

République Algérienne démocratique et populaire

Université Abdelhamid Benbadis

Mostaganem

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

**DAMIM SOUHYLA**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN AGRONOMIE**

**Spécialité: BIOTECHNOLOGIE ALIMENTAIRE**

### THÈME

**Etude de l'effet de micro-onde sur la qualité organoleptiques  
et microbiologies de lait pasteurisé**

Soutenu publiquement le : **08/07/2019**

Devant le Jury

Présidente : Mme. Ait Chabane. O	Grade M.C.B	<b>U.Mostaganem</b>
Encadreur : Mme. Benmahdi. F	Grade M.C.B	<b>U.Mostaganem</b>
Examinatur : M. Sacci	Grade M.C.B	<b>U.Mostaganem</b>

*Thème réalisé au Laboratoire de la Technologie de recherche et de nutrition Université de Mostaganem.*

**Année universitaire 2018 / 2019**

## *Remerciements*

*Nous tenons d'abord à remercier dieu le tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail*

*En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur*

*Mme BENMAHDI. F*

*Pour ses appréciations, ses précieux conseils et surtout pour nous avoir fait confiance.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et de l'enrichir par leur proposition*

*A Mme AIT CHAABANE. L d'avoir accepté de présider le jury*

*A M. BAKKADA Ahmed d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail*

*Nous tenon également à exprimer notre gratitude envers tous les enseignements et le personnel administratif de l'université qui ont contribué à notre formation et à l'élaboration de se présent travail*

*Enfin, nous tenons également à remercier toutes personnes qui ont de près ou de loin apporté leurs conseils et leurs encouragements pour la réalisation de ce modeste travail.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à mes parents qui m'ont toujours suivi et encouragé dans ma scolarité ainsi que dans mes études supérieures ;*

*A ma très chère mère*

*A mon très cher père*

*A mes chères sœurs et mes chers frères*

*Je remercie mon cher père « Mohamed » et ma chère mère « BNEDDIN KHADIDJA » pour m'avoir aidé et soutenu techniquement et moralement, et pour son disponibilité, et je remercie aussi mes sœurs et mes frères et toute la famille Damim.*

*Je n'oublie jamais la générosité illimitée de mes amis, houda ,karima Kheira , Meriem et Chahra.*

*A mes amies de la promotion de master 2 BTA et CQA 2018-2019 agronomie chacun par son nom, et a tous mes enseignants durant ma vie scolaire et universitaire.*

## Résumé

Notre étude s'est évaluée de la qualité organoleptique et microbiologique du lait chauffé par microondes à différents intervalles en fonction du temps (1 min, 2min, et 3 min) et pour cela, on a choisi le lait de vache qui est considérée comme le plus exploité à la production laitière destinée à la consommation humaine.

Les résultats obtenus lors cette étude indique que les profils sensoriels de la majorité des laits sont différents et nous notons l'augmentation de l'intensité de certains descripteurs telle que le goût métallique et la diminution des autres descripteurs notamment la couleur jaune .

Après le chauffage par microondes pendant 1 min et 2mn, on note une élévation des charges microbiennes des coliformes totaux recherchés de  $94,16 \cdot 10^2$  à  $68 \cdot 10^2$  UFC/ml et celles des coliformes fécaux  $17,5 \cdot 10^3$  à  $22,8 \cdot 10^2$  UFC/ml respectivement mais qui ne dépassent pas les normes requises par le journal Officiel Algérien, et enregistre une absence totale des germes pathogènes (*Staphylococcus*) ce qui nous donne un lait de bonne qualité microbiologique.

**Mot de clé :** lait pasteurisé, micro-onde, qualité organoléptique, qualité microbiologie

## **Abstract**

Our study evaluated the organoleptic and microbiological quality of microwave-heated milk at different intervals as a function of time (1 min, 2 min, and 3 min) and for this reason we chose cow's milk, which is considered the most exploited to dairy production intended for human consumption.

The results obtained in this study indicate that the sensory profiles of the majority of the milks are different and we note the increase of the intensity of certain descriptors you that the metallic taste and the decrease of other descriptors in particular the yellow color.

After heating by microwaves for 1 min and 2 min, there is a rise in the microbial loads of the total coliforms sought  $94,16,10^2$ - $68,102$  CFU / ml and those faecal coliforms  $17.5.10^2$ - $22.8.10^2$  CFU / ml respectively but which do not do not exceed the standards required by the official Algerian newspaper, and records a total absence of pathogenic germs (Staphylococcus) which gives us a good quality microbiological milk.

**Key words:** pasteurized milk, microwave, organoleptic quality, microbiology quality

## الملخص

قيمت دراستنا النوعية الحسية والميكروبيولوجية للحليب المسخن بالموجات الدقيقة على فترات زمنية مختلفة كدالة للوقت (دقيقة ودقيقتين و 3 دقائق) ولهذا السبب اخترنا حليب البقر الذي يعتبر الأكثر استغلالا لإنتاج الألبان المخصصة للاستهلاك البشري.

تشير النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة إلى أن التشكيلات الحسية لغالبية اللبن مختلفة ونلاحظ زيادة شدة بعض الوصفات لك لأن الطعم المعدني ونقص الوصفات الأخرى خاصة اللون الأصفر.

بعد التسخين بواسطة الموجات الدقيقة لمدة دقيقة واحدة و 2 دقيقة ، هناك زيادة في الأحمال الميكروبية من مجموع القولونيات المطلوبة  $68 \cdot 10^2 - 94 \cdot 16 \cdot 10^2$  UFC/ml وتلك القولونيات البرازية  $22.8 \cdot 10^2 - 17.5 \cdot 10^3$  UFC / ml على التوالي ولكن التي لا تتجاوز المعايير المطلوبة من قبل الصحيفة الجزائرية الرسمية ، وتسجل الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض (المكورات العنقودية) التي تعطينا الحليب الميكروبيولوجي عالي الجودة.

الكلمة الأساسية: اللبن المبستر ، الميكروويف ، الجودة العضوية ، جودة الأحياء المجهرية.

## Liste des abréviations

**CF:** coliforme fécaux

**CT:** coliforme totaux

**D°:** degré Dornic

**n :** Nombre de répétitions

**PCA:** plant count agar

**pH :** potential Hydrogène

**Staph:** staphylococcus aureus

**UFC:** unité formant colonie

**VRBL:** gélose lactose billée au cristal violet et au rouge neutre

## *Liste des figures*

<b>Figure 01:</b> Schéma fonctionnel de chauffage .....	17
<b>Figure 02 :</b> Principales étapes de l'étude.....	23
<b>Figure 03 :</b> Poste de dégustation (photo originale).....	25
<b>Figure 04:</b> Profils sensoriels (couleur) de lait chauffé par micro-ondes .....	31
<b>Figure 05:</b> Profils sensoriels (goût) de lait chauffé par microondes .....	33
<b>Figure 06:</b> Profils sensoriels (odeur) de lait chauffé par microondes .....	34
<b>Figure 07 :</b> les pourcentages des choix des dégustateurs du lait chauffé par microondes .	35
<b>Figure 08:</b> Dénombrement de Coliformes totaux dans le lait (photo originale) .....	36
<b>Figure 09:</b> dénombrement de Coliformes fécaux dans le lait (photo originale) .....	37

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1</b> : Composition moyenne du lait entier ( <b>Fredot, 2006</b> ) .....	3
<b>Tableau 2</b> : Composition minérale du lait de vache ( <b>Jeantet et al., 2007</b> ).....	4
<b>Tableau 3</b> : Composition vitaminique moyenne du lait cru ( <b>Amiot et al., 2002</b> ).....	5
<b>Tableau 04</b> : Caractéristiques physico-chimiques du lait ( <b>Amiot et al., 2002</b> ).....	7
<b>Tableau 5</b> : Principaux groupes bactériens du lait ( <b>Alais, 1984</b> ).....	12
<b>Tableaux 6</b> :Profils sensoriels (couleurs) d'un lait chauffé par microondes.....	31
<b>Tableaux 7</b> : Profils sensoriels (goût) du lait chauffé par microondes.....	32
<b>Tableaux 8</b> : Profils sensoriels (odeur) d'un lait chauffé par microondes .....	33
<b>Tableaux 9</b> : classement des choix de dégustateur.....	35
<b>Tableaux 10</b> : Résultats des analyses microbiologiques du lait. (UFC/ml) .....	36

# *Table des matières*

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Introduction.....1

## **Etude bibliographique**

### **Chapitre I**

I.1. Généralités sur le lait .....	2
I.1.1. Définition .....	2
I.1.2. Composition du lait .....	2
I.1.2.1. Eau .....	3
I.1.2.2. Matière grasse .....	3
I.1.2.3. Protéines .....	4
I.1.2.4. Lactose .....	4
I.1.2.5. Minéraux .....	4
I.1.2.6. Vitamines .....	5
I.1.2.7. Enzymes .....	5
I.1.3. Facteurs influençant la composition du lait.....	6
I.1.3.1. Variabilité génétique entre individus .....	6
I.1.3.2. Stade de lactation .....	6
I.1.3.3. Age ou numéro de lactation .....	6
I.1.3.4. Facteurs alimentaires.....	6
I.1.3.5. Facteurs climatiques et saisonniers .....	7
I.1.4. Propriétés physico-chimiques du lait .....	7
I.1.4.1. Le pH.....	7
I.1.4.2. Point de congélation.....	7
I.1.4.3. Point d'ébullition.....	7
I.1.4.4. Acidité du lait.....	8
I.1.4.5. La densité .....	8

I.1.4.6.La viscosité .....	8
I.1.4.7.La matière grasse.....	8
I.2. l'évaluation sensorielle .....	9
I.2.1.Définition .....	9
I.2.2.Objectif de l'évaluation sensorielle .....	9
I.2.3.Qualité organoleptique du lait.....	10
I.2.3.1. Couleur.....	11
I.2.3.2. Odeur.....	11
I.2.3.3.Saveur.....	11
I.3. Microbiologie du lait.....	11
I.3.1.Flores microbiennes du lait.....	12
I.3.1.1. Flore originelle ou indigène .....	12
I.3.1.1.1. Bactéries lactiques.....	13
I.3.1.2. Flore de contamination.....	13
I.3.1.3. Flores d'altérations.....	13
I.3.1.3.1. Bactéries de type coliforme.....	14
I.3.1.3.2. Levures et moisissures .....	14
I.3.1.3.3. Streptocoques fécaux .....	14
I.3.1.4. Les flores pathogènes.....	14

## Chapitre II

II - Généralités sur la micro-onde.....	15
II.1. Histoire .....	15
II.2. Définition.....	15
II.3.Nature des micro-ondes et domaine spectral .....	16
II.4. Action des micro-ondes sur les produits.....	16
II.4.1.Paramètres importants des produits .....	16
II.4.1.1. Propriétés diélectriques.....	16
II.4.1.2 Propriétés thermiques .....	16
II.4.1.3. Activité d'eau.....	17
II.5.Fonction d'utilisation.....	17
II.6.Pourquoi les micro-ondes chauffent-elles ?.....	18
II.7. Effet sur la qualité des produits .....	18
II.8.Effets des micro-ondes sur le lait.....	18
II.9.Les dangers du rayonnement électromagnétique.....	19
II.10. Sécurité.....	19

II.11. Applications industrielles des micro-ondes .....	20
II.11.1.Séchage .....	20
II.11.2.Décongélation .....	20
II.11.3.Traitement des déchets.....	21
II.11.4.Pasteurisation .....	21

## **Etude expérimental**

### **Chapitre I : matériel et méthodes**

I.1. L'objectif.....	22
I.2. Lieu de travail .....	22
I.3. Préparation des échantillons du lait .....	22
I.4. Analyse du lait avant et après de réchauffement par micro-ondes .....	23
I.4.1. Test organoleptique .....	24
I.4.1.1. Test descriptifs .....	24
I.4.1.2. Test de classement.....	24
I.4.1.3. Préparation des échantillons.....	25
I.4.1.4.Le déroulement de l'essai .....	26
I.4.2. analyses microbiologie.....	27
I.4.2.1.Recherche et dénombrement des germes de contamination.....	28
I.4.2.1.1.Recherche et dénombrement des germes totaux .....	28
I.4.2.1.2.Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (normes ISO INA) 28	
I.4.2.1.3. Recherche et dénombrement des <i>Staphylococcus aureus</i> .....	29

### **Chapitre II : Résultats et discussion**

II. Résultats et discussion de l'évaluation sensorielle .....	31
II.1. résultat sensorielle descriptive quantifiée de lait chauffé par micro-ondes .....	31
II.1.1.La couleur .....	31
II.1.2. Goût .....	32
II.1.3. Odeur .....	33
II.2.Résultats de classement .....	35
III- Résultats et discussion des analyses microbiologique de lait .....	36
III.1. Coliformes totaux .....	36
III.2. Coliformes fécaux et totaux.....	37
III.3.Staphylococcus aureus .....	38
Conclusion.....	39
Référence bibliographique.....	40
Annexe	

## INTRODUCTION

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens ils apportent la plus grosse part de protéines d'origine animale. En 2014, la consommation moyenne de lait en Algérie est de 130 litres par personne, se classant parmi les plus grands consommateurs de lait au monde. Complexe Laitier d'Alger (Colaital) est le leader du lait en Algérie, avec 28% de part de marché en 2014. La production laitière algérienne ne couvre qu'une faible partie de la demande en lait des industries. De ce fait, une grosse partie du lait liquide, des yaourts et des fromages produits en Algérie sont fabriqués avec de la poudre de lait importée. Le lait en poudre représente plus de 94% des importations globales des produits laitiers en Algérie.

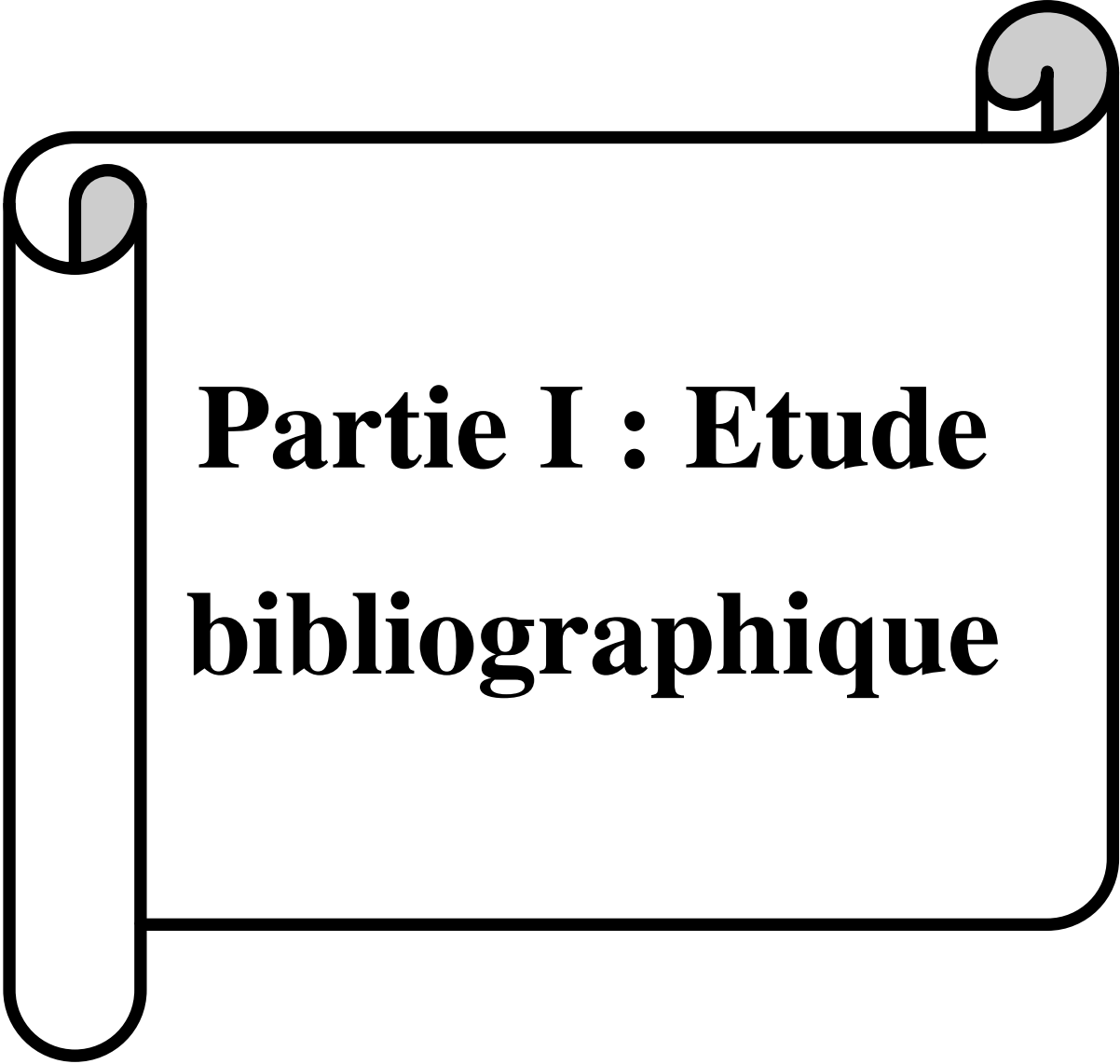
Le lait est un produit très complexe, présente une forte concentration en nutriments. Une connaissance approfondie de sa composition, de sa structure et de ses propriétés physiques et chimiques est indispensable à la compréhension des transformations du lait et des produits obtenus lors des différents traitements industriels. Les sections qui suivent traitent du lait de vache (**Carole L, 2002**). Si un litre de lait est chauffé à 100°C jusqu'à ce que l'eau s'évapore, il restera un résidu brun jaune. La composition chimique du lait varie selon l'espèce animale et d'autres facteurs, y compris la race, le régime alimentaire, l'âge etc. (**constantin et csatlos, 2010**)

Le réchauffement par micro-ondes est un traitement relativement rapide, ce qui nous permet de dire que la qualité du produit traité n'est pas largement affectée. Grâce au temps de chauffage court, les caractéristiques des produits cuits et/ou pasteurisés se rapprochent de celles d'un produit frais : couleur, goût, texture, vitamines.

L'effet du traitement thermique par les micro-ondes sur les aliments dépend de différents paramètres, tels que les conditions de traitement thermique, le type et le volume du produit, la puissance du four, la température et le temps d'exposition (**Sieber et al.,1996**)

Les micro-ondes sont employées dans la pasteurisation et la stérilisation des aliments (**Ashim, 2008**). **Hamid et al.,1969** ont été le premier groupe à utiliser cette technologie pour la pasteurisation du lait. Contrairement à d'autres vecteurs d'énergie, le chauffage par microondes comporte un processus de chauffage rapide et direct qui réduit le temps nécessaire pour parvenir à une température désire. Par conséquence, le traitement thermique totale cumulé est réduit, une meilleur préservation thermique de l'aliment, tel que les arômes les vitamines et les pigments (**Clare et al.,2005**)

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de chauffage par micro-onde sur les qualités organoleptiques et microbiologiques du lait.



**Partie I : Etude  
bibliographique**

## I.1. Généralités sur le lait

### I.1.1. Définition

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum » (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Selon **Aboutayeb (2009)**, le lait est un liquide blanc, opaque, de saveur légèrement sucrée, constituant un aliment complet et équilibré, sécrété par les glandes mammaires de la femme et par celles des mammifères femelles pour la nutrition des jeunes. Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**Fredot, 2006**).

Tout lait provenant d'une femelle laitière, autre que la vache, doit être désigné par la dénomination « lait », suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient. (**Jora, 1993**).

**Jeantet et al., (2008)** rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation.

### I.1.2. Composition du lait

Selon **Favier (1985)**, le lait est une source importante de protéines de très bonne qualité, riches en acides aminés essentiels, tout particulièrement en lysine qui est par excellence l'acide aminé de la croissance. Ses lipides, caractérisés par rapport aux autres corps gras alimentaires par une forte proportion d'acides gras à chaîne courte, sont beaucoup plus riches en acides gras saturés qu'en acides gras insaturés. Ils véhiculent

par ailleurs des quantités appréciables de cholestérol et de vitamine A ainsi que de faibles quantités de vitamine D et E. (Tableau 1)

**Tableau 1** : Composition moyenne du lait entier (Fredot, 2006)

Composants	Teneurs (g/100g)
Eau	89.5
Dérivés azotés	3.44
Protéines	3.27
Caséine	2.71
Protéines solubles	0.56
Matières grasses	3.5
Lipides neutres	3.4
Lipides complexes	<0.05
Composés liposolubles	<0.05
Glucides	4.8
Glucides	4.7
Gaz dissous	5% du volume du lait
Extrait sec total	12.8g

### I.1.2.1.Eau

L'eau est un élément quantitativement plus important : 900 à 910g par litre. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire.

### I.1.2.2.Matière grasse

Jeantet *et al.*, (2008) rapportent que la matière grasse est présente dans le lait sous forme de globules gras de diamètre de 0.1 à 10 $\mu$ m et est essentiellement constitué de triglycérides (98%). La matière grasse du lait de vache représente à elle seule la moitié de l'apport énergétique du lait. Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés.

### I.1.2.3. Protéines

Selon **Jeantet *et al.*, (2007)**, le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80 % des protéines totales,
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales.
- Protéines membranaires
- protéine combinée avec des substances Phosphatase alcaline lipidiques. Elles représentent environ 1.2% de la quantité totale des protéines du lait (**Vignola, 2002**)

### I.1.2.4. Lactose

**Mathieu(1999)**, évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau. Il est synthétisé par la glande mammaire à partir du glucose prélevé dans le sang. (**Fao et Inpho, 1998**)

### I.1.2.5. Minéraux

Selon **Gaucheron (2004)**, le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux minéraux sont le calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (**Tableau 2**).

**Tableau 2** : Composition minérale du lait de vache (**Jeantet *et al.*, 2007**).

Eléments minéraux	Concentration (mg.kg-1)
Calcium	1043-1283
Magnésium	97-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

### I.1.2.6. Vitamines

Selon **Vignola (2002)**, les vitamines sont des substances biologiquement indispensables à la vie puisqu'elles participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme humain n'est pas capable de les synthétiser.

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamine du groupe B et vitamine C) en quantité constantes, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (**Jeantet *et al.*, 2008**). (Tableau 3)

**Tableau 3:** Composition vitaminique moyenne du lait cru (**Amiot *et al.*, 2002**)

Vitamines	Teneur moyenne
<b>Vitamines liposolubles</b>	
Vitamine A (+carotènes)	40µg/100ml
Vitamine D	2.4µg/100ml
Vitamine E	100µg/100ml
Vitamine K	5µg/100ml
<b>Vitamines hydrosolubles</b>	
Vitamine C (acide ascorbique)	2mg/100ml
Vitamine B1 (thiamine)	45µg/100ml
Vitamine B2 (riboflavine)	175µg/100ml
Vitamine B6 (pyridoxine)	50µg/100ml
Vitamine B12(cyanocobalamine)	0.45µg/100ml
Acide pantothénique	350µg/100ml
Acide folique	5.5µg/100ml

### I.1.2.7. Enzymes

Dans les conditions normales, le lait contient une grande variété d'enzymes. Ce sont des substances organiques de nature protidique, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. (**linden, 1987**).

### **I.1.3.Facteurs influençant la composition du lait**

#### **I.1.3.1.Variabilité génétique entre individus**

D'après **Pougheon et Goursaud (2001)**, il existe indéniablement des variabilités de composition entre les espèces et les races . Généralement les races les plus laitières présentent un plus faible taux de matières grasses et protéiques or le choix d'une race repose sur un bilan économique global.

#### **I.1.3.2.Stade de lactation**

Les teneurs du lait en matières grasses et protéiques évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation (période colostrale) (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

#### **I.1.3.3.Age ou numéro de lactation**

Selon **Pougheon et Goursaud (2001)**, on peut considérer que l'effet de l'âge est très faible sur les quatre premières lactations. On observe une diminution du TB (TB: taux butyreux en g/Kg) de 1% et du taux protéique de 0.6%.

#### **I.1.3.4.Facteurs alimentaires**

Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du TB. Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en AG de la matière grasse du lait (**Pougheon et Goursaud, 2001**).

### I.1.3.5. Facteurs climatiques et saisonniers

D'après **Pougheon et Goursaud (2001)**, la saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ...) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin – juillet et par un maximum à la fin de l'automne.

### I.1.4. Propriétés physico-chimiques du lait

Les principales propriétés physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (**Amiot *et al.*, 2002**) (Tableau 04).

**Tableau 04** : Caractéristiques physico-chimiques du lait (**Amiot *et al.*, 2002**).

<b>PH (20 °C)</b>	6.6 à 6.8
<b>Acidité titrable</b>	16 à 18
<b>Densité (20°C)</b>	1028 à 1033
<b>Point de congélation</b>	-0.54 °C à -0.55°C
<b>Valeur énergétique</b>	160 Kcal (250 ml)

#### I.1.4.1. Le pH

Le pH de lait varie entre 6.6 et 6.8 ; cette valeur représente l'état de fraîcheur du lait. Le pH varie avec la richesse du lait en phosphates, citrates et caséines (**Mathieu, 1997**).

#### I.1.4.2. Point de congélation

Le point de congélation de lait peut varier de -0.52°C à -0.56 °C ; toute variation supérieure à -0.52°C étant un indice de mouillage (**Vignola, 2002**).

#### I.1.4.3. Point d'ébullition

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau, soit : 100.5°C (**Jean *et al.*, 2002**)

#### I.1.4.4. Acidité du lait

L'acidité titrable du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait (Afnor, 1985).

Selon Jean et Dijon (1993), L'acidité titrable du lait est déterminée par dosage par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine.

Le lait peut avoir un comportement à la fois acide et basique. Acidité d'un lait normale se situe entre 16 à 18°D (Mathieu, 1997).

$$1^{\circ}\text{D} = 0.1\text{g d'acide lactique par litre de lait}$$

#### I.1.4.5. La densité

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (Pointurier, 2003).

La densité de lait varié entre 1028 à 1033. (Vierling, 2008).

#### I.1.4.6. La viscosité

Rheotest (2010) a montré que la viscosité du lait est une propriété complexe qui est particulièrement affectée par les particules colloïdes émulsifiées et dissoutes.

La teneur en graisse et en caséine possède l'influence la plus importante sur la viscosité du lait.

#### I.1.4.7. La matière grasse

La matière grasse est présente dans le lait sous forme de petites gouttes suspendues dans l'eau. Chaque globule est entouré par une couche de phospholipides qui empêche les globules de se regrouper.

La destruction de cette structure provoque l'agglutination des globules gras et leur montée à la surface du lait pour former une couche de crème (Vingalo, 2002).

## I.2. l'évaluation sensorielle

### I.2.1. Définition

D'après **Dauvilliers (2008)**, il existe trois types de sensorialité :

- **Sensorialité extéroceptive**: 6 organes des sens somesthésie, vision, audition, olfaction, goût et équilibre vestibulaire
- **Sensorialité intéroceptive**: sensibilité des viscères, vaisseaux et endothélium
- **Sensorialité proprioceptive**: muscles, tendons, articulations.

Par "évaluation sensorielle", on entend l'examen des propriétés d'un produit par les organes des sens (**Commission Européenne, 2008**).

**Lespinasse et al., (2002)** expliquent que l'évaluation sensorielle fait appel au système sensoriel de l'homme, système complexe dont les mécanismes d'intégration ne sont pas encore bien connus. Malgré la grande capacité de discrimination des sens humains, ils ont aussi des limites qui peuvent varier d'un individu à l'autre.

Selon **Mac leod et Sauvageot (1986)**, par définition l'évaluation sensorielle implique une intervention active de l'homme, donc la mise en jeu d'un ensemble de mécanismes qui font qu'un stimulus de nature matérielle engendre des sensations qui en atteignant le niveau de la conscience, deviennent des perceptions.

### I.2.2. Objectif de l'évaluation sensorielle

D'après **Roudaut et Lefrancq (2005)**, l'analyse sensorielle est un passage obligatoire pour les industriels du marché agroalimentaire. En effet, cette technique vise la satisfaction des besoins du consommateur tout en réduisant les pertes aussi bien pour le fabricant que pour le revendeur. Ainsi, selon le type, l'évaluation sensorielle peut avoir comme objectifs :

- La description objective d'un produit pour établir un profil sensoriel,
- L'étude de la satisfaction des consommateurs et/ou de leurs préférences,
- La conception de nouveaux produits ou l'optimisation de ceux qui existent déjà,

- L'imitation de certains produits,
- L'étude de l'évolution du produit dans le temps (au cours du stockage) pour assurer sa qualité,
- La comparaison entre les produits concurrents,
- La comparaison entre deux produits pour étudier l'influence de certains procédés technologiques sur les qualités organoleptiques.

Selon **Las (2011)**, l'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes des sens (définition de la norme française) la vue, le toucher, l'ouïe, l'odorat, et le goût.

Elle constitue un véritable outil de mesure fiable et indépendant qui permet d'évaluer :

- D'une part les préférences des consommateurs et prévoir ce qui motive leurs choix.
- D'autre part les caractéristiques organoleptiques des produits :
  - **L'apparence**: aspect général, la couleur, la forme,
  - **La flaveur**: odeur, saveur (sucrée, salée, amère, acide) l'arôme (piquant, fruité, boisé),
  - **La texture**: dureté, collant, cohésion, croquant, friabilité.

### **I.2.3. Qualité organoleptique du lait**

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. Aucun instrument ne peut reproduire ou remplacer la réaction humaine, ce qui fait que l'élément «évaluation sensorielle» de toute étude alimentaire est essentiel (**Watts et al., 1989**). **Vierling (2003)** rapporte que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais.

### I.2.3.1. Couleur

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (la vache transforme le B-carotène en vitamine A qui passe directement dans le lait (**Fredot, 2005**)).

**Reumont (2009)** explique que dans le lait, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche.

### I.2.3.2. Odeur

Selon **Vierling (2003)**, l'odeur est caractéristique du fait de la matière grasse qu'il contient fixe des odeurs animales. Elles sont liées à l'ambiance de la traite, à l'alimentation (les fourrages à base d'ensilage favorisent la flore butyrique, le lait prend alors une forte odeur), à la conservation (l'acidification du lait à l'aide de l'acide lactique lui donne une odeur aigrelette).

### I.2.3.3. Saveur

La saveur du lait normal frais est agréable. Celle du lait acidifié est fraîche et un peu piquante. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. Les laits de rétention et de mammites ont une saveur salée plus ou moins accentuée. Il en est en parfois de même du colostrum. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, etc. peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer.

La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

## I.3. Microbiologie du lait

Le lait contient peu de micro-organisme lorsqu'il est prélevé dans des bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 5000 germes/ml) (**Larpen, 1997**) (**Tableau 5**). Le lait dans les cellules du pis est stérile (**Tolle, 1980**), mais la glande

mammaire, la peau du pis, le matériel de traite, la litière, la qualité de l'air et les pratiques de l'éleveur sont des sources de contamination (Menard *et al.*, 2004).

**Tableau 5:** Principaux groupes bactériens du lait (Alais, 1984).

	Groupe	Caractères
Bactéries « Gram+ »	1-Bactéries lactiques	-Activité biologique : Fermentation du lactose
	2-Microcoques	-Flore banale de contamination du lait. -Activité enzymatique réduite.
	3-Staphylocoques	-Développement dans le lait à 15°C pendant plusieurs heures.
	4- Bacillaceae	-Mésophiles, inhibées à 45°C. -Absence dans le lait cru et les produits laitiers qui n'ont pas été chauffés.
	1-Entérobactéries	-Des coliformes, fermentent le lactose.
	2-Achromobactériaceae	-Ces micro-organismes forment l'essentiel de la flore psychrotrophe.
	3-Bactéries divers	- Les plus importantes pseudomonas sp véhiculées par les Eaux non potables et Brucella sp pathogènes.

### I.3.1.Flores microbiennes du lait

On répartit les microorganismes du lait, selon leur importance, en deux grandes classes : la flore indigène ou originelle et la flore contaminant. Cette dernière est subdivisée en deux sous classe : la flore d'altération et la flore pathogène (Vignola, 2002).

#### I.3.1.1. Flore originelle ou indigène

La flore naturelle du lait cru est un facteur essentielle particulièrement à ces propriétés organoleptiques (Fotou *et al.*, 2011).

Le Lait cru est protégé contre les bactéries par des substances inhibitrices appelées « lacténines» mais leur action est de très courte durée environ 1 heure (Guiraud, 2003).

D'autres microorganismes peuvent se retrouver dans le lait cru issu d'un animal malade, ils sont généralement pathogènes et dangereux au point de vue sanitaire.

#### I.3.1.1.1. Bactéries lactiques

Les bactéries lactiques appartiennent à un groupe de bactéries bénéfiques, dont les vertus se ressemblent, et qui produisent de l'acide lactique comme produit final du processus de fermentation..

#### I.3.1.1.2. Flore de contamination

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (**Vignola, 2002**).

Le lait se contamine par des microbes d'origines diverses :

- **Fèces et téguments de l'animal** : *Coliformes*, *Clostridies*, et éventuellement des Entérobactéries pathogènes (*salmonella*).
- **Sol** : *Streptomyces*, bactéries sporulées, spores fongiques, listéria.
- **Litière et aliments** : flore banale variée, en particulier, *Lactobacilles*, *Clostridiumbutyriques* (Ensilages).
- **Air et eau** : flore diverse dont *pseudomonas*, bactérie sporulées, etc.
- **Équipements de traite et de stockage du lait** : flore lactique, *microcoque*, *Lactobacilles*, *Streptocoques*, *Leuconostoc*, levure, cette flore sera souvent spécifique d'une usine à une autre.
- **Manipulateurs** : *Staphylocoques* dans le cas de traite manuelle.
- **Vecteurs divers** : insectes en particulier, flore de contamination fécale (**GUIRAUD, 1998**).

#### I.3.1.1.3. Flores d'altérations

Seules quelques unes des espèces présentes seront responsables de l'altération du produit. Elles sont d'abord sélectionnées en fonction des conditions physico-chimiques mises en jeu (nature de produit, pH, pression partielle en oxygène, température de stockage, etc) (**Bennefoy et al., 2002**).

### I.3.1.3.1. Bactéries de type coliforme

Les coliformes sont des bactéries Gram (-) non sporulées, aérobies ou anaérobies facultatives (Billon et Sauve, 2009), exemples ; *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella*.

### I.3.1.3.2. Levures et moisissures

Elles se manifestent dans le fromage (peu dans le lait). Les levures sont des champignons microscopiques unicellulaires et sont souvent rondes à ovales, la division se fait par bourgeonnement, plus rarement par scissiparité. A cité que des levures d'altération sont associées au domaine laitier (Hermier *et al.*, 1992).

Ont cité que les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux, dix fois plus grosse que les levures, il existe plusieurs genres de moisissures notamment les genres *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* (Meyer *et al.*, 2004).

### I.3.1.3.3. Streptocoques fécaux

Les Streptocoques lactiques et les Lactobacilles, Les Streptocoques sont des témoins de contamination fécale, entraînent très souvent une très forte protéolyse. Les Streptocoques lactiques et les lactobacilles (qui sont de la flore indigène du lait) sont recherchés pour la fabrication du fromage, peuvent en grande abondance, acidifier trop rapidement le lait se qui provoque la coagulation.

### I.3.1.4. Les flores pathogènes

Les germes pathogènes auxquels on accorde une importance particulière, en raison de la gravité ou de la fréquence des risques qu'ils présentent sont cités ci-dessous :

- Les principales bactériennes infectieuses sont *Salmonella sp*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* et *Campylobacter sp*.
- Les principales bactéries toxigènes sont *Staphylococcus* , *Clostridium botulinum* (Vignola, 2002).

## II - Généralités sur la micro-onde

### II.1. Histoire

Le feu reste la première grande découverte de l'homme. Voilà maintenant des milliers d'années il apprenait à l'allumer, le conserver, le maîtriser ... est se distinguait encore davantage de l'animal en faisant cuire ses aliments. Depuis, nous avons toujours utilisé le même principe, mettant l'aliment en contact direct ou indirect avec une source de chaleur.

Au fil des ans et de l'évolution technique, du feu de bois à la résistance (électrique) chauffante, en passant par le charbon et le gaz, seule la source de chaleur se voyait modernisée. Ce n'est qu'au milieu du XXe siècle que la cuisson elle-même s'est enrichie d'un principe entièrement nouveau engendrant la chaleur à l'intérieur même de l'aliment à cuire : la cuisson par les micro-ondes. Comme souvent cette découverte semble due au hasard : la petite histoire veut qu'en 1945 un physicien, le Dr. Percy spencer, absorbé par son travail de laboratoire, ait posé distraitemment son sandwich sur un dispositif émetteur d'ondes courtes, et l'ait retiré quelques minutes plus tard chaud à cœur !

L'idée a depuis fait son chemin. Les premiers appareils de cuisson à micro-ondes nés de cette découverte ont équipé des cuisines d'hôpitaux et des cantines militaires dès 1947. Aujourd'hui Plusieurs millions de foyers à travers le monde utilisent ce nouvel appareil.

On notera que les micro-ondes sont absorbées par les aliments. Leur action se produit à l'intérieur et non pas en surface comme en cuisson traditionnelle. Mais en pénétrant dans l'aliment, elles perdent peu à peu de leur puissance. Au delà de 2 centimètres, la cuisson se fait par conduction.

### II.2. Définition

L'appareil est formée d'une cuve métallique appelée cavité, et d'une porte. Le magnétron ou générateur d'ondes ultracourtes est enfermé dans un carter accessible seulement aux techniciens. Le courant électrique alimente le magnétron qui émet des ondes électromagnétiques.

### II.3. Nature des micro-ondes et domaine spectral

Ce sont des ondes constituées d'un champ magnétique et d'un champ électrique se propageant dans un milieu matériel ou dans le vide. De nombreuses sources artificielles émettent de l'énergie sous la forme d'ondes électromagnétiques (**Rougier, 2003**).

### II.4. Action des micro-ondes sur les produits

#### II.4.1. Paramètres importants des produits

Trois éléments sont à prendre en considération pour caractériser l'effet des micro-ondes sur un produit : ses propriétés diélectriques, ses propriétés thermiques et son activité d'eau.

##### II.4.1.1. Propriétés diélectriques

La chaleur est générée dans les produits par absorption des micro-ondes et les propriétés diélectriques dépendent des facteurs suivants (**Nelson *et al.*, 2000; Mudgett, 1986**) :

- La fréquence des micro-ondes ; ainsi les hautes fréquences sont plus pénétrantes que les micro-ondes.
- La composition des produits.
- La température.
- L'état physique de l'eau contenue dans le produit.
- La densité du produit.

L'aptitude à absorber les micro-ondes est influencée significativement par ces facteurs. Ainsi, l'ajout du sel au produit, par exemple, augmente la capacité d'absorption des micro-ondes et par conséquent un chauffage plus rapide (**Anantheswaran *et al.*, 1993**).

##### II.4.1.2 Propriétés thermiques

L'aptitude d'un produit à chauffer aux micro-ondes ne dépend pas uniquement de ses propriétés diélectriques, ses propriétés thermiques peuvent en effet avoir un effet décisif dans certains cas. Par exemple, la température de l'huile, à chaleur spécifique réduite, augmente plus rapidement que celle de l'eau traitée sous les mêmes conditions de traitements micro-ondes (**Ryvanen et Ohlson, 1996 ; Zhang *et al.*, 1999**).

La composition de l'aliment, si elle évolue au cours du chauffage (opération entraînant une élimination partielle de l'eau), peut entraîner une modification de ses propriétés thermiques telles que, la chaleur spécifique, la conductivité thermique de même que sa densité. Par conséquent, le chauffage devient non uniforme.

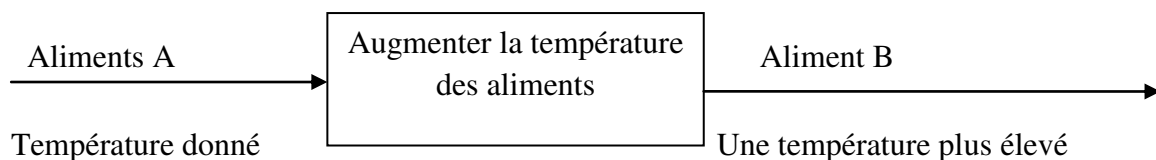
#### II.4.1.3. Activité d'eau

L'activité de l'eau ( $a_w$ ) est un concept thermodynamique défini par **Scott (1957)**, lié au potentiel chimique de l'eau du produit par rapport à celui de l'eau pure dans les mêmes conditions de température et de pression. En toute rigueur, l' $a_w$  d'un produit ne peut se mesurer que pour un état d'équilibre thermodynamique.

#### II.5.Fonction d'utilisation

- **État initial** : mets froid ou congelé
- **État final** : mets prêt à la consommation

Expression de la fonction d'usage : Augmenter la température des aliments afin de les rendre consommables. Cette élévation de température est obtenue par la mise en mouvement des molécules d'eau présente dans les aliments. La mise en mouvement des molécules d'eau est provoquée par un champ électrique.



**Figure 01:** Schéma fonctionnel de chauffage

Le four à micro-ondes appartient à la famille d'objets techniques satisfaisant le besoin humain d'élever la température des aliments

Pour effectuer l'élévation de température des aliments qui lui sont confiés, le four à microondes transforme de l'énergie électrique, fournie par le réseau EDF, en une énergie calorifique (grill) ou une énergie électromagnétique (micro-ondes), régulée en puissance, afin de leur faire subir le traitement désiré.

### II.6. Pourquoi les micro-ondes chauffent-elles ?

Les aliments sont composés de molécules d'eau et de divers autres composants (sels minéraux, corps gras, sucres, etc...) et chaque parcelle de légumes, de viande, de poisson, de fruit, renferme des millions de molécules d'eau. Exposées à une émission de micro-ondes, ces molécules vont s'orienter dans le sens des ondes. Or, nous venons de le voir celles-ci oscillent à la vitesse de 2 milliards 450 millions de fois par seconde. Il s'ensuit instantanément une très forte agitation des molécules d'où, par frottement, un échauffement considérable et rapide, dans la masse même de l'aliment. Il est à souligner toutefois que ni l'enceinte (ou toute autre partie de l'appareil), ni l'aliment, n'accumule d'énergie électromagnétique

### II.7. Effet sur la qualité des produits

L'état physique de la matière dépend de sa température et les réactions chimiques sont accélérées par la chaleur. On peut citer les réactions de Maillard et de caramélisation qui pourront se produire à la suite de la libération de jus par les tissus animaux ou végétaux soumis à la chaleur (**Cheftel *et al.*, 1997**).

Le traitement micro-ondes est un traitement relativement rapide, ce qui nous permet de dire que la qualité du produit traité n'est pas largement affectée. Grâce au temps de chauffage court, les caractéristiques des produits cuits et/ou pasteurisés se rapprochent de celles d'un produit frais : couleur, goût, texture, vitamines.

Le traitement micro-ondes ne modifie pas plus la valeur nutritionnelle que les autres modes de cuisson.

La perte en vitamines (A, E) ne semble pas accentuée par le chauffage par microondes et dans le cas de vitamines hydrosolubles, il y aurait même globalement un effet favorable sur la préservation de celles-ci car le traitement thermique est moins sévère (**Finot, 1996**).

### II.8. Effets des micro-ondes sur le lait

Les radiations ionisantes, capables d'assainir le lait, ont des effets similaires, mais induisent de plus des saveurs désagréables: celles-ci sont dues à l'oxydation des matières grasses. La présence d'oxygène ambiant accélère certaines réactions, comme la destruction

de l'acide ascorbique. Les autres substances, notamment vitaminiques, ne sont pas sensibles aux rayonnements (**Finot, 1996**).

La charge des molécules change des millions de fois chaque seconde lorsqu'elles sont dans le four à micro-ondes. Le frottement entre les charges réchauffe les aliments et conduit à l'isomérisation de structure, c'est-à-dire une destruction de la structure moléculaire des aliments.

### **II.9. Les dangers du rayonnement électromagnétique**

- Consommer des aliments chauffés à la micro-onde augmente les cellules cancéreuses dans le sang.
- Les minéraux, de tous les aliments passés à la micro-onde sont dégradés.
- Ils provoquent les cancers de l'estomac et du colon. Cela peut être à l'origine de l'augmentation des cancers du côlon aux Etats-Unis.
- Ils sont à l'origine d'une déficience du système immunitaire.
- Ils provoquent une perte de la mémoire, de la concentration, de l'instabilité émotionnelle, et une diminution de l'intelligence.
- Les alcaloïdes des végétaux exposés même à courte durée à la micro-onde sont devenus cancérogènes.

### **II.10. Sécurité**

- ❖ Pour l'utilisateur, ils sont inexistantes si celui-ci ne démonte pas le capot de son appareil. Pour le réparateur, ils sont réels. C'est pourquoi des précautions sont à prendre lorsque l'on intervient sur un appareil :
  - -Tapis isolant
  - -Gants isolants
  - -Décharge du condensateur haute tension
- ❖ Pour garantir un fonctionnement sans risques, les fours micro-ondes disposent de plusieurs dispositifs de sécurité :

- Impossibilité de faire fonctionner le four si la porte est ouverte.
- Le fait d'ouvrir la porte du four pendant le fonctionnement coupe l'alimentation.

Pour éviter les fuites, la porte est dotée de plusieurs protections :

- Un filtre de barrage selfique.
- Une grille qui forme une cage de Faraday avec l'enceinte du four.
- Un joint en caoutchouc ferrite qui agit en absorbeur dissipateur d'énergie résiduelle.

## II.11. Applications industrielles des micro-ondes

### II.11.1.Séchage

De nombreuses industries ont exploité le séchage par micro-ondes. On pourra le retrouver dans l'industrie textile (fixation des colorants sur tissus), dans le séchage du bois et la destruction des parasites, pour le séchage du papier, le séchage de poudres à but pharmaceutique, le séchage de pâtes à biscuits...Aujourd'hui de nouvelles méthodes efficaces sont proposées notamment dans l'agroalimentaire. De plus, le micro-onde peut être utilisé pour améliorer une méthode existante. La combinaison séchage par micro-ondes et flux d'air sec chaud montre plusieurs avantages dans le séchage des fruits et légumes (« snacks ») : temps de séchage réduit et qualité nutritionnelle des produits mieux préservée (**Zhang, Qi et al., 2006**). Il existe trois façons de combiner l'utilisation des micro-ondes avec le flux d'air sec chaud : l'énergie micro-onde peut être appliquée au début du procédé de déshydratation, dans ce cas l'intérieur du produit est rapidement chauffé à la température de vaporisation de l'eau. Ce procédé peut aussi servir en milieu du procédé de déshydratation, dans ce cas la surface de la matrice végétale est sèche et l'eau est concentrée à l'intérieur du produit. L'application de l'énergie micro-onde entraîne la vaporisation. Et enfin, en fin de procédé pour faciliter le séchage final (**Zhang, Qi et al., 2006 ; Vadivambal et Jayas, 2007**).

### II.11.2.Décongélation

La décongélation par micro-onde apporte une alternative performante au niveau industriel. La glace est transportée à l'énergie micro-onde. Cependant une faible présence d'eau non congelée permet la production de chaleur (**Schiffmann, 2001**). Les micro-ondes permettent d'atteindre des températures précises : il est en effet possible de travailler à des

températures proches du point de fusion de la matrice traitée. L'étape de décongélation peut alors être intégrée facilement dans une chaîne de production alimentaire ou des étapes de congélation, découpage et recongelations pourront être réalisées en un temps réduit.

L'emploi des micro-ondes dans ce procédé va permettre de préserver les qualités organoleptiques, microbiologiques et nutritionnelles des aliments (**Akkari, Chevallier et al., 2006**). Les micro-ondes apportent dans ce genre d'application un gain de temps considérable et inégalable par une méthode conventionnelle (Ex. décongélation d'une viande en seulement 30 min contre 24h en chambre de décongélation).

### II.11.3.Traitement des déchets

L'emploi des micro-ondes a été engagé dans la voie retraitement des déchets, il permet ainsi d'explorer de nouvelles voies sanitaires dans des domaines éloignés comme le nucléaire, l'environnement (désorption de contaminants) ou le domaine médical. Ces secteurs requièrent généralement un inertage par incinération. Le chauffage diélectrique a pu être employé avec succès dans le retraitement de déchets anatomiques issus du milieu hospitalier (**Ohtsu, Yamada et al., 2000**).

### II.11.4.Pasteurisation

La pasteurisation est un traitement thermique s'effectuant entre 75 et 85°C pendant un temps limité afin d'atteindre le seuil de thermo résistance des bactéries. **Paterson, Cranson et al., (1995)** montrent une réduction de  $10^2$  UFC.cm<sup>2</sup> après utilisation du micro-onde à 2450 Hz. **Vijaya-Raghavan, et al., (2005)** présentent des travaux de pasteurisation d'asperges en bocaux en utilisant l'énergie micro-onde à 915 MHz. Ce procédé entraîne un chauffage uniforme et permet le maintien d'une température létale pendant une durée suffisante pour assurer la sécurité microbiologique du produit. De plus, ce procédé réduit le temps de pasteurisation de 30 min comparé à une pasteurisation en bain-marie et par ce fait, limite la dégradation thermique du produit (**Vijaya-Raghavan, Orsal et al., 2005**). Une pasteurisation du foie gras par micro-onde est obtenue avec une durée diminuée de 50% comparée à un procédé classique et confère de plus des qualités organoleptiques supérieures (**Massoubre, 2003**) la teneur en E.coli dans les viandes est plus nettement réduite par procédé micro-onde comparée à un procédé traditionnel (**Yilmaz, Arci et al., 2005**).



**Partie II : Etude  
expérimentale**

### **I.1. L'objectif**

Notre travail consiste à étudier l'effet de réchauffement par micro-ondes sur les qualités organoleptiques et microbiologique du lait pasteurisé.

### **I.2. Lieu de travail**

Le travail expérimental a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique des sciences de la nature et de la vie de l'université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.

### **I.3. Préparation des échantillons du lait**

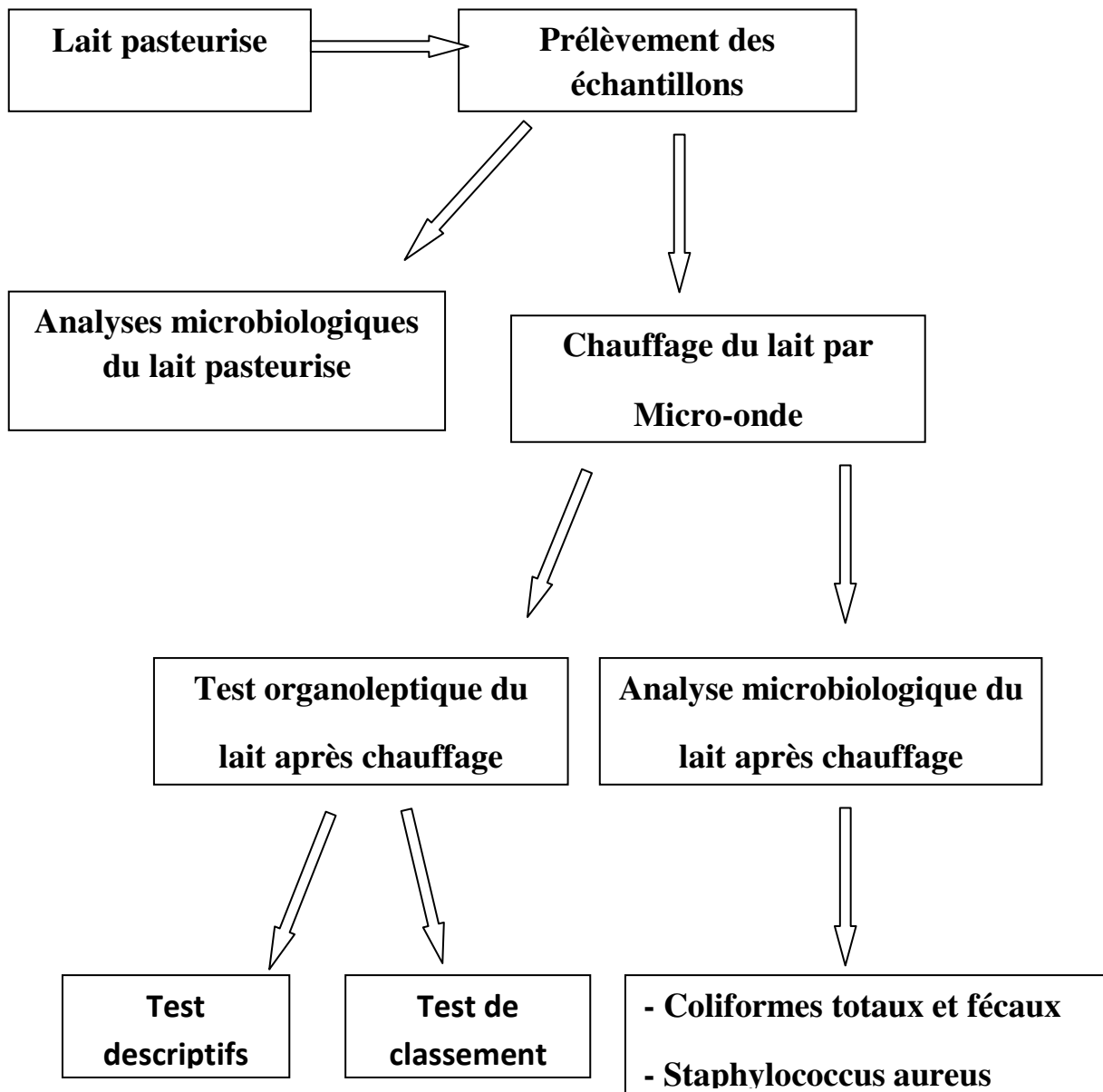
C'est au niveau du marché que nous avons prélevé les échantillons de lait de vache pasteurisé (produit par laiterie de GIPLAIT : C'est une unité de production et de commercialisation du lait et dérivés, située dans la zone d'activité de salamandre (région ouest de la willaya de Mostaganem)

Le prélèvement des échantillons a été fait au hasard, transportés dans une glacière pour éviter l'exposition des échantillons à des températures élevées, ensuite les échantillons sont conservés immédiatement dans un réfrigérateur à une température de 4°C. Un sachet est destiné pour les analyses microbiologique et les l'autre pour l'évaluation sensorielle.

Le lait a été divisé en quatre échantillons: trois échantillons ont été exposés à différents intervalles de chauffage 1, 2 et 3 min aux micro-ondes, le quatrième comme témoin.

-Température du lait avant chauffage : 04°C

-Température du lait après chauffage 1 minute, 2 minutes et 3 minutes respectivement : 39, 61°C et 82°C.



**Figure 02** : Principales étapes de l'étude.

#### **I.4. Analyse du lait avant et après de réchauffement par micro-ondes**

Cette étude a porté sur une seule marque de lait de vache pasteurisé produit par laiterie de GIPLAIT.

##### **I.4.1. Test organoleptique**

###### **❖ Matériel**

- Micro-onde
- 4 sachées de Lait entier (pasteurisé) trois sachées ont été exposés à différents intervalles de 1 ,2 et 3 min aux micro-ondes, la quatrième comme témoin.
- 160 gobelets pour les échantillons du lait On a utilisé des gobelets en plastique transparents.
- Gobelets d'eau pour neutraliser les goûts, si désiré
- Goblet pour mettre le lait pour l'évaluation sensorielle
- 4 bocaux pour chauffé le lait
- Marqueurs
- Fiche d'évaluation sensorielle bien formulé et détaillé

### **Évaluation sensorielle**

L'objectif de l'évaluation sensorielle c'est de connaître le lait chauffé par micro-onde présentant les meilleurs caractéristiques organoleptiques (couleur, odeur, et le gout) par un jury de dégustation, il existe deux types de test :

#### **I.4.1.1. Test descriptifs**

Les tests descriptifs sont comparables aux tests de notation d'intensité, si ce n'est que les dégustateurs notent l'intensité sur un certain nombre de caractéristiques de l'échantillon plutôt que sur une seule

#### **I.4.1.2. Test de classement**

L'épreuve de classement consiste à présenter une série des produits et à demander au sujet de classer ces produits par ordre d'intensité ou de degré selon un critère donné.

Le test de classement : Classement de quatre échantillons de laits de vache pasteurise, trois échantillons ont été exposés à différents intervalles aux micro-ondes, la quatrième comme témoin.



**Figure 03:** Poste de dégustation (photo originale)

## Le jury de dégustation

Un groupe d'évaluation sensorielle est un ensemble d'individus ou sujets requis pour effectuer des évaluations sensorielles.

Nous avons composé des jurys de 40 sujets de différentes catégories d'âge (étudiants post gradués, étudiants deuxième année master, des ingénieurs et des techniciens de laboratoire).

- Les sujets ne souffrent d'aucune maladie.
- Les sujets sont informés d'éviter l'utilisation des produits fortement odorants tels que parfum.
- les sujets ne doivent pas fumer, ni manger une demi-heure précédant l'évaluation.

### I.4.1.3. Préparation des échantillons

Les quatre échantillons de lait sont codés 1, 2, 3 et 4:

- 1 témoin.
- 2 laits chauffés à **1 min** aux micro-ondes.
- 3 laits chauffés à **2 min** aux micro-ondes.
- 4 laits chauffés à **3 min** aux micro-ondes.

Pour le premier lait (témoin) l'échantillon est versé directement dans les gobelets étiquetés, alors que pour les échantillons 2,3 et 4 sont exposés à différents intervalles aux micro-ondes et nous avons suivis les étapes suivantes:

- Verser le lait dans une casserole propre.
- Introduire la casserole en fonction du type de répartition des ondes.
  - Fermer la porte.
- Programmer la température et le temps de chauffage.
- Mettre en service
- Signal de fin de chauffage
- Ouvrir la porte et retirer le mets
- Verser le lait filtré dans un bocal en verre, nous avons utilisés quatre bocaux codés 1, 2, 3, et 4 (1 c'est le témoin).

#### **I.4.1.4.Le déroulement de l'essai**

L'évaluation a été faite au niveau de l'université Abdelhamid Ibn Badis (ITA)-Mostaganem.

Des précautions ont été prises pour que les sujets ne soient pas influencés par des facteurs extérieurs:

- Absence d'odeurs étrangères,
- Température et hygrométrie constantes,
- Lumière uniforme.
- L'heure à laquelle se déroulent les essais se situe entre 13 heures et 15 heures de l'après midi pour le classement de laits (après 30 mn de réchauffement par micro-onde)

Pour les deux tests nous avons suivi les étapes suivantes:

-Etiqueter les gobelets de façon anonyme et neutre, avec des numéros : 1, 2, 3 et 4 afin d'éviter toute connotation de classement selon les préférences,

- Chaque table de dégustation est munie de:
  - Une bouteille d'eau et un verre pour le rinçage de la bouche pendant la dégustation,
  - quatre gobelets codés avec le numéro 1, 2, 3 et 4,
  - Des mouchoirs en papier pour les éventuels débordements,

- Un bulletin de réponse et un crayon.

### **I.4.2. analyses microbiologie**

#### **. Appareillage, Produits chimiques et réactifs utilisés**

##### **Appareillage**

Etuve à (37°C, 44°C)

Bain marie à 80°C

Autoclave 120°C

Balance

Réfrigérateur

Boites de pétrie, tube a essais, pipettes pasteur, bec bunsen

##### **Produit chimique et réactifs**

-Milieu PCA (plate count agar)

-Milieu VRBL (gélose lactoses billée au cristal violet et au rouge neutre)

-Milieu Chapman

-Eau physiologie

##### **Les germes recherchés**

- Les germes totaux (mésophiles)
- Les coliformes totaux et fécaux
- Les staphylococcus aureus

#### **I.4.2.1. Recherche et dénombrement des germes de contamination**

##### **Préparation des délutions**

Pour la recherche microbiologique, nous avons préparé dans des conditions aseptiques une série de dilution à partir de la solution mère (**lait pasteurisé**), ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ ).

Pour les dilutions, sont faites comme suit : Avec une pipette pasteur stérile, on prend **1 ml** du lait pasteurisé et on le met dans un tube a esse de stérile qui contient **9 ml** du diluant (eau physiologique stérile). Et on homogénéise bien, on obtient ainsi la dilution  $10^{-1}$ . Ensuite, on prend **1ml** de cette solution et on le dépose dan un tube à essai contenant **9 ml** d'eau physiologique stérile (homogénéiser), c'est la dilution  $10^{-2}$ . Enfin, à partir de la dilution  $10^{-2}$  on prend **1ml** avec une autre pipette stérile et on le met dans un deuxième tube contenant **9 ml** d'eau physiologique stérile et on homogénéise bien c'est la dilution  $10^{-3}$ .

#### **I.4.2.1.1. Recherche et dénombrement des germes totaux**

##### **Définition**

La flore aérobie mésophile est l'ensemble des germes qui peuvent se multiplier entre  $25^{\circ}\text{C}$  et  $40^{\circ}\text{C}$  et englobant les microorganismes pathogènes et non pathogènes.

**But :** dénombrer la flore totale, c'est tenter de compter tous les microorganismes présents afin d'apprécier la pollution microbienne du produit.

##### **Techniques**

- Liquéfier le milieu **P.C.A.** dans le bain marie et le ramener à  $45^{\circ}\text{C}$  en surfusion
- Prélaver 1 ml de chaque dilution ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ ) et l'introduire dans la boîte de pétri en le déposant au centre.
- Couler aseptiquement le milieu gélosé et agiter la boîte afin de mieux répartir le prélèvement.

**Incubation :** à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant **72** heures

#### **I.4.2.1.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (normes ISO INA)**

Les coliformes fécaux leur recherche permet de déterminer si le lait examiné présente une contamination d'origine fécale et d'en apprécier l'ampleur.

## Techniques

- Liquéfier le milieu **Désoxycholate** dans le bain marie et le ramener à 45°C en surfusion.
- Prélever **1 ml** de chaque dilution ( **$10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$** ) et l'introduire dans la boîte de pétri en le déposant au centre.
- Couler aseptiquement le milieu gélosé et agiter la boîte afin de mieux répartir le prélèvement.

**Incubation** : à 37°C pendant **24 à 48** heures.

## Lecture

Toutes les colonies rouges (lactose+) d'un diamètre minimal de **0.5** mm sont considérées comme étant des coliformes.

Pour les coliformes fécaux ou thermo tolérants, suivre les mêmes démarches sauf que l'incubation se fait à **40°C**.

### I.4.2.1.3. Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus*

**But** : les staphylocoques aureus peuvent produire une entérotoxine protéique à l'origine d'intoxication alimentaire, sa recherche permet donc de savoir si le lait pasteurisé présente des risques pour le consommateur.

## Techniques

Porter **1 ml** de chaque dilution ( **$10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$** ) réparti en surface dans des boîtes contenant le milieu Chapman préalablement coulé et refroidi. Etaler soigneusement l'inoculum le plus rapidement à la surface de la gélose en essayant de ne pas toucher les bords de la boîte avec une pipette pasteur.

**Incubation** : à 37°C pendant **24 à 48** heures.

**Lecture** : seront considérées comme positives, les boîtes contenant des colonies caractéristiques à savoir des colonies doré brillants.

- Dénombrer les colonies de formes lenticulaires qui poussent en masse et noter la dilution correspondante.

- Tenir compte des boîtes ayant un nombre compris entre **10** et **300**
- Retenir 2 dilution successives (plus forte dilution) ou le nombre de colonies dénombrées soit :  **$10 \leq c \leq 300$** .

$$\frac{\sum c}{(n_1 + 0,1n_2) d}$$

.Où :

$\sum c$  : Somme totale des colonies comptées.

$n_1$  : Nombre de boîtes comptées dans la première dilution.

$n_2$  : Nombre de boîtes comptées dans la seconde dilution.

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

## II. Résultats et discussion de l'évaluation sensorielle

### II.1. résultat sensorielle descriptive quantifiée de lait chauffé par micro-ondes

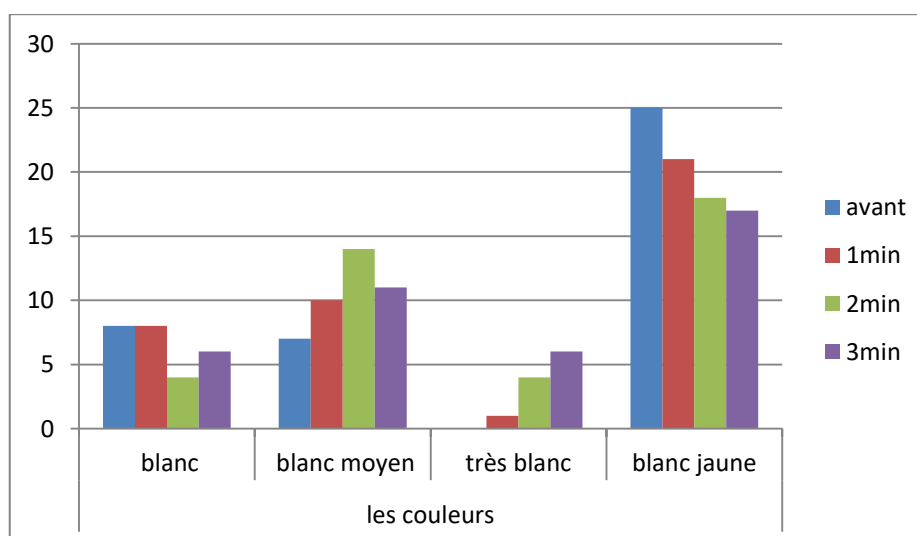
L'analyse sensorielle descriptive quantifiée est une approche du profil organoleptique des produits alimentaire .C'est un outil de clarification des relations entre le langage et les perceptions(GRANES et coll., 2009).

Dans cette étude l'analyse sensorielle descriptive quantifiée a permis de décrire et de différencier les quatre échantillons de lait mis à différents intervalles de temps aux micro-ondes. Cette méthode a permis aussi de caractériser les points communs de ces laits.

#### II.1.1.La couleur

**Tableaux 6 :** Profils sensoriels (couleurs) d'un lait chauffé par microondes

la durée \ les couleurs	avant	1min	2min	3min
<b>Blanc</b>	8	8	4	6
<b>blanc moyen</b>	7	10	14	11
<b>très blanc</b>	0	1	4	6
<b>Jaunâtre</b>	25	21	18	17



**Figure 04:** Profils sensoriels (couleur) de lait chauffé par micro-ondes

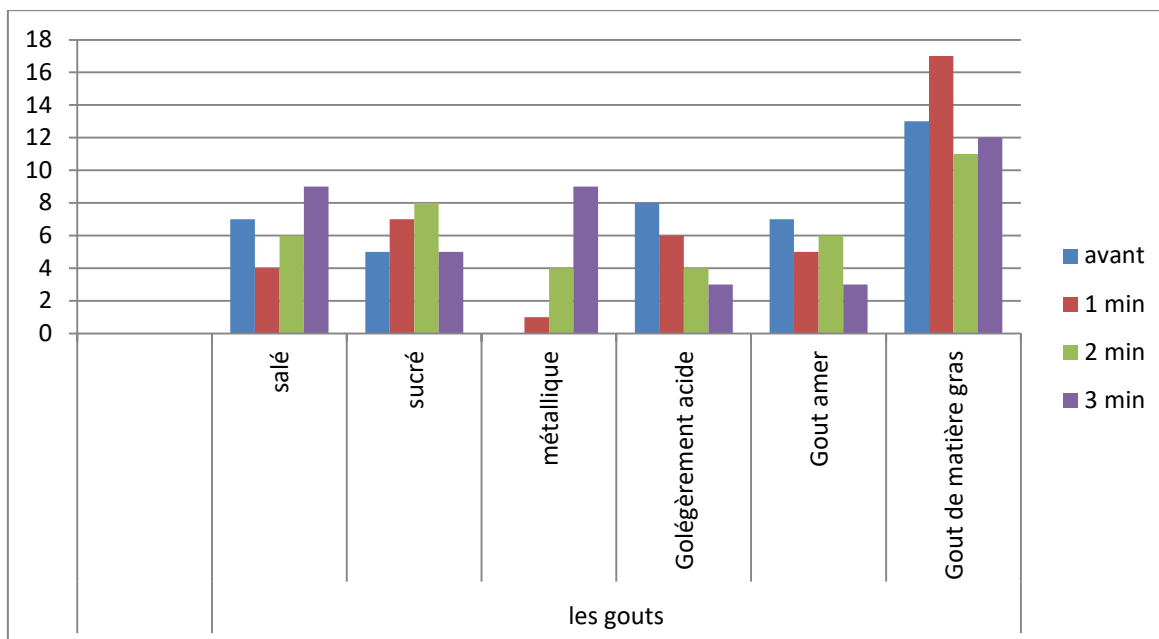
La **figure 04** montre que le profil sensoriel des quatre laits exposés à différents intervalles aux micro-ondes: de 1, 2 et 3 min. Les sujets ont décrit la couleur blanc, très blanc, blanc moyen et jaunâtre de ces laits à l'aide de 40 descripteurs, la majorité des dégustateurs décrit la couleur jaunâtre pour les quatre échantillons de lait, Avant le chauffage du lait, 25 dégustateurs d'écrivent la couleur jaunâtre, aucun dégustateur n'a décrit la couleur très blanc, alors que 8 et 7 dégustateurs pour la couleur blanc et blanc moyen respectivement.

Après le chauffage pendant 1 min, 2min et 3min on remarque que le choix des dégustateurs pour la couleur jaunâtre a changé, il y a une diminution de choix de cette couleur et une préférence de sélection de la couleur blanc moyen par les dégustateurs.

### II.1.2. Goût

**Tableaux 7:** Profils sensoriels (goût) du lait chauffé par microondes

La dure les goûts	avant	1 min	2 min	3 min
Salé	7	4	6	9
Sucré	5	7	8	5
Métallique	0	1	4	9
légèrement acide	8	6	4	3
Amer	7	5	6	3
matière gras	13	17	11	12



**Figure 05:** Profils sensoriels (goût) de lait chauffé par microondes

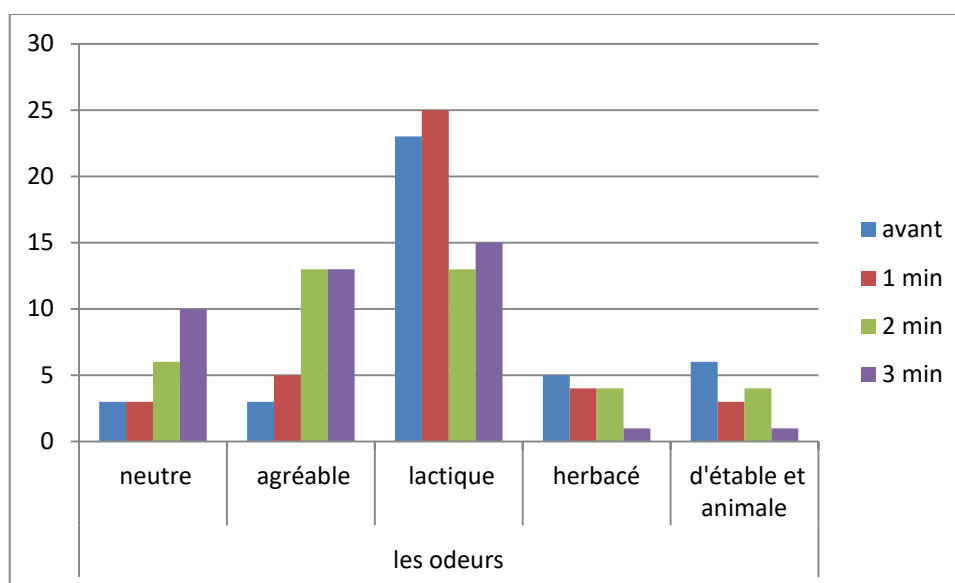
L'analyse sensorielle descriptive quantifiée de lait chauffé aux micro-ondes met en évidence des goûts différents (**Figure 05**). Les sujets ont décrit le goût salé, sucré, métallique, légèrement acide, amère et goût de matière grasse de ces laits à l'aide de 40 descripteurs, la majorité des dégustateurs décrits goût de matière gras pour les quatre échantillons de lait, surtout le lait qui chauffé pendant une min a un nombre de dégustateur plus élevé que les autre (17 panélistes).

Aussi nous avons remarqué que le lait chauffé à 3 min à un goût amer et l'égerment acide moins que les autre, mais à un goût métallique

### II.1.3. Odeur

**Tableaux 8 :** Profils sensoriels (odeur) d'un lait chauffé par microondes

La dure / Odeur	Avant	1 min	2 min	3 min
Neutre	3	3	6	10
Agréable	3	5	13	13
Lactique	23	25	13	15
Herbacé	5	4	4	1
d'étable et animale	6	3	4	1



**Figure 06:** Profils sensoriels (odeur) de lait chauffé par microondes

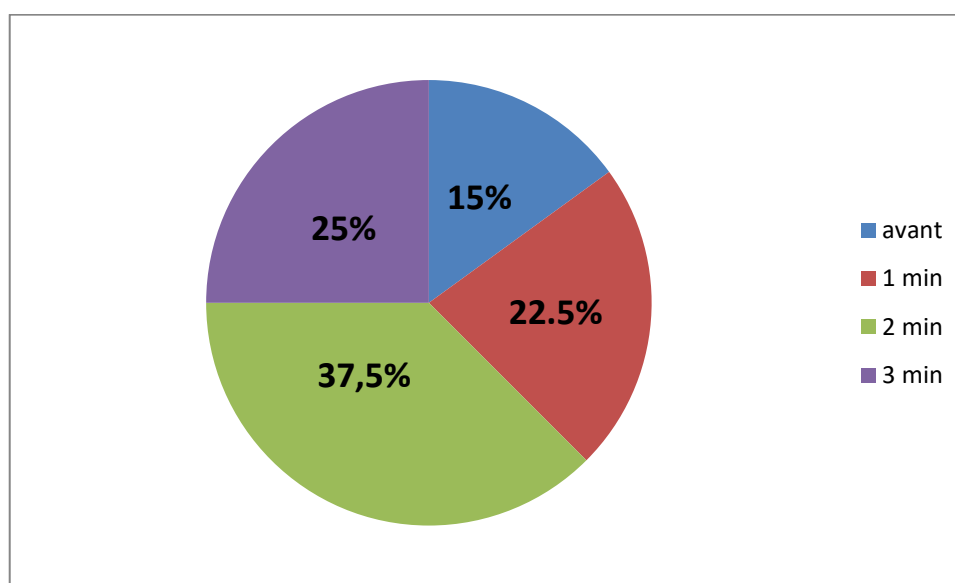
L'analyse sensorielle descriptive quantifiée de lait chauffé aux microondes met en évidence des odeurs différents (**Figure 06**). Les sujets ont décrit l'odeur neutre, agréable, lactique, herbacé et odeur d'étable et animale de ces laits à l'aide de 40 descripteurs, alors que la majorité des dégustateurs décrits l'odeur lactique pour les quatre échantillons de lait.

Après le chauffage, les profils sensoriels de la majorité des laits sont modifiés et nous notons l'augmentation de l'intensité de certains descripteurs et la diminution d'autres descripteurs. On peut dire que l'ébullition change les caractéristiques organoleptiques du lait VIERLING (2003) rapporte que le lait bouilli est au niveau organoleptique de qualité moindre. Lors du chauffage du lait, les acides cétoniques et hydroxylés naturels sont convertis respectivement en méthyle-cétones et en lactones, qui modifient les propriétés organoleptiques du lait (FAO, 2010)

## II.2.Résultats de classement

Tableaux 9 : classement des choix de dégustateur

La durée de chauffage	Classement des laits	Nombre de dégustateur (40)
Avant	4	6
1 min	3	9
2 min	1	15
3 min	2	10

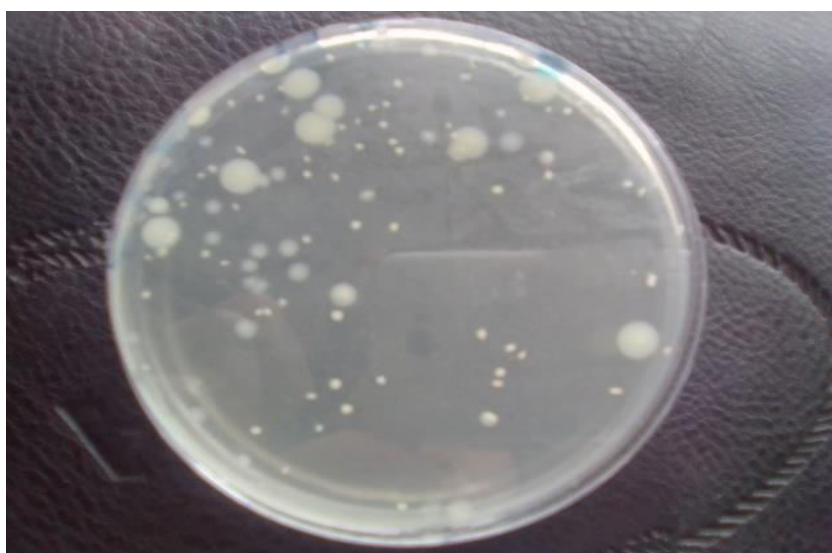
**Figure 07** : les pourcentages des choix des dégustateurs du lait chauffé par microondes

Le classement des quatre échantillon de lait exposés à différents intervalles de 1, 12 et 3 min aux micro-ondes, par le jury de dégustation est illustré dans la **Figure 07**, la majorité des sujets ont choisi le lait qui chauffé de 2 min comme le lait présentant les meilleurs caractéristiques organoleptiques où il se classe le premier avec une somme des rangs égale à 15 (37,5%), en deuxième classe vient le lait qui chauffé de 3 min avec une somme des rangs égale 10 (25%) en troisième classe le lait qui exposés à 1mn aux micro-ondes, et en dernière classe le lait qui ne expose pas aux micro-onde avec un minimum de somme des rangs égale à 6 (15%).

**III- Résultats et discussion des analyses microbiologique de lait****Tableaux 10** : Résultats des analyses microbiologiques du lait. (UFC/ml)

Bactérie	Avant	1 mn	2 mn	3 mn
<i>Coliforme fécaux</i>	0	$8.10^3$	$23.10^2$	0
<i>Coliforme totaux</i>	0	$95.10^2$	$68.10^2$	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0	0

Les résultats des analyses microbiologiques du lait sont présents dans le (tableau 10) qui montre un développement des bactéries après chauffage pour les Coliforme fécaux et totaux a cause de température de chauffage qui à favorisé leur développement, alors que on note une absence totale des germes pathogène notamment les Staphylococcies aureus

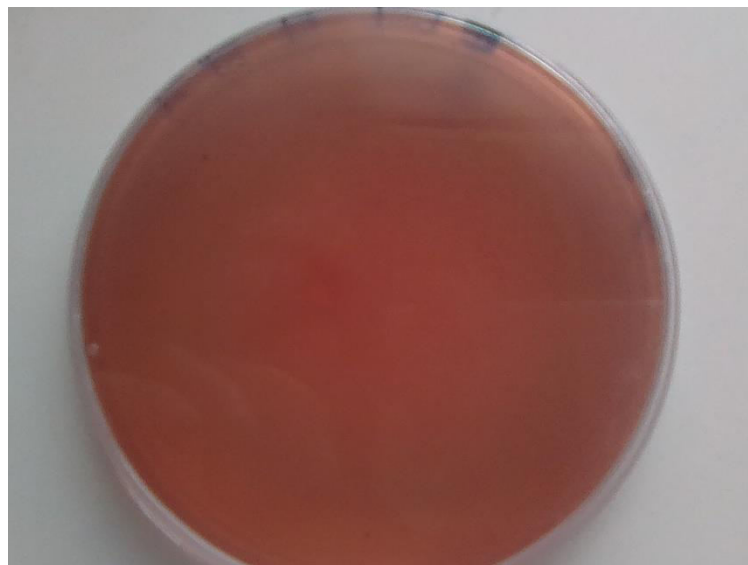
**III.1. Coliformes totaux****Figure 08**: Dénombrement de Coliformes totaux dans le lait (photo originale)

La plupart des échantillons de laits peuvent être qualifiés de qualité satisfaisante car ils ne dépassaient pas la norme fixée par le Journal Officiel Algérien qui est limité à  $10^5$ - $10^6$  germes/ml, cette charge va augmenter après le réchauffement de 1 minute à  $39^\circ\text{C}$   $95.10^2$  (UFC/ml) qui est la température favorable pour le développement des microorganismes (JORA, 1998)

Après le réchauffement de 2 minutes à une température de  $61^\circ\text{C}$ , on remarque une diminution significative de charge de coliforme totaux ( $68.10^2$ UFC/ml) et après 3minutes à  $82^\circ\text{C}$  continue à diminution, qui est due au traitement thermique qui a subi le lait dans la microonde.

Le niveau de contamination est étroitement dépendant des conditions d'hygiène dans les quelles sont effectuées les manipulations à savoir l'état sanitaire de l'animal et particulièrement de la mamelle.

### III.2. Coliformes fécaux et totaux



**Figure 09:** dénombrement de Coliformes fécaux dans le lait (photo originale)

Présente une charge microbienne qui ne dépasse pas les normes exigées par le journal officiel algérien N°35 de 1998 limitées de  $10^3$  à  $10^4$  UFC/ml, avant le chauffage par la micro-onde nous observons une absence totale de ces bactéries. Après le chauffage pendant 1 minute à  $39^\circ\text{C}$  on remarque une augmentation des germes  $8.10^3$  UFC/ml qui est due à la température favorable de développement et j'observe une diminution de ces bactéries dans le lait chauffé pendant 2 minute à  $61^\circ\text{C}$  et après 3minutes à  $82^\circ\text{C}$  nous

observons une absence total de ces bactéries qui due au traitement thermique subi ce qui est conforme aux normes algériennes.

La présence des coliformes témoigne d'une contamination par les matières fécales et d'un environnement insalubre, elle est due à un manque d'hygiène du personnel, non désinfection du matériel utilisé lors de la traite ainsi que le non respect du protocole de décontamination de matériel et des locaux.

### **III.3.Staphylococcus aureus**

Nous observons une absence totale de ces bactéries avant et après le chauffage aux microondes à cause des traitements thermique par la pasteurisation les staphylocoques sont des germes présent dans de nombreux aliments mais pathogène s'ils sont présents en grande quantité dans les laits issus des vaches malade. Il peut s'agir des staphylocoques présents sur la mamelle et qui rejoignent le lait lors de la traite (plaies, pis non lavés avant la traite), ou de staphylocoques portés par le trayeur La contamination serait due à une mauvaise hygiène du trayeur et à des mauvaises pratiques de traite comme le trempage .les résultats obtenu montre que le seuil de contamination ne dépasse pas les normes (**JORA ,1998**)

## Conclusion

Le lait est considéré comme un aliment complet et équilibré du fait de sa richesse en plusieurs éléments nutritifs (protéines, lipides, sels minéraux, lactoses et vitamines).

Le traitement par micro-ondes est un traitement relativement rapide, ce qui nous permet de dire que la qualité du produit traité n'est pas largement affectée. Grâce au temps de chauffage court, les caractéristiques des produits cuits et/ou pasteurisés se rapprochent de celles d'un produit frais : couleur, goût, texture, vitamines.

Les analyses réalisées sur le lait permettent d'évaluer les différences entre les durées de chauffage.

Après le chauffage les profils sensoriels de la majorité des laits sont modifiés, On peut dire que le chauffage par microonde change les caractéristiques organoleptiques du lait, nous notons l'augmentation de l'intensité de certains descripteurs et la diminution d'autres descripteurs

Les analyse microbiologiques du lait a montré que le chauffage par microonde à un effet sur les coliformes fécaux et totaux pour le lait chauffé pendant 1 minute présente une charge microbienne  $17,5.10^3$  et  $94,16.10^2$  UFC pour les coliforme totaux favorisées par la température ambiante  $40^{\circ}\text{C}$ , alors que la charge microbienne du lait chauffé pendant 2 minutes à diminuer  $22,8.10^2$  et  $68.10^2$  UFC

Les résultats confirment l'influence de chauffage par micro-onde sur la qualité organoleptique et microbiologique du lait.

Toutefois, ce genre d'étude s'avère insuffisant .Il est utile de réaliser d'autres études plus basées sur d'autres effets de l'utilisation des micro-ondes telles que le profil des acides gras, dosage des vitamines, minéraux et des protéines, apparition de composés néoformés, afin de bien connaitre les avantages et les inconvénients de cet appareil.

## A

**Aboutayeb, 2009** : Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.

**Afnor, 1985** : Contrôle de la qualité des produits laitiers –analyses physiques et chimiques, 3ème édition : 107-121-125-167-251(321 pages).

**Alais C. 1984** : Science du lait. Principes des techniques laitières, Paris.

**Amiot, J., Fournier, S., Lebeuf, Y., Paquin, P., Simpson, R et Turgeonh.,(2002)** : Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In **VIGNOLA C.L**, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).

**Anantheswaran R.S., Doores R., Heddleson R. et Kuhn G. (1993)** : Destruction of Salmonella species heated in aqueous salt solutions by microwave energy. J. Food Protection, 56 (9): 763-768.

**Ashim K,Datta P,Davidson M.2008** : Microwave and Radio Frequency Processing.Journal of food Safety ;65 :32-41.

## B

**Bennefoy C., Guilleff., Leyal G., Vernebourdis E. (2002)** : Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaire. Doin édition, Bordeaux, pp. 101 -1 09.

## C

**Cheftel J.C., Cheftel H. et Besançon P.(1997)**. Traitements de préservation par la chaleur. In : Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 419 pages.

**Clare DA, Bang WS, Cartwright G , Drake MA, Coronel P , Simunovic J.2005**. Comparison of sensory, Microbiological, and Biochrmlcal parameters of Microwave Versus Indirect UHT Fluid Skim Milk during Storage. J Dairy Sci; 88: 4172-4182.

**Commission des communautés européenne, 2008**. Règlement (CE) n°273/2008 de la commission du 5 mars 2008 portant modalités du Conseil en ce qui concerne les méthodes à utiliser pour l'analyse et l'évaluation de la qualité du lait et des produits laitiers. <Http://www.EUR-Lex 32008R0273 FR.mht>.

## D

**Dauvilliers, 2008** : Neurobiologie et physiologie sensorielle-Généralité sur les organes des sens, Faculté de Médecine Montpellier-Nîmes , <http://www.med.univ-montpe.fr>.

## F

**Favier, J.C., 1985** : Composition du lait de vache-Laits de consommation,  
<http://www.horizon.documentation.f>

**Finot P.A.(1996)**. Effets du traitement par les micro-ondes sur la qualité nutritionnelle des aliments. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 31 (4), 239-246.

**Fotou,k.,Tzorz, A., ,Voidarou,Ch, Alexopoulos,A., Plessas,S., Avgeris, I., , Bezirtglou, E., Akrida-Demertzi,K.,Demertzi,P ,G ,.2011** : Isolation of Microbiol pathogens subclinical mastitis from raw sheep's milk of Epuris (Greece) and their role in its hygiene .Anaerobe 17, 315, 319.

**Fredot, E., 2005** : Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier:10-14 (397pages).

**Fredot, E., 2006** : Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc, Lavoisier: 25(397 pages).

## G

**Gaucheron, 2004** : Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier:783(922 pages).

**Guiraud J.P.2003** : Microbiologie alimentaire. Technique et ingénierie, Paris :Dunod,série Agro-alimentaire, p.387-433.

## H

**Hamid MAK, Boulanger RJ, Tong SC, Gallop RA, Pereira RR. 1969**. Microwave pasteurization of raw milk. J Microw Power; 4:272-275.

## J

**Jean et Dijon(1993)**, Au fil du lait, ISBN 2-86621-172-3.

**Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brule G., (2008)** : Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3-13-14-17 (185 pages).

**Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brule G., (2007)** : Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).

**JOURNALE OFFICIELLE DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE.,(1993)** : Arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspondant au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, N° JORA : 069 du 27-10-1993.

## L

**Larpen J .P, LARPENT G. M .1997** : Mémento technique de microbiologie, 3ème éd .Tec et Doc, Lavoisier. Paris .P.39 et p.42.

**Las (2011)** : Le Laboratoire d'Analyse Sensorielle d'Ambatobe-Le laboratoire d'analyse sensorielle pour vos industries agroalimentaire et cosmétique, Direction des recherches technologiques FOFIFA BP 14444,Ambatobe ,Antananarivo 101,<http://www.galys-evaluation-sensorielle.fr>.

**Lespinasse N., Scandella D., Vaysse P. et Navez B., (2002)** : Mémento évaluation sensorielle des fruits et légumes frais, Editions centre technique Interprofessionnel des fruits et légumes, ISBN, Paris: 13 (143p).

**Linden, G. 1987** : Les enzymes in CEPIL. LE lait matière premier de l'industrie laitière, CEPIL-INRA, paris, 121-127.

## M

**Mac leod et Sauvageot(1986)**, Bases neurophysiologiques de l'évaluation sensorielle des produits alimentaires, Les cahiers de l'ENSBANA n°5: 3 (165pages).

**Mathieu J.1997**. Initiation à la physic-chimie du lait. Edition TEC et DOC.220.

**Mathieu J. 1998**. Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, paris .

**Mathieu (1999)** Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190 (220 pages).

**Menard J.L., Roussel P. Masselin –silvin S ., puthod R. , Hétreau T., Foret A ., Houssin B ., Aracil C., Le Guénic M . 2004**. Contamination bactérienne d'une litière de stabulation libre paillée : effet de la fréquence de paillage et proposition d'une méthode pour son évaluation. Renc . Rech . Ruminants ,11333-336.

**Mudgett, R.E.(1986)**. Microwave properties and heating characteristics of foods. Food Technology 40 6, pp. 84–93

## P

**Reumont P., (2009)** : Licencié Kinésithérapie, <http://www.medisport.be>

**Rheotest M., (2010)** : Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>.

**Pointurier H., 2003** : La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc, Lavoisier, France: 64 (388 pages).

**Roudaut H. et Lefrancq E., (2005) :** Alimentation théorique - L'évaluation sensorielle un outil pour le contrôle de la qualité des produits alimentaires, Doin, France  
<http://www.saveurdelaannée.com>

**Pougheon S. et Goursaud J., 2001 :** Le lait caractéristiques physicochimiques In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

## R

**Rougier C, 2003 :** Etude des interactions entre la bactérie Escherichia coli et les microondes appliquées en mode discontinu dans des conditions faiblement thermiques. Thèse soutenue à la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université de Limoges.

## T

**Thieulin et Vuillaume, 1967 :** Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388pages).

**Tolle A. 1980 :** The microflora of the udder. Bull, Int, Dairy Fed, 120 p.

## V

**Vierling, 2003 :** Aliment et boisson-Filière et produit, 2<sup>ème</sup> édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine:11(270 pages).

**Vierling E. (2008) :** Aliments et boissons filières et produits.3<sup>ème</sup> édition Biosciences et techniques.Paris.pp :15-16.

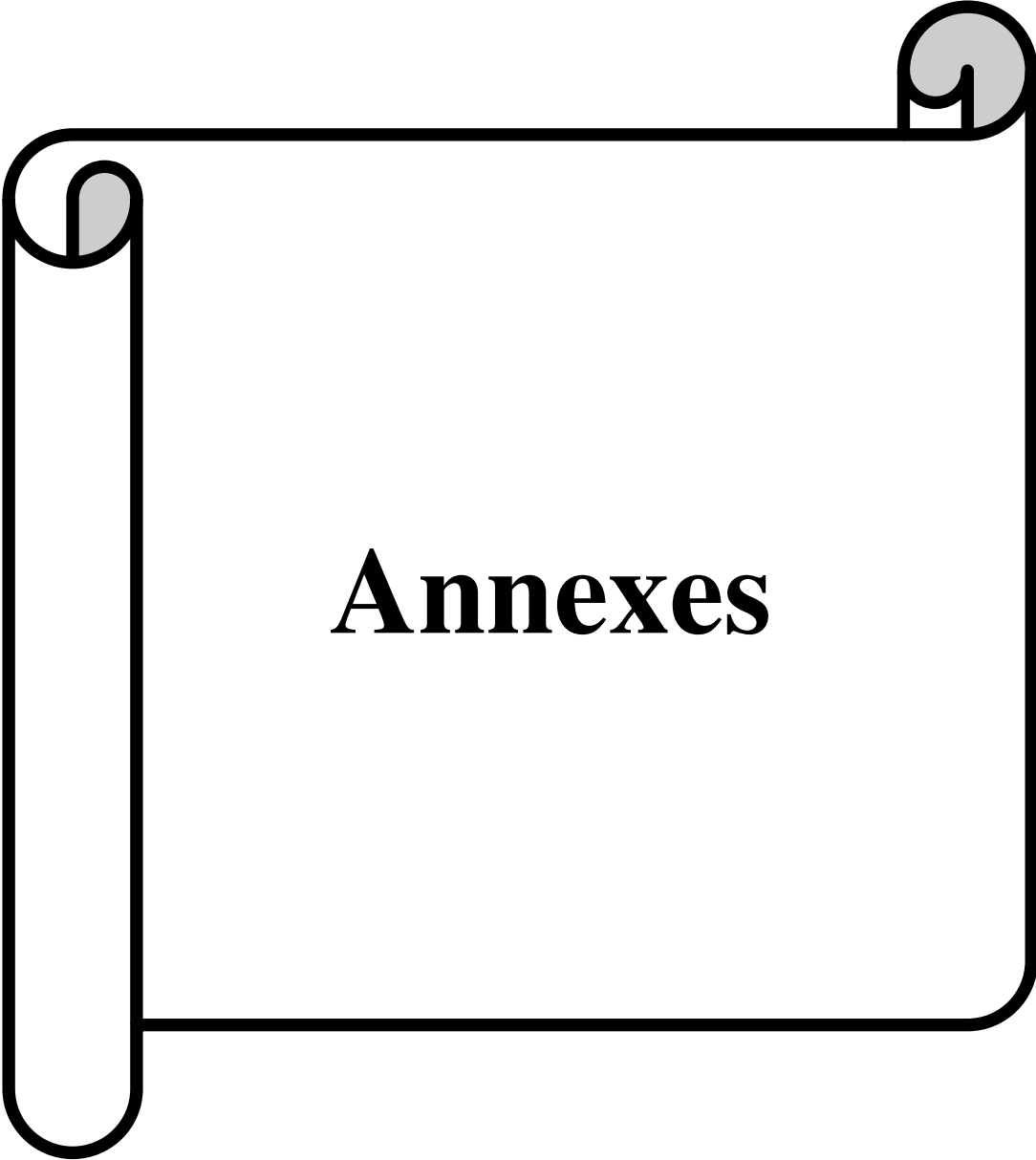
**Vignola C.L., 2002 :** Science et technologie du lait –Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN: 29-34 (600pages).

## S

**Scott W.J. 1957 :** Water relations of food spoilage microorganisms. Adv. Food Res., 7:83-127.

## Z

**Zhang, Qi et al, 2006 ; Vadivambal et Jayas, 2007 :** Changes in quality of microwave – treated agricultural products .Biosystems Engineering; 98 : 1-16.



**Annexes**

*Université ABD ELHAMID BN BADIS Mostaganem*  
*Faculté d'SNV*  
*Département d'agronomie*

**Fiche de dégustation du lait**

NOM : .....

PRENOM : .....

SEXE : .....

Fonction: .....

Age : .....

<b>Les échantillons</b> <b>Critères</b>	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3	Echantillon 4
<b>Couleur</b> blanc				
<b>Couleur</b> blanc moyen				
<b>Couleur</b> très blanc				
<b>Couleur</b> blanc jaune				
<b>Odeur</b> neutre				
<b>Odeur</b> agréable				
<b>Odeur</b> lactique				
<b>Odeur</b> herbacé,				
<b>Odeur</b> d'étable et animale				
<b>Gout</b> salé				
<b>Gout</b> sucré				
<b>Gout</b> métallique				
<b>Gout</b> légèrement acide				
<b>Gout</b> amer				
<b>Gout</b> de matière grasse				
<b>Impression finale en bouche</b>				

- Nous avons demandé aux panelistes croquer la couleur, l'odeur et le goût d'apprécier la qualité des produits servis selon les critères du lait.
- pour l'impression finale en bouche choisissez-vous l'échantillon préférable parmi les quatre échantillons.

**Odeur** : le panéliste est appelé à apprécier la sensation d'odeur désagréable des produits chouffés.

**Arrière-gout** : le panéliste est appelé à apprécier la sensation de l'arrière-gout dans les produits présentés.

**Couleur** : consiste à apprécier le niveau d'acceptabilité de la couleur des produits par les consommateurs.