

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحي - جيجل -

Université Mohammed Seddik Ben Yahia - Jijel -

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Microbiologie Appliquée et

Sciences Alimentaires



كلية علوم الطبيعة و الحياة

قسم : ميكروبيولوجيا تطبيقية و علوم التغذية

# Mémoire de fin de Cycle

*En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique en Biologie*

*Option : Contrôle de Qualité des produits Alimentaires*

## Thème

***Effet de quelques huiles essentielles sur la  
qualité physicochimique et microbiologique de  
la margarine de table.***

*Membres du Jury :*

Président : Mr BOUDJERDA Djamel

Encadreur : M<sup>me</sup> BEKKA-HADJI Fahima

Examinatrice : Dr BENALI Sonia

*Présenté par :*

M<sup>lle</sup> BOUMAIZA Souad

M<sup>lle</sup> BOUSBIA Chahra

Année Universitaire 2016 – 2017

Numéro d'ordre (bibliothèque) :.....

## REMERCIEMENTS

*En premier lieu, nous tenons à remercier Dieu, notre Créateur de nous avoir donné la force pour accomplir Ce travail. فاللهم لك الحمد كما ينبغي لجلال وجهك وعظيم سلطانك.*

*Nous tenons à remercier M<sup>me</sup> BEKKA-HADJI Fahima pour avoir dirigé cette étude et pour les précieux conseils qu'elle nous a donnée tout au long de ce travail.*

*Nous tenons à remercier aussi les membres du Jury : Mr BOUDJERDA, qui nous a fait l'honneur de présider la soutenance de ce mémoire et M<sup>me</sup> BENALI, pour avoir accepté d'examiner ce manuscrit. Leurs remarques et leurs précieux conseils nous permettrons d'améliorer notre travail au mieux.*

*Nous remercions également tous les professeurs du Département MASA.*

*Nous remercions également tous les laborantins de biologie.*

*Et le directeur di laboratoire de recherche de l'Université de Jijel Mr. Belghebsi Mabrouk*

*Et le chef du Département de chimie de l'Université de Jijel Mr. Boudjerda Azzeddine*

*Nous remercions également les responsables des bibliothèques de l'Universités de Bejaia et toutes les personnes qui ont enrichi notre recherche bibliographique.*

*Que toute personne ait participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail accepte nos grands et sincères remerciements.*

# Dédicace

C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que je dédie  
Ce modeste travail de fin d'étude à Mes chers parents, ma Mère  
« **Malika** » et mon Père « **Zidane** » qui ont sacrifié leur vie pour  
notre réussite Et nous ont éclairé le chemin par Leurs conseils  
judicieux.

A mes chères sœurs **Naima, Soraya, Sarah** et **Djihad**  
A mes chers frères **Abdelfattah, Saadeddine** et **Mossab**

A mes beau-frère **Nabil** et **Bouziane**  
A mes nièces **Mohammed Ziad, Rayen, Zineb, Adam, Hafsa** et  
**Ishak**

A toute ma famille.  
Qui mon toujours soutenus et mon donnés force pour persévérer  
dans les pires moments.

A mes intimes **Halima, Amina, Ratiba** et **Imane**

A mes amis proches **Ibtissam, Merwa, Sarah** et **Hanane**  
Et toutes mes camarades de promotion de contrôle de qualité

A toute personne qui a pu, de près ou de loin, contribuer à  
l'accomplissement de ce travail.

Et tous ceux que j'aime.

CHAHRA

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A ma très chère mère « DAHBIA » qui a béni mon désir d'apprendre et m'a toujours encouragé, avec tout amour et ma reconnaissance pour être devenue ce qui je suis*

*A mon très cher père « CHERIF » qui m'a tout appris, pour toutes les peines et les sacrifices qu'il s'est donné pour me voir réussir dans la vie.*

*A mes frères et sœurs « Nadia et Aida » « Brahim, Choayb, Mohammed, Ahmed, Haroun, Salah et Moussa », qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde tendresse.*

*A mes beau-frère Fewaze et Faysal.  
A mes conjoignes Warda et Firouze.*

*A mes nièces « Aya, Anfal, Israa, Insaf, Meriem, Maroua et Safaa »*

*A mes neveux « Waeil Alaeddine et Abd errahim »*

*A tout ma famille*

*A mes très chères et belles amies  
« Marwa ,Chahra ,Fatiha ,Amina ,Hanane ,Ibtissam ,Azza ,  
Linda ,Rabiaa , Asma, Amel, Sara et Rima »*

*A mes camarades de promotion de contrôle de qualité*

*Sans oublier tout les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

*A les personnes que j'ai trouvée aux moments difficiles de ma vie et tous ceux que j'aime.*

*SOUAD*



## Liste des abréviations

**A** : Acide  
**AG** : Acide Gras  
**AGS** : Acide Gras Saturé  
**AGI** : Acide Gras Insaturé  
**AGPI** : Acide Gras Polyinsaturé  
**AGE** : Acide Gras Essentiels  
**AGT** : Acide Gras *Trans*  
**CPG** : Chromatographie Phase Gazeuse  
**CG** : Corps Gras  
**Cu** : Cuivre  
**CO.G.B** : Corps Gras de Bejaia  
**ECET** : *Escherichia coli* Entero Toxique  
**EDTA** : Ethylène Diamine TetraceticAcid  
**H** : Hydrogène  
**H%** : Humidité  
**HE** : Huile Essentielle  
**IP** : Indice de Peroxyde  
**IA** : Indice d'Acide  
**NI** : Norme Internationale  
**MG** : Matière Grasse  
**max** : maximum  
**min** : minimum  
**méqO<sub>2</sub>** : milliéquivalent d'Oxygène  
**NF** : Norme Française  
**NE** : Norme d'Entreprise  
**Ni** : Nickel  
**ppm** : partie par million  
**O** : Acide Oléique  
**OG** : *Origanum glanulosum*  
**OOO** : Triglycéride  
**OOO** : Trioléine  
**O<sub>2</sub>** : Oxygène  
**S** : Acide stéarique  
**SSS** : Tristéarine  
**T** : Ton  
**TF** : *Thymus fontanesii*  
**TN** : *Thymus numidicus*  
**UP07** : Unité de Production de la margarine  
**UI** : Unité International  
**V** : Volume  
**W/O** : Water/Oil

## La liste des figures

<b>Figure 1</b> : Schéma d'une installation d'hydrogénation.....	<b>04</b>
<b>Figure 2</b> : Les étapes de l'hydrogénation.....	<b>05</b>
<b>Figure 3</b> : Schéma centré de fabrication de la margarine.....	<b>10</b>
<b>Figure 4</b> : Photo de <i>Thymus fontanesii</i> .....	<b>15</b>
<b>Figure 5</b> : Photo de <i>Thymus numidicus</i> .....	<b>16</b>
<b>Figure 6</b> : Photo d' <i>Origanum glandulosum</i> .....	<b>16</b>
<b>Figure 7</b> : Schéma simplifié de l'auto-oxydation.....	<b>19</b>
<b>Figure 8</b> : Mécanisme d'initiation de la peroxydation des lipides par l'activité lipoxygénasique.....	<b>20</b>
<b>Figure 9</b> : taux d'humidité pour l'échantillon sans huile essentielle.....	<b>37</b>
<b>Figure 10</b> : indice d'acide pour l'échantillon sans huile essentielle.....	<b>38</b>
<b>Figure 11</b> : indice de peroxyde pour l'échantillon sans huile essentielle.....	<b>38</b>
<b>Figure 12</b> : taux de sel pour l'échantillon sans huile essentielle.....	<b>39</b>
<b>Figure 13</b> : taux d'humidité pour l'échantillon avec l'huile essentielle d' <i>Origanum glandulosum</i> .....	<b>39</b>
<b>Figure 14</b> : indice d'acide pour l'échantillon avec l'huile essentielle d' <i>Origanum glandulosum</i> .....	<b>40</b>
<b>Figure 15</b> : indice de peroxyde pour l'échantillon avec l'huile essentielle d' <i>Origanum glandulosum</i> .....	<b>40</b>
<b>Figure 16</b> : taux d'humidité pour l'échantillon avec l'huile essentielle de <i>Thymus fontanesii</i> .....	<b>41</b>
<b>Figure 17</b> : indice d'acide pour l'échantillon avec l'huile essentielle de <i>Thymus fontanesii</i> .....	<b>41</b>
<b>Figure 18</b> : indice de peroxyde pour l'échantillon avec l'huile essentielle de <i>Thymus fontanesii</i> .....	<b>42</b>
<b>Figure 19</b> : taux d'humidité pour l'échantillon avec l'huile essentielle de <i>Thymus numidicus</i> .....	<b>43</b>
<b>Figure 20</b> : indice d'acide pour l'échantillon avec l'huile essentielle de <i>Thymus numidicus</i> .....	<b>43</b>
<b>Figure 21</b> : Indice de peroxyde pour l'échantillon avec l'huile essentielle de <i>Thymus numidicus</i> .....	<b>44</b>

## La liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Différents types de margarine.....	<b>12</b>
<b>Tableau 2</b> : Normes physico-chimiques de la margarine.....	<b>24</b>
<b>Tableau 3</b> : Normes microbiologiques de la margarine.....	<b>25</b>
<b>Tableau 4</b> : Résultats des analyses microbiologiques de la margarine sans huile essentielle.....	<b>45</b>
<b>Tableau 5</b> : Résultats des analyses microbiologiques de la margarine avec l'huile essentielle OG.....	<b>46</b>
<b>Tableau 6</b> : Résultats des analyses microbiologiques de la margarine avec l'huile essentielle TF.....	<b>47</b>
<b>Tableau 7</b> : Résultats des analyses microbiologiques de la margarine avec l'huile essentielle TN.....	<b>48</b>
<b>Tableau 8</b> : Résultats microbiologiques de la margarine conservée.....	<b>49</b>



- **Carotène** : C'est un pigment de couleur orange, dimère de la vitamine A. Il est important pour la photosynthèse. Il se présente majoritairement sous les formes  $\alpha$  et  $\beta$ -carotène et plus minoritairement sous les formes  $\epsilon$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  ou  $\zeta$ -carotène.

- **Bactériostatique** : Tout phénomène ou de toute substance, notamment antibiotique (tétracyclines, chloramphénicol, macrolides), capable d'inhiber la multiplication des bactéries sans les tuer.

- **Additif** : Est une substance ajoutée aux denrées alimentaires pour remplir certaines fonctions technologiques, comme pour colorer, sucrer ou conserver.

- **Lécithines** : Lipide phosphoré complexe, abondant dans certains aliments (jaune d'œuf, soja) et dans certains organes (cerveau), et utilisé comme additif alimentaire.

- **Emulsifiant** : Est une substance qui par définition permet d'obtenir une émulsion, c'est-à-dire le mélange homogène de deux substances qui sont normalement non miscibles, comme l'eau et l'huile.

- **Pasteurisation** : Traitement de certains produits alimentaires, consistant à détruire les micro-organismes, notamment pathogènes, par chauffage (entre 60 et 90 °C), sans ébullition, suivi d'un refroidissement brusque conservation des aliments par ce procédé.

- **Organoleptiques** : L'adjectif organoleptique est utilisé pour qualifier une substance qui favorise l'excitation d'un récepteur sensoriel. Ainsi le goût, la texture, l'odeur ou encore l'aspect visuel constitue les principales propriétés organoleptiques de la nourriture. Plus généralement, les qualités organoleptiques sont définies comme étant l'ensemble des propriétés mesurées par les différents sens de l'individu. Jugées dans le cadre d'une analyse sensorielle, ces propriétés peuvent permettre de dégager un profil sensoriel.

- **Shortenings** : Le shortening est une matière grasse solide à température ambiante et utilisée pour fabriquer des pâtes frivoles et d'autres produits alimentaires. Le shortening est utilisé dans les pâtisseries qui ne doivent pas être élastiques, comme le gâteau.

- **Bactéries saprophytes** : Sont des bactéries qui ne se développent pas dans un organisme vivant, mais se nourrissent des déchets générés au sein de celui-ci. On les oppose aux bactéries pathogènes qui pénètrent dans le corps, s'y développent et sont responsables d'infections.

- **Rancidité** : Etat, qualité de ce qui est rance, avec des taches provenant de la mauvaise qualité. L'aspect de cette peinture est tendre et lumineusement mat; aucune rancidité n'en jaunit les nuances roses, azurées et blanches



# *Sommaire*

# Sommaire

**Remerciements**

**Liste des abréviations**

**Listes des figures**

**Liste des tableaux**

**Glossaire**

**Introduction ..... 01**

## **Chapitre I : Procédés de transformation des corps gras**

1. Hydrogénation ..... **03**  
2. Fractionnement ..... **05**  
3. Interestérisation ..... **06**

## **Chapitre II : Margarine**

1. Généralités sur la margarine ..... **08**  
    1.1. Définition ..... **08**  
    1.2. Composition de la margarine ..... **08**  
2. Etapes de fabrication de la margarine ..... **09**  
    2.1. Préparation de la phase grasse ..... **11**  
    2.2. Préparation de la phase aqueuse ..... **11**  
    2.3. Mélange ..... **11**  
    2.4. Emulsion ..... **11**  
    2.5. Cristallisation ..... **11**  
    2.6. Malaxage ..... **12**  
    1.7. Conditionnement ..... **12**  
3. Types de margarine ..... **12**  
4. Caractéristiques principales de la margarine ..... **13**  
5. Conditionnement et méthodes de conservation ..... **13**  
    5.1. Conservation et conditions d'utilisation de la margarine ..... **13**  
    5.2. Facteurs de détérioration de la margarine ..... **13**  
    5.3. Conservation et stockage ..... **14**  
    5.4. Quelques conservateurs naturels utilisés dans notre études « cas des huiles essentielles »... **14**  
        5.4.1. Genre *Thymus* ..... **15**  
        5.4.2. Genre *Origanum* ..... **16**  
        5.4.3. Composition chimique des huiles essentielles et activité antimicrobienne ..... **17**

.

## **Chapitre III : Peroxydation lipidique et contrôle de qualité de la margarine**

1. Peroxydation lipidique et principaux facteurs de variation ..... **18**  
    1.1. Types de l'oxydation ..... **18**  
        1.1.1. Auto-oxydation des acides gras polyinsaturés ..... **18**  
        1.1.2. Oxydation des lipides par l'oxygène singulet ..... **19**  
        1.1.3. Oxydation enzymatique ..... **20**  
    1.2. Conséquences des peroxydations lipidiques ..... **20**  
    1.3. Protection des matières grasses alimentaires contre l'oxydation ..... **20**  
2. Caractères fondamentaux de la margarine ..... **21**  
    2.1. Caractères physique ..... **21**

2.2. Caractères Olfacto-gustatif .....	21
2.3. Caractères chimique .....	21
2.4. Caractères bactériologiques .....	21
2.5. Caractères nutritionnels .....	21
3. Contrôle de qualité de la margarine .....	21
3.1. Contrôle de la matière première .....	22
3.2. Contrôle au cours de production .....	22
3.3. Contrôles des produits finis .....	22
3.3.1. Contrôle physicochimie.....	22
3.3.2. Contrôle microbiologique.....	22
4. Normes de la margarine .....	24

## Chapitre IV :Matériel et Méthodes

1.Materiel.....	26
2.Methode .....	27
2.1. Analyses physiques .....	27
2.1.1. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles .....	27
2.2. Analyses chimiques.....	28
2.2.1. Détermination de l'indice d'acide .....	28
2.2.2. Détermination de taux de sel .....	29
2.2.3. Détermination de l'indice de peroxyde .....	30
2.2.4. Teste d'amidon .....	32
2.3. Analyses microbiologiques .....	32
2.3.1. Préparation des solutions mères .....	33
2.3.2. Recherche des coliformes .....	33
2.3.3. Dénombrement des germes aérobies à 30°C .....	34
2.3.4. Dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies à 25°C .....	34
2.3.5. Recherche des <i>Staphylococcus aureus</i> .....	35
2.3.6. Recherche des Salmonelles .....	35

## Chapitre V : Résultats et discussion

1. Résultats et Interprétation des analyses physicochimiques de la margarine.....	37
1.1. Quelques analyses physico-chimiques pour l'échantillon sans huiles essentielles.....	37
1.1.1. Humidité.....	37
1.1.2. Indice d'acide .....	37
1.1.3. Indice de peroxyde .....	38
1.1.4. Test d'amidon.....	38
1.1.5. Taux de sel .....	39
1.2. Quelques analyses physico-chimiques pour l'échantillon avec l'huile essentielle d' <i>Origanum glandulosum</i> .....	39
2. 1.2.1. Humidité .....	39
3. 1.2.2. Indice d'acide .....	40
3.1.1. Indice de peroxyde .....	40
4. 1.3. Quelques analyses physico-chimiques pour l'échantillon avec l'huile essentielle de <i>Thymus fontanesii</i> .....	41
5. 1.3.1. Taux d'humidité .....	41
6. 1.3.2. Indice d'acide .....	41
7. 1.3.3. Indice de peroxyde .....	42
7.1. Quelques analyses physico-chimiques pour l'échantillon avec l'huile essentielle de	

<i>Thymus numidicus</i> .....	43
7.1.1. Taux d'humidité .....	43
7.1.2. Indice d'acide .....	43
7.1.3. Indice de peroxyde .....	44
8.2. Résultats et Interprétation des analyses microbiologiques .....	45
<b>Conclusion</b> .....	<b>50</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>51</b>
<b>Annexes</b>	

# *Introduction*

Maîtriser l'oxydation est indispensable pour gérer l'évolution des systèmes biologiques dans leur complexité, en particulier dans le cas des aliments dont la dégradation peut avoir des conséquences en sécurité alimentaire. Parmi ces produits alimentaires la margarine, émulsion plastique constituée essentiellement de deux phases grasse et aqueuse [1].

L'oxydation des lipides est une cause majeure de dégradation de la margarine lors de sa fabrication et de sa conservation. La conséquence la plus perceptible de celle-ci est l'apparition d'odeurs désagréables qui conduisent souvent au rejet du produit par le consommateur. Ainsi, pour garantir une durée de conservation prolongée, les antioxydants sont largement utilisés [1].

Les huiles et les graisses ont toujours constitué une partie importante de l'alimentation humaine. Ils font partie de tout aliment. En technique culinaire, comme dans l'industrie agroalimentaire, on utilise différents types de corps gras dans la préparation des aliments.

Dans les industries agroalimentaire les corps gras les plus utilisés sont les huiles végétales fluides (tournesol, soja, colza) ou plus « solide » ou concrètes comme les huiles de palme, de palmiste et de coprah [2].

Les lipides assurent au moins trois fonctions fondamentales dans le monde des mammifères. En premier lieu, les graisses alimentaires formées à plus de 95% par des triglycérides sont des sources concentrées d'énergie [3].

L'utilisation énergétique des graisses alimentaires libère 9 kcal par gramme. La deuxième fonction concerne la structure des membranes cellulaires, de puis des nombreuses années, il est bien connu que les acides gras sont des constituants de toutes les membranes cellulaires de l'organisme, ce rôle de structure est loin d'être purement inerte car il se double d'un troisième rôle, dit fonctionnel. Les acides gras participent non seulement à la cohésion physico-chimique des membranes cellulaires, mais également à des nombreuses régulations métaboliques [3].

La phase aqueuse quant à elle représente environ 16 à 18 % de la composition globale de la margarine. Elle est constituée soit d'eau soit de lait, soit d'un mélange eau/lait. Elle est la plus sensible des constituants de la margarine, à des contaminations microbiennes, et nécessite donc une pasteurisation préalable [4]. Le sel est considéré comme un agent antimicrobien efficace, additionné sous forme d'une saumure limpide et claire [5,6]. L'acide sorbique inhibe surtout les moisissures,



mais aussi à un degré moindre les levures et même les bactéries [7] et l'acide citrique a un effet antimicrobien notable [8].

Dans ce contexte s'inscrit ce présent travail, dont le but principal est d'étudier quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques de la margarine de table « La Belle », ainsi que d'évaluer l'effet conservateur de quelques huiles essentielles sur ces paramètres.

Les analyses physico-chimiques réalisées sont les suivants:

- Taux d'humidité ;
- Test d'amidon ;
- Acidité ;
- Indice de peroxyde ;
- Taux de sel ;

Concernant les analyses microbiologiques, d'après le Journal Officiel Algérien, le contrôle microbiologique la margarine de nécessite la recherches de cinq groupes de germes : les germes aérobies totaux, les coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus*, les salmonelles et les levures.



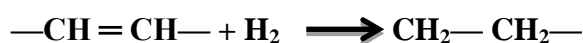
*Partie*  
*bibliographique*

Les procédés de transformation des corps gras consiste à répondre à un besoin fonctionnel de matières grasses concrètes lie aux propriétés de texturation par cristallisation et plus généralement pour assurer des propriétés de consistance, de plasticité, des caractères croustillant, croquant, etc., ainsi que pour améliorer la stabilité vis-à-vis des altérations oxydative et thermo-oxydative au cours des différentes utilisations. Il existe trois procédés de transformation autorisés en alimentaire :

L'hydrogénation, le fractionnement et l'inter-estérification [10].

## 1. Hydrogénation

C'est un procédé chimique permettant de durcir l'huile ou la graisse en fixant de l'hydrogène sur les doubles liaisons des acides gras insaturés en présence d'un catalyseur, généralement du nickel [10].



Il existe deux types d'hydrogénation :

### ▪ Hydrogénation totale

Elle est caractérisée par des pourcentages élevés en solide a une température donnée avec des indices d'iode réduits ; si la réaction est menée à son terme, tous les acides gras insaturés sont t transformées en AGS, selon les conditions mises en œuvre (niveau de fraîcheur du catalyseur et température de la réaction) [10].

### ▪ Hydrogénation partielle

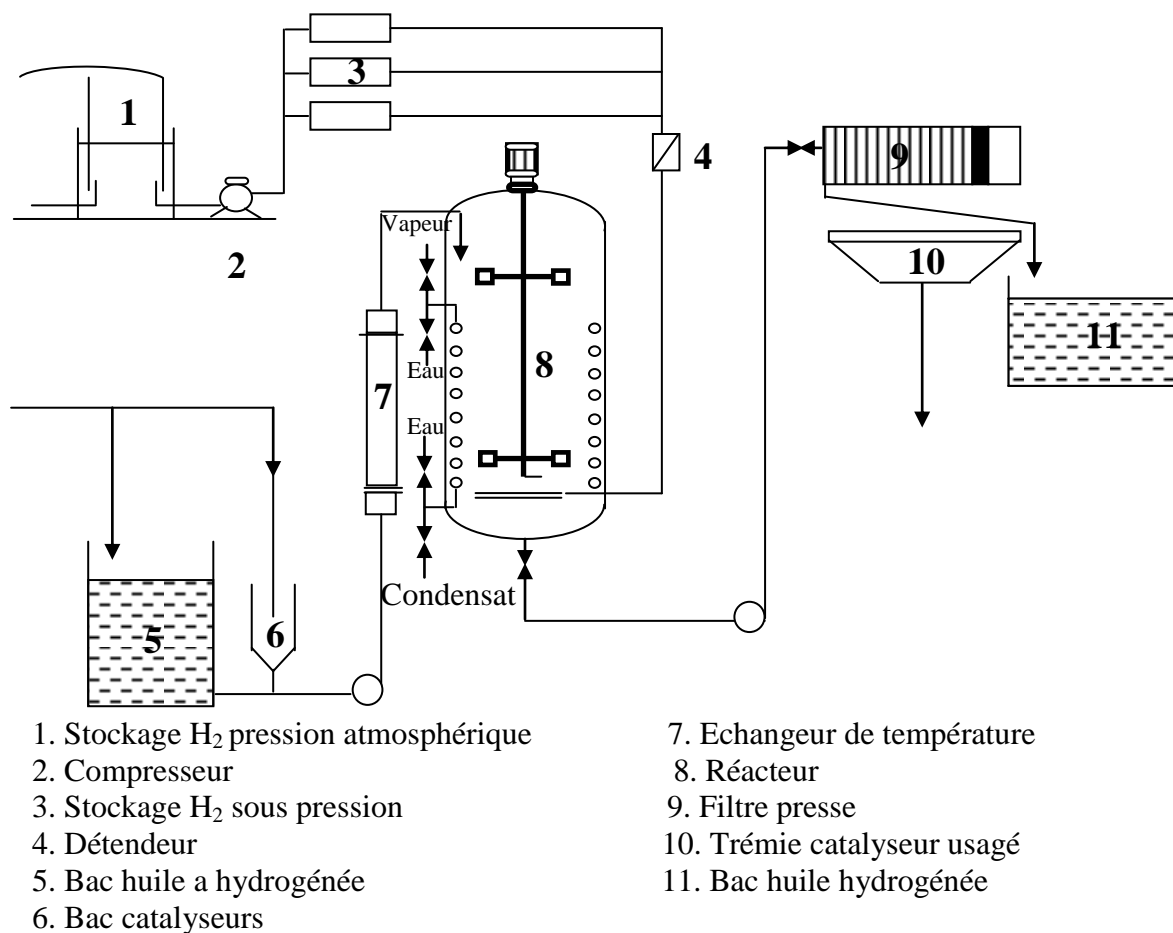
Leur emploi est de plus en plus limité dans les margarines du fait de leur effet négatif au niveau nutritionnel. L'hydrogénation partielle des doubles liaisons s'accompagne de la formation plus ou moins importante d'isomères géométriques *Trans* (AGT, principalement monoinsaturés) [10,11].

La qualité des produits obtenus lors de la réaction d'hydrogénation dépend de plusieurs facteurs tels que les conditions opératoires (température, pression d'hydrogène, type d'agitation et sa puissance) et le type de catalyseur (Cu, Ni) [12].

### • Processus de l'hydrogénation

L'huile est introduite dans l'hydrogénateur et portée à la température de 150°C, puis un catalyseur (sel de cuivre ou souvent à base de Nickel) est finement suspendu dans l'huile, on crée alors le vide et on introduit l'hydrogène sous agitation appropriée [13]. La réaction est exothermique ; ceci fait monter la température, lorsque elle atteint 200°C un système de refroidissement se déclenche automatiquement. En parallèle un autre système contrôle la pression en réglant la vanne d'injection d'H<sub>2</sub>.

Lorsque l'opération est terminée on rétablit la pression atmosphérique par évacuation de l'hydrogène en excès en injectant de l'azote. Quand la température est aux environs de 80 à 90°C suivant les huiles, on envoie la masse à la filtration ou le nickel doit être séparé entièrement. Des traces (quelques ppm) de nickel résiduaire aboutissent à des problèmes de couleur et réduisent la stabilité de l'huile finie [14]. Les dimensions des particules du catalyseur sont d'une importance extrême car des particules ultrafines sont plus actives mais aussi plus difficiles à filtrer. Normalement on enlève la plus grande partie du catalyseur sur un filtre presse tandis que le reste est séparé dans un filtre de polissage. Enfin le produit de l'hydrogénation est désodorisé [13].



**Figure 1 :** Schéma d'une installation d'hydrogénation [13].

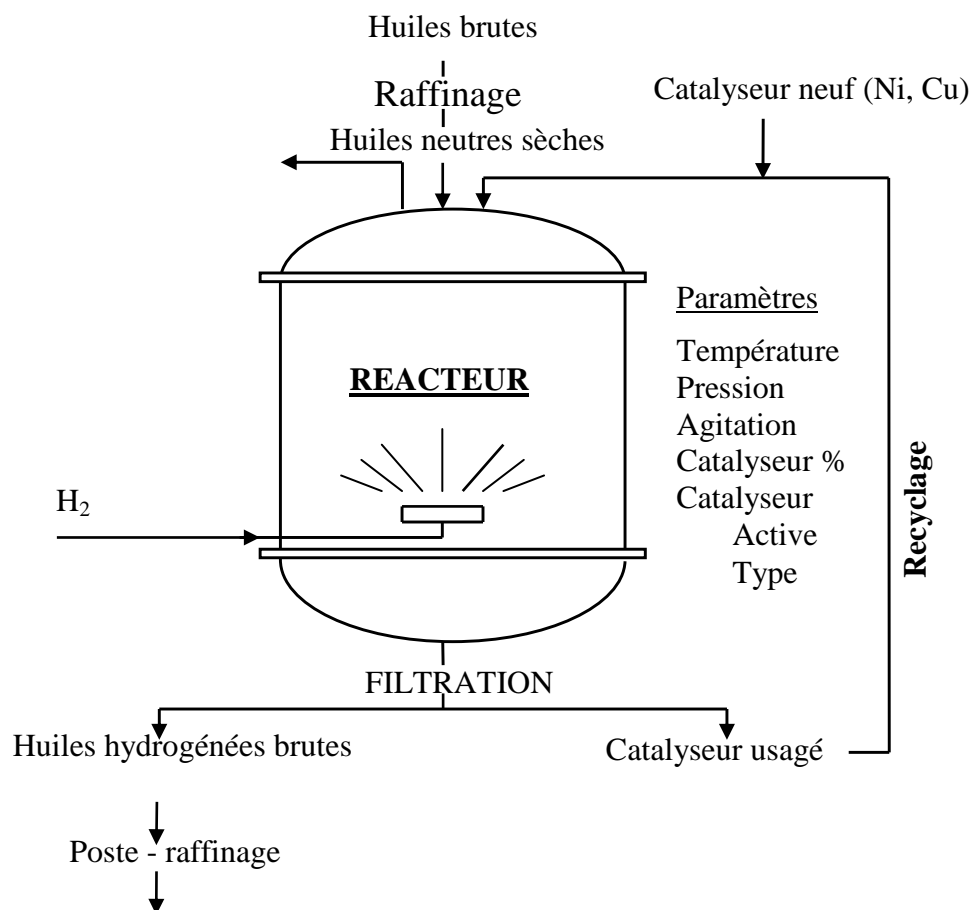


Figure 2 : Les étapes de l'hydrogénation [15].

- **Contrôle de l'étape**

L'opération de l'hydrogénation est suivie au moyen de l'indice d'iode, l'indice de réfraction et le point de fusion [16].


L'hydrogénation consiste à diminuer le nombre d'insaturations en les remplaçant par des atomes d'hydrogène. Par conséquent, la stabilité des huiles à l'oxydation est améliorée car les doubles liaisons sont plus susceptibles à s'oxyder lors de l'entreposage des huiles [17]. Cependant ce processus provoque l'apparition d'acides gras *trans* (tous les acides gras insaturés devient saturés) et de composés intermédiaires [10], c'est pourquoi les industriels se tournent de plus en plus vers des procédés (fractionnement) certes plus coûteux mais empêchant la formation de tels composés [18].

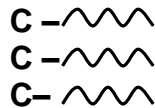
## 2. Le fractionnement


C'est un procédé physique qui consiste à faire cristalliser par un refroidissement selon un barème établi [10], on obtient alors 2 phases :

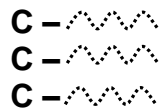
- Oléine : fraction fluide, constituée de triglycérides à faible point de fusion, type **OOS** ou **OOO**
- Stéarine : fraction solide, constituée de triglycérides à point de fusion élevé, type **SSO** ou **SSS** [18].

Le fractionnement a pour but de réaliser une séparation entre les constituants des huiles grâce à leur point de fusion.

Soit par exemple **O** l'acide oléique () , le triglycéride **OOO** peut être représenté comme suit :



De la même façon, soit **S** l'acide stéarique () (= acide gras saturé), la structure du triglycéride **SSS** est :



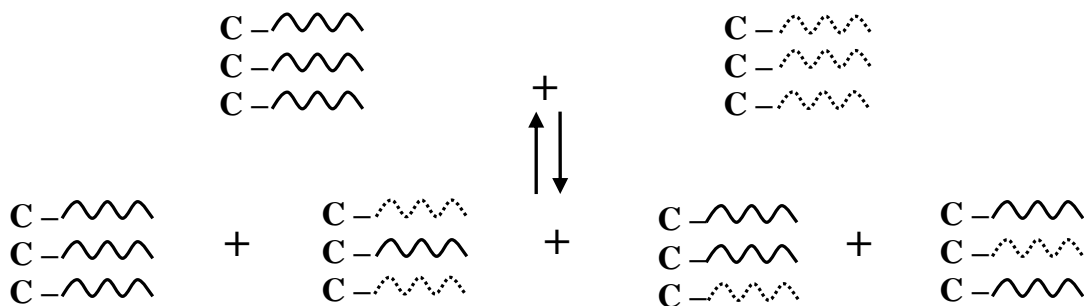
[18].

### 3. Inter-estérification

C'est un procédé chimique ou enzymatique, elle correspond à la modifier de la structure glycéridique des corps gras par réarrangement moléculaire des acides gras sur le glycérol (alcool).

Soient par exemple **O** l'acide oléique, **S** l'acide stéarique, **OOO** la trioléine, **SSS** la tristéarine [18].

On peut écrire :  $2\text{OOO} + 2\text{SSS} \longleftrightarrow \text{OOS} + \text{OSO} + \text{SSO} + \text{SOS}$



La réaction est effectuée sous vide dans un bassin d'acier inoxydable agité et à une température élevée (100 à 200 °C). La réaction est favorisée par la présence d'un catalyseur adéquat (éthylate de sodium) [18, 19].

L'inter-estérification devient une technique de transformation de plus en plus importante qui a pour but de modifier le comportement d'une huile ou d'une graisse (point de fusion) sans modifier sa composition en acides gras.

Souvent, le point de fusion s'élève. Par exemple,

- L'huile de soja : le point de fusion passe de  $-7\text{ °C}$  à  $6\text{ °C}$
- L'huile de palme : le point de fusion passe de  $+40\text{ °C}$  (visqueux) à  $+47\text{ °C}$  (solide).

La margarine obtenue avec des huiles inter-estérifiées confère une structure plus stable et fine [18].



## 1. Généralités sur la margarine

### 1.1. Définition

La margarine est une émulsion du type eau dans l'huile (W/O) qui comprend deux phases essentielles :

- Une phase continue : la phase grasse.
- Une phase dispersée : la phase aqueuse.

Elle contient aussi des additifs (lécithines, monoglycérides, sel, colorant, antioxydants, conservateurs, vitamines) répartis en partie dans la phase grasse (solubles ou dispersés dans les corps gras) et en partie dans la phase aqueuse (solubles ou dispersés dans l'eau et/ou le lait) [20].

A la différence du beurre, la margarine n'est pas fabriquée à partir du lait. L'origine de ses acides gras est diverse, principalement végétale. Elle est préparée au début en émulsionnant des graisses animales avec de l'eau et du lait ou de la crème. On emploie à l'heure actuelle une grande variété de corps gras, allant des huiles végétales plus ou moins hydrogénées. Les margarines sont préparées avec des huiles contenant principalement des acides gras en C18 ; elles consistent en un mélange de 2 ou 3 qualités d'huile partiellement hydrogénée [20].

### 1.2. Composition de la margarine

Toutes les margarines ont en général une composition globale identique :

- 80 % à 82 % de lipides, appelé la phase grasse ;
- 16 % à 18 % d'eau et/ou lait, constituant de la phase aqueuse ;
- 2 % d'additifs, obligatoires (antioxydants, ...) ou facultatifs (amidon, sucre, etc.).

Les huiles utilisées pour la margarine sont de 2 sortes :

- **Concrètes** (solides à température normale) : coprah, palme, palmiste.
- **Fluides** (liquides à température normale) : arachide, tournesol, soja, colza, maïs, graines de coton [11].

Les additifs et auxiliaires technologiques de la fabrication de la margarine comprennent les émulsifiants, les colorants, les vitamines, les arômes, le sel, les produits conservateurs et les régulateurs de pH [21].

- **Agents émulsifiants**

Grâce aux émulsifiants, la margarine acquiert sa consistance assez dure à température ambiante, mais assez souple pour être tartinée. Les plus couramment ajoutés sont la lécithine de soja ou les mono et di-glycérides d'acides gras [21].

- **Arômes**

Afin d'améliorer les propriétés organoleptiques de la margarine, l'ajout de lait aromatisé ou de beurre est couramment utilisé pendant le processus de fabrication [21].

- **Colorants**

La couleur recherchée dans l'industrie de la margarine est celle du beurre, c'est-à-dire une couleur jaune-orange de carotène. Pour cela, on ajoute à la phase grasse des bêta-carotènes ou on utilise ceux qui sont directement contenu dans l'huile de palme [21].

- **Sel**

Le sel contribue à la protection du produit contre les dégradations microbiologiques et en même temps à améliorer la sapidité de la margarine à la consommation [21].

- **Vitamines**

L'ajout de vitamines permet de rehausser les propriétés diététiques de la margarine. On utilise surtout les vitamines liposolubles telles que la vitamine A et la vitamine D2. La teneur des huiles végétales en vitamine E est en général suffisante [21].

- **Correcteur d'acidité**

Pour une bonne conservation, on se sert d'acide citrique ou lactique et de leurs sels de sodium, de potassium ou de calcium [21].

- **Conservateurs**

Le recours à l'acide surpique est usuel, et actif contre le développement des levures et des moisissures et à un degré moindre des bactéries. Cependant, comme il ne couvre pas l'ensemble des micro-organismes et il est associé à des sels de sodium ou de potasse [21].

## **2. Etapes de fabrication de la margarine**

La fabrication de la margarine est une technologie connue et maîtrisée (figure 03). La margarine est une émulsion d'eau dans l'huile, dans laquelle les gouttelettes d'eau sont séparées par des cristaux de graisse [22, 23]. Le processus de fabrication présente les étapes suivantes:

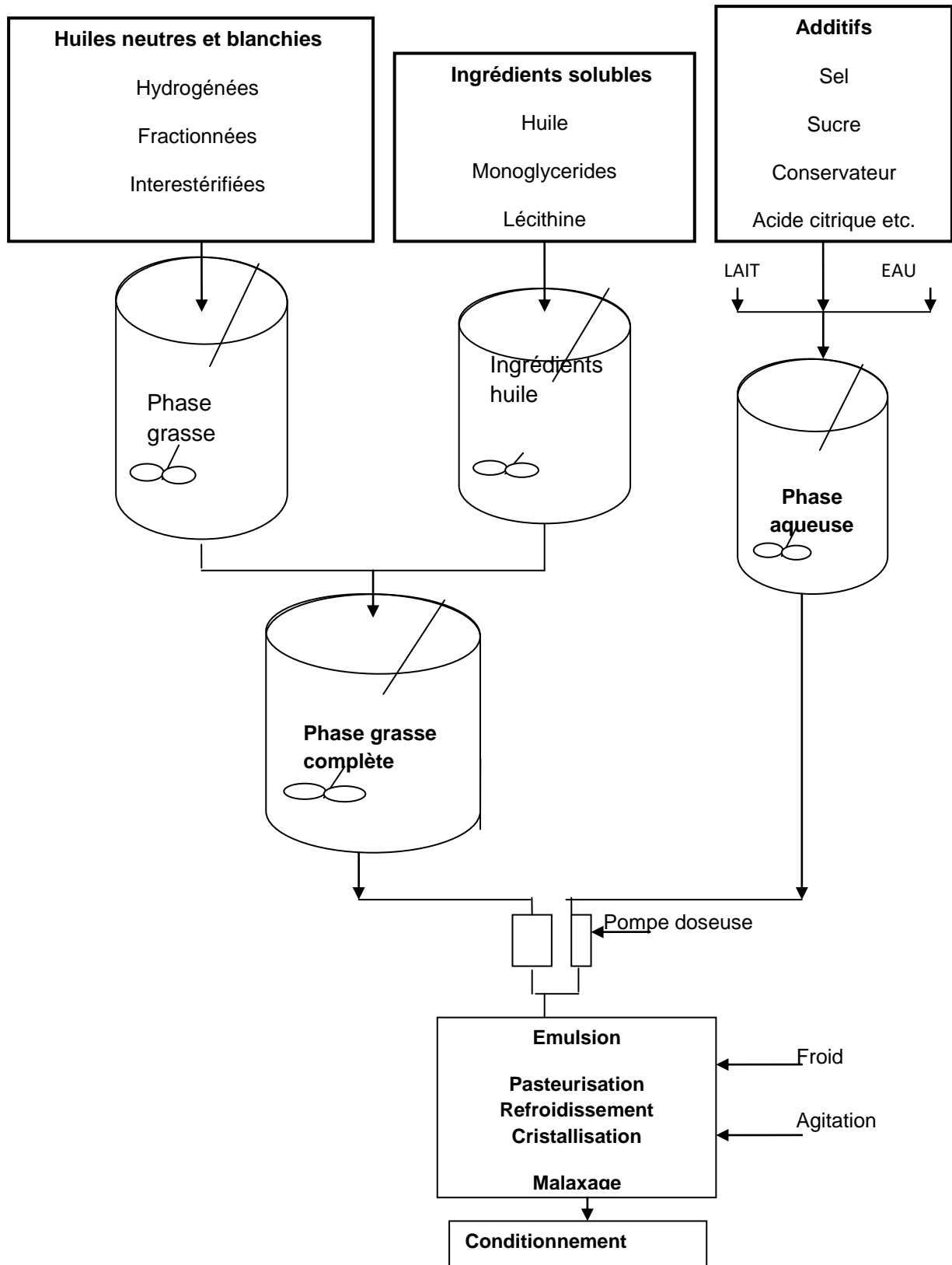


Figure 3 : Schéma centré de fabrication de la margarine [15].

### 2.1. Préparation de la phase grasse

La phase grasse représente la partie la plus importante (82 à 84%) de l'émulsion. Elle est composée de différentes huiles liquides à température ambiante et de "matières grasses hydrogénées". Les fabricants modifient en effet la nature des acides gras pour obtenir une margarine solide avec des points de fusion plus ou moins haut. On parle d'hydrogénation. C'est en jouant sur le rapport entre ces deux types d'huile que l'on peut élaborer des produits répondant à des usages variés. A ces matières grasses sont ajoutés différents émulsifiants et arômes c'est-à-dire que le choix des huiles de cette phase détermine, en grande partie, la qualité du produit fini, notamment : la texture, la consistance et le point de fusion [22, 23].

### 2.2. Préparation de la phase aqueuse

La phase aqueuse quant à elle représente environ 16 à 18 % de la composition globale de la margarine. Elle est constituée soit d'eau soit de lait, soit d'un mélange eau/lait. Elle est la plus sensible des constituants de la margarine, à des contaminations microbiennes, et nécessite donc une pasteurisation préalable. Elle est composée aussi d'émulsifiants (ils facilitent et stabilisent l'émulsion), de sel, de sucre et d'agents d'acidité afin de favoriser la conservation [22, 23].

### 2.3. Mélange

Le mélange ou émulsion est la dispersion d'un liquide en gouttelettes souvent microscopiques dans un autre liquide dans lequel il n'est pas miscible. Pour la margarine, on distingue alors la phase dispersée sous forme de gouttelettes (aqueuse) de la phase continue (grasse) [22, 23].

### 2.4 .Emulsion

Les émulsifiants permettent de réaliser un mélange homogène à partir de ces deux phases non miscibles [22, 23].

### 2.5. Cristallisation

La stabilité finale du produit est obtenue par cristallisation de la phase grasse au sein de l'émulsion. Cela consiste à déposer l'émulsion sur un tambour refroidi à  $-20^{\circ}\text{C}$  qui provoque la cristallisation immédiate [22, 23].

### 2.6. Malaxage

Le produit sort du cristallisateur sous forme d'un film. Le produit est acheminé par trémie jusqu'au malaxeur. Cet appareil va désaérer et malaxer le mélange en lui donnant consistance, souplesse et homogénéité [22, 23].

### 2.7. Conditionnement

Conditionnement du produit sous enveloppage (margarines traditionnelles) ou en pots confectionnés en différents matériaux [22, 23].

### 3. Types de margarine

Depuis son développement, la margarine a été infiniment modifiée et améliorée, donnant lieu à la gamme de produits maintenant disponible sur le marché [24].

**Tableau 1** : Différents types de margarines [19, 25, 26,27].

Margarine pour usage domestique « margarine de table »	Margarines diététique « margarine spéciale »	Margarines pour l'industrie alimentaire
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préparer à partir de triacylglycérols riches en acides gras insaturés ;</li> <li>• Suffisamment fermes à 20°C ;</li> <li>• Aisément tartinables et qualités organoleptiques proche de celles du beurre;</li> <li>• La teneur en eau entre 16 et 18% ;</li> <li>• Apport énergétique de 740,65 kcal pour 100 g.</li> <li>• Selon la teneur en acides gras polyinsaturés on distingue : moins de 10% (margarines dures) ; 10 à 20% (margarines semi-dures) ; 20 à 30% (margarines molles) et plus de 30% (margarines extra-molles)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilement tartinables à la température du réfrigérateur ;</li> <li>• Apport énergétique de 382,27kcal pour 100g ;</li> <li>• Ces produits contenant 50% d'eau stabilisées grâce à l'emploi d'émulsifiant comme le phosphate disodique, la gélatine...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elles présentent une bonne plasticité dans un large éventail de température ;</li> <li>• Consiste en une variété assez étendue de produits pour feuilletage et pâtes levées, utilisés en boulangerie, pâtisserie, biscuiterie, crèmes glacées, etc....;</li> <li>• Ces produits doivent, notamment, ne pas contenir d'acides gras libres et être résistants à l'oxydation.</li> </ul>

#### 4. Caractéristiques principales de la margarine

Selon les différentes recettes et les méthodes utilisées, la margarine pourra avoir une technicité particulière. Cela consiste en effet à jouer sur les nuances des caractéristiques principales:

- **Couleur:** jaune pâle due à l'huile de palme naturellement colorée ;
- **Texture:** lisse et homogène ne présentant pas de grains, de tâches et d'alvéoles ;
- **Consistance:** dureté plus ou moins grande (mesure de pénétromètre) ;
- **Plasticité:** malléabilité qui permet à la margarine de s'étirer ou de s'aplatir sans se rompre ;
- **Souplesse:** la margarine se prête aux déformations aussi bien au froid qu'à chaud ;
- **Fondant au palais :** à la dégustation le gras doit fondre rapidement dans la bouche [22].

#### 5. Conditionnement et méthodes de conservation

##### 5.1. Conservation et conditions d'utilisation de la margarine

Les margarines étant des produits alimentaires, leur durée de vie est limitée car elles peuvent subir un certain nombre d'altération. En matière de goût, il peut être altéré par un rancissement dû à l'oxydation. Au niveau microbiologique, il peut y avoir un développement de moisissures causé par un stockage dans l'humidité. Pour éviter l'altération de la margarine, il faut la stocker dans de bonnes conditions et en particulier dans des locaux secs et tempérés (10 à 13°C), à l'abri de toute source vive de chaleur et de lumière [22].

##### 5.2. Facteurs de détérioration de la margarine

Les facteurs d'altération de la margarine peuvent être d'ordres physique ou chimique et surtout bactériologique.

La margarine, étant formée d'un pourcentage élevé de matières grasses, est sensiblement exposée à l'oxydation. Cette dernière est à l'origine de l'odeur de rance qui est liée à :

- la lumière : en particulier les rayons UV qui exercent une action catalytique ;
- la température élevée et la durée de stockage ;
- la présence des germes lipolytiques ;
- le taux d'insaturation que contient la phase grasse ;
- l'exposition de la margarine à l'oxygène atmosphérique.

L'altération physique est due à la modification de la consistance de la margarine. Elle est due à son tour au phénomène de recristallisation. La formation de ces cristaux entraîne la réduction de la phase liquide par rapport à la phase solide et conduit en général à la perte de la texture, la flaveur et l'apparence recherchée [28].

### 5.3. Conservation et stockage

Fondamentalement, on devrait stocker les huiles et les graisses au frais, dans l'obscurité, à l'abri des odeurs et de la lumière. Les huiles, le beurre et la margarine à l'état naturel ont tendance de se dégrader légèrement et de devenir rapidement rances. Les huiles raffinées et les graisses exemptes d'eau ont une durée de conservation supérieure. Les graisses peuvent être également congelées [22].

Les températures basses ralentissent le processus de dégradation de la graisse, sans toutefois pouvoir de l'empêcher. Les acides gras saturés sont chimiquement stables et les insaturés essaient de décomposer leur double liaison et de lier deux atomes d'hydrogène à chaque double liaison. Plus un acide gras possède de doubles liaisons, plus la température de l'huile sera élevée, et d'autant plus les atomes d'hydrogène seront attirés [22].

### 5.4. Quelques conservateurs naturels utilisés dans notre études « cas des huiles essentielles »

Les espèces de la famille des *Lamiaceae* sont utilisées depuis très longtemps par l'Homme et sont considérées d'une grande importance en raison de leur utilisation en médecine traditionnelle, culinaires, en cosmétique, en tant qu'aromatisants et pour la production des huiles essentielles commercialisées à travers le monde, en particulier dans la région méditerranéenne [30].

Cette famille est très importante dans la flore d'Algérie et divisée taxonomiquement en plusieurs genres dont certains sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des espèces [31]. *Thymus*, *Origanum*, *Lavandula*, *Mentha* sont quatre genres inclus dans notre étude.

La classification des espèces de cette famille botanique est donnée comme suit [31, 32] :

**Règne :** Plantae

**Embranchement :** Spermaphytes

**Sous embranchement :** Angiospermes

**Classe :** Dicotylédonae

**Sous classe :** Astéridae

**Ordre :** Lamiales

**Famille :** Lamiaceae

### 5.4.1. Genre *Thymus*

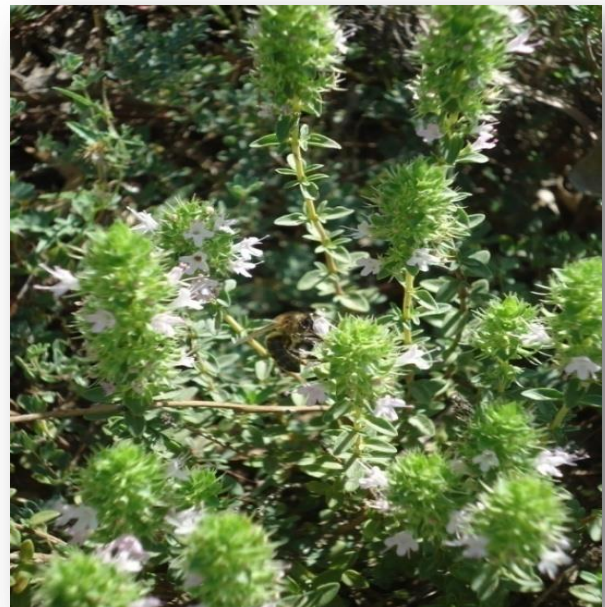
Le genre *Thymus* L. (Tourn.) L. (Thym) est originaire de la région méditerranéenne, environ 110 espèces ont été identifiées [33]. En Algérie, il existe environ 12 espèces [31].

*Thymus fontanesii* Boiss. et Reut. et *Thymus numidicus* Poiret. sont les espèces choisies dans notre étude.

#### a) Espèce *Thymus fontanesii* Boiss. et Reut.

##### ▪ Description de l'espèce

Le calice présente 5 dents écartées plus au moins étalées, ni comprimé ni rétréci. Ces dents sont toutes longuement subulées, bien plus longues que le tube, à lèvre supérieure divisée dans son tiers supérieur. Les tiges sont dressées robustes et les feuilles sont oblongues-lancéolées entières et glabres, rarement hispides (*T. heterophyllus*). Les inflorescences sont plus au moins interrompues vers le bas et les fleurs sont blanches ou pâles à peine plus longues que le calice (figure 4) [31].



**Figure 4 :** Photo de *Thymus fontanesii*.

##### ▪ Aire de distribution et habitat

Cette espèce est commune dans le Tell et endémique de l'Algérie et de la Tunisie. Elle se trouve au niveau des pelouses et des garrigues [31].

##### ▪ Propriétés et usage

La plante entière est très utilisée en médecine traditionnelle comme antispasmodique, carminatif, antitussif, antiseptique. Ses huiles essentielles sont utilisées en particulier comme antiseptique [35, 64].



### b) *Thymus numidicus* Poiret.

- **Description de l'espèce**

Plante buissonnante à tiges érigées. Les feuilles sont en général lancéolées (figure 5), 2-5 fois plus longues que larges avec des feuilles florales nettement plus larges. Les fleurs sont roses sessiles ou presque [31].

- **Aire de distribution et habitat**

Espèce endémique de l'Ouest de l'Algérie et de la Tunisie. Elle pousse au niveau des pelouses [31].

- **Propriétés et usage**

Elle est utilisée en médecine traditionnelle algérienne pour ses propriétés expectorantes, antitussives, antiseptiques, antispasmodiques et vermifuges [33].



**Figure 5 :** Photo de *Thymus numidicus*.

### 5.4.2. Genre *Origanum* , espèce : *Origanum glandulosum* Desf.

En Algérie, il existe 3 espèces qui sont : *Origanum majorana* L., *Origanum glandulosum* Desf. et *Origanum floribundum* Munby [31].

- **Description de l'espèce**

L'espèce *Origanum glandulosum* est une plante à tiges toutes dressées. L'inflorescence est en épis denses, à fleurs restant contiguës après la floraison. La corolle a une lèvre inférieure bien plus longue que la lèvre supérieure (figure 6).



**Figure 6 :** Photo d'*Origanum glandulosum*.

- **Aire de distribution et habitat**

Plante spontanée endémique, développant en Afrique du Nord (Algérie et Tunisie). Elle est commune dans tout le Tell. Elle pousse dans les broussailles et garrigues [31, 37].

- **Propriétés et usage**

Cette plantes présente des propriétés sédative, apéritive, antispasmodique, stomachique, carminative, expectorante, analgésique, antiseptique et parasiticide (contre la pédiculose), les

rhumatismes et la cellulite. L'origan est recommandé également en cas de manque d'appétit, d'aérophagie, de bronchite chronique, de toux d'irritation et d'asthme [38].

Les espèces d'*Origanum* sont largement connues comme herbe culinaire, pour assaisonner les produits alimentaires [37].

#### 5.4.3. Composition chimique des huiles essentielles et activité antimicrobienne

Les huiles essentielles de *T. fontanesi*, *T. numidicus* et *O. glandulosum* ont été caractérisées par les mêmes composés majeurs incluant le carvacrol (62.7%, 46.8% et 33.8%, respectivement), *p*-cymène (14.1%, 21.2% et 15.8%, respectivement) et  $\gamma$ -terpinène (6.9%, 5.9% et 9.4%, respectivement). En plus, *O. glandulosum* est riche en thymol (25.7%). Ce qui montre une composition chimique riche en phénols et en carbures monocycliques [29].

L'activité antimicrobienne élevée des huiles essentielles riche en phénols comme le carvacrol et le thymol est souvent rapportée par plusieurs auteurs [36, 39]

## 1. Peroxydation lipidique et principaux facteurs de variation

La peroxydation lipidique est un phénomène général qui se produit dès la présence de l'oxygène. Tous les lipides contenant des acides gras insaturés sont concernés [40].

La peroxydation des lipides dans les aliments est principalement favorisée par :

- ✓ la chaleur,
- ✓ la lumière,
- ✓ la durée de stockage [41].

### 1.1. Types d'oxydation

#### 1.1.1. Auto-oxydation des acides gras polyinsaturés (AGPI)

L'auto-oxydation de la matière grasse abandonnée au contact de l'oxygène constitue un ensemble complexe de réactions non encore complètement élucidées. Elles conduisent à la rupture des chaînes carbonées avec le développement de produits pour la plupart volatils, à structure carbonylée. Les propriétés organoleptiques de la matière grasse sont altérées [40].

L'oxydation concerne les matières grasses insaturées et comporte trois étapes qui sont l'initiation, la propagation et la terminaison. Au cours de l'initiation, il y a formation de radicaux libres puis de radicaux hydro-péroxydes en position à d'un double liaison. La chaleur, la présence de trace de sel de métaux de transition et la lumière ultraviolette sont des agents d'initiation. Cette première étape, appelée également période d'induction, correspond à une période d'adsorption lente de l'oxygène atmosphérique. La deuxième étape est la propagation. Au cours de laquelle on assiste à une formation plus accélérée d'hydro-péroxydation, ce qui se traduit par une forte consommation d'oxygène. La dernière étape consiste en la combinaison des radicaux formés au cours des deux premières étapes en composés non radicalaires [40]. Le mécanisme réactionnel de l'oxydation des lipides comprend trois phases :

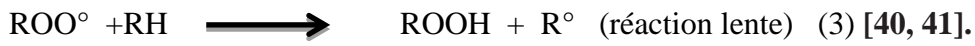
#### a) Initiation

C'est l'abstraction d'un atome d'hydrogène (H.) de l'acide gras situé sur un carbone placé entre deux doubles liaisons (liaison hydrogène, carbone plus faible), ce qui conduit à la formation d'un radical alkyle (réaction 1)[40, 41].



### b) Propagation

Le radical alkyle, très réactif, fixe une molécule d'oxygène, pour former un radical hydro peroxy instable, centre sur l'oxygène (2). Celui-ci arrache à son tour un hydrogène labile d'un deuxième acide gras, formant un hydro peroxyde non radicalaire plus stable (3), mais générant une nouvelle espèce radicalaire sur le deuxième acide gras.



### c) Terminaison

Pendant cette phase, les espèces radicalaires réagissent entre elles pour donner des espèces non radicalaires, mettant ainsi fin aux cycles réactionnels (figure 3) [65].

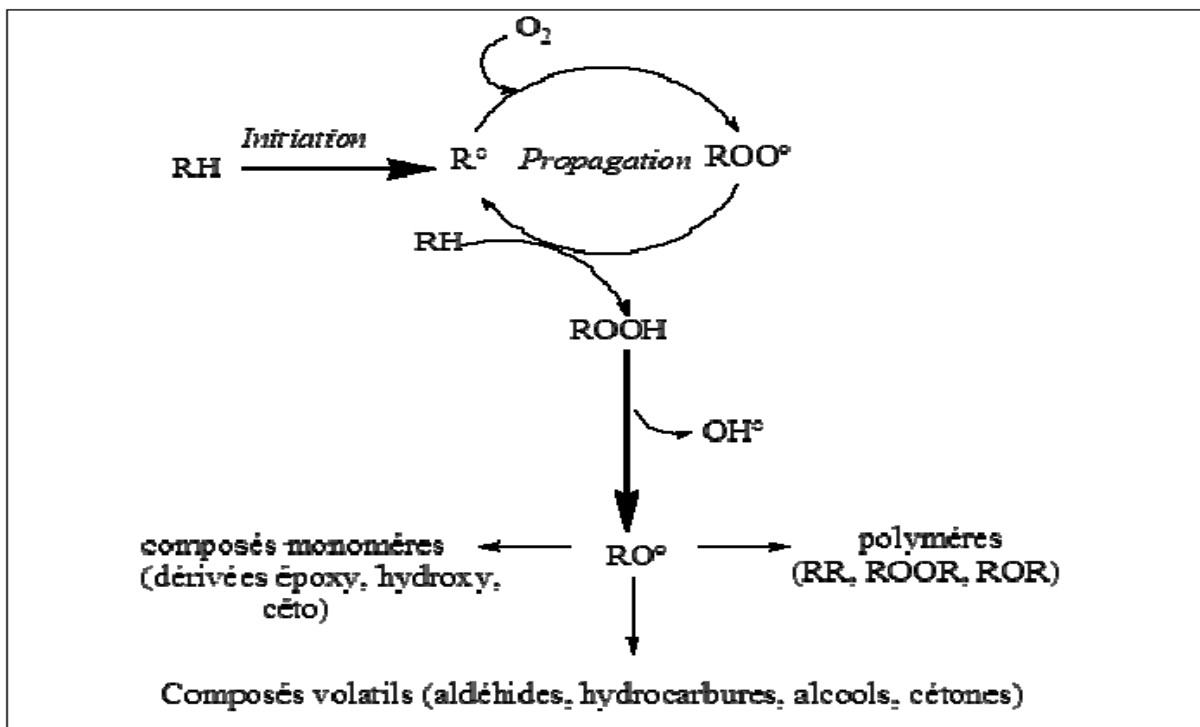
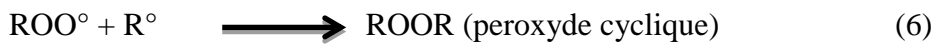


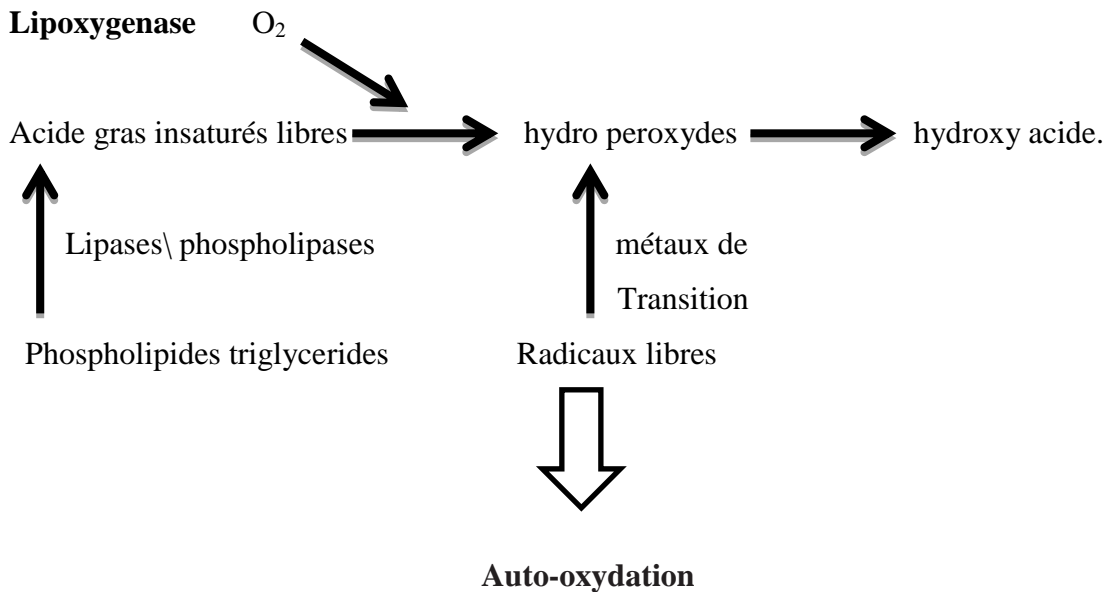
Figure 7 : Schéma simplifié de l'auto-oxydation [42].

#### 1.1.2. Oxydation des lipides par l'oxygène singulet (photo oxydation)

L'activation de l' $O_2$  moléculaire en oxygène singulet s'effectue soit par perte d'un électron de l'anion super oxyde obtenue après interaction de l'oxygène triplet avec un agent métallique, soit par photo-oxydation de l'oxygène triplet en présence d'un photon sensibilisateur (chlorophylles, phéophytines, riboflavine) [40].

### 1.1.3. L'oxydation enzymatique

Le phénomène d'oxydation de l'AGI peut être d'origine enzymatique et l'enzyme généralement impliquée est la lipoxygénase [40].



**Figure 8** : Mécanisme d'initiation de la peroxydation des lipides par l'activité lipoxygénasique [43].

## 1.2. Conséquences des peroxydations lipidiques

- conséquences nutritionnelles qui résultent de l'oxydation de nutriments (disparition des vitamines A, E, C, oxydation d'acides aminés). Enfin des composés toxiques (peroxydes, époxydes, aldéhydes mutagènes) qui s'accumulent dans les aliments.
- modifications organoleptiques (rancidité, acidité, modification de la couleur avec apparition de brunissements) [40].

## 1.3. Protection des MG alimentaires contre l'oxydation :

Les industriels ont développé de nombreux moyens pour éviter cette peroxydation :

- l'inactivation des métaux pro-oxydants par de l'acide citrique, de l'acide ascorbique, de l'EDTA (Ethylene Diamine Tetracetic Acid) ...
- la mise en œuvre de procédés industriels limitant l'exposition des MG alimentaires à la lumière, à l'air (procédé sous vide ou azote), à la chaleur et à la contamination par les métaux et la bonne maîtrise des procédés de traitements par la chaleur.
- l'hydrogénation des AG.

- la conservation à l'abri de l'air et de la lumière via l'emballage sous vide des MG pour limiter l'exposition à l'air et à l'humidité, l'emballage plastifié et hermétique, l'emballage opaque à la lumière et l'emballage non-métallique.
- la conservation par le froid.
- l'emploi d'additifs antioxydants [41].

## 2. Caractères fondamentaux de la margarine

### 2.1. Caractères physique

Ils sont liés à l'état de corps plastique de la margarine et à son état d'émulsion très fine eau/huile. Une margarine est dite plastique, veut dire qu'elle n'est pas tout à fait solide, ni tout à fait liquide, puisque elle contient une phase solide (partie concrète) baignant dans une phase liquide (partie fluide). La présence d'eau dans le corps gras sous forme de fines gouttelettes des quelques micron de diamètre, forme une émulsion très stable en raison des liaisons entre les deux phases renforcées par les émulsifiants [26].

### 2.2. Caractères Olfacto-gustatif

Parmi l'ensemble des caractères sensoriels de la margarine : le goût et saveur. Ces caractères sont liés à la flaveur propre des constituants, ainsi qu'à l'état physique de l'émulsion [26].

### 2.3. Caractères chimique

Variables selon les types des margarines.

- ✓ La composition en acides gras de la phase grasse (la teneur en acide gras essentiels) ;
- ✓ la nature et la teneur en divers éléments non glycéridique de la phase grasse ;
- ✓ les indices du degré de fraîcheur, acidité, indice de peroxyde [26].

### 2.4. Caractères bactériologiques

Comme tout produit alimentaire, la margarine risquent d'être contaminées par des levures, moisissures, et quelques fois par des germes pathogènes ou entérotoxiques [26].

### 2.5. Caractères nutritionnels

Energie métabolisable (750 Cal/Kg), riche en acide gras essentiels, vitamines liposolubles (A, D, E) et  $\beta$  carotène [26].

## 3. Contrôle de qualité de la margarine

Les analyses de contrôle de qualité s'effectuent tout ou long du processus de fabrication de la margarine : matière première, produit en cours de la fabrication et les produits finis [44].

### 3.1. Contrôle de la matière première (huile et graisse)

Les paramètres étudiés sont organoleptiques et physicochimiques tels que : l'aspect général, l'odeur et goût, la couleur, l'indice de réfraction, la teneur en humidité (la quantité d'eau libre existe dans l'huile), l'indice d'iode qui permet de vérifier la composition des produits et l'indice de peroxyde qui indique le degré d'oxydation des huiles [44].

### 3.2. Contrôle au cours de production

C'est le contrôle des deux phases qui consistent l'émulsion, il concerne l'étude de paramètres suivants : la teneur en solide, la couleur du mélange, l'indice de peroxyde ainsi que l'analyse microbiologie pour vérifier la conformité des paramètres de production (température des phases, pression, vitesse..). Un contrôle de qualité organoleptique est également réalisé [45].

### 3.3. Contrôles des produits finis

#### 3.3.1. Contrôle physicochimique

Parmi les méthodes d'analyses effectuées.

- **dosage de la teneur en eau** : la mesure en continu du pourcentage d'eau dans la margarine est essentielle, on la détermine suivant la méthode classique par perte de poids du produit, après chauffage à une température donnée durant un temps défini [45].
- **dosage du sel** : la teneur en sel varie suivant l'utilisation de la margarine. Le dosage se fait par argentimétrie sur la phase aqueuse séparée par chauffage et centrifugation (décantation) du produit fini [45].
- **indice de peroxyde** : c'est le nombre de milliéquivalent gramme d'oxygène actif fixé par 1Kg de corps gras a été déterminé selon la méthode proposée par [1].

#### 3.3.2. Contrôle microbiologique

Les produits alimentaires peuvent renfermer des microorganismes, certains sont indispensables car ils participent à l'élaboration ou à la transformation de l'aliment, assurant le développement de la qualité organoleptique particulière, ils sont souvent issus de la flore normale de la matière alimentaire brute. D'autres germes sont néfastes pour la qualité de l'aliment lors de la fabrication ou de la conservation, d'autre enfin sont dangereux du point de vue sanitaire et peuvent causer des troubles grave chez le consommateur : il s'agit des germes pathogènes [46].

#### a) Coliformes

Les coliformes ne sont généralement pas dangereux de point de vue sanitaire sauf en cas de prolifération dextrement abondante, les souches d'*E. coli* enterotoxique « ECET » sont responsables des diarrhées et la souche de *E. coli* entero-invasifs sont infectieuses provoquant des diarrhées aigues avec fièvre [47].

- **Coliformes totaux** : on trouve toutes les bactéries aéro-anaérobies facultatifs, Gram-, asporulées en formes de bâtonnet, capables de croître en présence de sels biliaires et capable de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz à 30°C. Les Coliformes totaux incluent les genres suivants : *Citrobacter*, *Klebsiella*, *Enterobacter* [54].
- **Coliformes fécaux (coliformes thermotolérants)** : coliformes fermentant le lactose avec production du gaz à 44°C [16]. *Escherichia coli* est le seul membre de groupe à être exclusivement d'origine fécale traduisant donc une contamination fécale récente, elle a la particularité de produire l'indole sur l'eau peptonée à 44°C [16].

#### b) Germes aérobies à 30°C

C'est l'ensemble de bactéries apte à se multiplier en aérobie et dont la température moyenne de croissance est située entre 25 et 45°C. Cet ensemble englobe les bactéries pathogènes et divers microorganismes d'altération [46].

#### c) Levures et moisissures

- **Les levures**

Ce sont des champignons microscopiques qui à un stade de leur cycle biologique se présentent sous une forme unicellulaire et se multiplient par bourgeonnement ou par scissiparité. Les levures provoquent des changements indésirables dans les produits qui se manifestent par une augmentation du pH, arômes particuliers, etc. Parmi elles, il en est qui peuvent utiliser les acides lactique, citrique, acétique et sorbique comme agents conservateurs [46].

- **Les moisissures**

Ce sont des micromycètes, saprophytes dotés d'un grand pouvoir de dégradation, se développant aux dépens de substrat inerte ou en voie de décomposition. L'altération des denrées alimentaires par les moisissures résulte des modifications liées à leur développement. Ces modifications se traduisent par des altérations de leur valeur nutritionnelle ou de leurs qualités organoleptiques [48, 49].

#### d) *Staphylococcus aureus*



Les staphylocoques sont des cocci à Gram positif, non sporulés, immobiles, aéro-anaérobies facultatifs. Ils produisent une enterotoxine responsable d'intoxication alimentaires (sans fièvre), qui permet de renseigner si l'aliment présente des risques pour le consommateur [47, 50].

#### e) Salmonelles

Les salmonelles sont des bacilles à Gram négatif, aéro-anaérobie facultatifs, appartenant aux familles des *Entérobactériaceae*. La température optimale de croissance est de 35/37 °C, elles supportent une gamme de pH allant de 4,5 à 9 avec un optimum de 6,5 à 7, 5.

Elles sont des bactéries pathogènes, leur recherche et identification permettent de montrer le danger possible d'un produit. Elles sont la cause principale des troubles digestifs de type gastro-entérite (diarrhée, douleurs abdominales, céphalée, vomissement, etc) avec frissons et fièvres. La contamination se fait soit par des porteurs sains ou malades mais les germes sont très sensibles à la chaleur [48, 50, 51].

#### 4. Normes de la margarine

Afin de se comprendre et de comparer valablement leurs résultats, les techniciens ont amenés à étudier et à établir des méthodes d'essai dans des conditions et avec des matériaux définis et spécifiés et finalement à normaliser ces méthodes auxquelles il est possible de faire référence à l'occasion d'échange techniques ou d'opération commerciales (tableau 2, tableau 3) [60].

**Tableau 2** : Les normes physico-chimiques de la margarine [54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61].

Analyse	Normes d'entreprise (COGB-La Belle de Béjaia)	Normes Algériennes	Normes Internationales
<b>Poids</b>	5000 ± 10g 500 ± 2g 250 ± 2g		
<b>Matière grasse</b>	max : 84%	max : 84%	min : 80%
<b>Teneur en eau</b>	16% à 18%	16% à 18%	max : 20 %
<b>Taux de sel</b>	0,5% à 0,75%	max 0,5%	
<b>Indice de peroxyde</b>	max : 5 méqO <sub>2</sub> /kg	max : 5 méqO <sub>2</sub> /kg	max : 1 méqO <sub>2</sub> /kg
<b>Acidité</b>	max : 0.2 %	max : 0.2 %	max : 0.3 %

**Tableau 3** : Normes microbiologiques de la margarine [57, 58, 59, 60, 62].

Germe testé	Normes d'entreprise (COGB-La Belle de Béjaia)	Normes Algériennes	Normes internationales
<b>Coliformes fécaux</b>	Absence	Absence	Absence
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10/g	<10/g	
<b>Germes aérobies</b>	< 100/g	< 100/g	
<b>Levures</b>	< 10/g	< 10/g	< 10/g
<b>Salmonelles</b>	Absence	Absence	Absence

# *Matériel et méthodes*

## 1. Matériel

- 12 Boîtes de la margarine de table La Belle (Date de production : **12-03-2017** Lot : **070**).
- Trois huiles essentielles (*Origanum glandulsum*, *Thymus numidicus* et *Thymus fontanesii*) ont été obtenues par hydrodistillation par Mme BEKKA-HADJI F. Ces dernières présentes une composition chimique riche en phénols (carvacrol) [29].

- **Préparation de l'échantillon et addition des huiles essentielles**



Un échantillon constitué de 12 prélèvements (boîtes de la margarine La Belle de 250g).

Essayage de la surface des boîtes avec de l'Ethanol et ouverture dans une zone stérile pour éviter la contamination de la margarine.

Répartition de tous les prélèvements de la margarine dans chaque béccher (4 bécchers stériles).



Après la préparation, couverture des 4 bécchers avec des compresses en double couches et avec du papier aluminium. Les 4 échantillons ont été mis par la suite dans un bain marie réglé à 40°C.



Après la fonte de la margarine, nous avons préparés 4 échantillons en mélangeant les margarines des 4 béchers et ce dans le but d'avoir des échantillons homogènes. Nous avons rajouté 1081 $\mu$ l des HEs (*Origanum glandulsum*, *Thymus numidicus* et *Thymus fontanesii*) (cette concentration correspond à la valeur de CMI déterminée dans un travail ultérieur et qui est 2,4  $\mu$ l/ml, donc 2,4 $\mu$ l/ml X 450g = 1081 $\mu$ l) pour chaque échantillon de margarine (450g) et le 4<sup>ème</sup> bécher contient de la margarine sans huile essentielle sert comme témoin (750g). Les 4 échantillons sont conservés dans le réfrigérateur.

## 2. Méthodes

### 1. Les analyses physiques

#### 1.1. Détermination de la teneur en eau et en matières volatiles

« Norme : NE.1.2/47/1985 »

##### ✓ Principe

Chauffage d'une prise d'essai à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  jusqu'à l'élimination complète de l'eau et des matières volatiles et détermination de la perte de masse.

##### ✓ Matériels

- Balance analytique [AND]
- Bêcher en verre (100ml)
- Dessiccateur
- Plaque chauffante
- Spatules

##### ✓ Mode opératoire :

- peser environ 2 à 5g de l'échantillon pour essai dans une capsule préalablement séchée puis pesée à vide ;
- chauffer la capsule contenant la prise d'essai sur la plaque chauffante en agitant constamment pour éviter les éclaboussures jusqu'au moment où tout dégagement de bulles a cessé ;
- Laisser refroidir la capsule dans un dessiccateur jusqu'à température ambiante ;
- Peser la capsule contenant la prise d'essai.

##### ✓ Expression des résultats

La teneur en eau et en matières volatiles, exprimée en pourcentage en masse, est égale à :

$$H = \frac{(m_1 + m_2) - m_3}{m_2}$$

$m_1$  : est la masse, en grammes, de la capsule, ou du vase en verre.

$m_2$  : est la masse, en grammes, de la prise d'essai avant chauffage.

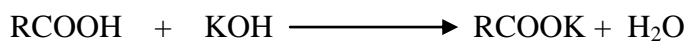
$m_3$  : est la masse, en grammes, du vase en verre et du résidu après chauffage.

## 2. Les analyses chimiques

### 2.1. Détermination de l'indice d'acide « Norme : NE.1.2/87/1988 »

#### ✓ Principe

Mise en solution d'une prise d'essai dans un mélange de solvants, puis titrage des acides gras libres présents à l'aide d'une solution de soude (NaOH 0,1 N) ou d'hydroxyde de potassium (KOH)



Acide gras

savon

#### ✓ Matériels et réactifs

- Balance analytique [AND]
- Bêcher en verre (250ml)
- Plaque chauffante
- Spatules
- Alcool neutralisé (rose clair)
- Phénophtaléines
- Solution d'hydroxyde de potassium (KOH) 0,1N

#### ✓ Mode opératoire

- Peser 10g de margarine dans un bécher.
- Ajouter 50ml d'éthanol préalablement neutralisé pour provoquer la dissolution de la margarine ;
- Ajouter quelques gouttes de l'indicateur coloré (phénol- phtaléine) ;
- Titrer à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium jusqu'à apparition d'une coloration rose pale persistante pendant 10 secondes.

#### ✓ Expression des résultats

1ml de solution normale d'hydroxyde de potassium correspond à 56,1 mg d'hydroxyde potassium.

$$\text{L'indice d'acide} = \frac{2V.N. \text{Eq}_{\text{oléique}}/1000}{M} \cdot 100$$

$$\text{Acidité (\%)} = \frac{\text{L'indice d'acide}}{2} = \frac{V.N. \text{Eq}_{\text{oléique}}/1000}{M} \cdot 100$$

**V** : Volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de potassium

**N** : Normalité exacte de la solution d'hydroxyde de potassium

**M** : Masse molaire en gramme de la prise d'essai

**Eqg** : Equivalent en gramme de l'acide oléique = 282g/mole

## 2.2. Détermination de taux de sel : « Norme : NE.1.2/87/1988 »

### ✓ Principe

Après avoir fait fondre la margarine par l'adjonction d'eau bouillante on titre les chlorures de mélange avec une solution titrée de nitrate d'argent, en de chromate de potassium comme indicateur, selon la méthode de Mohr.



### ✓ Matériels et réactifs

- Balance analytique [AND]
- Bêcher en verre (250ml)
- Plaque chauffante
- Spatules
- Eau distillée
- Solution de chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ )0,5% (jaune)
- Nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) 0,1% (noir gris)

### ✓ Mode opératoire :

- Peser 5g de l'échantillon de margarine dans un Erlene-meyer ;
- Ajouter 10ml d'eau distillée ;
- Chauffer sur une plaque chauffante jusqu'à dissolution complète de la margarine ;

- Laisser refroidir ;
- Ajouter quelques gouttes de chromate de potassium ( $K_2CrO_4$ ) ;
- Titrer avec la solution du nitrate d'argent ( $AgNO_3$ ) jusqu'à obtention d'une couleur rouge brique qui persiste pendant 30 secondes ;

• **Expression des résultats**

$$\text{Taux de sel} = \frac{(N \cdot (V1 - V0) \cdot E_{gNaCl}) / 1000}{M} \cdot 100$$

**V0** : volume en millilitre de la solution de nitrate d'argent utilisée pour l'essai à blanc.

**V1** : est le volume en millilitre de la solution de nitrate d'argent utilisée pour la prise d'essai.

**N** : normalité de la solution de nitrate d'argent.

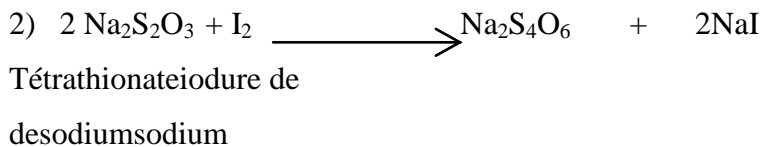
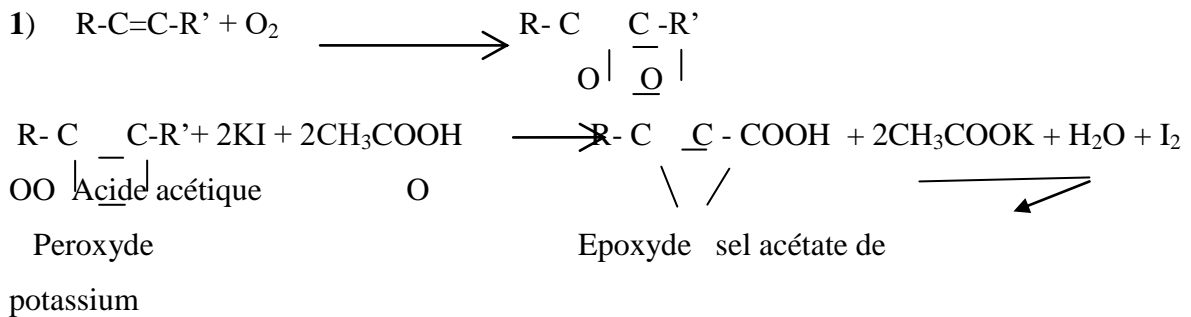
**M** : masse en gramme de la prise d'essai

**Eg** : équivalent gramme de chlorure de sodium = 58,5g/mole

**1.2.3. Détermination de l'indice de peroxyde : « Norme : NE.1.2/91/1988 »**

✓ **Principe**

Traitement d'une prise d'essai, en solution dans de l'acide acétique et du chloroforme, par une solution d'iodure de potassium, titrage de l'iode libéré par une solution titrée de thiosulfate de sodium.



✓ **Matériels et réactifs**

- Balance analytique [AND]
- Fiole en verre (250ml)
- Hotte [CAPTAIR CHEM]
- Plaque chauffante



- Spatules
- Eau distillée
- Empois d'amidon
- Entonnoir en plastique (25et100ml)
- Solvant (3V acide acétique + 2V chloroforme)
- KI (iodure de potassium)
- Thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 0,01%

✓ **Mode opératoire**

- Peser 2g de l'échantillon de margarine dans une fiole conique puis chauffer légèrement.
- Ajouter à la prise d'essai 25ml du mélange acide acétique et chloroforme (15ml d'acide acétique + 10ml de chloroforme).
- Agiter jusqu'à ce que la margarine soit dissociée.
- Ajouter 1ml d'iodure de potassium (KI).
- Boucher la fiole puis agiter pendant une minute.
- Mettre la fiole à l'abri de la lumière pendant 5min.
- Ajouter 75ml d'eau distillée et quelques gouttes d'empois d'amidon (indicateur coloré).
- Titrer avec une solution de thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) de 0,01N en n'ajoutant goutte à goutte rigoureusement jusqu'à disparition de la couleur bleue violacée.
- Parallèlement à la détermination, effectuer un essai à blanc (sans matière grasse) dans le but de tester l'efficacité des réactifs.

✓ **Expression des résultats**

Exprimé en milliéquivalent d'oxygène actif par 1000g d'échantillon est égale à :

$$\text{Indice de peroxyde} = \frac{(V_1 - V_0) \cdot N}{M} \cdot 1000$$

$V_0$  : est le volume, en millilitres, de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour l'essai à blanc.

$V_1$  : est le volume, en millilitres, de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour la détermination.

$N$  : est la normalité de la solution de thiosulfate utilisée.

$M$  : est la masse, en gramme, de la prise d'essai.

## 2.4. Teste d'amidon

✓ **Principe :** détection de la présence de l'amidon dans la margarine.

✓ **Mode opératoire :**

- Faire fondre un échantillon de margarine et laisser décanter.
- Ajouter quelques gouttes de lugol à la phase aqueuse récupérée.

✓ **Matériels et réactifs**

- Seringue.

Lugol (iode et iodure de potassium en solution 1%).

## 3. Les analyses microbiologiques

✓ **Matériels et milieux de cultures**

- Armoire de séchage [LEEC]
- Autoclave
- Bain marie réglable (45°C) [MEMMERT]
- Bain marie réglable (95°C) [MEMMERT]
- Balance analytique [OHAUS, GA200]
- Becs Bunsen
- Coton cardé
- Entonnoir (50ml)
- Erlen Mayer (250-500ml)
- Etuve réglable (30°C) [HERAEUS INSTRUMENT]
- Etuve réglable (37°C) [JOUAN]
- Four pasteur réglable (180°C) [TOWNSON + MERCER]
- compteur de colonies [BICASA]
- Papier aluminium
- Pince
- Pipettes graduées de 1 à 25ml
- Pipettes pasteurs
- Spatule utilisée pour le prélèvement
- Tubes à essai contenant 9ml d'eau physiologique
- Réfrigérateur

## 2.1. Préparation des solutions mères

### ✓ Principe

Utiliser la solution de Ringer diluée au  $\frac{1}{4}$ . Cette solution Ringer comporte un ensemble de sels qui facilitent la récupération de la phase aqueuse de la margarine.

### ✓ Pour les salmonelles

- Prélever aseptiquement 25g de margarine dans un Erlène-Meyer.
- Ajouter 225ml de la solution Ringer ensuite boucher l'érène avec du coton cardé et du papier aluminium.
- Porter l'érène au bain-marie à 45°C pendant 20 min.
- Incuber ce mélange 18 à 20 h à 37°C.

### ✓ Pour les autres germes

- Peser aseptiquement 40g de margarine dans un Erlène-Meyer.
- Ajouter 34ml de la solution Ringer ensuite boucher l'érène avec du coton cardé et du papier aluminium.
- Porter l'érène au bain-marie à 45°C pendant 20 min.

## 2.2. Recherche des coliformes

### ✓ Principe

Les techniques de colimétrie ont pour objectifs le dénombrement et éventuellement, l'identification des coliformes d'une manière générale, des coliformes thermo tolérants (ou coliformes fécaux) ou d'*E.Coli* en particulier. Le milieu le plus utilisé est le VBL (bouillon Lactosé au Vert Brillant) ou BCPL, le vert brillant inhibe les bactéries Gram + et le lactose est fermenté par les coliformes avec production de gaz dans la cloche de Durham. Le test d'identification d'*E.Coli* est effectué sur l'eau peptonée exemple d'indole. La production d'indole à partir du tryptophane est révélée par le réactif de KOVACS.

### ✓ Ensemencement

- Ensemencer 3 tubes à partir de chaque dilution (chaque tube contenant 10ml de milieu BCPL) à savoir :
- 3 tubes du milieu (BCPL) avec 1ml de la dilution  $10^{-1}$ .
- 3 tubes du milieu (BCPL) avec 1ml de la dilution  $10^{-2}$ .
- 3 tubes du milieu (BCPL) avec 1ml de la dilution  $10^{-3}$ .
- Agiter pour que l'inoculum soit réparti y compris sous la cloche.
- Incuber les 9 tubes à 37°C pendant 48h.

### 2.3. Dénombrement des germes aérobies à 30°C

#### ✓ Principe

Le milieu utilisé est le milieu PCA (Plat Count Agar) ou le milieu TGEA (Gélose glucosée tryptonée à l'extrait de levure).

La gélose glucosée à l'extrait de levure est utilisée pour le dénombrement des bactéries aérobies dans le produit alimentaire [60].

#### ✓ Ensemencements

- ▀ Déposer en double dans des boites de pétri 1ml de la phase aqueuse dilution primaire et éventuellement 1ml de la dilution  $10^{-1}$  et  $10^{-2}$ .
- ▀ couler 10 à 15 ml de milieu (2boites pour chaque dilution), puis mélanger soigneusement l'inoculum avec le milieu.
- ▀ Utiliser deux boite comme témoin l'une pour la gélose PCA et une autre pour le diluant Ringer.
- ▀ Laisser refroidir et après solidification, incuber les 8 boites à 30°C pendant 72h.

#### ✓ Expression des résultats

Calculer le nombre de microorganismes aérobies par ml de dilution primaire.

$$\text{Nombre de germe par ml} = \frac{\Sigma C}{(n_1 + 0,1 n_2) d}$$

Où :

$\Sigma C$  : est la somme des colonies sur toutes les boites comptées.

$n_1$  : est le nombre de boites comptées à la première dilution.

$n_2$  : est le nombre de boites comptées à la seconde dilution.

$d$  : est la dilution à partir de laquelle les premier dénombrement sont obtenus [56].

### 2.4. Dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies à 25°C

#### ✓ Principe

L'isolement des levures et moisissures demande des milieux spécifiques sélectifs contenant des substances antibactériennes. Le milieu le plus utilisés est OGA (Oxytétracycline Glucose

Agar) à l'extrait de levure et du glucose auquel on rajoute 22,5ml d'oxytétracycline qui est un inhibiteur des bactéries.

#### ✓ **Ensemencements**

- ▀ Déposer en double dans des boites de pétri 1ml de la phase aqueuse dilution primaire et éventuellement 1ml de la dilution  $10^{-1}$  et  $10^{-2}$ .
- ▀ couler 10 à 15 ml de milieu OGA, puis mélanger soigneusement l'inoculum avec le milieu.
- ▀ Préparer également une boite témoin avec 15ml de milieu pour contrôler sa stérilité.
- ▀ Laisser refroidir et après solidification, incuber les 7 boites à  $25^{\circ}\text{C}$  pendant 3 à 5 jours.

### 2.5. Recherche des *Staphylococcus aureus*

#### ✓ **Principe**

Le milieu utilisé est Giolitti Cantoni(GC) qui contient du tellurite de potassium qui est un agent selectif et indicateur de réduction (réduction du tellurite en tellure ; noircissement du milieu).

#### ✓ **Ensemencement**

- Ensemencer 3tubes à partir de chaque dilution (chaque tube contenant 10ml de milieu GC) à savoir ;
- 3 tubes du milieu (GC) avec 1ml de la dilution  $10^{-1}$ .
- 3 tubes du milieu (GC) avec 1ml de la dilution  $10^{-2}$ .
- 3 tubes du milieu (GC) avec 1ml de la dilution  $10^{-3}$ .
- Agiter pour que l'inoculum soit répartie.
- Ajouter quelques gouttes de l'huile de vaseline.
- Incuber les 9 tubes à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 48h.

### 2.6. Recherche des Salmonelles

#### ✓ **Principe**

Le nombre de *Salmonelles* étant en générale faible dans le produit, il est nécessaire De procéder à un pré-enrichissement dans un milieu sélectif.

- **Pré-enrichissement sur Ringer** permet aux bactéries stressées de récupérer leur stabilité.

- **Enrichissement sur SFB** (sélinit de sodium) : le sélénite présent dans le milieu inhibe la croissance des bactéries coliformes et des entérocoques dans les 12 heures suivant le début d'incubation.
- **Isolement sur Hektoen** la gélose Hektoen est un milieu de choix pour l'isolement des entérobactéries pathogènes : la présence d'extrait de levures et de sucres, la qualité des peptones favorisent la croissance des salmonelles ; des sels biliaires assurent le pouvoir sélectif en limitant le développement des coliformes et des *Proteus* [60].

Ce milieu contient trois types de glucides : la salicine (qui est un hétéroside), le saccharose et le lactose. L'orientation de l'identification des colonies isolées est fondée sur l'attaque de ces trois glucides, les Salmonelles et les Shigelles n'attaquant aucun de ces glucides [60].

Deux indicateurs permettent de visualiser la réaction : bleu de bromothymol qui vire au jaune à l'acidité et la fushine qui se colore en présence d'aldéhyde (d'où une teinte saumonée). Un autre caractère biochimique que l'on peut suivre sur ce milieu est la production d' $H_2S$  à partir du thiosulfate. Elle se traduit par l'obtention de colonies à centre noir, coloration due à la formation de sulfure de fer. Ce caractère est important car il permet de différencier les *Salmonella* ( $H_2S$  +) des *Shigella* ( $H_2S$  -) [60].

#### ✓ **Ensemencements**

Après l'incubation de la solution mère de 18 à 20 h à 37°C :

- Ensemencer avec 1ml de la culture de pré-enrichissement 3 tubes SFB de 10ml chacun ;
- Ajouter à Chaque tube un disque d'additif SFB puis incuber les tubes à 37°C pendant 24h ;
- Isoler en stries sur 3 boites de pétris contenant du milieu sélectifs (Hektoen) à partir de chaque tube de bouillon d'enrichissement positif (rouge brique) ;
- Incuber les tubes à 37°C pendant 24h.

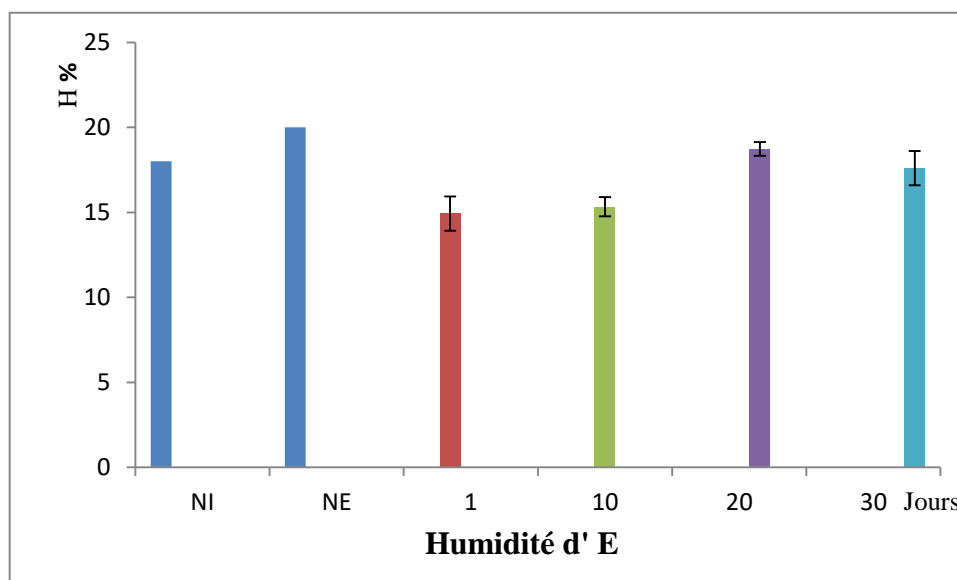
*Résultats et  
Discussion*

## 1. Résultats et Interprétation des analyses physicochimiques de la margarine

### 1.1. Quelques analyses physico-chimiques pour l'échantillon sans huiles essentielles

#### 1.1.1. Humidité

À forte teneur elle favorise l'hydrolyse enzymatique et l'oxydation de la margarine. Les résultats obtenus varient de 14,93 à 18,73% ce qui est conformes aux normes de l'entreprise et parfois non conforme aux normes internationales (Figure 9).

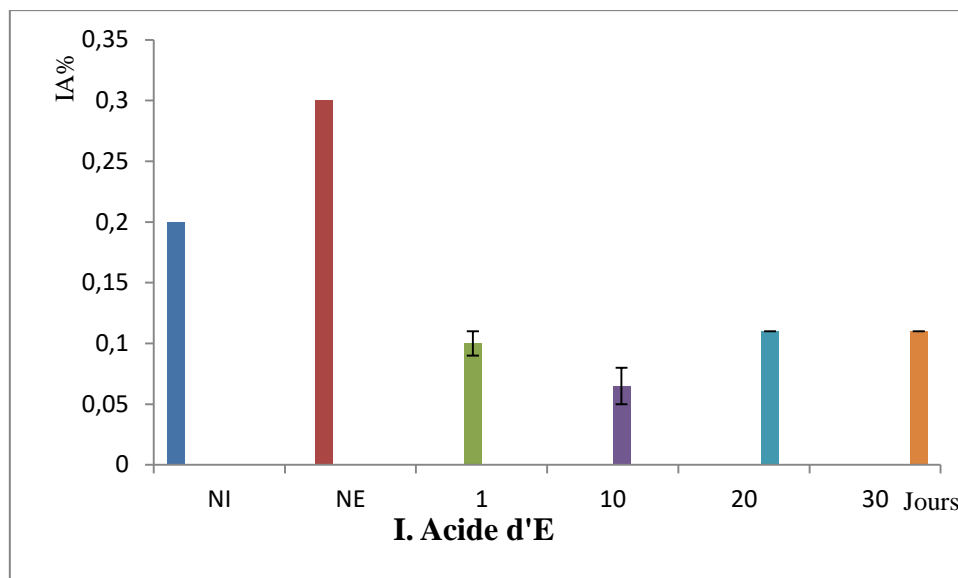


**Figure 9 :** taux d'humidité pour l'échantillon sans huile essentielle

#### 1.1.2. Indice d'acide

L'acidité nous renseigne sur le degré d'hydrolyse, des triglycérides constituant la margarine, pendant la période de stockage. Les résultats obtenus ne dépassent pas 0,11 % ce qui est conformes aux normes (Figure 10).

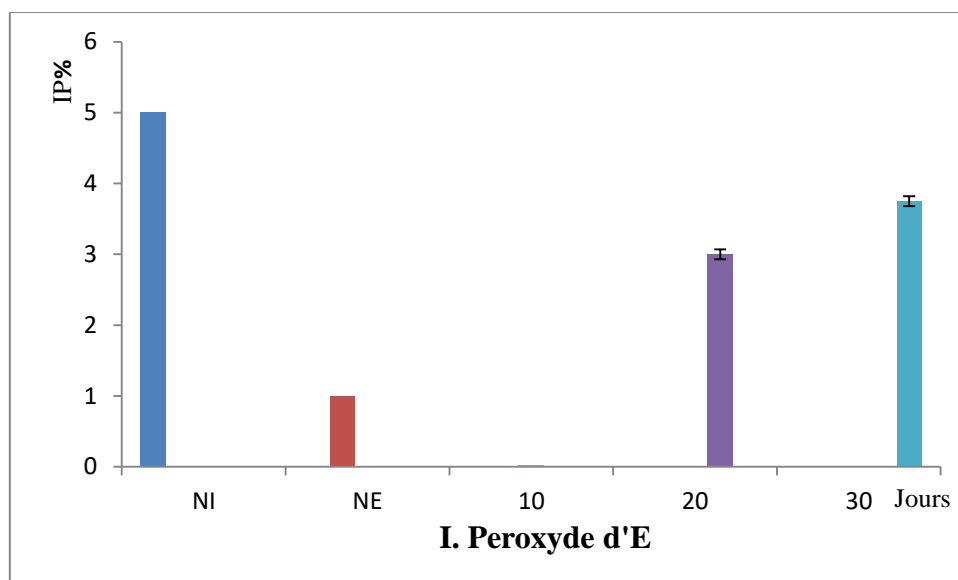




**Figure 10:** indice d'acide pour l'échantillon sans huile essentielle

### 1.1.3. Indice de peroxyde

Cet indice nous renseigne sur l'oxydation de la margarine ; l'oxydation des acides gras fournis en premier lieu les peroxydes, qui donnent à leurs tours des produits volatiles qui confèrent à la margarine une odeur et un goût de rance. Les résultats obtenus conformes aux normes internationales et non conforme aux normes d'entreprise (figure 11).



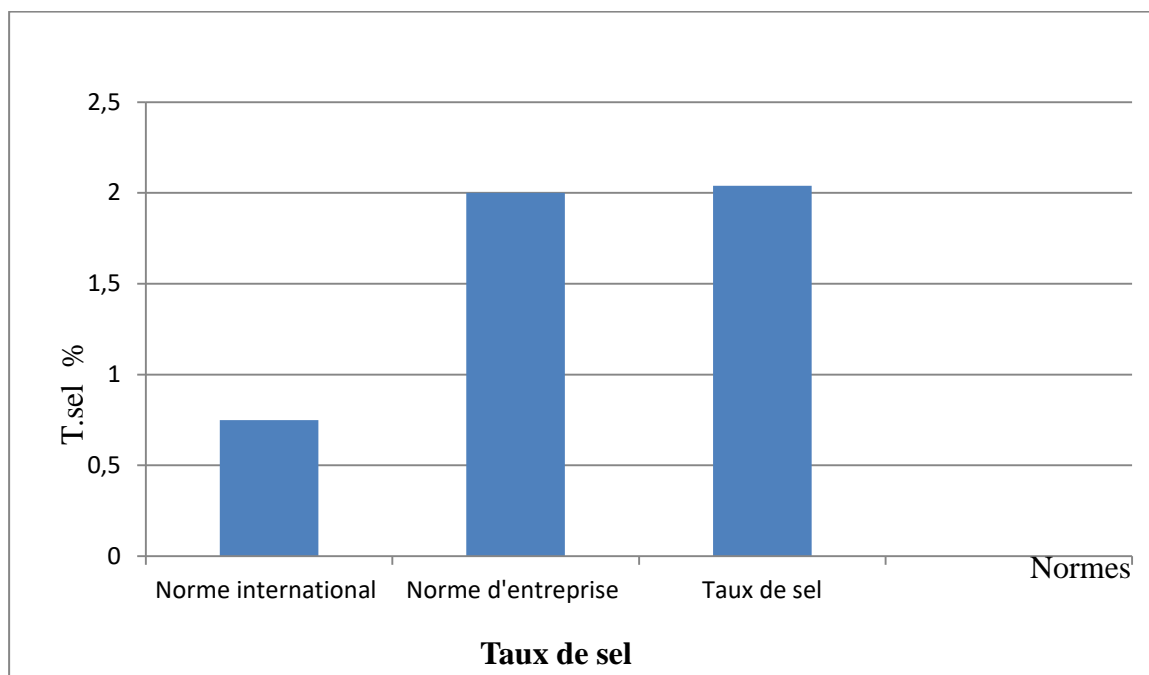
**Figure 11 :** indice de peroxyde pour l'échantillon sans huile essentielle

### 1.1.4. Test d'amidon

Ce test toujours positif, signifie la présence de l'amidon.

### 1.1.5. Taux de sel

Le taux de sel est légèrement supérieur aux normes d'entreprise.

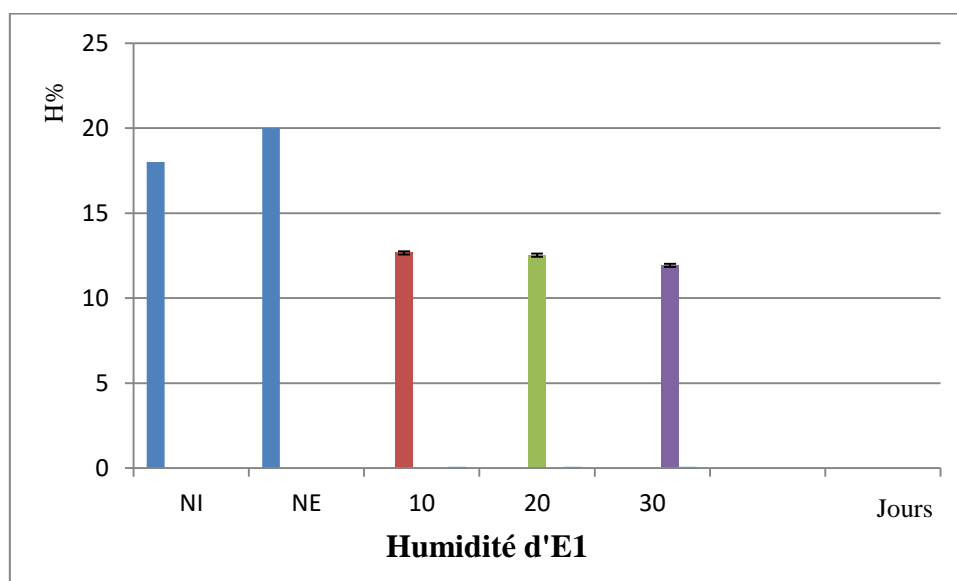


**Figure 12 :** taux de sel pour l'échantillon sans huile essentielle

## 1.2. Quelques analyses physico-chimiques pour l'échantillon avec l'huile essentielle d'*Origanum glandulosum*

### 1.2.1. Humidité

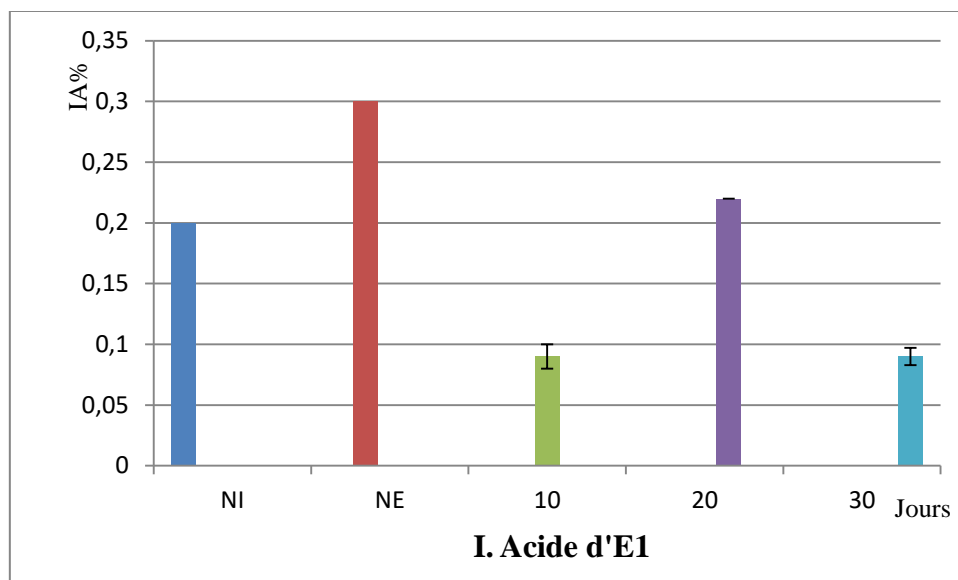
Les résultats obtenus varient de 11,93 à 12,66 % ce qui est conformes aux normes de l'entreprise et non conformes aux normes internationales.



**Figure 13 :** taux d'humidité pour l'échantillon avec l'huile essentielle d'*Origanum glandulosum*

### 1.2.2. Indice d'acide

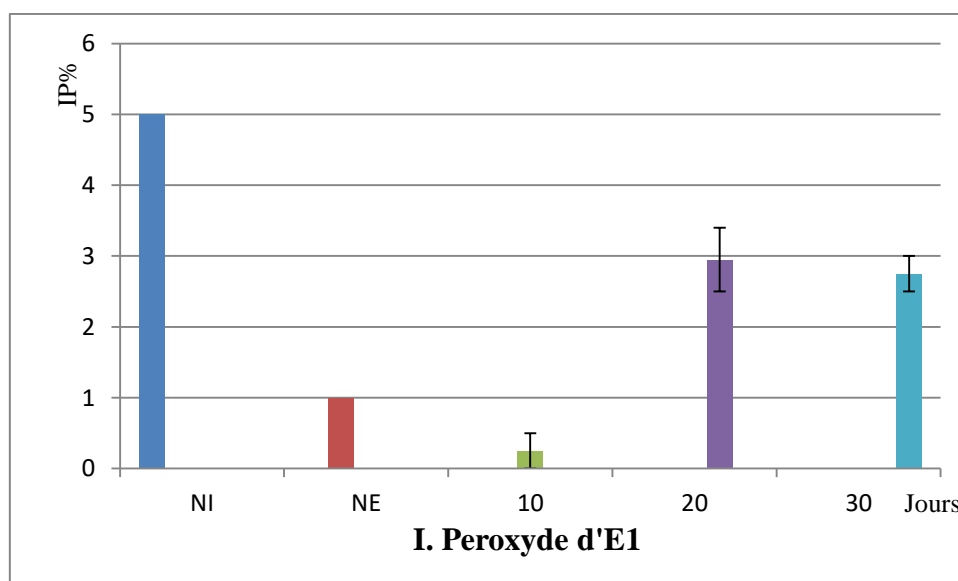
Les résultats obtenus conformes aux normes internationales et dépassent 0,2 % avec une valeur de 0,22 à le 20<sup>ème</sup> J ce qui est non conformes aux normes d'entreprise.



**Figure 14** : indice d'acide pour l'échantillon avec l'huile essentielle d'*Origanum glandulosum*

### 1.2.3. Indice de peroxyde

Les résultats obtenus sont conformes aux normes internationales et non conformes aux normes de l'entreprise dans les 20<sup>ème</sup> et 30<sup>ème</sup> J avec des valeurs de 2,95 et 2,75 respectivement et qui dépassent la norme 0,1 méqO<sub>2</sub>/kg.



**Figure 15** : indice de peroxyde pour l'échantillon avec l'huile essentielle d'*Origanum glandulosum*

### 1.3. Quelques analyses physico-chimiques pour l'échantillon avec l'huile essentielle de *Thymus fontanesii*

#### 1.3.1. Taux d'humidité

Les résultats obtenus varient de 10,46 à 12,73% ce qui est conformes aux normes de l'entreprise et non conformes aux normes internationales.

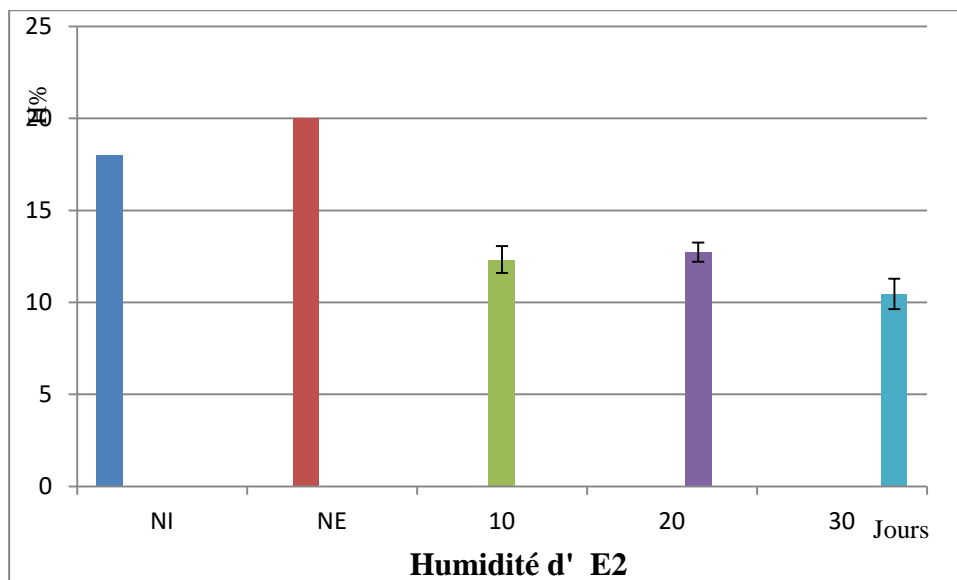


Figure 16 : taux d'humidité pour l'échantillon avec l'huile essentielle de *Thymus fontanesii*

#### 1.3.2. Indice d'acide

Les résultats obtenus ne dépassent pas 0,14 % ce qui est conformes aux normes

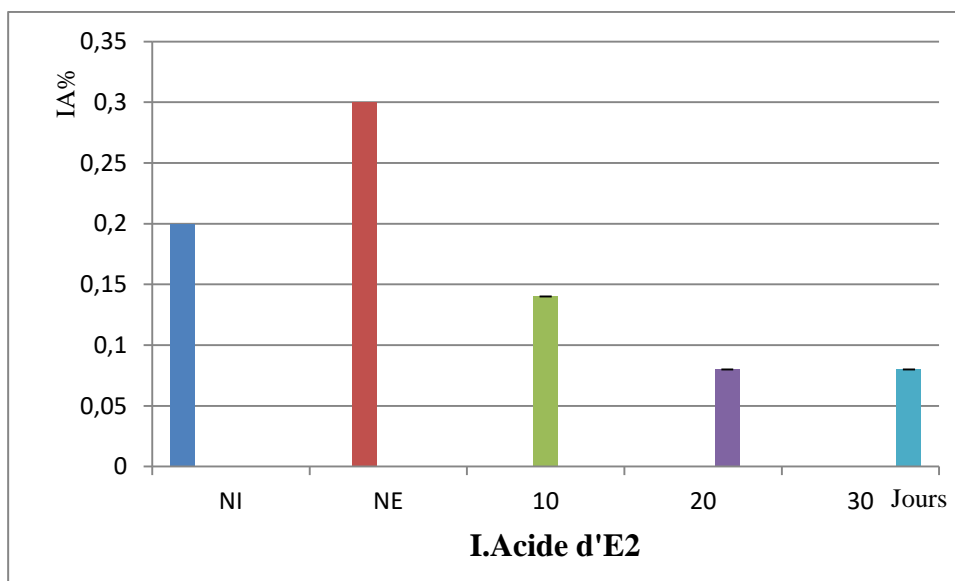
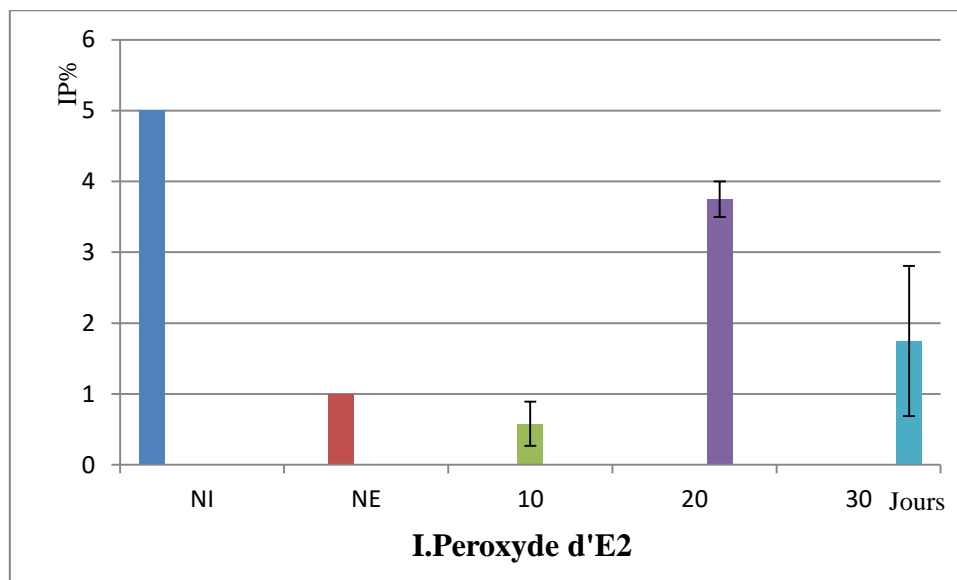


Figure 17 : indice d'acide pour l'échantillon avec l'huile essentielle de *Thymus fontanesii*

### 1.3.3. Indice de peroxyde

Les résultats obtenus sont conformes aux normes internationales et non conformes aux normes d'entrepris avec des résultats de 3,75 et 1,75 le 20<sup>ème</sup> J et 30<sup>ème</sup> J respectivement ce dépassent la norme 1 méqO<sub>2</sub>/kg.

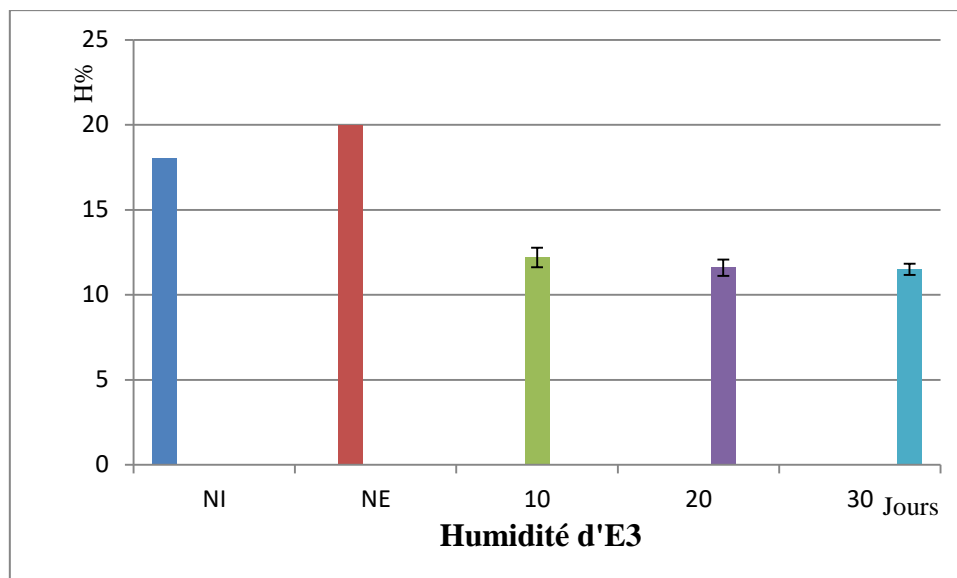


**Figure 18** : indice de peroxyde pour l'échantillon avec l'huile essentielle de *Thymus fontanesii*

## 1.4. Quelques analyses physico-chimiques pour l'échantillon avec l'huile essentielle de *Thymus numidicus*

### 1.4.1. Taux d'humidité

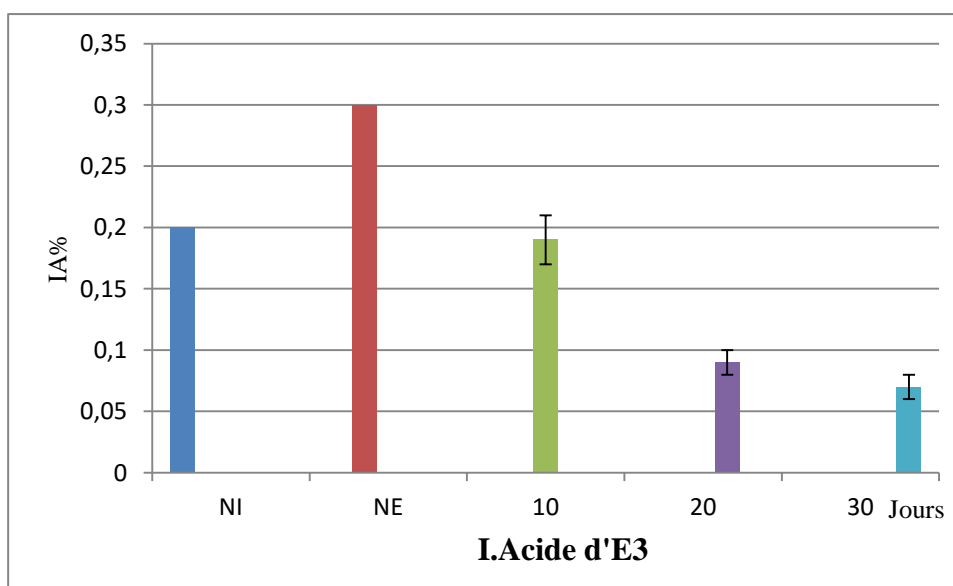
Les résultats obtenus varient de 11,5 à 12,2% ce qui est conformes aux normes de l'entreprise et non conforme aux normes internationales.



**Figure 19 :** taux d'humidité pour l'échantillon avec l'huile essentielle de *Thymus numidicus*

#### 1.4.2. Indice d'acide

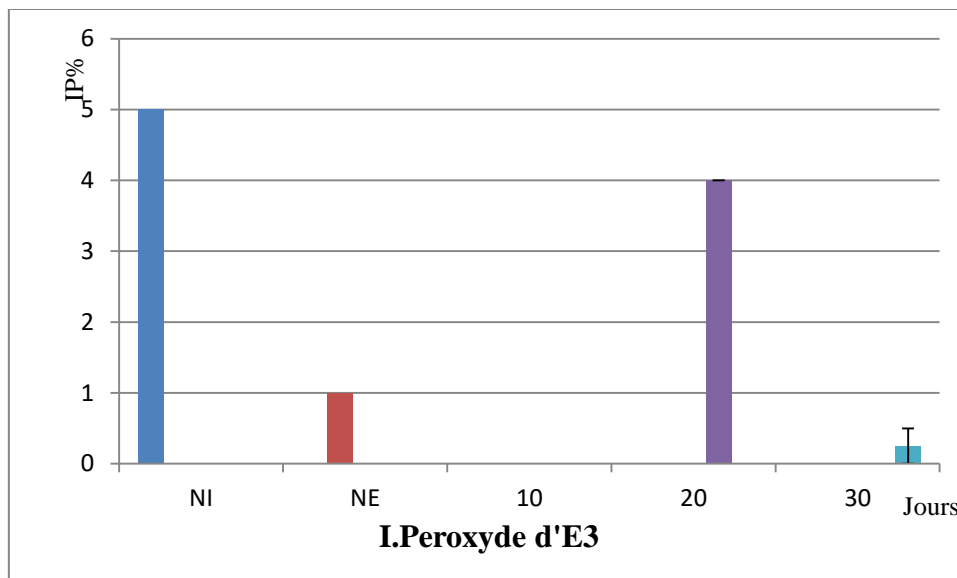
Les résultats obtenus ne dépassent pas 0,19 % ce qui est conformes aux normes.



**Figure 20 :** indice d'acide pour l'échantillon avec l'huile essentielle de *Thymus numidicus*

### 1.4.3. Indice de peroxyde

Les résultats obtenus sont conformes aux normes internationales et dépassent la norme de l'entreprise avec une valeur de 4 méqO<sub>2</sub>/kg à le 20<sup>ème</sup> J.



**Figure 21** : Indice de peroxyde pour l'échantillon avec l'huile essentielle de *Thymus numidicus*

2. Résultats et Interprétation des analyses microbiologiques

Les résultats de l'analyse microbiologique effectuée sur quatre échantillons de la margarine de table sont représentés dans les tableaux ci-dessous :

**Tableau 4 :** Résultats des analyses microbiologiques de la margarine sans huile essentielle.

Date de production : **12-03-2017** Lot : **070**

Type de margarine : **table 250g**

Echantillon : **E**

heure : **9H05**

	T <sub>0</sub>			10 j						20 j						30 j													
	48H			72H			48h			72h			48h			72h			48h			72h							
	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2					
<b>Coliformes fécaux</b>	-	-	-	/			-	-	-	/			-	-	-	/			-	-	-	/							
<b>Staphylococcus aureus</b>	-	-	-				-	-	-				-	-	-				-	-	-				-	-	-	-	-
<b>Germes aérobies</b>	/			38 C	3 C	8 C	4 C	5 C	/			2 C	5 C	1 C	3 C	5 C	/			3 C	2 C	/			2C	3C	/		
<b>Levures</b>				7 L	3 M	5 M	3 M	8 M				6 L	3 M	4 M	8 M	2 M				4 L	5 L				/				
<b>Salmonelles</b>	-			Hektoen absence			-			Hektoen absence			-			Hektoen absence			-			Hektoen absence							
<b>Témoin OGA</b>	/			8M			/			2M			/			3M			/			0M							
<b>Témoin PCA</b>				22C						/						6C						/			7C			/	



**Tableau 5** : Résultats des analyses microbiologiques de la margarine avec l'huile essentielle OG.

Date de production : **12-03-2017** Lot : **070**

Type de margarine : **table 250g** Echantillon : **E1** heure : **10H05**

	T <sub>0</sub>						10 j						20 j						30 j					
	48h			72h			48H			72H			48h			72h			48h			72h		
	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2
<b>Coliformes fécaux</b>	/			/			-	-	-	/			-	-	-	/			-	-	-	/		
<i>Staphylococcus aureus</i>							-	-	-				-	-	-				-	-	-			
<b>Germes aérobies</b>	/			/			4	2	4	1	/	/	7	5	/	/	/	/	56	55	/	/	/	/
							C	C	C	C	/	/	C	C	/	/	/	/	C	C	/	/	/	C
<b>Levures</b>	/			/			3	4	2	1	/	/	1	4	/	/	/	/	5	6	/	/	/	/
							L	L	L	M	/	/	M	L	/	/	/	/	M	L	/	/	/	M
<b>Salmonelles</b>	/			/			-	Hektoen absence			-	Hektoen absence			-	Hektoen absence								
<b>Témoin OGA</b>							/			/			1M			0M			4M					
<b>Témoin PCA</b>	/			/									5C			3C			36C					

**Tableau 6** : Résultats des analyses microbiologiques de la margarine avec l'huile essentielle TF.

Date de production : **12-03-2017** Lot : **070**

Type de margarine : **table 250g** Echantillon : **E2**

heure : **9H35**

	T <sub>0</sub>						10 j						20 j						30 j					
	48h			72h			48H			72H			48h			72h			48h			72h		
	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2
<b>Coliformes fécaux</b>	/			/			-	-	-	/			-	-	-	/			-	-	-	/		
<i>Staphylococcus aureus</i>							-	-	-				-	-	-				-	-	-			
<b>Germes aérobies</b>	/			/			6	9					0	3					0C	1				
<b>Levures</b>							0	9					0	0					1M	1				
<b>Salmonelles</b>	/			/			-	Hektoen absence			-	Hektoen absence			-	Hektoen absence								
<b>Témoin OGA</b>							/			/			3M			/			6M			2M		
<b>Témoin PCA</b>	/			/									5C						/			6C		

**Tableau 7** : Résultats des analyses microbiologiques de la margarine avec l'huile essentielle TN.

Date de production : 12-03-2017 Lot : 070

Type de margarine : table 250g Echantillon : E3 heure : 9H30

	T <sub>0</sub>						10 j						20 j						30 j							
	48h			72h			48H			72H			48h			72h			48h			72h				
	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2	-1	-2	-3	SM	-1	-2		
<b>Coliformes fécaux</b>	/			/			-	-	-	/			-	-	-	/			-	-	-	/				
<i>Staphylococcus aureus</i>							-	-	-				-	-	-				-	-	-					
<b>Germes aérobies</b>	/			/			/			10 C	11 C	12 C	4 C	/			3 C	2 C	/			8 C	5 C	/		
<b>Levures</b>										5 L	6 L	9 L	3 M				10 L	0 M				5 L	5 C			
<b>Salmonelles</b>	/			/			-	Hektoen absence			-	Hektoen absence			-	Hektoen absence										
<b>Témoin OGA</b>							/			/			3M			9M			4M							
<b>Témoin PCA</b>	/			/									10C			0C			4C							

C: Colonie ; L : Levure ; M : Moisissure ; SM : Solution Mère ; J : jours

**Tableau 8** : Les résultats microbiologiques de la margarine de table

Echantillon	Germe (germe/ml)				
	Germes aérobies 30°C	Coliformes à fécaux	<i>Staphylococcus aureus</i>	Levures	Salmonelles
E	<100	Absence	Absence	<10	Absence
E <sub>1</sub>	<100	Absence	Absence	<10	Absence
E <sub>2</sub>	<100	Absence	Absence	<10	Absence
E <sub>3</sub>	<100	Absence	Absence	<10	Absence

E = la margarine sans huile essentielle.

E<sub>1</sub> = la margarine avec huile essentielle OG (*Origanum glandulosum*).

E<sub>2</sub> = la margarine avec huile essentielle TF (*Thymus fontanesii*).

E<sub>3</sub> = la margarine avec huile essentielle TN (*Thymus numidicus*).

### Discussion générale

Dans notre travail nous essayons de mettre en évidence les effets renforçateur des huiles essentielle entant qu'agent antibactérien et antioxydant pour la conservation de la margarine, plusieurs chercheurs et auteures sont confirmé ces résultats (Les huiles essentielles sont déjà connues pour leurs propriétés antibactériennes et antifongiques) [63, 64, 65, 66, 67].

La présence des bactéries aérobies mésophiles avec des nombres conformes aux normes est un indicateur général de bonnes pratiques dans un établissement (chaîne de froid respectée, bon refroidissement, pasteurisation efficace, hygiène et salubrité, etc.), [51].

L'absence de coliformes totaux et en particulier *E. coli* dans la margarine indique un traitement thermique (pasteurisation) efficace, un bon nettoyage et une bonne désinfection d'appareils, [51].

*S. aureus* et les salmonelles sont des bactéries thermosensibles, elles sont généralement détruites au cours de la pasteurisation [51].

*Conclusion*

Cette étude confirme l'utilisation des huiles essentielles comme conservateur dans le domaine de l'industrie agro-alimentaire, notre travail pratique consiste à appliquer quelques huiles essentielle dans la conservation de quelques propriétés microbiologiques et physico-chimiques de la margarine de table produite à la GOGB-La Belle de Bejaia.

Les analyses microbiologiques visent à fournir aux consommateurs un produit de bonne qualité sanitaire et les analyses physicochimiques confirment la régularité et la présentation de produit.

Les résultats de l'analyse physicochimique présentent dans l'ensemble une conformité avec les normes requises à l'exception de quelques paramètres telles que l'indice de peroxyde et l'acidité qui peuvent être liés à plusieurs paramètres (techniques ou liés au produit lui-même).

Les résultats des analyses microbiologique (un nombre respecté des germes aérobies totaux, des levures, des coliformes fécaux, *Staphylococcus aureus* et les salmonelles) montrent que les échantillons de margarine analysés répondent aux normes de Journal Officiel Algérien des produits alimentaires.

De cette étude, il ressort que l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* possède une grande activité antibactérienne. Cependant, l'huile essentielle de *Thymus numidicus* possède une grande activité antioxydant par rapport aux autres huiles essentielles utilisées dans notre travail.

*Références*

*bibliographiques*

### Références

- [1]. Himed, L., & Barkat, M. (2014). Élaboration d'une nouvelle margarine additionnée des huiles essentielles de Citrus limon. OCL, 21(1), A102.
- [2]. Virac O., Trystam G., Raoult-Wack A-L., 2003. In Procédé de fritures et produits frits. In Lipides et corps gras alimentaires. Jean Graille. Collection sciences et techniques agroalimentaires. Edition Tec & Doc, pp 231-268.
- [3]. Colette C., Monnier L., 2011. Acide gras : classification, fonction et équilibre entre Les différentes familles. Médecine des maladies Métabolique-Juin 2011-Vol. 5N°3. Pp237-245.
- [4]. Karleskind A., 1992. Manuel des Corps Gras. Ed. Tech&Doc, Paris, Tome 1 et Tome II. 1579 p.
- [5]. Cateau M. (1985). Les corps gras alimentaires, aspect Microbiologique. P 208. Edition : Technique et documentation Lavoisier.
- [6]. Cheftel, C et Cheftel, H (1980). Introduction a la biochimie et la technologie des aliments. (Tome 1). P 257-331.
- [7]. Bourgeois C.M., Mescle J.F. et Zucca J. (1996). Les intoxications et toxi-infection, les flores d'altération des aliments. In microbiologie alimentaires : aspect microbiologique de la sécurité de la qualité des aliments. Tome 1. 2<sup>ème</sup> édition. Paris : Lavoisier TEC et DOC, ISBN : 2-7430-0037-6. 672p.
- [8]. Vesina G. (2003). Lignes directrices pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire. L'uniformisation des méthodes d'analyses et l'interprétation des résultats analytiques. Québec : Bibliothèque nationale du Québec, N°03-0073. 51p. ISBN 2-550-40733-4.
- [9]. [www.grouplabelle-dz.com/index.php/activites/spa-cogb-labelle](http://www.grouplabelle-dz.com/index.php/activites/spa-cogb-labelle)
- [10]. Morin, O., & Pagès-Xatart-Parès, X. (2012). Huiles et corps gras végétaux: ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. Oléagineux, Corps gras, Lipides, 19(2), 63-75.
- [11]. Laventurier, M. (2013). Impact des formulations de margarines sur le process en boulangerie et pâtisserie artisanales et industrielles. Oléagineux, Corps gras, Lipides, 20(3), 160-164.
- [12]. S. J. Campbell Investments Ltd., Cochrane (Alberta) Food BioTek Corporation, Toronto (Ontario). (2005) Methods and Opportunities for Reducing or Eliminating Trans Fats in Foods. Canada. p 17-22.
- [13]. Roger F. Industrie des corps gras. Paris : Lavoisier, 430p. ISBN : 2.88020.007.5.



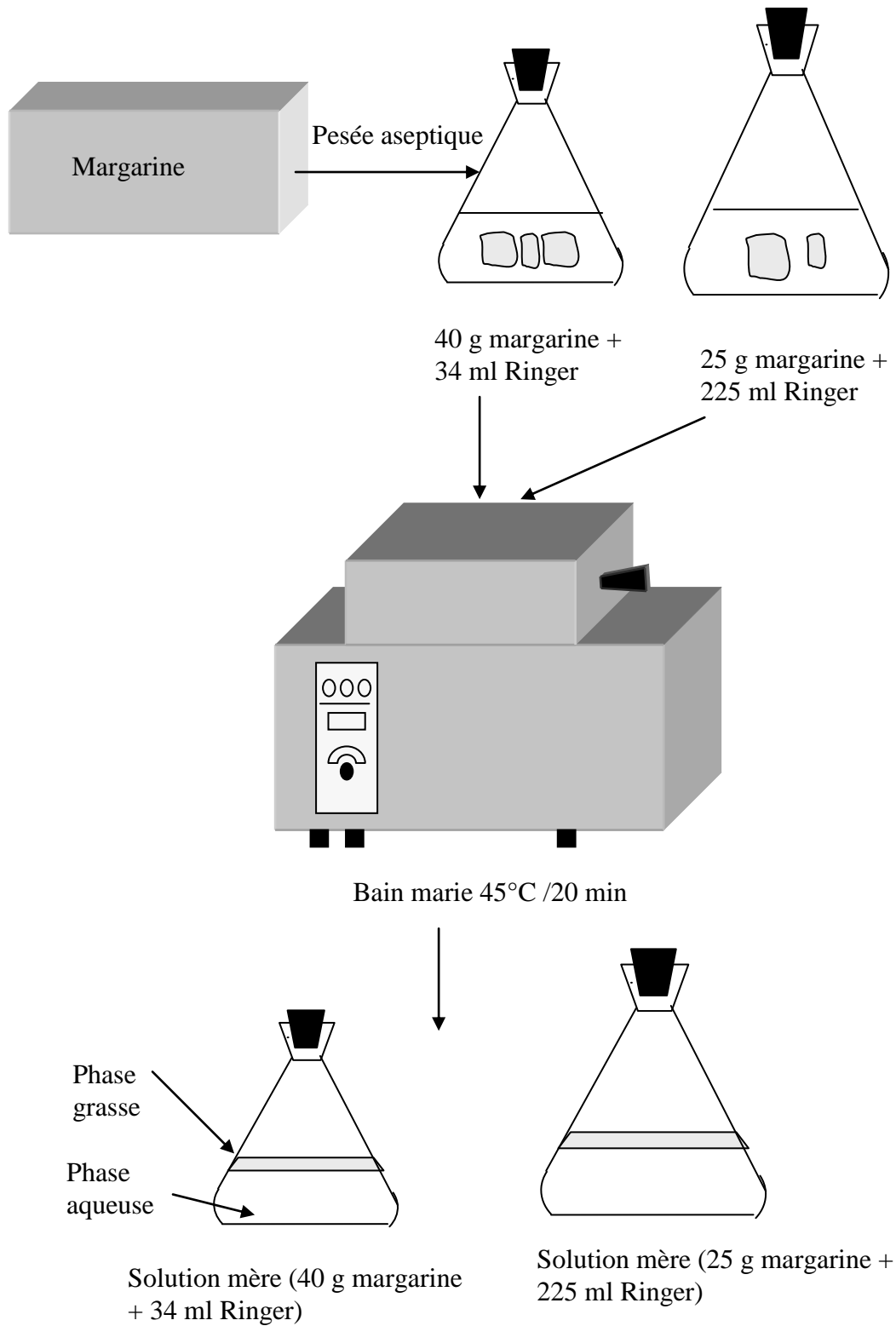
- [14]. Woerfel J.B. (1990). Techniques de production de l'huile de soja et produits dérivés de haute qualité. ASA: American Soybean Association, 9p.
- [15]. Faur L. (1992). Transformation des corps gras à des fins alimentaires. Tome 2. In Manuel des corps gras. Paris : Technique et documentation Lavoisier, 1579p. ISBN : 2-85206-662-9.
- [16]. Lipides. [En ligne] <[www.epsic.ch/Branches/Chimie/denrees/22lipi.pdf](http://www.epsic.ch/Branches/Chimie/denrees/22lipi.pdf)>. (Page consultée le 06/06/2006).
- [17]. Kemache, N. (2010). Hydrogénation des huiles végétales en présence de catalyseurs bimétalliques à base de Pd et monométalliques à base de Pd dopé au soufre et supportés sur une silice mésoporeuse (Doctoral dissertation, Université Laval).p 34-52.
- [18]. Cossut J. et *al.* (2002). Les Corps Gras : Entre Tradition et Modernité. Lille : Institut Agro-alimentaire de Lille, 139p.
- [19]. Ahmad M. et Clyde S.(2002). Les matières grasses destinées aux produits de boulangerie. ASA : American Soybean Association, 60p.
- [20]. 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. Ecole Supérieure de Microbiologie et Sécurité Alimentaire de Brest (ESMISAB), Université de Bretagne Occidentale. 105p.
- [21]. <http://www.nikibar.com/tremplin-idees/trucs-cuisine/beurre-ou-margarine.html>
- [22]. <http://www.boulangerie.net/forums/bnweb/dt/mp/infobeurremargo.php>
- [23]. Karleskind, A. (1992). Manuel des corps gras. Volume 2. Edition : Tec & Doc, pp. 938-988.
- [24]. Miskandar, M. S., Man, Y. C., Yusoff, M. S. A., & Rahman, R. A. (2005). Quality of margarine: fats selection and processing parameters. Asia Pacific journal of clinical nutrition, 14(4), 387.
- [25]. Alais C. Linden G. et Miclo L.(2004). Lipides. In Abrégé de biochimie alimentaire. 5<sup>ème</sup> édition. Paris : Dunod, 243p. ISBN : 2-10-003827-3.
- [26]. François, R., & François, R. (1974). Les industries des corps gras: biochimie, extraction, raffinage, nuisances et réglementation. Éditions : Tec & Doc. Paris, pp.283-291.
- [27]. Alias et Linden, (1997) Abrégé de biochimie alimentaire. 4<sup>ème</sup> Edition, Paris 1997. Page 272. ISBN. 2-225-82853-9.
- [28]. McClements D. J. et Decker E. A. (2000). Lipid oxidation in oil-in-water emulsions: impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems. Journal of Food Science, 65(8) : 1270–1281.

- [29]. Bekka-Hadji, F., Bombarda, I. et Touati, A. (2016). Antibacterial activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* of five essential oils from Algerian medicinal plants (*Lamiaceae*). *Journal of Essential Oil Research*. 28 (6), 518–527.
- [30]. Formisano, C., Oliviero, F., Rigano, D., Saab, A.M., Senatore, F., 2014. Chemical composition of essential oils and in vitro antioxidant properties of extracts and essential oils of *Calamintha origanifolia* and *Micromeria myrtifolia*, two *Lamiaceae* from the Lebanon flora. *Ind. Crop. Prod.* 62, 405–411.
- [31]. Quezel, P., Santa, S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales Tome II, C.N.R.S., Paris, 603p.
- [32]. Gaussen, H., Leroy, J.F., Ozenda, P., 1982. Précis de botanique; végétaux supérieurs. (Tome II). Paris : Masson (2<sup>ème</sup> éd). 579 p
- [33]. Georgiou, D., Djeddi, S., Skaltsa, H., 2015. Secondary metabolites from *Thymus numidicus* Poiret. *Biochem. System. Ecol.* 59, 104-106.
- [34]. Haddouchi, F., Benmansour, A., 2008. Huiles essentielles, utilisation et activités biologiques. Application à deux plantes aromatiques. Les technologies de laboratoire N°08. 8 p.
- [35]. Ghannadi, A., Sajjadi, S.B., Kabouche, A., Kabouche, Z., 2004. *Thymus fontanesii* Boiss. et Reut. A Potential Source of Thymol-Rich Essential Oil in North Africa. *Verlag der Zeitschrift für Naturforschung* 59,187-189.
- [36]. Laouer, H., Zerroug, M.M., Sahli, F., Cker, A.N., Valentini, G., Ferretti, G., Grande, M., Anaya, J., 2003. Composition and Antibacterial Activity of *Ammoides pusilla* (Brot) Breistr. Essential Oil. *J. Essent. Oil Res.* 15, 135-138.
- [37]. Bendahou, M., Muselli, A., Grignon-Dubois, M., Benyoucef, M., Desjobert, J-M., Bernardini, A-F., Costa, J., 2008. Antimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf. essential oil and extract obtained by microwave extraction: Comparison with hydrodistillation. *Food Chem.* 106, 132–139.
- [38]. Dellile, L., 2007. Les plantes médicinales d'Algérie. Alger : Berti. 240 p.
- [39]. Baydar, H., Sagdic, O., Ozkan, G., Karadogan, T., 2004. Antibacterial activity and composition of essential oils from *Origanum*, *Thymbra* and *Satureja* species with commercial importance in Turkey. *Food Control* 15, 169–172.
- [40]. Cillard, J., & Cillard, P. (2006). Mécanismes de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations. *Oleagineux, corps gras, lipides*, 13(1), 24-29.
- [41]. Kaleem, M. (2013). Effets des produits d'oxydation de l'acide linoléique sur sa biohydrogénation ruminale (Doctoral dissertation). p 43-56.
- [42]. Joaquin Velasco, Carmen Dobarganes (2002). Oxydative stability of virgin olive oil. *Eur. J. lipid Technol.* 104661-676.

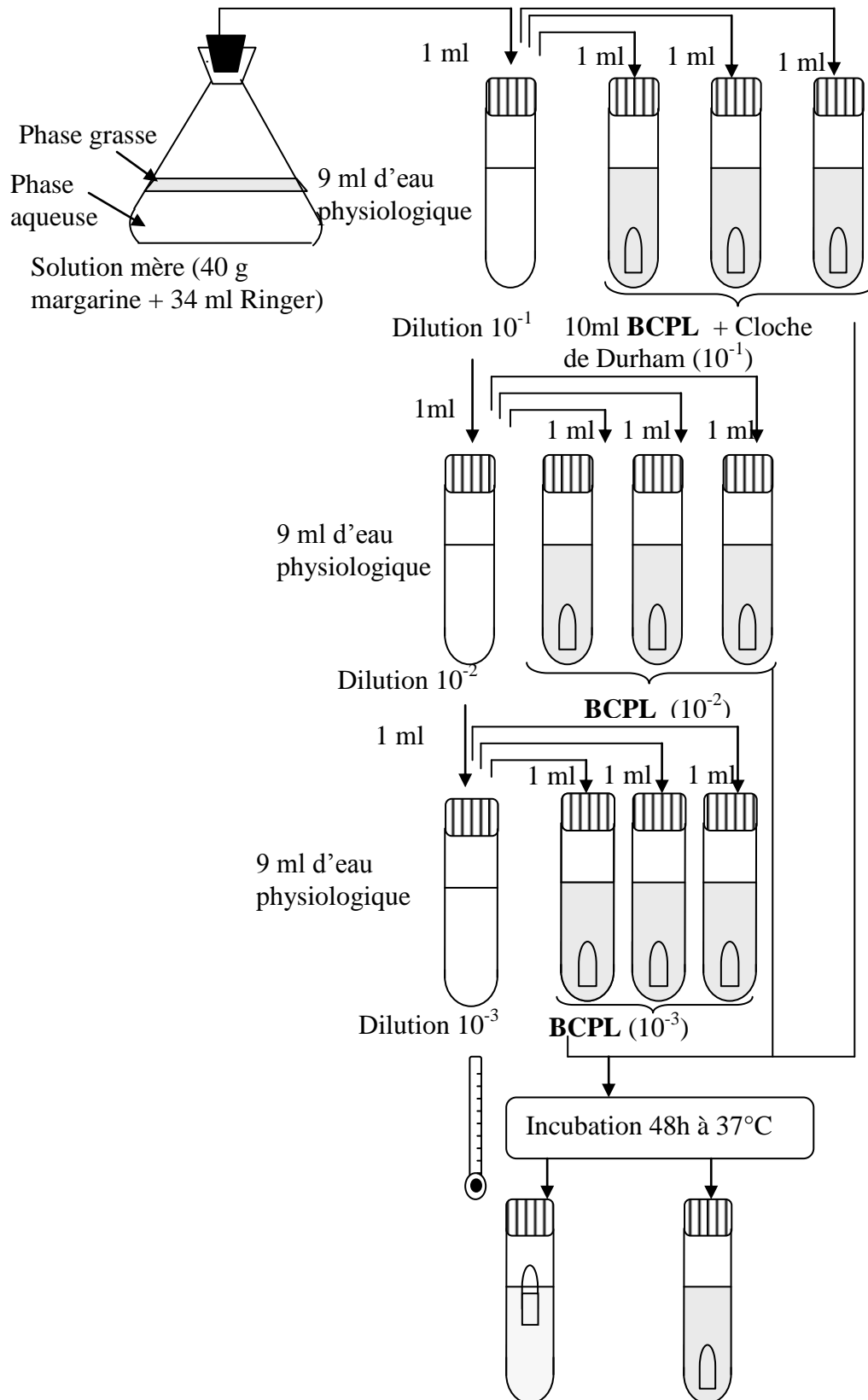
- [43]. German J.B. et Kinsella J.E (1985). Lipid oxydation in fish tissues, enzymatic initiation via lipoxygenase. *Journal of agricultural and Food chemistry*.33 : 680-683.
- [44]. Kone Issa B. (2003).La margarine. Volume1.Edition : BETJ. Micouleau, pp.8-22.
- [45]. Karleskind, A. (1992). Manuel des corps gras. Volume 1. Edition : Tec & Doc, pp. 65-112, 318-617.
- [46]. Guiraud J. et Galzy P.(1980). Analyse microbiologique des aliments. In l'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Paris : les éditions de L'USINE 237p. ISBN : 2-7327-0000-2.
- [47]. Guiraud, J. P., &Rosec, J. P. (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Edition : AFNOR, Paris, pp. 1-96.
- [48]. Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A. et Rodwell V.W. (2002). Bioénergétique et métabolismes des glucides et des lipides. In biochimie de HARPER. 25<sup>ème</sup> édition américaine revue et mise à jour, traduit par Paul Cohen (Université Pierre et Marie Curie). Belgique : les presse de l'Université Laval, 993p. ISBN : 2-804-4118-7.
- [49]. Leger C.L., Razanamahefa L. et *al.* (2005). Risques et bénéfices pour la santé des AG transapportés par les aliments.InSynthèse du rapport. afssa : agence française de sécurité sanitaire des aliments, 43p.
- [50]. Jacotot B, Campillo B, Bresson J-L, Corcos M, Hankard R, Jeamet P et Peres G. (2003). Nutrition humaine, le panorama de la descipline, cas cliniques commentés, Edition : Masson, Paris.
- [51]. Joffin C. et Joffin J.N. (1999). Fiches techniques. In microbiologie alimentaire. 5<sup>ème</sup> édition. Aquitaine : centre régional de documentation pédagogique, 212p. ISBN : 2-86617-342-2.
- [52]. Fuhrer F., Limacher A., Mikle H et Gremaud G., (2005). Graisses comestibles, huiles comestibles et graisse emulsionnees. Chapitres 7 in : manuels suisses des denrees alimentaires.
- [53]. Hehl F., Märki B. et Schranz H. (2005). Des pompes pour des productions hygiéniques et stériles. Solution, N°8205, 4p.
- [54]. Erthan S., Swanson S., Felker F.Vegetable Oil Margarine. USDA: United States Department of Agriculture, 1996. 4p.
- [55]. Glenn E.Latent Heat. (2006). In the hypertextbook. 5p.
- [56]. Journal officiel de l'Union européenne C 50/1.2006.

- [57]. Margarine Extra Plus Feuilletage. Art. N°526, 2005.  
s.a. AIGREMONT n.v. N°d'entreprise 0437.799.008. 2p.
- [58]. Margarine SOLMA Tournesol ravier 16 x 500 g. (2005). In Margarine 100 % végétale., Art. N° 0149.s.a. AIGREMONT n.v. N°d'entreprise 0437.799.0082p. 4p.
- [59]. Margarine SUPER SOMAR ravier 20 x 500 g. (2005). In Margarine 100 % végétale. Art. N° 0072, s.a. AIGREMONT n.v. N°d'entreprise 0437.799.008. 2p
- [60]. Matière Grasse Composée Beurolma. Croissant / Feuilletage 5x2kg. (2005).  
Article N°520, s.a. AIGREMONT n.v. N°d'entreprise 0437.799.008. 2p.
- [61]. Normes d'Entreprise. Margarine.
- [62]. Journal Officiel de la République Algérienne. N°35, 1998.
- [63]. Amarti, F., Satrani, B., Ghanmi, M., Farah, A., Aafi, A., Aarab, L., ... & Chaouch, A. (2010). Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus algeriensis* Boiss. & Reut. et *Thymus ciliatus* (Desf.) Benth. du Maroc. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 14(1), 141.
- [64]. Haddouchi, F., Lazouni, H. A., Meziane, A., & Benmansour, A. (2009). Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut. Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie, 5(2).
- [65]. Chikhoun, A. (2007). Huiles essentielles de thym et d'origan (Doctoral dissertation, INA).
- [66]. Haddouchi, F., Chaouche, T., Benmansour, A., & Lazouni, H. A. (2011). Phytochemical study of *Thymus fontanesii* and *Laurus nobilis*. Der Pharm. Lett, 3, 343-350.
- [67]. Alleman, F., Gabriel, I., Dufourcq, V., Perrin, F., & Gabarrou, J. F. (2013). Utilisation des huiles essentielles en alimentation des volailles. 1. Performances de croissance et réglementation. INRA Prod. Anim, 26(1), 3-12.

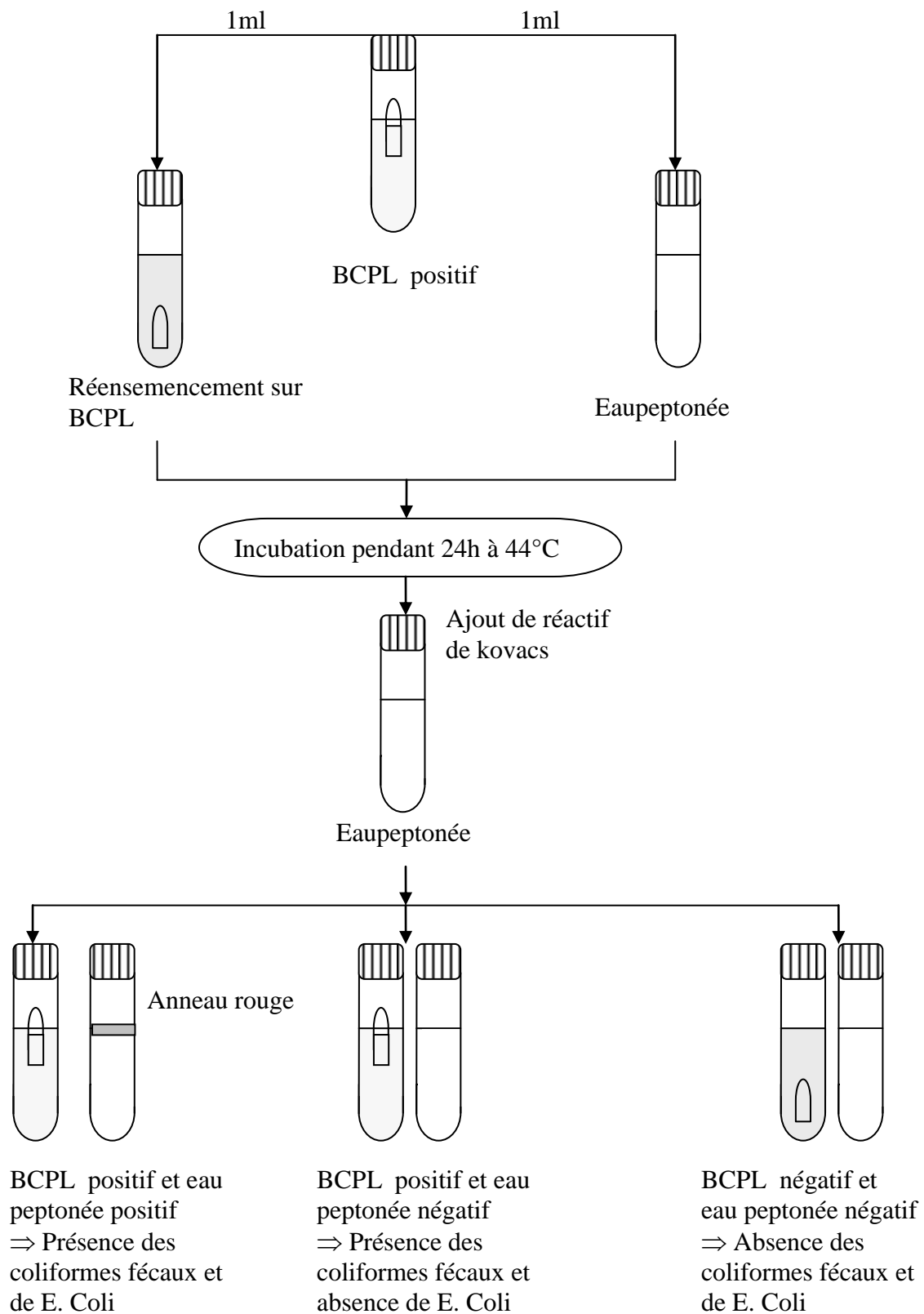
*Annexes*



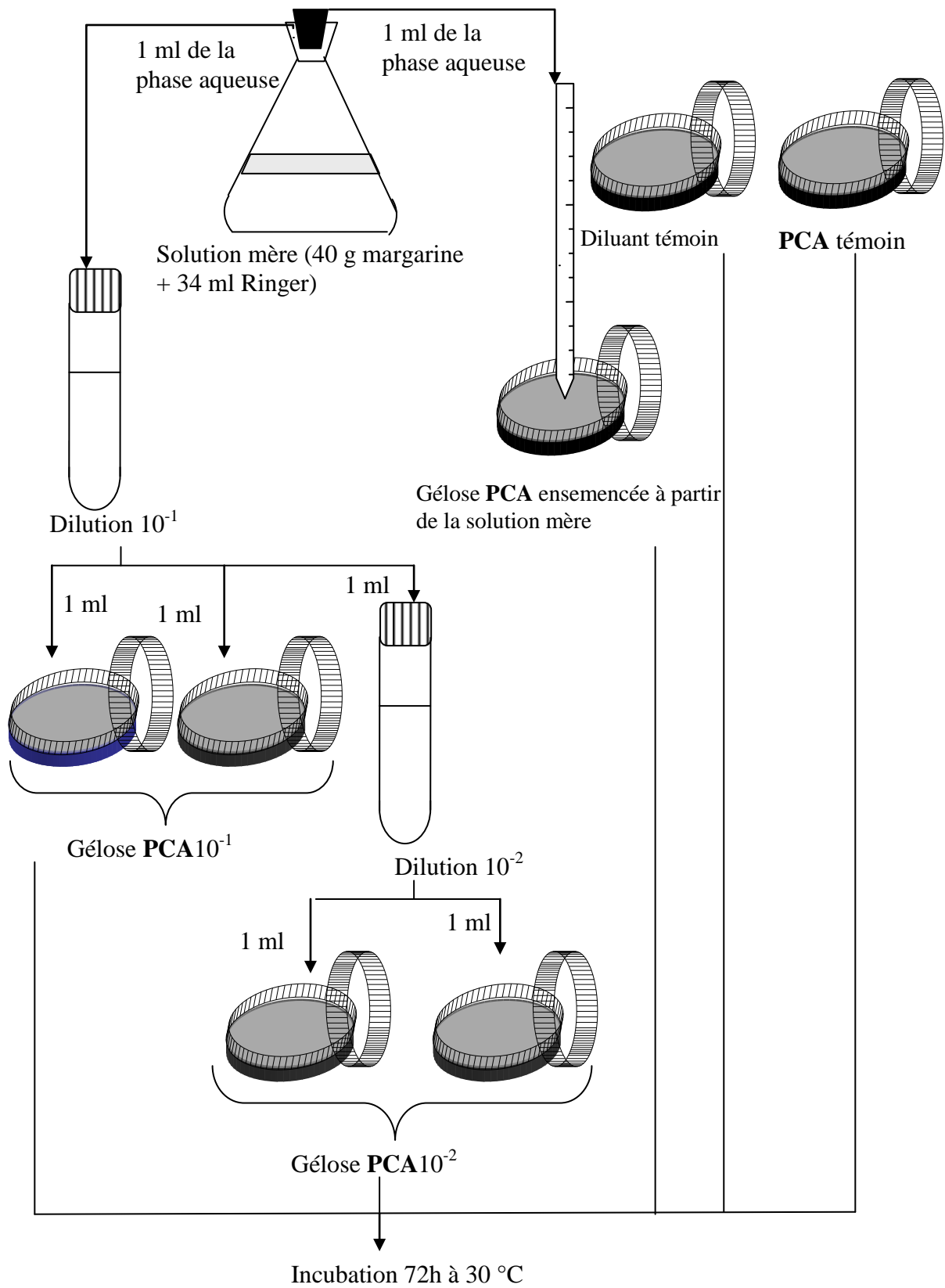
**Figure 5 :** Préparation des solutions mères.



**Figure 6 :** Recherche des coliformes.

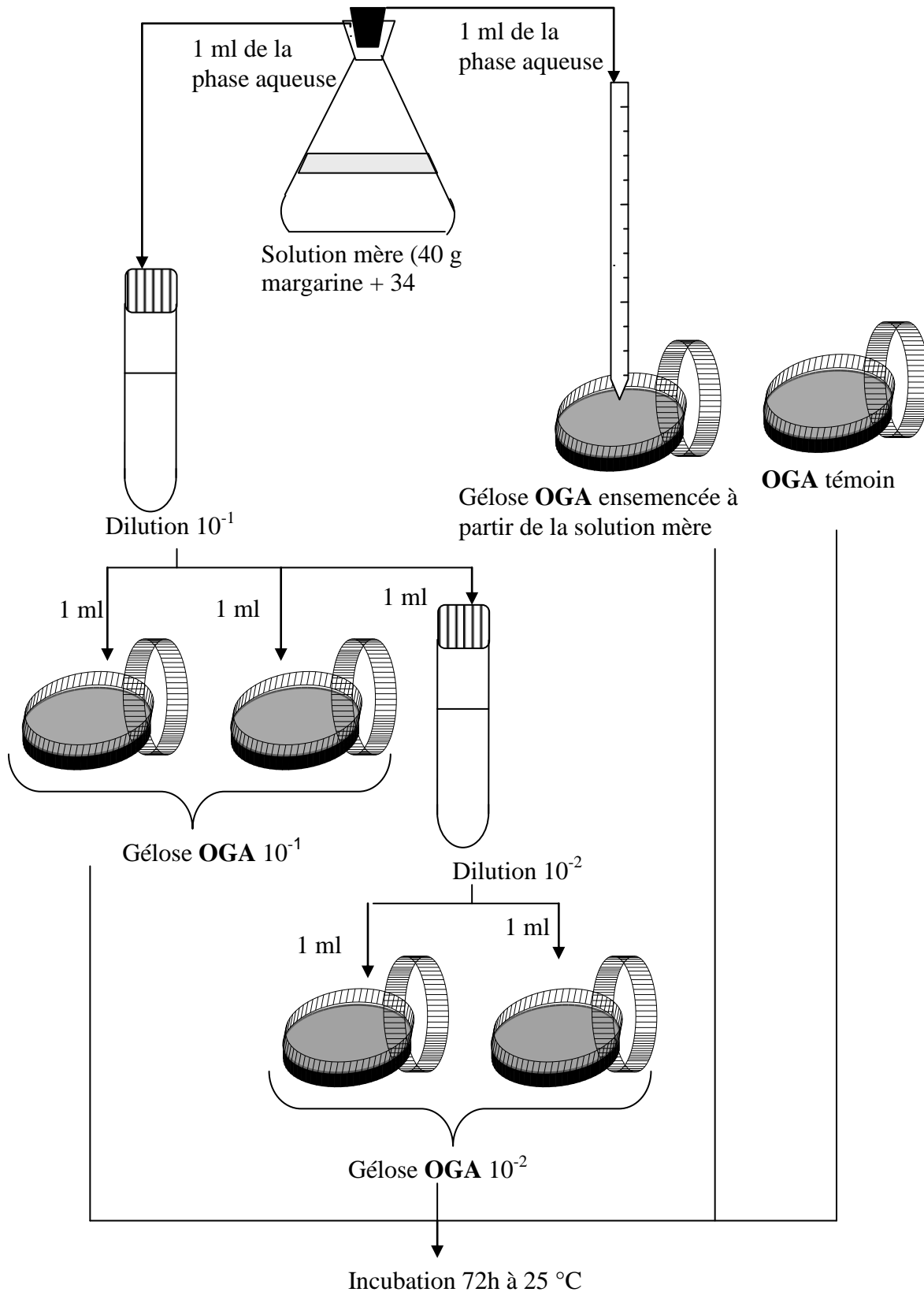
**Figure 7 :** Recherche des coliformes fécaux



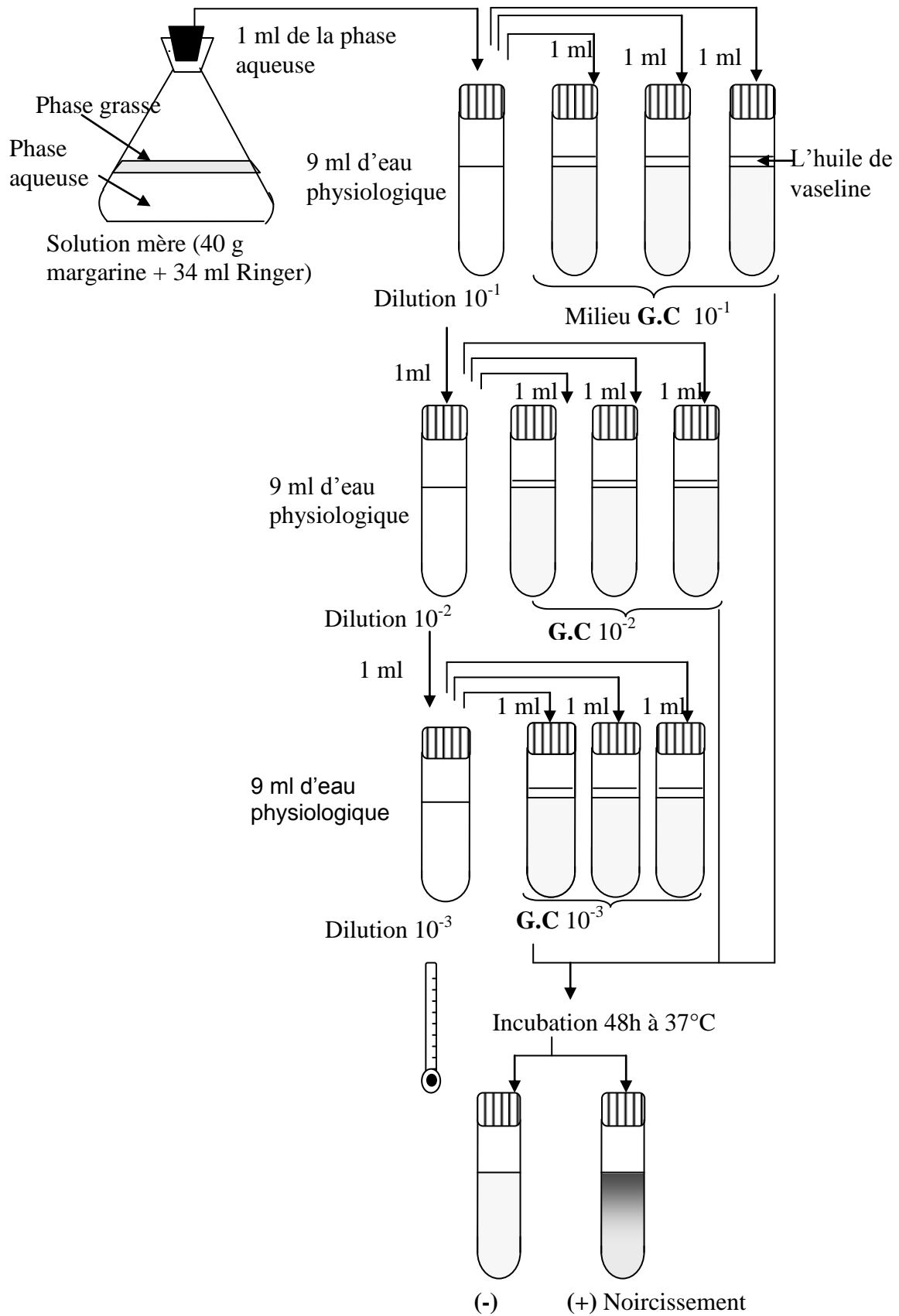


**Figure 8 :** Dénombrement des germes aérobies à 30°C.

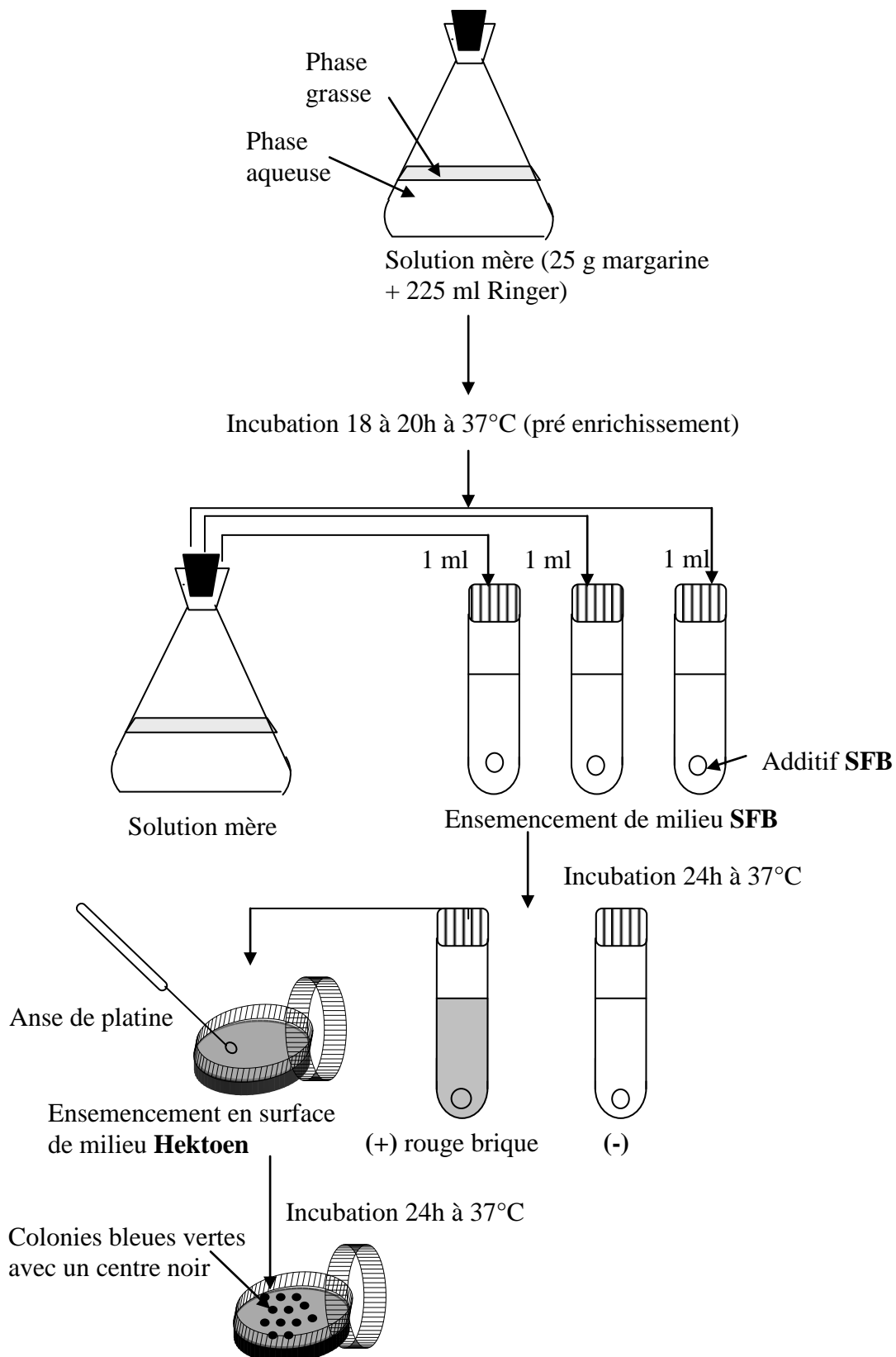




**Figure 9** : Dénombrement des levures et moisissures



**Figure 10 :** Recherche des staphylocoques.



**Figure 11 : Recherche des Salmonelles.**

## La composition des milieux de cultures et d'autres solutions

### 1. Bouillon SFB : Bouillon au sélénite acide de sodium

Peptone bactériologique .....	5g
Phosphate de sodium .....	10g
Lactose .....	4g
Sélénite acide de sodium .....	0,01g
Eau distillée .....	1000ml

### 2. Bouillon BCPL : Bouillon pourpre de bromocresol

Peptone .....	10g
Lactose .....	10g
Bile de bœuf .....	20g
Vert brillant .....	0,0133g
PH finale.....	7,6

### 3. Diluant (eau physiologique stérile)

Chlorure de sodium .....	8,5g
Eau distillée .....	1000ml

### 4. Gélose HEKTOEN

Protéose peptone .....	12g
Extrait de levure .....	3g
Chlorure de sodium .....	5g
Thiosulfate de sodium .....	5g
Sels billairs .....	9g
Citrate de ferammoniacal .....	1,5g
Salicine .....	2g
Lactose .....	12g
Saccharose .....	12g
Fushineacide.....	0,1g
Bleue de bromothymol .....	0,065g
Agar.....	14g
Eau distillée .....	1000ml

**5. GiolittiContoni : (milieu d'enrichissement pour staphylococcus)**

Tryptone .....	10g
Extrait de viande .....	5g
Extrait de levure .....	5g
Chlorure de lithium .....	5g
Mannitol .....	20g
Chlorure de sodium .....	5g
Glycine .....	1,2g
Pyruvate de sodium .....	3g
pH .....	6, 9

**6. Gélose oxytétracycline glucose (OGA)**

Extrait de levure .....	5g
Glucose.....	20g
Agar.....	16g
Eau distillée.....	1000ml
pH.....	7,6

**7. Gélose Plat Count Agar (PCA)**

Péptone.....	10g
Extrait de levure .....	5g
Glucose.....	2g
Agar.....	30g
Eau distillée.....	2000ml
pH .....	6,5

**8. Solution de Ringer**

Chlorure de sodium .....	9g
Chlorure de potassium.....	0,42g
Chlorure de calcium anhydre .....	0,24g
Bicarbonate de sodium .....	0,2g
Eau distillée.....	1000ml

**Photos de la traivale pratique réalisé dans le laboratoire de contrôle de qualité de l'université de jijel**



**Figure 12 :** Résultats de la recherche des levures et moisissures de l'E1.



**Figure 13 :** Résultats de la recherchedes germes aérobies de l'E1.





**Figure 14 :** Résultats de la Recherche de *staphylococcus aureus* de l'E1.



**Figure 15 :** Résultats de la Recherche de *salmonelles* de l'E1.



**Figure 16 :** Résultats de la Recherche de coliforme de l'E1.



**Figure 17 :** Taux d'humidité de l'E1.



**Figure 18 :** l'indice de peroxyde de l'E1.



**Figure 19 :** L'indice d'acide de l'E1.



**Figure 20 :** Taux de sel de l'E1.



**Figure 21 :** Test d'amidon.

## Résumé

Notre travail pratique consiste à faire un suivi de la conservation de la margarine pendant 30 jours par l'utilisation des additifs alimentaires naturels qui sont les huiles essentielles.

Dans le cadre de l'étude des effets microbiologique et physicochimique des huiles essentielles sur la conservation de la margarine de table nous avons entrepris une étude sur trois huiles essentielles (*Origanum glandulosum*, *Thymus fontanesii*, *Thymus numidicus*).

Nous avons testé l'activité antioxydante et antimicrobienne de ces huiles essentielles en effectuant des analyses microbiologiques et physicochimiques sur quatre échantillons de la margarine.

Les résultats obtenus comparés sont tous conformes aux normes et tous les résultats s'avèrent satisfaisant.

L'huile essentielle *Thymus numidicus* s'est avérée dotée de propriétés antioxydantes importantes alors que l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* présentait des propriétés antibactériennes très remarquables.

**Mots clés :** huile essentielle, analyse physico-chimique, analyse microbiologique.

## Abstract

Our practical work consists of the follow-up of the preservation of the margarine for 30 days by using natural food additives such as essential oil.

In the aim to study the microbiological and physicochemical effects of essential oils on the preservation of table margarine we undertook a study on three essential oils (*Origanum glandulosum*, *Thymus fontanesii*, *Thymus numidicus*).

We tested the antioxidant and antimicrobial activity of these essential oils by performing microbiological and physicochemical analyzes on four samples of margarine. The results obtained are compared with the standards and all the results are satisfactory.

The essential oil *Thymus numidicus* has been found to have significant antioxidant properties and *Thymus fontanesii*, with a well-acceptable antibacterial property.

**Keywords:** essential oil, physic-chemical analysis, microbiological analysis.

## المخلص

من خلال دراستنا المخبرية قمنا بحفظ المارجرين لمدة 30 يوما باستخدام المضافات الغذائية الطبيعية وهي الزيوت العطرية.

لدراسة الآثار الميكروبيولوجية والفيزيائية الكيميائية لهذه المستخلصات النباتية (الزيت العطري) للحفاظ على المارجرين قمنا بإجراء دراسة على ثلاثة زيوت أساسية (*Origanum glandulosum*, *Thymus fontanesii*, *Thymus numidicus*).

اختبرنا الفعالية ضد التأكسد و الفعالية ضد الميكروبات لهذه الزيوت العطرية باستخدام التحاليل الميكروبيولوجية، والتحاليل الفيزيائية للأربع عينات من المارجرين. كل النتائج المتحصل عليها كانت مرضية.

أثبتت النتائج أن للزيت العطري *Thymus numidicus* أن له خصائص مضادة للأكسدة معتبرة و للزيت العطري *Thymus fontanesii* فعالية جيدة ضد البكتيريا و مقبولة مقارنة مع الزيوت الأخرى .  
**كلمات البحث:** ،الزيت العطري، التحليل الفيزيوكيميائي، التحليل الميكروبيولوجي.