une conformité avec les normes de l'entreprise (JORA), dont les résultats du produit fini montrent des valeurs situant entre 14.21-15.98% pour l'humidité, et de 0.34-0.55 mg de KOH/kg d'huile pour indice d'acide et 0.45- 1.1 meq d'O₂ actif/kg pour indice de peroxyde. Ceci indique la bonne maîtrise des procédés de transformation.

Pour les analyses microbiologiques, les résultats obtenus pour les matières premières, produit semi fini et produit fini répondent aux normes de l'entreprise, à l'exception d'une non-conformité de quelques prélèvements de l'eau de process, résultant d'une chloration insuffisante, mais ceci est rapidement corrigé lors du mélange de l'émulsion.

Cette conformité des résultats révèle que la préparation alimentaire « STAR » fabriquée est salubre et de qualité satisfaisante pour la santé du consommateur.

Au terme du stockage, on constate une stabilité des produits conformes à la norme pour les analyses physicochimiques. Pour les lots conservés au froid, l'indice de peroxyde augmente légèrement avec le temps. Ceux conservés à la température ambiante révèlent une augmentation significative (de 0.45-2.8 pour le lot 1 et de 0.75-2.85 pour le lot 2) dont l'oxydation est la cause, et des changements observés au niveau de l'humidité qui diminue après 40 jours de stockage. Cette diminution revient à l'émulsifiant qui perd sa fonction de stabilisateur du mélange (phase aqueuse/phase grasse)

Pour les analyses microbiologiques, les résultats du produit fini gardent leurs conformités avec les normes tout au long de la période du suivi pour les échantillons

conservés à 4°C. Par contre ceux conservés à la température ambiante, il y'a apparition de contamination par les germes mésophiles et les moisissures après trois semaines de stockage pour le lot 1.

En recommandation, le produit fini doit être conservé, de sa production jusqu'à sa consommation au froid afin de maintenir sa qualité microbiologique pour éviter sa contamination ou d'éventuelles altérations physico-chimiques.

Le produit étudié est récent sur le marché national, il est souhaitable d'effectuer une étude auprès des consommateurs (étude organoleptique) afin d'améliorer d'éventuelles carences de la qualité et d'y remédier et s'imposer sur le marché.

Les références bibliographiques

- 1- **Aboke C. ; Benarou A. ; Dolez M. ; Guillet K. ; Jamet E. ; Moreau A. ; Moutouvirin A. ; Poirier M. et Ranga P. (2008).** Le beurre et la margarine, Rapport de rhéologie, école supérieure de microbiologie et sécurité alimentaire de Brest(ESMISAB), Ed ; Université de Bretagne Occidentale.105p.
- 2- **Alias C. ; Linden G. et Miclo L. (2003).**biochimie alimentaire, 5ème Edition, Dunod, Paris, ISBN : 2-10-003827-3, p272.
- 3- **Alias C. ; Linden G. (1997).**Abrégé de biochimie alimentaire, 4ème Edition, Paris, ISBN : 2-10-003827-3, p272.
- 4- **Alias C. ; Linden G. et Miclo L. (2008).** Biochimie alimentaire, 6ème Edition, Dunod, Paris, pp : 241-250.
- 5- **Alias C. (1984).** science du lait- principes des techniques laitière. Paris. Edition Sepaic.4ème Ed.p814
- 6- **Beaumont S. (2007).** Biochimie cours, annale et QCM corrigés ,100%concours 2ème Edition, paris, pp ; 58-63
- 7- **Benhayoun G. (2007).** L'olivier en Méditerranée, du symbole à l'économie. Edition, L'Harmattan ISBN 229603635X, 9782296036352.p137
- 8- **Bruneton J. (1999).**pharmacognosie.phytochimie plante médicinales. Edition Tec et Doc.p155
- 9- **Boutonnier L. et al. (2002).**science et technologie du lait-transformation du lait. Fondation de technologie laitière du Québec, p323
- 10- **Cossut, Juliette& al. (2002).**les corps gras : Entre tradition et modernité, projet réalisé dans le cadre de du DESS en Q UAL I MAP A. Université des sciences et technologie de Lille-Institut agroalimentaire de Lille ,111p
- 11- **Cheftel J.C.et Cheftel H. (1977).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, volume I, Ed ; Tech et Doc, Lavoisier, ISBN : 2-85206-827-3 .pp :246-264
- 12- **Cheftel J.C.et Cheftel H. (1986).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, tome I, Ed ; Tech et Doc, Lavoisier, Paris pp : 257-263,329-331
- 13- **Champetier G. (1956).** Les industries des corps gras.Lavoisier.F.75008.Paris. P : 283-285-286-288
- 14- **Djouab A. (2007).** Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches.Université M'Hamed Bougara –Boumerdes .p148.

- 15- Denis J., (1992).** Raffinage des corps gras In « *Manuel des corps gras* », (Tome2), Ed : Tec et Doc. Lavoisier, Paris, pp : 789-881.ISBN :2-85206-662-9.
- 16- Fredot E. (2005).**connaissance des aliments : bases alimentaire et nutritionnelles de de la diététiques. Tec et Doc. Lavoisier, Paris, pp : 296-297
- 17- François R. (1974) :** les industries des corps gras : biochimie, extraction, raffinage naissance et règlementation Tec et Doc. Lavoisier, Paris, pp : 36-291
- 18- Faur L. (1992).**transformation des corps gras à des fins alimentaires. In « manuel des corps gras ». Tec et Doc. Lavoisier, Paris2, pp : 938, 948, 950,954, 957, 961,980 ,984.ISBN :2-85206_662-9.
- 19- Graille J. (2003).**Lipide et corps alimentaires ; Tec et Doc. Lavoisier, Paris. ISSN : 0243-5624.ISBN :267430-0594-7.p :1-183
- 20- Guiraud J. (2003).**Microbiologie alimentaire. Ed : Dunod, Paris, p651
- 21- Himed L. (2011).**évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles de *Citrus limon*, application à la margarine. Thèse de magister, option : Technologie alimentaire Université Mentouri –Constantine institut de la nutrition, de l'alimentation et des technologies Agro-alimentairesI.N.A.T.A.A.p55.
- 22- Harvé R. (2016).**huile de palme Vrai ou Faux sur cet aliment controversé. Collection aliment et santé .EDP Science, ISBN : 978-2-7598-1070-3, p44
- 23- Hazebroucq G. et Dorvault L'officine. (1995).**23Edition Vigot.p864
- 24- Ibrahim N.A.; Guo Z.et Xu X.(2008).**enzymatique inter estérification of palm stearin and coconut oil by a dual lipase system .JOACS,85,pp :37-4
- 25- Jacob R-A (1994).** Nutrion, health and antioxidants, edition : INFORM, P : 1271-1275
- 26- Joffin C. et Joffin J-N (2003).** Microbiologie alimentaire, édition : centre régional de documentation. ISBN : 2-86617-342-2.
- 27- Kone S. (2001).** Fabrication artisanale de margarine, Ed : gâte Information service/gtz, PO Box 5180 ,65726 Eschborn, Germany, consulter le 07/06/2016, p6
- 28- Karliskind A. (1992).**Manuel des corps gras, Tec et Doc. Lavoisier, Paris, p : 938-966.
- 29- Love J-A (1996).** Animal fats .In bailey's industrial oil and fat products, 5éme edition, Weily & Sons Inc, New York.p1-18
- 30- Luterotti S.; Bicanic D. et Polzgaj R. (2006).** New simple spectrophotometric assay of total carotenes in margarines, *analytica chimica acta*, pp : 466-473-573-574
- 31- Luquet M-F et Moulet L-M. (1990).**Techniques d'analyses du contrôle dans les industries agroalimentaire, analyse des constituants alimentaire. Ed Tec et Doc Lavoisier-Paris.p445

- 32- Luquet M-F. (1986).**lait et produits laitiers, vaches, brebis, chèvres. Transformation et technologie. Ed Tec et Doc Lavoisier-Paris.p343
- 33- Miskandar S.; Yaakob M.; Mohd Suria A.Y et Russly A.R.,-2005).**Quality Of Margarine, fats selection and processing parametres,Ed.: Asia Pac J Clin Nutr,14 (4),pp :387-395.
- 34- Manley D.J.R (1983).** Technology of biscuits, crackers and cookies, Chichester, England, Ellis Horwood Limited Publishers, pp : 61-79.
- 35- Mendey F. (1982).**Le beurre et nutrition technique laitière.966P.
- 36- Mohtadji C, Lambillais.1989.**les aliments. Ed Maloine, Paris.
- 37- Muriel F. (2005).** Lipides et composés liposolubles. ISBN : 2-1566-287-2, p10
- 38- Njussa M. (1999).** Etude des propriétés physico-chimiques des huiles végétales camerounaises .mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du D.I.P.E.S.II ,50P
- 39- O'brien R.D. (2009).**fats and oils, formulating and and processing for applications ; Ed : CRC Press, CRC Press, Taylor et Francis Group, Boca Raton London New York, p744
- 40- Pointurier H. et Adda J. (1969).** Beurrerie industrielle. Science et technique de la fabrication du beurre. Ed : la maison rustique. Paris, p459
- 41- Saillard M. (2010).** Margarine et matières grasses tertinable, margarine and spreads Elsevier Masson, 92200 Neuilly-sur-Seine, France, p7
- 42- Shahidi F. (1997).** Les antioxydants naturels.In : Shahidi F, antioxydants naturels : chimie, effet sur la santé, édition AOCS presse, p 1-12

(Anonyme 1) <https://www.plaisirslaitiers.ca/le-beurre/l-histoire-du-beurre>

(Anonyme 2) <http://fr.foodlexicon.org/p0000340.php>

(Anonyme 3) **SPX Corporation. (2012).**Margarine production, Technology and process.D-23556, Lubeck, Germany. Site : www.SPX.com, p8.

AFNOR : Agence Française de Normalisation

(C.A.Q.E 1998) : Centre Algérien du contrôle de la Qualité et d'Emballage

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

ISO : International Organization for Standardization

Annexe 1

Sarl « traveps » est une société privée activant dans le secteur de fabrication de beurre, margarine et préparation alimentaire depuis 2007 trouvé dans la zone industriel Ouled -Yaich Blida

Elle se dispose d'un process de production totalement automatisé avec une capacité de produire 20 tonnes par jours elle se dispose aussi des chambres froides assurant le stockage idéal du produit et dans des bonnes conditions hygiène

Le nombre de personnels dans l'entreprise est 80 employés directs et 500 employés indirects, et elle assure elle-même distribution de son produit

Annexe 2

Appareillage	Verrerie et autre	Milieux de cultures	Solutions, Réactifs et Additifs
Autoclave	Anse de platine	Bouillon de Rothe	Alcool iso amylique
Agitateur à plaque chauffante	Bécher de 250,500 ml	Bouillon Ethyle. Violet. Azide (Eva Litsky)	Ammoniaque
Balance analytique de précision	Burette graduée de 50, 100 ml	Bouillon Giolitti- Cantoni	Acide acétique
Bain-marie	Boite de pétri	Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésole (B.C.P.L)	Alun de fer
Bec Benzen	Bouchons	Bouillon au sélinite-cycteine (SFB) (D/C) et (S/C)	Acide sulfurique
Butyromètre Gerber	Bandelettes de pH	Bouillon Tryptone-Eau-Sel (TSE)	Alcool-Ether
Capsule	Coton cardé	Gélose Plant Count Agar (PCA)	Eau physiologique
Centrifugeuse Gerber	Doseur de 1 ml	Gélose Viande Foie (VF)	Eau distillé
Dessiccateur	Flacons en verre stériles	Gélose Sabouraud	Empois d'amidon
Doseur de 1 ml	Pipettes pasteur	Gélose Chapman	Ether diététiques
Etuve de 25, 30, 37,44 °C	Papier filtre	Gélose hektoene	Ethanol
Etuve de dessiccation	Pince	Gélose Lactose Bilie au Vert brillant et au Rouge de phénol (VRBL)	Iodure de potassium
Réfrigérateur à 4 °C	Portoir		Kovacs
Thermomètre	Sachets stériles		Solution d'acide sulfurique (N/10)
	Spatules métalliques		Solution de soude NAOH (N/10)
	Tubes à essais stériles de 10 ml		Sulfite de sodium
	Tube capillaire		Sélinite acide de sodium
	Erlenmeyer de 250, 500 ml		Phénophtaléine
	Entonnoir		Tryptophane-Eau-Sel (TSE)

Composition des milieux de cultures

Les milieux de cultures liquides

Leurs compositions sont exprimées en gramme par litre d'eau **distillée** (Marchal N et al., 1991)

Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (B.C.P.L.)

• Peptone	5 g
• Extrait de viande	3 g
• Lactose	10 g
• Agar	15 g
• Pourpre de bromocrésol	0,3 g
• pH	7

Bouillon Giolitti cantoni

• Tryptone	10 g
• Extrait de viande	5 g
• Extrait de levure	5 g
• Chlorure de lithium	5 g
• Mannitol	20 g
• Chlorure de sodium	5 g
• Glycine	12 g
• Pyruvate de sodium	5 g
• pH	6,9

Bouillon Glucose à l'azide de sodium (Roth)

• Hydrolysat trypsique de caséine	12,6 g
• Peptone bactériologique	8 g
• Glucose	5 g
• Chlorure de sodium	5 g
• Phosphate di-potassique	2,7 g
• Phosphate mono-potassique	2,7 g
• Azide de sodium	0,2 g
• pH	6,8 - 7

Bouillon Ethyle-violet (E.V. A-Litsky)

• Peptone	20 g
• Glucose	5 g
• Chlorure de sodium	5 g
• Phosphate di-potassique	2,7 g
• Phosphate mono-potassique	2,7 g
• Azohydrate de sodium	0,3 g
• Ethyle violet	0,0005 g
• pH	6,8

Bouillon d'enrichissement au sélénite et à la cystéine (SFB)

- Peptone bactériologique 5 g
- Phosphate di-sodique 10 g
- Lactose 4 g
- Sélénite de sodium 4 g
- Phosphate di-potassique 3,5 g
- Phosphate mono-potassique 6,5 g
- Cystéine 0,1 g
- pH 7

Bouillon Tryptone-Eau-Sel (TSE)

- Peptone 1 g
- Chlorure de sodium 8,5 g
- Eau distillé 100 ml

Les milieux de cultures solides**Gélose Hektoen**

- Protéolyse peptone 12 g
- Extrait de levure 3 g
- Chlorure de sodium 5 g
- Thiosulfate de sodium 5 g
- Sels biliaires 9 g
- Citrate de fer ammoniacal 1,5 g

• Salicine	2 g
• Lactose	12 g
• Saccharose	12 g
• Fuchsine acide	0,1 g
• Bleu de bromothymol	0,065 g

Gélose viande foie (VF)

• Base viande-foie	30 g
• Glucose	2 g
• Amidon	2 g
• Agar	11 g
• pH	7,6-7,8

Gélose Sabouraud

• Extrait de levure	5 g
• Glucose	20 g
• Agar	16 g
• pH	6,3

Gélose Plat count agar (PCA)

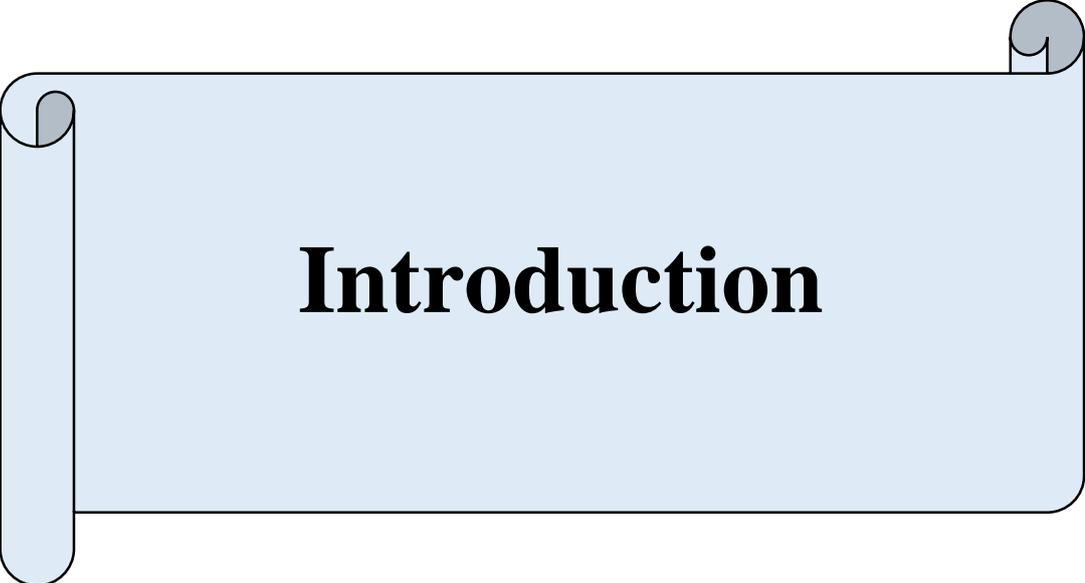
• Tryptone	5 g
• Extrait de levure	2,5 g
• Glucose	4 g
• Agar	9 g

Milieu Schubert

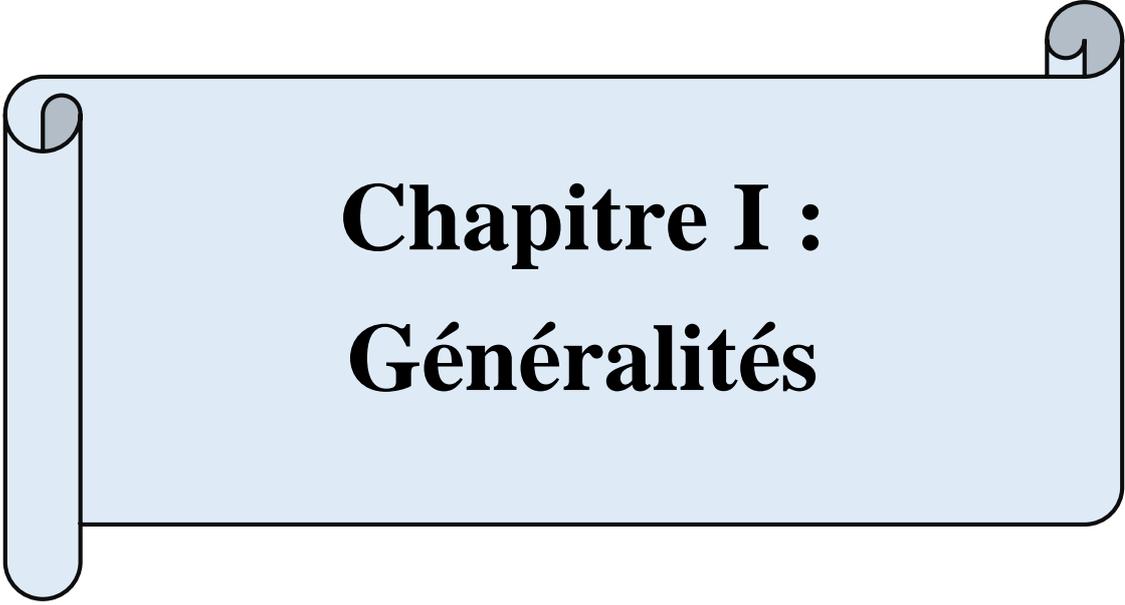
• Tryptophane	0,2 g
• Acide glutamique	0,2 g
• Sulfate de magnésium	0,7 g
• Sulfate d'ammonium	0,4 g
• Citrate de sodium	0,5 g
• Chlorure de sodium	2 g
• Peptone	10 g
• Mannitol	7,5 g
• Eau distillé	500 ml
• Tampon phosphate pH 7,6	500 ml

Gélose Lactosé Biliée au cristal violet et au rouge neutre (VRBL)

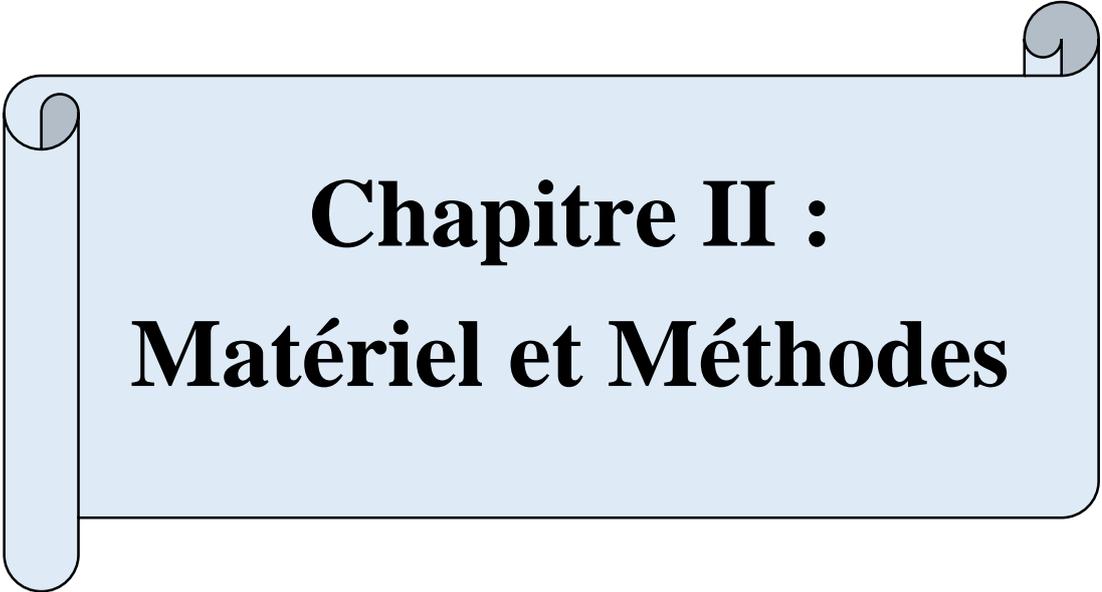
• Peptone	7 g
• Extrait de levure	5 g
• Lactose	10 g
• Chlorure de sodium	5 g
• Rouge neutre	30 mg
• Cristal violet	2 mg
• Agar-Agar	12 g
• pH	7,8



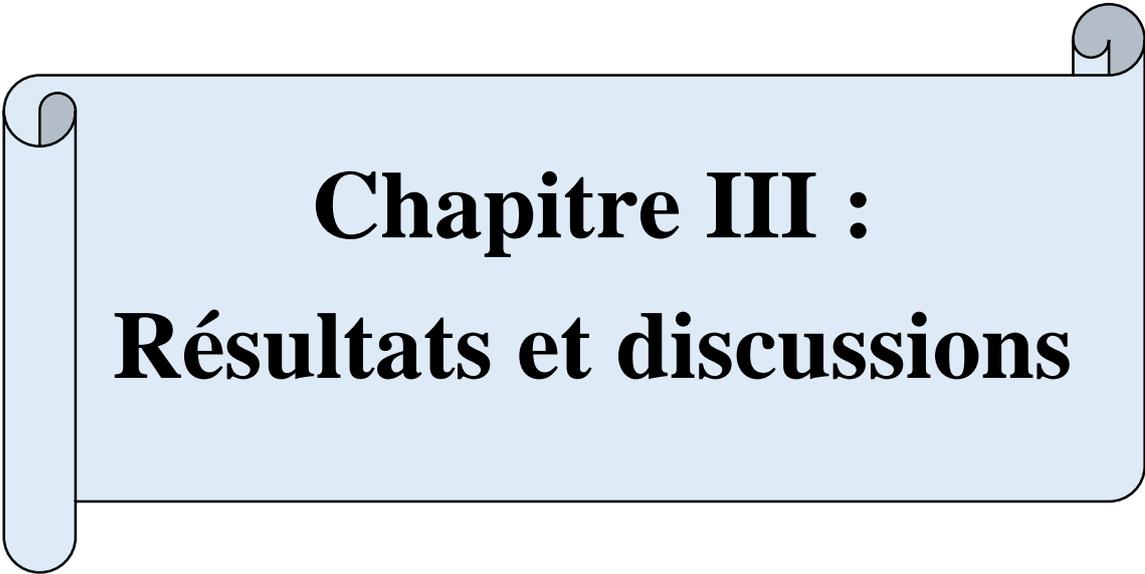
Introduction



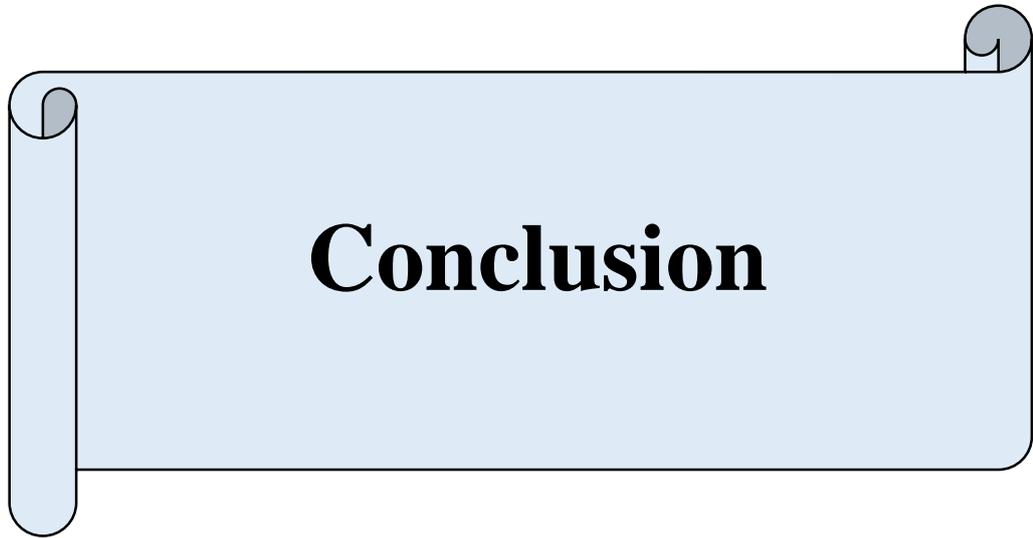
Chapitre I : **Généralités**



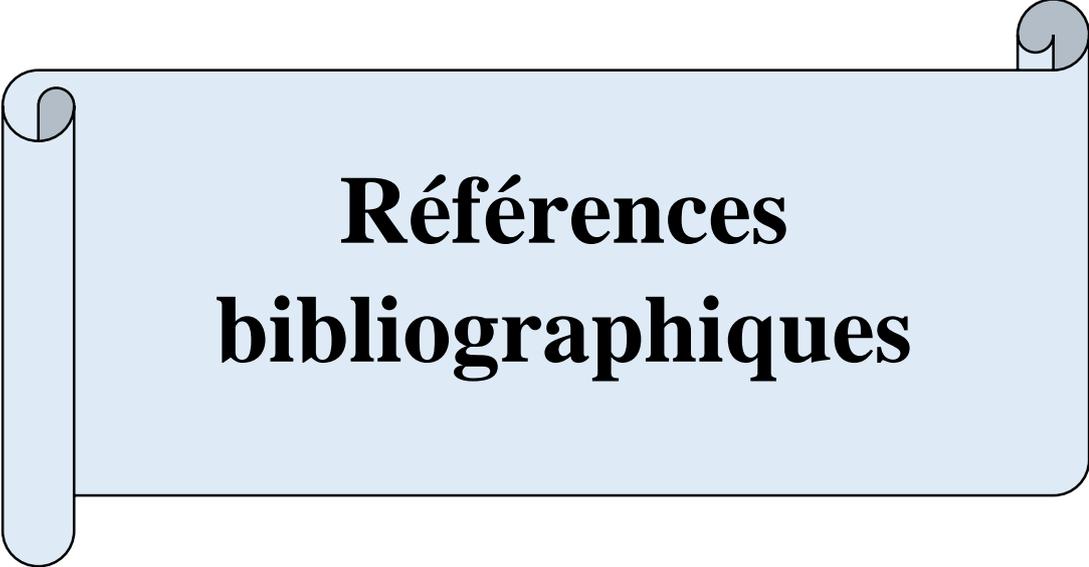
Chapitre II : **Matériel et Méthodes**



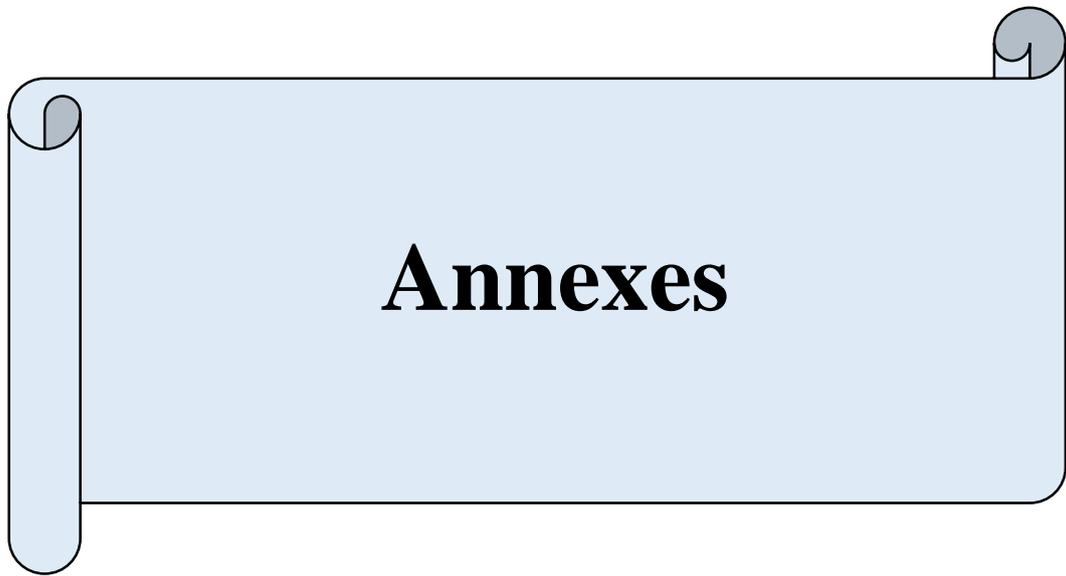
Chapitre III :
Résultats et discussions



Conclusion



**Références
bibliographiques**



Annexes

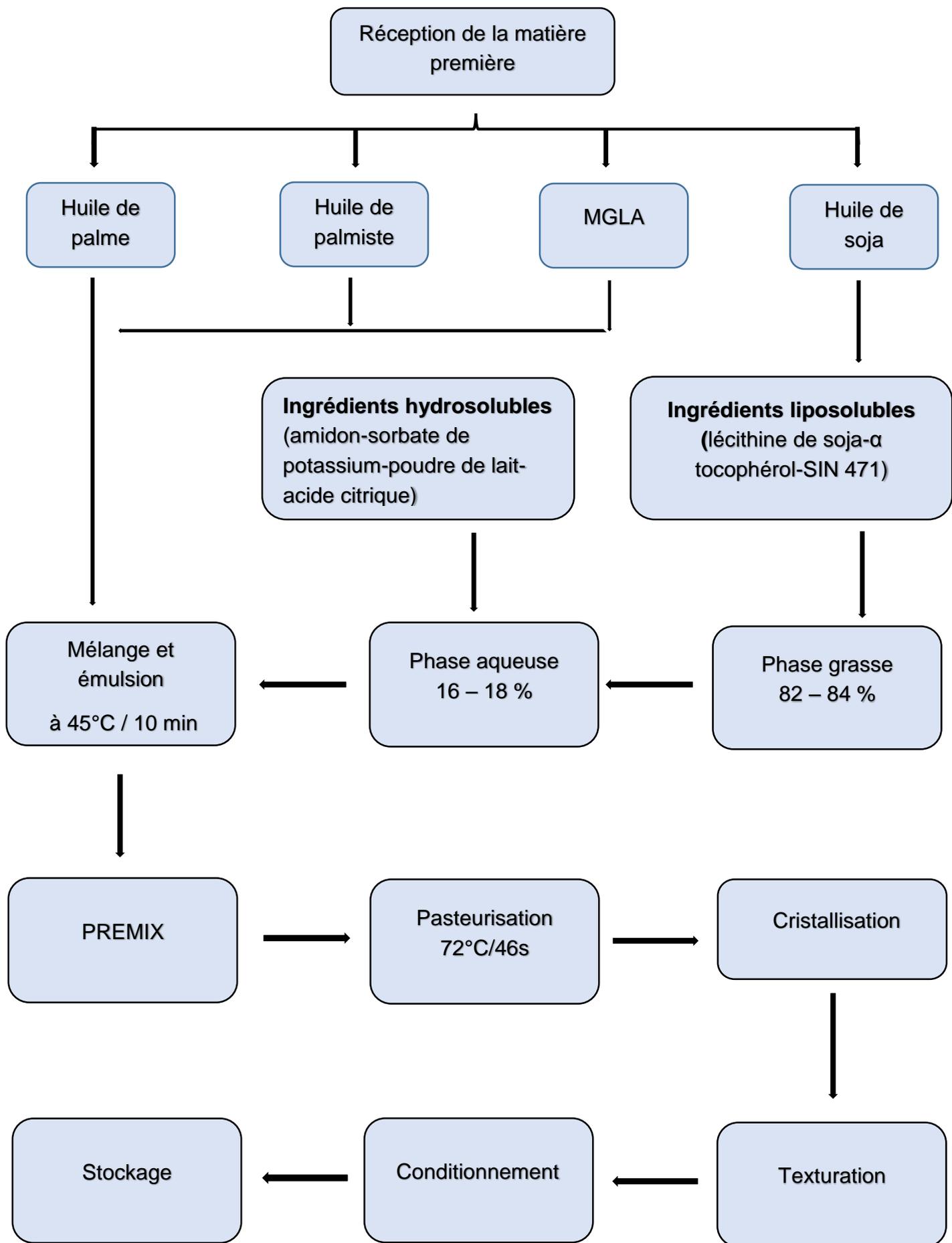
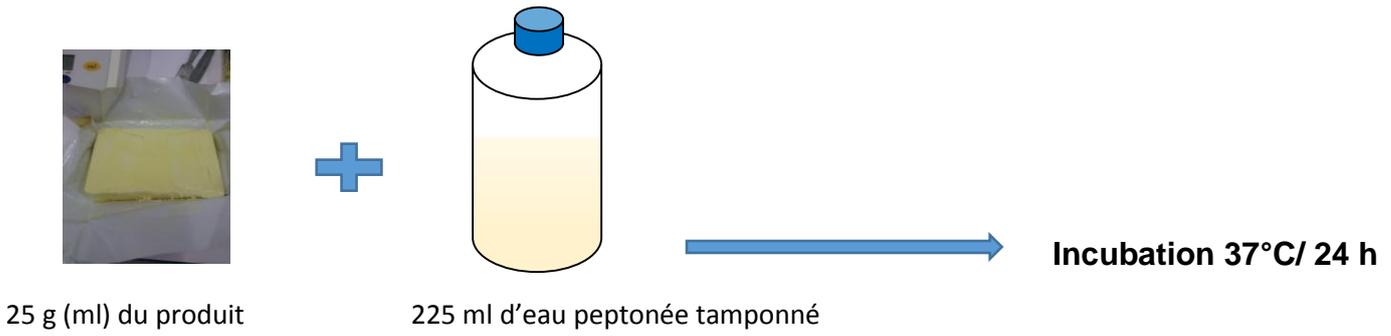
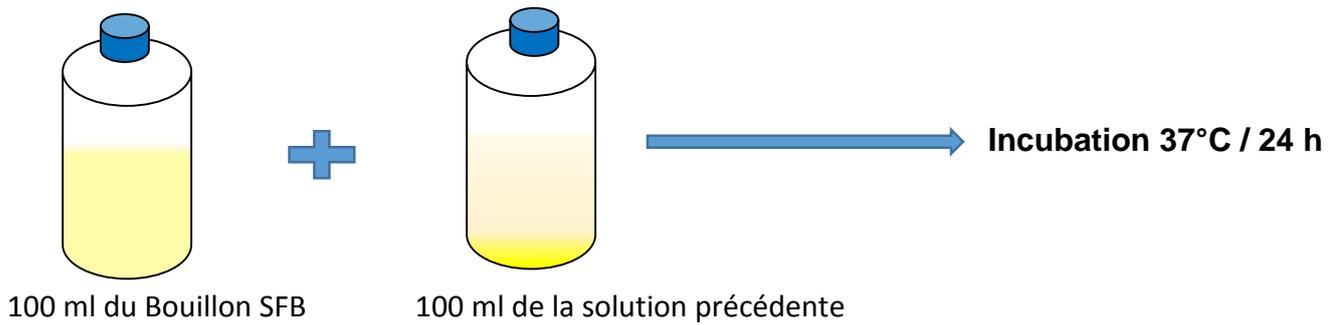


Diagramme de fabrication da la préparation alimentaire

1- Pré-enrichissement :



2- Enrichissement :



3- Isolement :

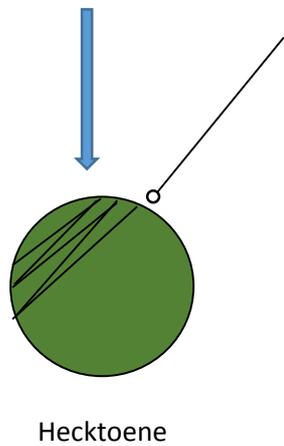
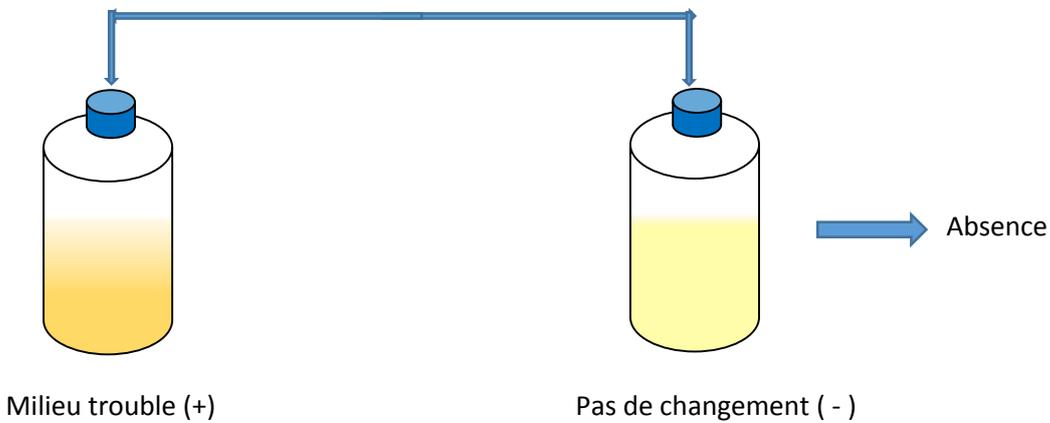


Figure 5 : Recherche des salmonelles

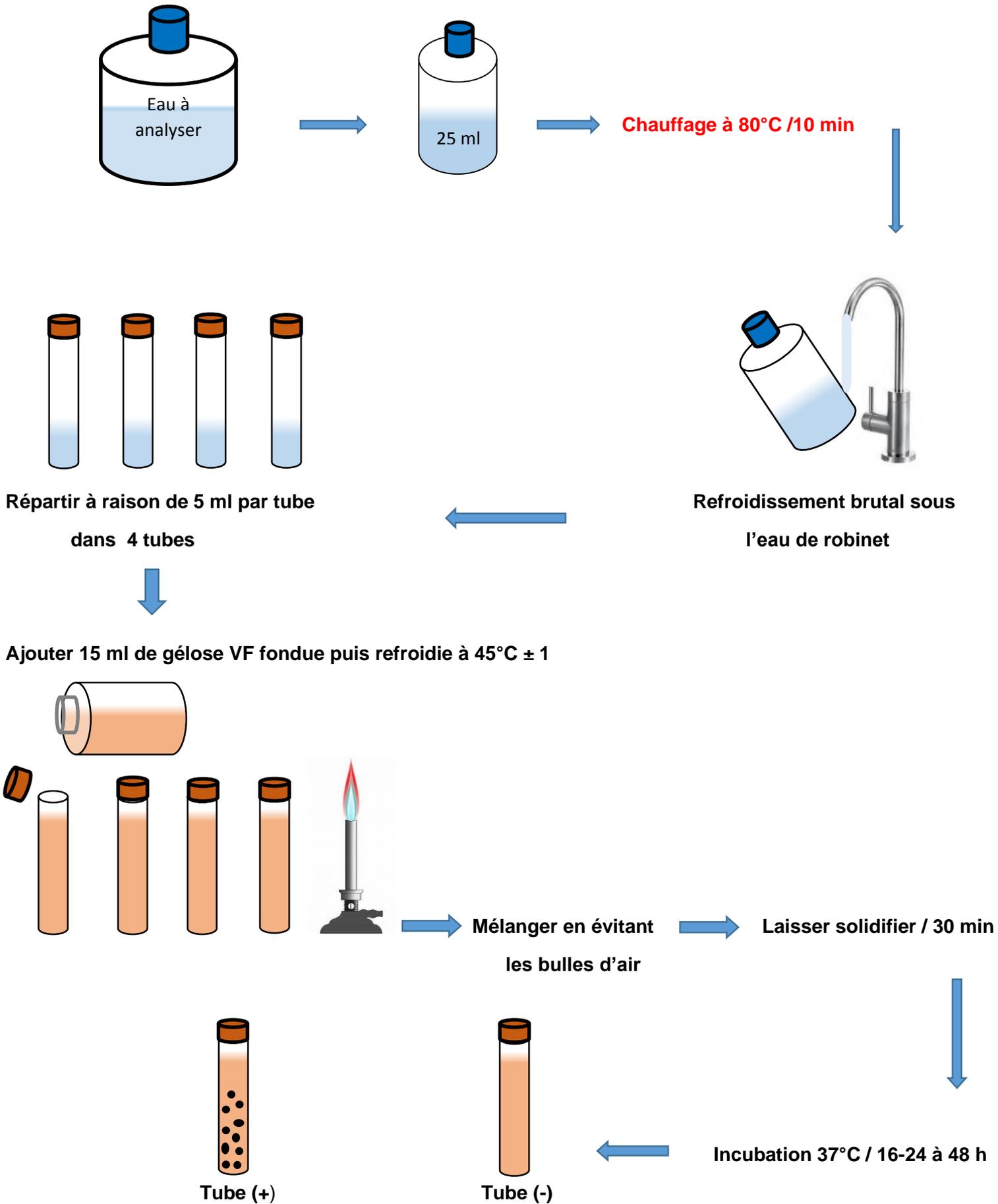


Figure 8 : Recherche des spores d'anaérobies sulfitoréducteurs dans l'eau

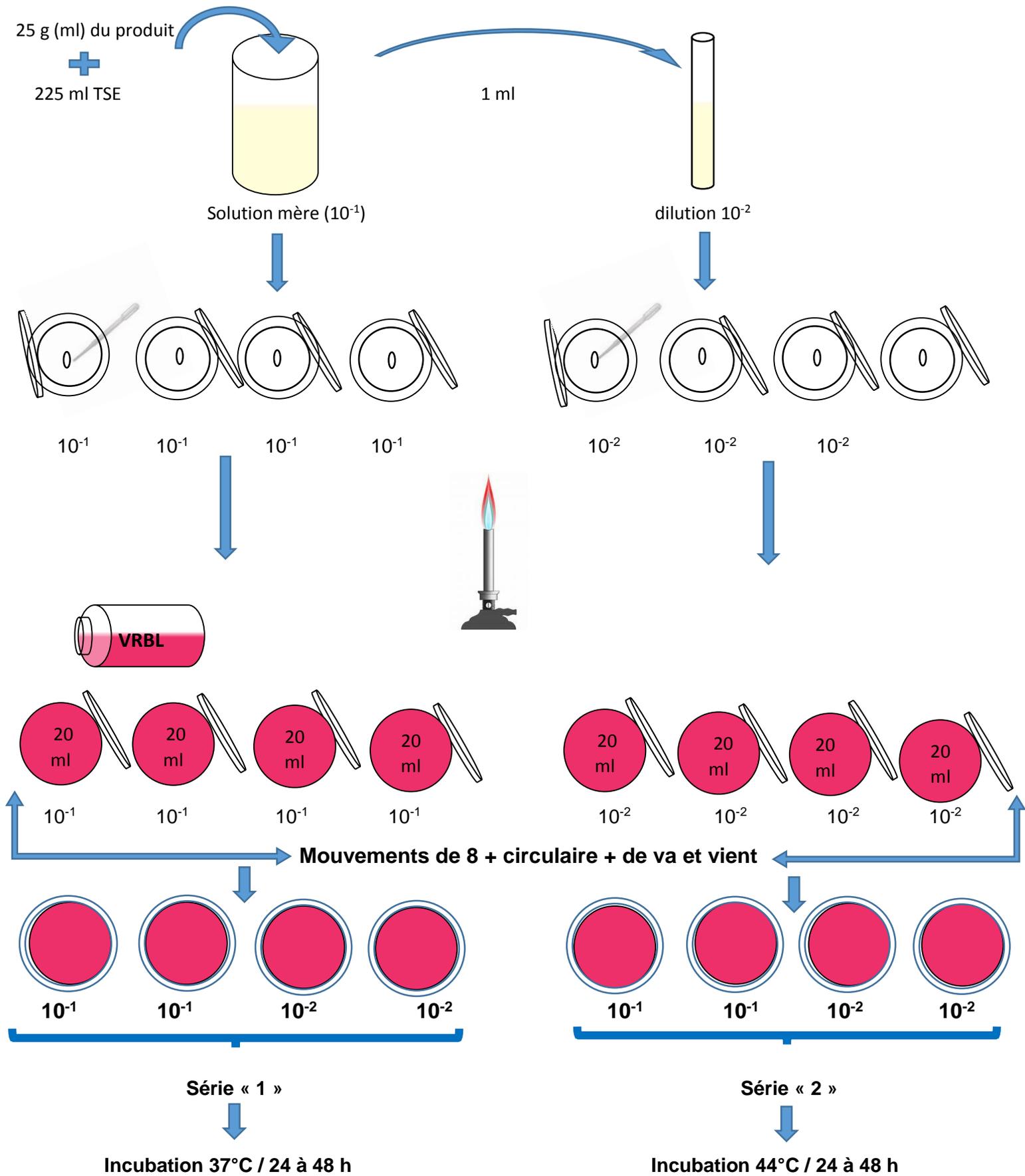
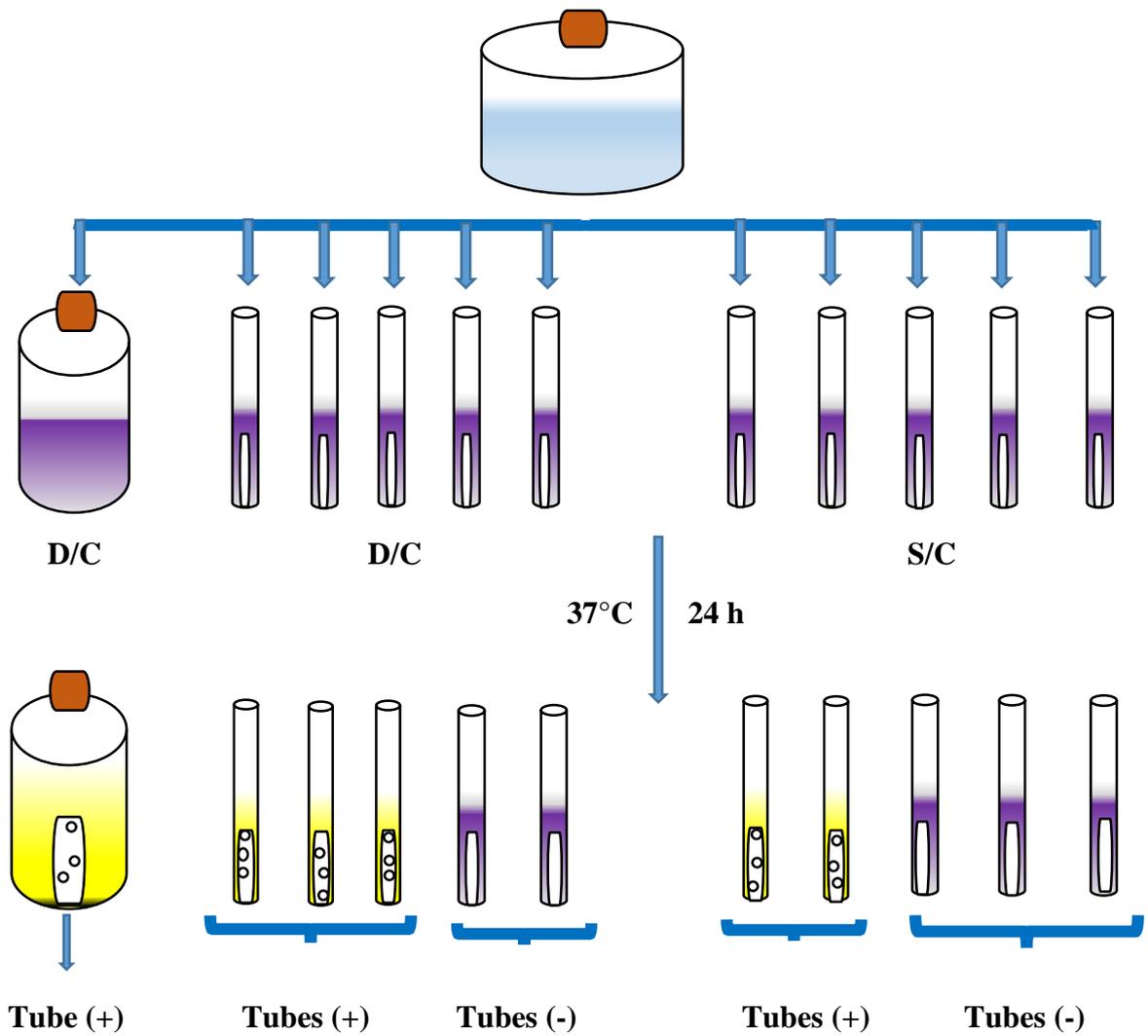


Figure 7: Recherche des coliformes totaux et fécaux



❖ **Test de confirmation :**

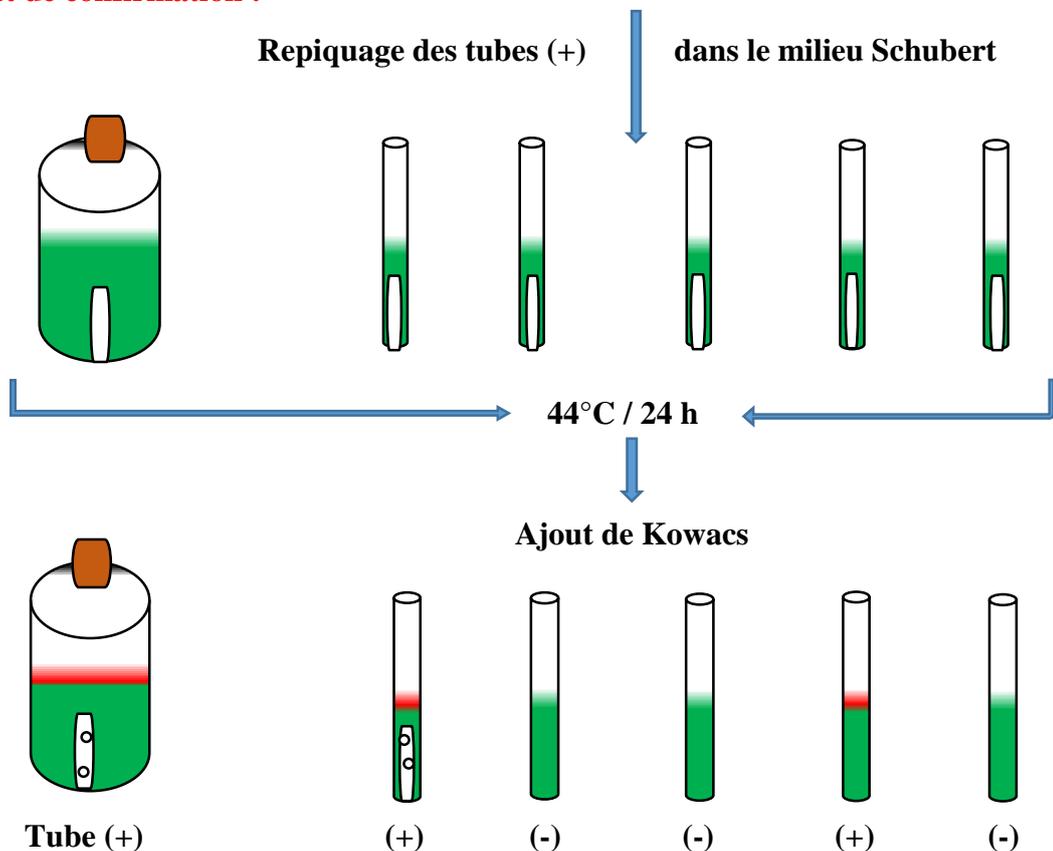


Figure 10 : Recherche des coliformes totaux et fécaux dans l'eau

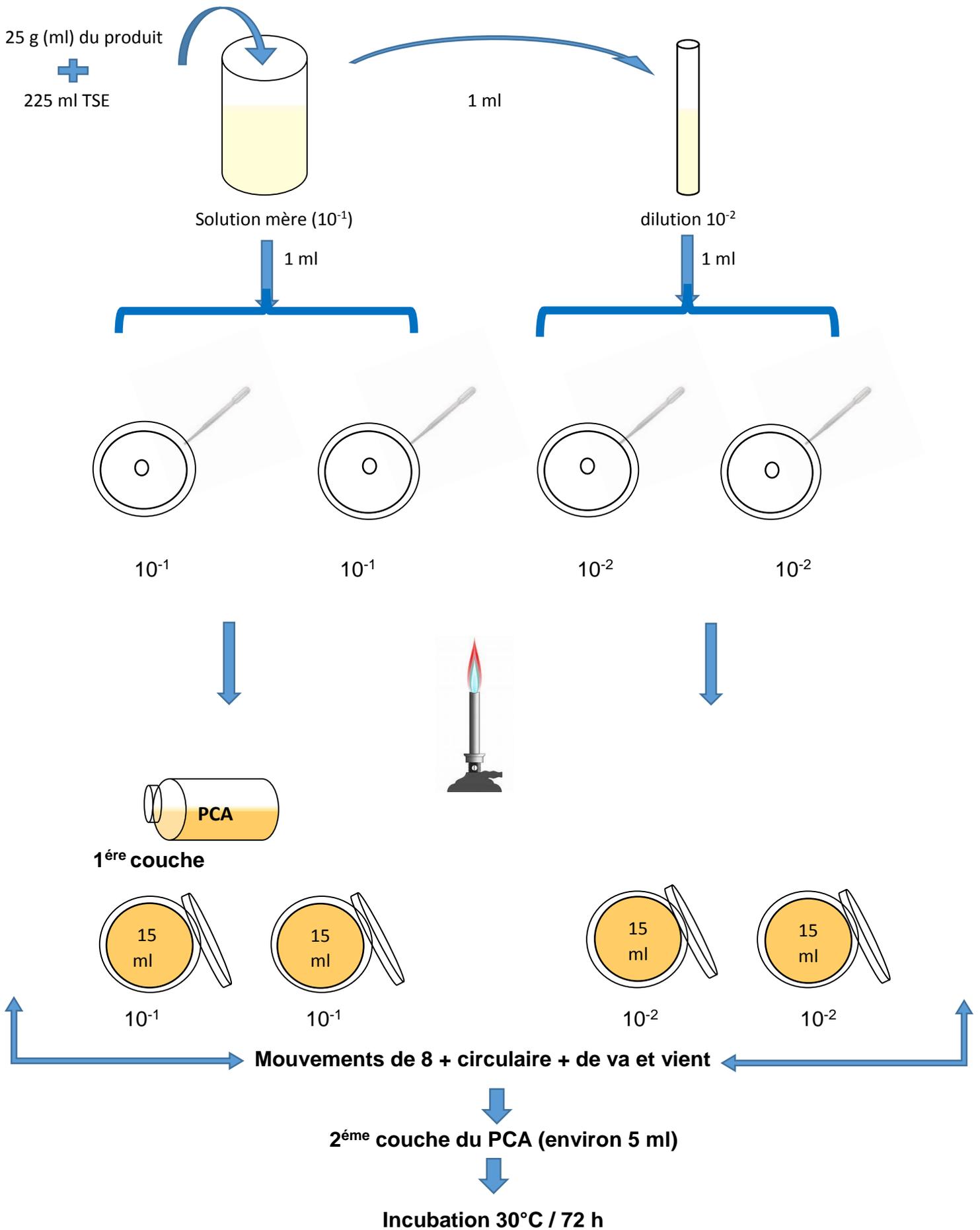


Figure 3 : Recherche des germes aérobies mésophiles totaux

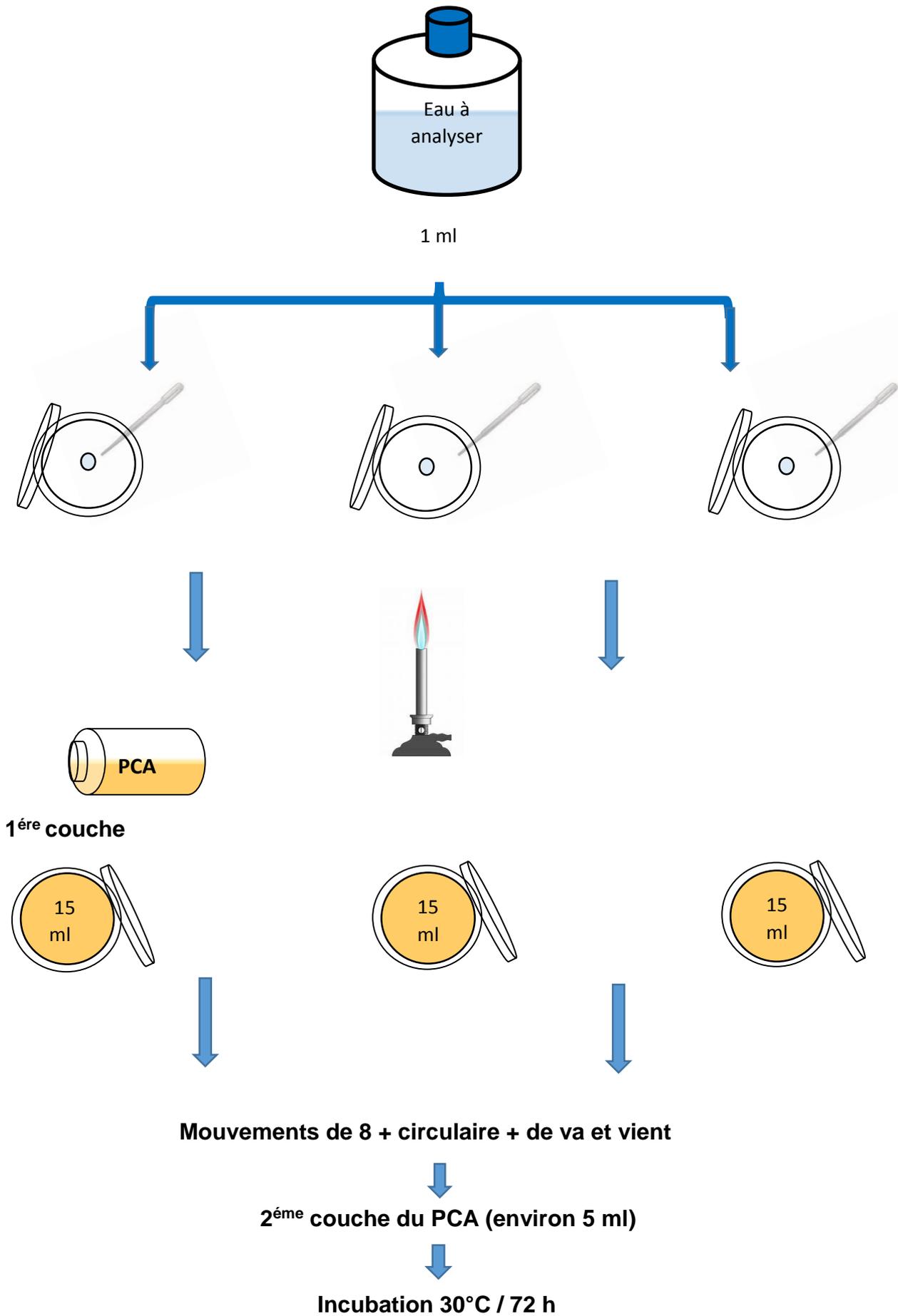


Figure 11 : Recherche des FTAM dans l'eau

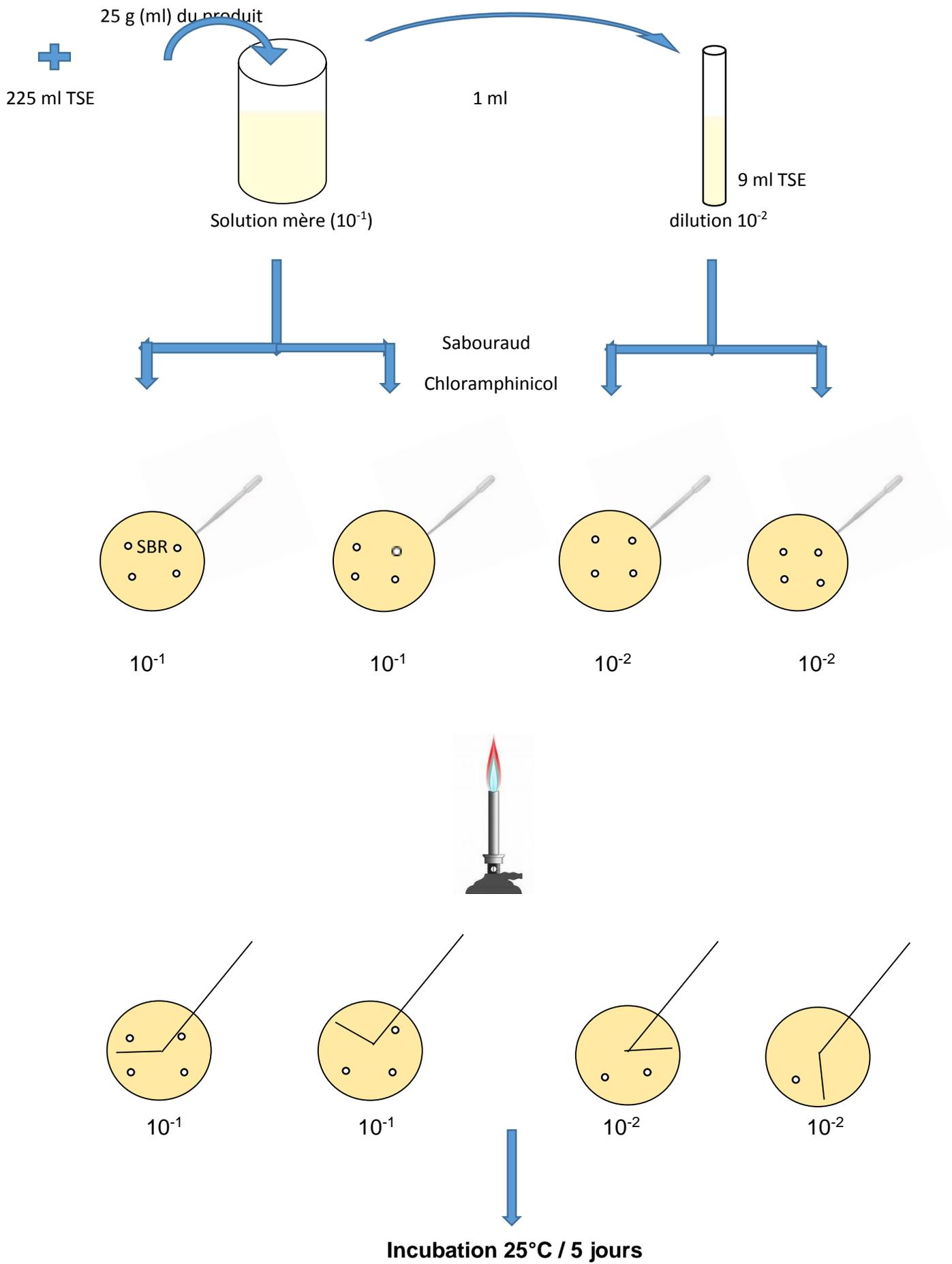


Figure 6 : Recherche des levures et moisissures

1- Cas d'un produit solide :



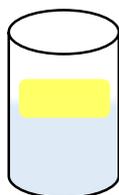
25 g



225 ml



25 ml



Placer au bain marie $45 \pm 1^\circ\text{C}$

Jusqu'à la fusion complète du produit



solution mère

Melanger
la solution



Figure 2 : Préparation de la solution mère

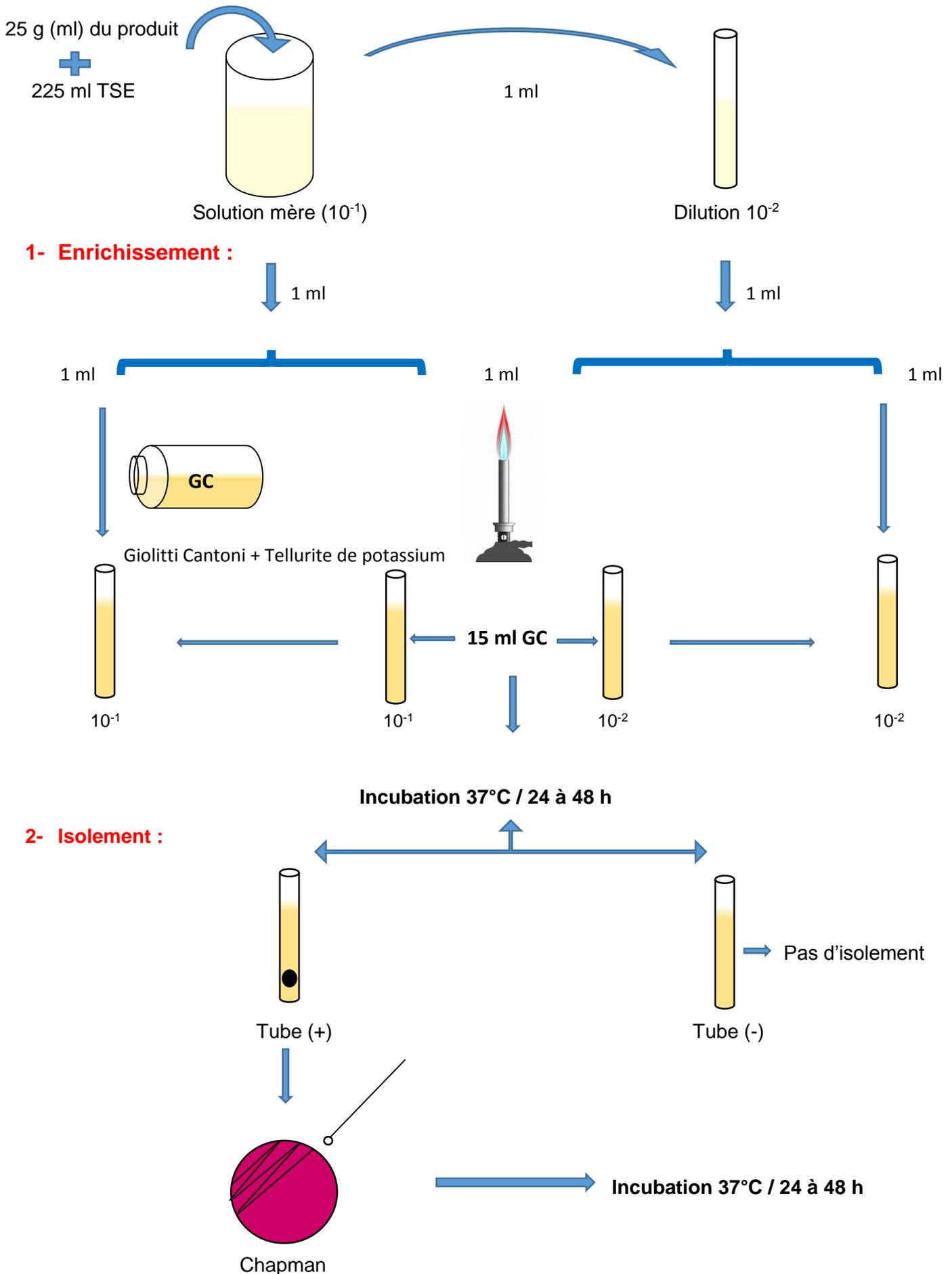
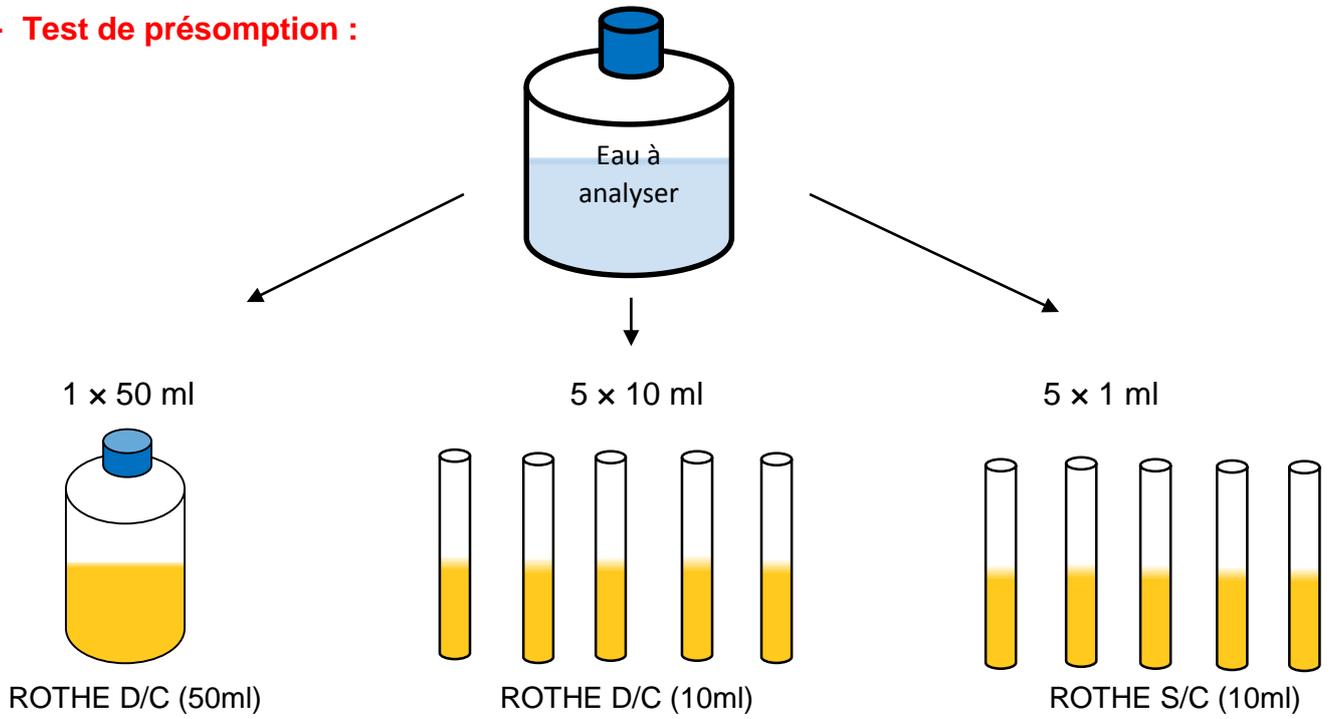
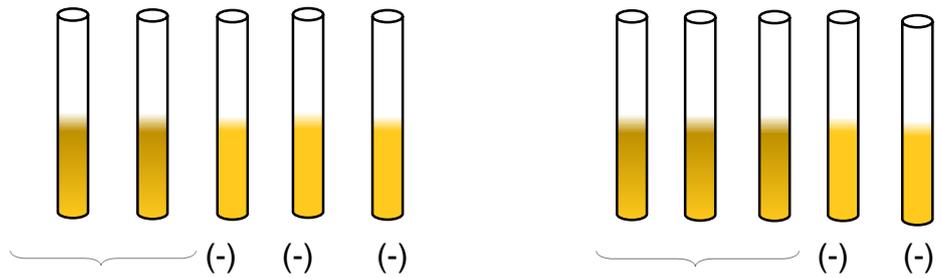
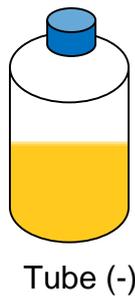


Figure 4 : Recherche des *staphylococcus aureus*

1- Test de présomption :

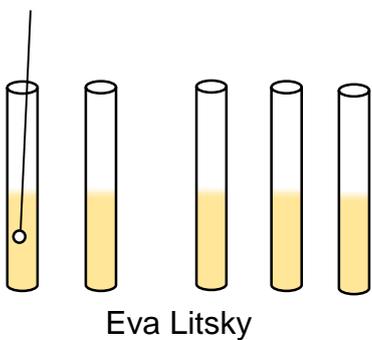


Incubation 37°C / 24 à 48 h



2- Test de confirmation:

Repiquage dans milieu EVA Litsky



Incubation 37°C / 24 h

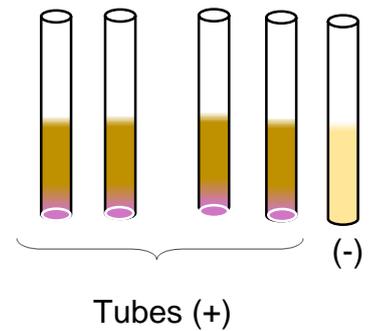


Figure 9 : Recherche des Streptocoques fécaux dans l'eau