

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	1
<b>Première partie : CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE</b>	2
<b>1.1 Généralités sur le lait</b>	2
<i>1.1.1 Définition</i>	2
<i>1.1.2 Composition du lait</i>	2
1.1.2.1 L'eau	4
1.1.2.2 Les protéines	4
1.1.2.3 Les matières grasses	4
1.1.2.4 Les glucides du lait	4
1.1.2.5 Les matières minérales	5
1.1.2.6 Les vitamines	5
<i>1.1.3 Les facteurs influençant la qualité et la quantité du lait</i>	5
1.1.3.1 Les facteurs liés à l'animal	5
1.1.3.2 Les facteurs liés à l'environnement	6
<i>1.1.4 Les différentes techniques de conservation de lait</i>	7
1.1.4.1 Conservation par le froid ou réfrigération	8
1.1.4.2 Conservation par la chaleur	8
1.1.4.3 La fermentation	9
1.1.4.4 Séparation des composants	9
1.1.4.5 Déshydratation	9
<i>1.1.5 La filière lait dans le monde</i>	9
1.1.5.1 Les espèces laitières	10
1.1.5.2 La production laitière	10
<i>1.1.6 Aperçu de la filière lait à Madagascar</i>	11
1.1.6.1 Le Cheptel	11
1.1.6.2 La production laitière	12
1.1.6.3 La transformation	12
1.1.6.4 Importation	13
1.1.6.5 Perspectives	13
<b>1.2 Le kéfir</b>	13
<i>1.2.1 Historique</i>	14

1.2.2 Types et caractéristiques	14
1.2.3 Le kéfir lacté	15
1.2.3.1 Les ferments utilisés	15
1.2.3.2 Classe du kéfir	17
1.2.3.3 Les bienfaits et effets probiotiques du kéfir	17
<b>1.3 La société TIA</b>	18
1.3.1 Présentation générale de la société	18
1.3.2 Historique	18
1.3.3 La Production	19
1.3.4 Le laboratoire d'analyse	19
<b>Conclusion partielle I</b>	21
<b>Deuxième partie : MISE AU POINT D'UNE TECHNIQUE DE PRODUCTION DE KEFIR</b>	22
<b>2.1 Introduction</b>	22
2.1.1 Technologie de fabrication du kéfir	22
2.1.1.1 A l'échelle domestique	22
2.1.1.2 A l'échelle industrielle	22
2.1.2 Notion de qualité	23
2.1.2.1 Qualité technologique	24
2.1.2.2 Qualité hygiénique	24
2.1.2.3 Qualité nutritionnelle	24
2.1.2.4 Qualité sensorielle	24
2.1.2.5 Qualité réglementaire	24
2.1.2.6 Qualité commerciale	25
2.1.2.7 Assurance qualité	25
2.1.2.8 Les critères retenus pour l'étude	25
<b>2.2 Matériels et méthodes pour la mise au point de la technologie</b>	26
2.2.1 Matériels	26
2.2.1.1 Échantillons	26
2.2.1.2 Matériels utilisés pour la production	27
2.2.1.3 Matériels utilisés pour les analyses	28
2.2.2 Méthodes	29

2.2.2.1 Méthodologie de travail	29
2.2.2.2 Méthodes d'analyses des matières premières	30
2.2.2.3 Méthodes de revivification des grains	30
2.2.2.4 Méthodes de production de kéfir	32
2.2.2.5 Méthodes d'optimisation	34
2.2.2.6 Méthodes de caractérisation des produits finis	34
2.2.2.7 Méthode de séchage des grains de kéfir	38
2.2.2.8 Méthode de traitement de résultats	39
<b>Conclusion partielle II</b>	40
<b>Troisième partie : RÉSULTATS ET INTERPRETATIONS</b>	41
<b>3.1 Qualité technologique du lait</b>	41
<b>3.2 Revivification des grains de kéfir</b>	41
3.2.1 <i>Évolution des grains</i>	41
3.2.1.1 Évolution en terme de quantité	41
3.2.1.2 Évolution en terme de qualité	41
3.2.2 <i>Évolution de la qualité du lait pendant la revivification</i>	43
<b>3.3 Processus mis au point</b>	44
<b>3.4 Qualité des produits finis</b>	48
3.4.1 <i>Qualité hygiénique</i>	48
3.4.2 <i>Qualité nutritionnelle</i>	48
3.4.3 <i>Les effets de l'optimisation</i>	50
3.4.3.1 Les effets de l'homogénéisation sur le rendement et sur la qualité du kéfir	50
3.4.3.2 Les effets de la maturation sur la qualité du kéfir	50
3.4.3.3 Les effets de l'ajout de sucre sur la qualité du kéfir	52
3.4.4 <i>Qualité sensorielle des produits finis</i>	53
3.4.4.1 Résultat de l'analyse discriminative	53
3.4.4.2 Résultats des analyses descriptives	53
3.4.4.3 Résultats des analyses hédoniques	56
3.4.4.4 Résultats de l'épreuve de classement	57
3.4.5 <i>Qualité commerciale</i>	58
3.4.5.1 Stabilité en milieu ambiant	59

3.4.5.2 Stabilité en milieu réfrigéré	59
3.4.6 Qualité réglementaire	62
<b>3.5 Modèle de séchage</b>	62
<b>Conclusion partielle III</b>	65
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>	66
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	67
<b>PARTIE EXPÉRIMENTALE</b>	70
<b>ANNEXES</b>	77

## **LISTE DE LA PARTIE EXPÉRIMENTALE**

I Reconstitution de lait	70
II Protocole d'analyses physico-chimiques des matières premières et des produits finis	70
III Protocole d'analyses microbiologiques des matières premières et des produits finis	72
IV Protocole d'analyses sensorielles des produits finis	73
Figure 33 : salle de préparation administrative	75
Figure 34 : salle de préparation des échantillons	75
Figure 35 : salle d'évaluation sensorielle	75
Figure 36 : Cabine de dégustation	76

## **LISTE DES ANNEXES**

ANNEXE I : : Prétraitement du lait	77
Figure 37 : Prétraitement du lait	77
ANNEXE II : Questionnaire pour l'évaluation sensorielle	78
ANNEXE III : Norme CODEX pour les laits fermentés	83
ANNEXE IV: Dispositions de la norme CODEX pour les laits fermentés relatives aux additifs alimentaires	90

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Résumé des différents termes utilisés pour définir la composition du lait .....	2
Figure 2 : Conservation et transformation du lait .....	7
Figure 3 : Production du kéfir à l'échelle domestique .....	22
Figure 4 : Technologie de fabrication du kéfir selon la méthode russe .....	23
Figure 5 : grains secs de kéfir de lait.....	26
Figure 6 : Les kéfirs témoins.....	27
Figure 7 : Schéma récapitulatif de la méthodologie adoptée .....	29
Figure 8 : Processus de revivification des grains de kéfir.....	31
Figure 9 : Diagramme de fabrication de kéfir .....	33
Figure 10 : Protocole d'analyse sensorielle des kéfirs produits .....	36
Figure 11 : Séchage des grains de kéfir.....	39
Figure 12 : Grains de kéfir revivifiés .....	42
Figure 13 : Évolution du pH au cours de chaque réensemencement .....	43
Figure 14 : Évolution de l'acidité en fonction de la température du lait à chaque réensemencement .....	43
Figure 15 : Processus mis en œuvre dans la production de kéfir lacté doux nature.....	45
Figure 16 : Processus mis au point pour la production de kéfir lacté doux sucré.....	46
Figure 17 : Processus mis au point pour la production de kéfir lacté moyen .....	47
Figure 18 : Évolution du pH avant et après maturation du kéfir.....	51
Figure 19 : Température avant et après maturation.....	51
Figure 20 : Évolution de l'acidité avant et après maturation .....	52
Figure 21 : Effets de l'ajout du sucre sur les qualités sensorielles de E1 et E2 .....	52
Figure 22 : Analyse descriptive du kéfir de référence (E4) .....	53
Figure 23 : Analyse descriptive des kéfirs doux (E1) .....	54
Figure 24 : Analyse descriptive E2 .....	54
Figure 25: Analyse descriptive de kéfir moyen (E3) .....	55
Figure 26 : Analyse descriptive de kéfir moyen à tendance fort (E6).....	56
Figure 27 : Analyses hédoniques des kéfirs produits.....	57
Figure 28 : Classement des 6 produits .....	57
Figure 29 : Évolution du pH au cours du temps.....	58

Figure 30 : Évolution de la température au cours du temps.....	58
Figure 31 : Perte en poids des grains de kéfir au cours du temps .....	63
Figure 32 : grains secs de kéfir .....	64

Rapport-Gratuit.com

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition du lait de différents espèces.....	3
Tableau 2 : Type de pasteurisation.....	8
Tableau 3 : Quantité de lait par espèce dans le monde .....	10
Tableau 4 : Production laitière .....	10
Tableau 5 Production laitière moyenne annuelle des vaches (cas de Vakinankaratra).....	12
Tableau 6 : Production nationale de quelques produits laitiers.....	12
Tableau 7 : Importations des produits laitiers .....	13
Tableau 8 : Différences entre kéfir d'eau et kéfir lacté.....	15
Tableau 9 : Différence entre poudre lyophilisée et grains de kéfir de lait .....	15
Tableau 10 : Bilan de production (Janvier- Novembre 2007).....	19
Tableau 11 : Matériels de production.....	27
Tableau 12 : Matériels utilisés pour les analyses .....	28
Tableau 13 : Analyses physico-chimiques du lait (cru et pasteurisé) .....	30
Tableau 14 : Analyses microbiologiques du lait (cru et pasteurisé).....	30
Tableau 15 : Analyses microbiologiques des produits finis.....	35
Tableau 16 : Qualité physico-chimique et microbiologique du lait pasteurisé .....	41
Tableau 17 : Changement d'aspect des grains de kéfir pendant la revivification.....	42
Tableau 18 : Résultat organoleptique du lait acidifié pendant la revivification.....	44
Tableau 19 : Composition microbiologique typique du kéfir .....	48
Tableau 20 : Analyse quantitative du kéfir (N.A : non analysé).....	48
Tableau 21 : Composition biochimique du kéfir.....	49
Tableau 22 : Effets de l'homogénéisation sur l'aspect des kéfirs doux .....	50
Tableau 23 : Effets de la maturation sur les propriétés organoleptiques des kéfirs produits...	50
Tableau 24 : Moyennes pondérées de chaque échantillon .....	58
Tableau 25 : Résultats organoleptiques du test de stabilité (A : acide ; N : normal ; M : mousseux).....	61
Tableau 26 : Résultats physico-chimiques du kéfir .....	62
Tableau 27 : Résultat de séchage des grains.....	62

## LISTE DES ACRONYMES

<b>Ac</b>	: Acidité
<b>Ar</b>	: Ariary
<b>C</b>	: Candida
<b>CEI</b>	: Communautés des États Indépendants
<b>CF</b>	: Coliformes fécaux
<b>D</b>	: Densité
<b>E</b>	: Échantillon
<b>ELVAK</b>	: Élevage et Laiterie du VAKinankaratra
<b>ESD</b>	: Extrait Sec Dégraissé
<b>FAMT</b>	: Flore Aérobie Mésophile Totale
<b>FAO</b>	: Food Aid Organisation
<b>GT</b>	: Germes Totaux
<b>INSTAT</b>	: Institut National de la STATistique
<b>ISO</b>	: International Standards Organisation
<b>K</b>	: Kéfir
<b>Kl</b>	: Klyveromyces
<b>Lb</b>	: Lactobacillus
<b>Lc</b>	: Lactococcus
<b>LM</b>	: Levure/ Moisissure
<b>Ln</b>	: Leuconostoc
<b>LP</b>	: Lait pasteurisé
<b>MAEP</b>	: Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la pêche
<b>MG</b>	: Matière Grasse
<b>NF</b>	: Normes françaises
<b>OGY</b>	: Ogye Agar Base
<b>ONUDI</b>	: Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
<b>PCA</b>	: Plat Count Agar
<b>Sacch</b>	: Saccharomyces
<b>SARL</b>	: Société A Responsabilité Limitée
<b>SNG</b>	: Solides non gras
<b>ST</b>	: Solides Totaux

<b>T°</b>	: Température
<b>TIA</b>	: TIKO Industry of Andranomanelatra
<b>TIKO</b>	: Tena Izy Ka Omeko
<b>UFC</b>	: Unité Formatrice de Colonies
<b>UHT</b>	: Ultra Haute température
<b>UI</b>	: Unité International
<b>VRBA</b>	: Violet Red Bile

## LISTE DES SYMBOLES

<b>°C</b>	: Degré Celcius
<b>°SH</b>	: Degré Soxhlet-Henkel
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Dioxyde de carbone
<b>g</b>	: Gramme
<b>hab</b>	: Habitant
<b>ha</b>	: Hectare
<b>h</b>	: Heure
<b>j</b>	: jour
<b>Kcal</b>	: Kilocalories
<b>Kg</b>	: Kilogramme
<b>l</b>	: Litre
<b>µg</b>	: Microgramme
<b>mg</b>	: Milligramme
<b>ml</b>	: Millilitre
<b>mm</b>	: Millimètre
<b>mn</b>	: Minute
<b>%</b>	: Pourcent
<b>s</b>	: Seconde

# *INTRODUCTION*



## INTRODUCTION

De nos jours, l'homme est mal nourri, qu'il souffre d'obésité ou d'une carence alimentaire. Depuis les dernières décennies, certaines maladies tels l'hypertension, le cancer et les allergies présentent un taux de croissance surélevé dans la société. Pour essayer de résoudre en partie ces maux, nous nous sommes tournées vers le kéfir.

Le kéfir est un aliment probiotique qui a des vertus intéressantes pour la santé humaine. Équilibré, riche en vitamines et en minerais, il enrichit la flore intestinale et renforce le système immunitaire. Cependant, le kéfir est encore très peu connu et n'est pas exploité à Madagascar.

Ainsi, notre étude se propose de promouvoir et de valoriser le kéfir. Le but de ce mémoire est de contribuer à donner un aliment sain, probiotique qui a des effets bénéfiques pour la santé de l'homme. Nous avons pris comme thème de recherche « Mise au point d'une technique de production de kéfir lacté à Madagascar » qui montre une technique de production fiable, où les produits finis sont non seulement, dans les normes réglementaires, mais aussi appréciés par les consommateurs.

Cet ouvrage comporte trois parties. La première partie situe le contexte général de l'étude notamment le lait, le kéfir et la société TIA où nous avons fait les expérimentations. La deuxième partie développe les méthodes adoptées pour mener à bien l'étude. La troisième partie concernera les résultats obtenus.

*Première partie :*  
**CONTEXTE GÉNÉRAL DE  
L'ÉTUDE**



## Première partie : CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE

### 1.1 GÉNÉRALITÉS SUR LE LAIT

#### 1.1.1 Définition

Le lait est le produit de sécrétion des glandes mammaires des mammifères, comme la vache, la chèvre, la brebis, destiné à l'alimentation du jeune animal naissant[Vignola, 2002].

Selon le congrès international de la pression des fraudes, en 1909 :

« On entend par lait entier de vache, le produit sans aucune modification de sa composition et tel qu'il est obtenu par la traite régulière et totale, ininterrompue et complète, de vaches saines convenablement nourries et non surmenées. Il doit être recueilli proprement et ne doit contenir le colostrum. »

#### 1.1.2 Composition du lait [Vignola, 2002] ; [Adrian J. et FRANGER R., 1986]

Différents termes permettent d'exprimer la composition du lait :

- Les solides totaux (S.T). Ce sont les constituants solides du lait soit les matières grasses, les protéines, les glucides et les minéraux.
- Les solides non gras (S.N.G) ou extrait sec dégraissé (E.S.D). Ils s'agissent de tous les solides du lait moins les matières grasses.
- Le sérum. Il consiste en tous les constituants du lait avec l'eau mais sans la matière grasse.

La figure 1 suivante propose un résumé de la composition du lait énoncé auparavant.

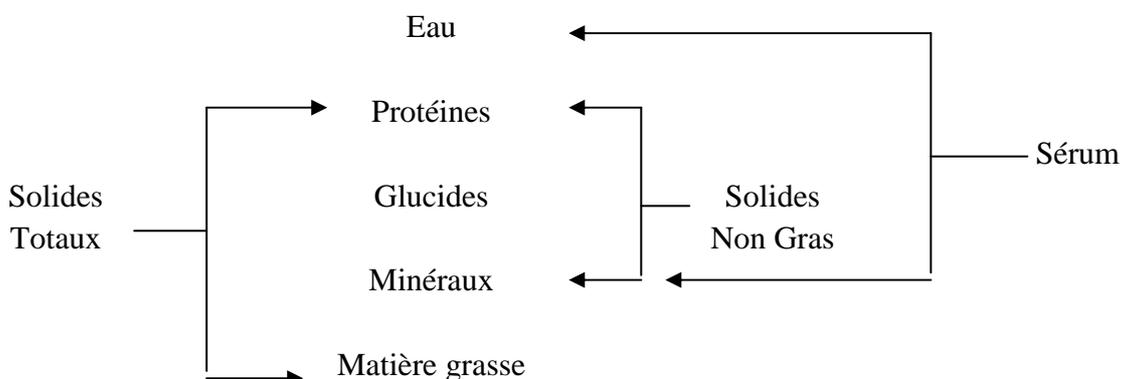


Figure 1 : Résumé des différents termes utilisés pour définir la composition du lait [Vignola, 2002]

D'une manière générale, le lait est formé de mêmes types de composants. Cette composition varie selon les différents facteurs liés aux mammifères. Les principaux facteurs sont

l'individualité, la race, la période de lactation, l'alimentation, la saison et l'âge. Le tableau 1 décrit la composition général du lait chez différents espèces.

Tableau 1 : Composition du lait de différents espèces

Composants de lait (pour 100 ml)	Humain	Vache	Chèvre	Brebis
Matière sèche (g)	12	12,5	-	-
Valeur énergétique (Kcal)	67	67	-	-
Protéine :				
• Totales (g)	1,55	3,5	3,6	6
• Caséines (g)	0,6 – 0,85	2,7 – 2,8	-	-
• Lactosérum (g)	0,4 – 0,7	0,6 -0,7	-	-
• α –lactalbumine (g)	0,35	0,2	-	-
• β – lactoglobuline (g)	0	0,35	-	-
• Immunoglobulines (g)	0,15	0,05	-	-
Lipides :				
• Totaux (g)	3,5 -4,4	3,3 -3,6	4,1	7
• Acide linoléique (%)	10	3	-	-
• Cholestérol (mg)	20	13	-	-
Glucides :				
• Totaux (g)	7,5	4,5 – 4,7	4,4	5,4
• Lactose (mg)	6,5 -6,9	4,5 – 4,7	-	-
• Oligosaccharides (g)	1	trace	-	-
Minéraux :				
• Totaux (g)	0,2	0,7	-	-
• Calcium (mg)	30 -32	119 -125	134	193
• Phosphore (mg)	14 -20	93 – 100	111	158
• Rapport Ca/P	1,5	1,25	-	-
• Magnésium (mg)	3 -5	12 -13	14	18
• Sodium (mg)	10	50	-	-
• Potassium (mg)	45 – 51	125 – 152	204	136
• Fer (mg)	0,1	0,03	-	-
• Acide citrique (mg)	100	165	-	-
Vitamines :				
• A (U.I)	170	150	-	-
• Carotènes (µg)	50	25	-	-
• D (U.I)	2	4	-	-
• E (mg)	0,5	0,15	-	-
• C (mg)	4	2	-	-
• B1 (µg)	15	40	-	-
• B2 (µg)	40	175	-	-
• PP (µg)	160	90	-	-
• B6 (µg)	5	60	-	-
• B6 (µg)	0,2	0,2	-	-
• Acide folique (µg)	0,03 -0,04	0,36 -0,6	0,06	0,71
• B12 (µg)				

Source : Adapté de [Vignola, 2002] ; [Adrian J. et FRANGER R., 1986]

### **1.1.2.1 L'eau**

L'eau est le constituant principal du lait en terme de proportion. Sa quantité est constante et proportionnelle à celle du lactose. [Rakotozanany, 2000]

### **1.1.2.2 Les protéines**

Les protéines constituent une part importante du lait et des produits laitiers. Ils sont classés en 2 catégories d'après leur solubilité dans l'eau et leur stabilité. Les caséines forment près de 80% des protéines du lait. Les caséines sont insolubles et sont en suspension colloïdale dans le lait.

Les autres protéines du sérum représentent environ 20% des protéines totales. Ils sont en solution colloïdale et précipitent sous l'action de la chaleur.  $\alpha$ -lactalbumine et  $\beta$ -lactoglobuline sont les principales protéines du sérum. Les autres protéines sont : l'immunoglobuline, la sérum albumine et la lactoferrine. Différents enzymes sont aussi présents dans le sérum.

### **1.1.2.3 Les matières grasses**

Les matières grasses du lait se présentent sous forme de petits globules en émulsion dans l'eau. Ils se composent principalement de triglycérides, de phospholipides et d'une fraction insaponifiable.

Les triglycérides constituent près de 98% de la matière grasse du lait. Ils sont formés des esters de glycérol et des acides gras. Les phospholipides sont de 3 types : les lécithines, les céphalines et les sphingomyélines. Quant à la fraction insaponifiable, on retrouve principalement les stérols, les caroténoïdes, les xanthophylles et les vitamines liposolubles : A, D, E, K. Le plus important des stérols dans le lait est le cholestérol.

### **1.1.2.4 Les glucides du lait**

Le lactose est le glucide le plus important du lait. Il constitue environ 40% des solides totaux. Il a un pouvoir sucrant quatre fois plus faible que le saccharose : 22 pour le lactose et 100 pour le saccharose qui sert de référence. Lors de la fermentation du lait, le lactose subit une transformation physico-chimique. Les bactéries lactiques décomposent le lactose. Ainsi, chaque molécule de lactose produira 4 molécules d'acide lactique.

D'autres glucides tels le glucose et le galactose peuvent être aussi présents dans le lait. Mais ils sont en faible quantité. Des acides organiques, principalement l'acide citrique sont aussi présents dans le lait.

### **1.1.2.5 Les matières minérales**

La quantité de minéraux contenus dans le lait après incinération varie de 0,60 à 0,90%. Les oligo-éléments tels le manganèse, le bore, le fluor, le silicium, le molybdène, le cobalt, le baryum, le titane, le lithium sont à des faibles concentrations voire même à l'état de trace. Les éléments basiques majeurs sont le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium.

Il faut noter que la composition des minéraux du lait est sujette à d'importante variation selon les saisons et l'alimentation de l'animal. Il est aussi important de noter que la composition en minéraux d'un lait mammitique tendra à se rapprocher de la composition du sang. Le lait mammitique sera plus riche en chlorure, en sodium ; mais moins riche en calcium, magnésium, potassium et phosphore.

### **1.1.2.6 Les vitamines**

Les vitamines liposolubles (A, D, E, K) et les vitamines hydrosolubles (C, B1, B2, B6, B12, H, la thiamine, niacinamide, acide pantothénique, acide folique) sont présents dans le lait. Ces vitamines peuvent ressentir l'effet de la chaleur et de la lumière.

## **1.1.3 Les facteurs influençant la qualité et la quantité du lait**

### **1.1.3.1 Les facteurs liés à l'animal**

Les facteurs influençant la qualité, la quantité du lait lié à l'animal sont :

#### a) Morphologie de l'animal

Le caractère laitier de l'animal influe sur la production laitière. La taille, la forme et la qualité du pis conditionnent cette production laitière. Un animal laitier a des attaches fines, une avant main profonde mais légère, un dos bien charpenté et une panse large.

#### b) Les potentialités génétiques

Le rendement d'une vache s'apprécie à son assimilation alimentaire et à sa production laitière. Ainsi, une vache aura tendance à faire plus de graisse ou à produire plus de lait. Mais ses potentialités génétiques ne se voient que par ses produits.

#### c) L'état sanitaire

L'état de santé, le niveau de fatigue de la vache ont des conséquences sur la composition de son lait. En outre, une vache bien couverte à la mise bas produit plus de lait qu'une vache maigre.

#### d) L'âge de l'animal

L'âge de la vache influe sur sa capacité à produire du lait. La production laitière croît à l'âge de 2 à 6 ans, atteint son optimum à pleine maturité (7 à 8 ans) et diminue ensuite.

#### e) Le stade de lactation

La qualité du lait dépend du stade de lactation.

- Au début de la lactation : il y a sécrétion de colostrum qui est destiné au veau pour renforcer son système immunitaire
- Au cours de la lactation : le taux de caséine, la teneur en acide gras libre augmentent tandis que la teneur en lipides complexes diminue.
- A la fin de la lactation, la qualité du lait change :
  - ⇒ Augmentation du taux des leucocytes, des enzymes lipolytiques et protéolytiques, des protéines solubles et du chlorure de sodium
  - ⇒ Diminution du taux de caséine
  - ⇒ Retard d'acidification
  - ⇒ Apparition de goût rance et d'amertume

### **1.1.3.2 Les facteurs liés à l'environnement**

La conduite d'élevage, les sources xénobiotiques du lait ont une conséquence sur la qualité du lait.

#### a) La conduite d'élevage

La maîtrise de l'affouragement en toute de saison est primordiale pour une vache destinée à une production laitière. En outre, l'hygiène est de rigueur aussi bien pour la vache, l'étable que pour le trayeur. Il faut noter que la salle de traite doit être séparée de l'étable pour éviter toute contamination possible et ainsi obtenir un lait de bonne qualité hygiénique.

#### b) Les sources xénobiotiques du lait

Les pesticides, les substances utilisées pour la vache à titre prophylactique, thérapeutique, les facteurs de stimulation et de production ont des résidus dans le lait.

### 1.1.4 Les différentes techniques de conservation de lait

Le lait est une denrée très périssable du fait qu'il est un excellent milieu nutritif des souches microbiennes. Ainsi, divers techniques et procédés permettent de prolonger la durée de conservation du lait.

Le lait peut être conservé de 2 façons :

- Conservation totale
- Conservation partielle

La conservation totale vise à conserver le lait dans son ensemble. Quant à la conservation partielle, une partie seulement des composants du lait est conservée. Les principales techniques de conservation et de transformation du lait sont résumées dans la figure suivante.

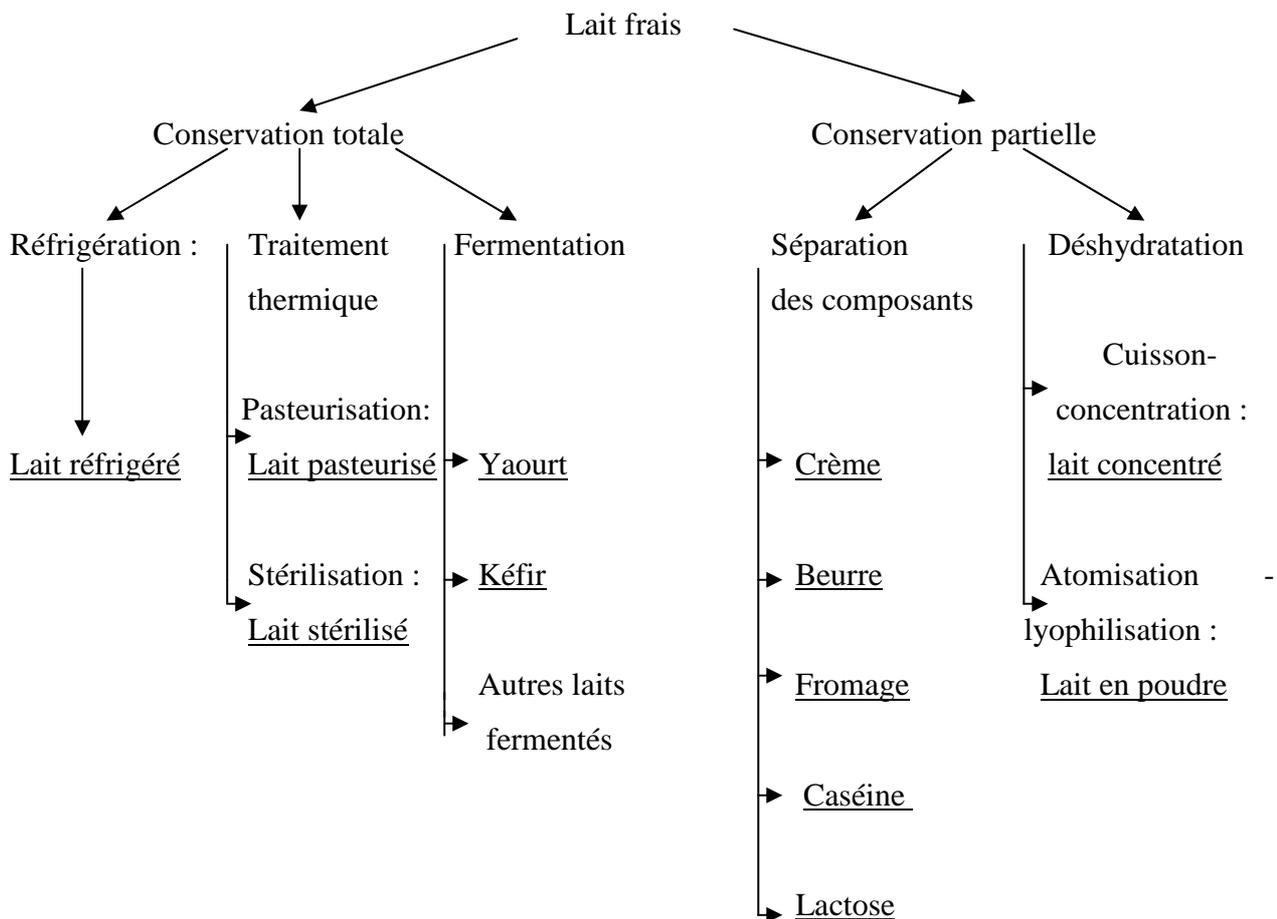


Figure 2 : Conservation et transformation du lait

### 1.1.4.1 Conservation par le froid ou réfrigération

Elle consiste à maintenir le lait à une température de 4°C. C'est une technique de conservation de courte durée. Le froid empêche la prolifération microbienne.

### 1.1.4.2 Conservation par la chaleur

Le traitement thermique permet la destruction plus ou moins complète de la flore microbienne. Il peut se faire de 2 façons :

#### a) La pasteurisation [Vignola, 2002] ; [Rakotozanany, 2000]

La pasteurisation a un double objectif : obtenir un lait sain et prolonger sa durée de conservation. La pasteurisation ne permet pas de détruire toutes les formes microbiennes du lait. Elle élimine seulement les germes pathogènes. Elle permet aussi de détruire la lipase, ce qui évite la lipolyse et prévient la rancidité du lait. Elle peut se faire de 2 façons montrées par le tableau 2 suivant. Toutefois, le lait pasteurisé doit être refroidi rapidement pour prolonger sa conservation.

Tableau 2 : Type de pasteurisation

Caractéristiques	Procédé	Température	Durée
Basse pasteurisation	Discontinu	63 – 65°C	30 mn
Haute pasteurisation	Continu	72 – 75°C	15 s

Source : [Rakotozanany, 2000]

#### b) La stérilisation

La stérilisation ou le traitement UHT (Ultra Haute Température) consiste à chauffer le lait en débit continu à une température situant entre 135 – 150°C pendant quelques secondes, ensuite à le refroidir à une température ambiante et à l'emballer d'une manière aseptique. Ce traitement thermique intensif détruit toute forme de vie pouvant altérer le lait. Les objectifs de la stérilisation sont :

- Détruire tous les microorganismes et toxines capables de se développer lors de l'entreposage du lait
- Assurer la stabilité et la saveur du lait pendant sa conservation pour satisfaire les exigences commerciales des consommateurs.

Les deux techniques permettent une conservation du lait plus longue que celui de la réfrigération mais ont comme inconvénient la destruction de certains éléments par la chaleur comme les vitamines.

### **1.1.4.3 La fermentation**

La fermentation est la transformation de substances et résidus organiques sous l'action des ferments. Ces ferments ou agents de fermentation sont des groupes de microorganismes travaillant en symbiose. Il y a plusieurs catégories de fermentation, mais d'une manière générale, les produits laitiers fermentés sont très prisés en raison de leur facilité de conservation puisque le pH acide du milieu inhibe une grande proportion de microorganismes de dégradation ainsi que la plupart des microbes pathogènes.

La fermentation lactique est la plus utilisée dans la production des laits fermentés. Elle transforme le lactose en acide lactique, et ce, en condition d'anaérobiose. L'acide lactique a une propriété antiseptique et joue un rôle préservatif vis-à-vis du lait.

En outre, la fermentation lactique peut aussi entraîner une coagulation de la caséine à un pH égal à 4,6 et donner un saveur et des caractères typiques des laits fermentés. Parmi ces produits, on peut citer : le yaourt, le kéfir, les crèmes fermentées.

### **1.1.4.4 Séparation des composants**

Cette méthode sépare les différents constituants du lait et les conserve séparément. Ainsi, le constituant objet à une séparation se conserve plus longtemps comparé au lait cru. Le lactose, la crème et la caséine sont les principaux constituants sujets à une séparation. Le lactose s'isole par cristallisation d'une solution saturée de lactosérum. La crème est séparée du lait par écrémage pour la production de crème fraîche. La fabrication du fromage est une forme de conservation de la caséine du lait.

### **1.1.4.5 Déshydratation**

La déshydratation consiste à abaisser l'activité de l'eau. Le lait concentré s'obtient par évaporation. Tandis que le lait en poudre est obtenu soit par :

- Evaporation du lait
- Concentration suivie d'une évaporation
- Lyophilisation

### **1.1.5 La filière lait dans le monde [Andrainantenaina , 2008]**

La production mondiale est estimée à 678 millions de tonnes en 2007 [FAO, 2005]. Elle est en hausse de 2,3% par rapport à l'année dernière. Mais d'une manière générale, on trouve un ralentissement de la croissance de la production laitière mondiale.

Les déclinés de production dans plusieurs pays tels l'Argentine, l'Australie, et l'Union Européenne ne compensent pas les gains de production des Etats-Unis et de la Nouvelle-Zélande.

### 1.1.5.1 Les espèces laitières

En général, les espèces productrices de lait sont : la vache, la bufflonne, la chèvre, la brebis. Le tableau 3 nous donne un aperçu de la quantité de lait produite par espèce dans le monde.

Tableau 3 : Quantité de lait par espèce dans le monde

	Milliards de litres	%
Vache	494,6	84,6
Bufflonne	69,1	11,8
Chèvre	12,5	2,1
Brebis	7,8	1,3
Autres	1,3	0,2

Source : [FIL – FAO – USDA, 2001]

La vache est de loin l'espèce la plus productrice de lait. Le lait de vache représente à lui seul 84,6% de la production mondiale de lait.

### 1.1.5.2 La production laitière

Le niveau de production mondial de lait selon les zones d'économie laitière est résumé dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4 : Production laitière

	Milliards de litres	%
Union Européenne	121,4	25,5
Amérique du Nord et du centre	98,1	19,9
Asie	85,4	17,4
CEI	61,9	12,6
Amérique du sud	47	9,6
Europe de l'est	32	6,5
Océanie	24,6	5

Source : [FIL – FAO – USDA, 2001]

La production laitière de l'Union Européenne représente 25,5% de la production mondiale. Les Etats-Unis sont les premiers producteurs de lait de vache soit une production de 82,3 milliards de litres en 2006 [FAO, 2006]. Le Canada produit 8,36 milliards de litres [FAO, 2006].

La production laitière de l'Afrique représente moins de 5% de la production mondiale. [Andrianantenaina, 2008]. Les principaux pays producteurs de l'Afrique sont : l'Egypte, le Kenya, l'Afrique du sud et le Soudan. La production progresse lentement en Afrique. [Andrianantenaina, 2008]

### **1.1.6 Aperçu de la filière lait à Madagascar** [Andrianantenaina, 2008]

La politique laitière à Madagascar vise d'une part à la réduction de la pauvreté, d'autre part à l'amélioration du régime alimentaire par l'augmentation de la consommation des produits laitiers. Un des principaux défis de la filière lait est d'augmenter la production nationale de 5kg/ hab/an à 10kg/ hab/an ou en d'autre terme passer de 20L/ pers/an à 40L/ pers/an. [MAEP-MECI-ONUDI, 2007]

A Madagascar, les zones de production sont assez éparpillées à travers les régions. Toutefois, les grandes zones de production se situent dans le triangle laitier délimité au nord par Manjakandriana, à l'ouest par Tsiroanimandidy et au sud par Ambalavao Tsienimparihy.

L'élevage bovin reste principalement extensif. Mais les modes d'exploitation peuvent être aussi semi-extensif, semi-intensif et même intensif. Or, les Hauts plateaux malgaches offrent un vaste pâturage de 37. 158.000 ha [rapport ONUDI, 2007] apte à se régénérer et à évoluer pour permettre un mode d'exploitation intensif.

#### **1.1.6.1 Le Cheptel** [Andrianantenaina, 2008] [Ramaroson, 1999]

Le dernier recensement agricole (2004 – 2005) a révélé que l'élevage de la vache laitière est chiffré à 882.841 vaches [MAEP, 2004]. Les races améliorées ne représentent que 11% de ce cheptel. Les animaux de races pures sont peu nombreux à Madagascar. La production laitière se voit évoluer par l'effet hétérosis. Il s'agit d'un croisement de *Bos indicus* (zébu) avec un *Bos taurus* (de type européen).

La première descendance pourra ainsi produire 2 200L de lait par lactation comparé à 760L de lait par lactation pour la vache zébu malgache. Le tableau 5 dans la page suivante indique la production laitière moyenne annuelle des vaches.

Tableau 5 : Production laitière moyenne annuelle des vaches (cas de Vakinankaratra)

Degré de sang	Production (litre/lactation)	Durée de lactation (jours)
Zébu malagasy	786	180
½ sangs	1 164	180
¾ sangs	2 200	200
7/8 sangs et race pure	3 749	220

Source : [FIFAMANOR, Valy Agri, 2000]

### 1.1.6.2 La production laitière

Le nombre des éleveurs est estimé à 12.000 dont 90% sont des petits producteurs ne possédant que 5 vaches. La production quotidienne varie de 2 à 40L selon le type d'exploitation. Les fermes industrielles sont quasi-inexistantes à l'exception de Tiko Farm sis à Andranomanelatra. [Mission économique de Tana, 2007]

La production laitière de la région de Vakinankaratra s'élève à 38,6 millions de litres soit un pourcentage de 70% de la production nationale.

### 1.1.6.3 La transformation

La majorité des unités de transformation laitière est artisanale. En général, leur gamme de produit est encore très limitée. Ils ne produisent que des produits basiques comme le yaourt, le fromage, la crème fraîche et tout au plus le beurre.

Toutefois, les unités industrielles comme SOCOLAIT et TIKO TIA existent aussi. Ils disposent des équipements modernes à forte productivité et leur gamme de produit est assez large. L'usine TIKO collecte le lait chez 80% des éleveurs dans la région de Vakinankaratra. Aussi, l'usine fait 95% de la collecte. Le tableau 6 ci-dessous montre le niveau de production nationale de quelques produits laitiers.

Tableau 6 : Production nationale de quelques produits laitiers

Libellés articles	2001	2002	2003	2004	2005
Yaourts (milliers de pots)	16 713	14 175	17 098	17 459	21 208
Fromage (kg)	136 925	11 613	140 082	143 037	173 748
Beurre (kg)	12 665	10 742	12 957	13 230	16 071

Source : [I.N.S.T.AT./ D.S.E : Service des statistiques/ novembre 2007]

#### 1.1.6.4 Importation

La production locale n'arrive à couvrir que 70% du marché. Les importations concernent essentiellement le poudre de lait évalué à 8,3 millions d'Euros en 2005. Elles s'expliquent certainement par une insuffisance de production laitière. [Mission économique de Tana, 2007]

L'évolution des importations des produits laitiers est résumé dans le tableau 7 suivant.

Tableau 7 : Importations des produits laitiers

Année/ Produits	2003	2004	2005	2006
Poudre de lait (en tonne)	1 055	2 122	2 816	2 226
Produits laitiers (en tonne)	2 116	3 479	3 632	3 202
Valeur total (en milliard d'Ariary)	5 963	13 576	13 776	11 579

Source : [DG I.N.S.T.A.T./ DES/SSSES/ COMEXT/ octobre 2007]

#### 1.1.6.5 Perspectives [Mission économique de Tana, 2007]

La consommation de produit laitier est de 5,5 Kg/ an/ habitant. L'objectif du ministère chargé de l'élevage est d'augmenter cette consommation à 10Kg/ an/ habitant.

Or, il existe beaucoup de contraintes qui freinent le développement de cette filière comme :

- Le mauvais état des infrastructures
- Les techniques d'élevage insuffisantes et/ ou mal maîtrisées
- Manque de semence fourragère
- L'existence d'un marché informel sur la vente en vrac du lait cru dans la capitale

Toutefois plusieurs motions ont été optées pour relancer cette filière comme :

- L'importation de plus de 2 000 vaches laitières de race Holstein avec une production laitière journalière de 40L /jour en 2004 – 2006.
- L'importation de semences bovines pour les inséminations artificielles
- Le programme School Milk pour les écoliers.

### 1.2 LE KEFIR [De ROISSART H. et LUQUET F.M. ; 1994]

Le kéfir est une boisson fermentée pétillante, mousseuse, rafraîchissante, acido-alcoolique en provenance de Caucase. A l'origine, il est obtenu par la fermentation des grains de kéfir.

### 1.2.1 Historique

Le kéfir est originaire des montagnes de Caucase (Eurasie). D'après la légende, les grains ont été transmis par un Dieu (prophète Mahomet) à un Ancien comme preuve de fidélité.

Les nomades transportaient du lait (vache, chèvre, brebis) dans des outres ou des cuves en chêne dans lesquels ils ajoutaient un fragment d'estomac de veau. C'est ainsi qu'ils ont découvert que le lait frais transporté se transformait parfois par fermentation en une boisson effervescente et acide. De nouveau, les outres et les cuves sont remplies de lait frais. Mais ni les cuves ni les outres n'étaient jamais nettoyées.

Ainsi, au bout de quelques semaines, ils ont découvert sur la paroi interne des outres une croûte spongieuse, blanchâtre ou jaunâtre qui divisée et séchée fut à l'origine des grains de kéfir de lait. Ces grains fermentaient le lait et se multipliaient au fur et à mesure des ensemencements. La boisson, issue de la fermentation du lait a été dénommée **kéfir**.

Les grains, ainsi que la préparation du kéfir, ont été légués de génération en génération. Ils furent donnés à ceux qui comprenaient les méthodes de soin et de conservation de grains, jusqu'au jour où ils tombèrent entre les mains d'un indigent. Dès lors, les grains se dispersèrent dans toute la région et petit à petit vers le reste du monde.

Le kéfir fut apparu en France et s'étend dans toute l'Europe occidentale dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Il devient une boisson domestique et fut très populaire dans les campagnes dans les années 60-70.

Pour les nomades, elle constituait un complément dans leur régime alimentaire.

### 1.2.2 Types et caractéristiques

On distingue 2 types de kéfir :

- Le kéfir lacté qui est un lait fermenté, pétillant, mousseux, légèrement acidulé résultant de la fermentation du lait
- Le kéfir sucré ou kéfir d'eau qui est une boisson rafraîchissante, pétillante, peu sucrée, peu alcoolisée (moins de 1% d'alcool) résultant de la fermentation lactique et légèrement alcoolique d'eau sucrée ou de jus de fruit.

Ces 2 types de kéfir sont issus de grains de kéfirs différents. Le tableau suivant synthétise les différences entre kéfir lacté et kéfir d'eau

Tableau 8 : Différences entre kéfir d'eau et kéfir lacté

Paramètres	Kéfir lacté	Kéfir d'eau
Matières premières	Lait	Eau sucrée ou jus de fruit
Ferments	Soit : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grain de kéfir de lait</li> <li>• Poudre lyophilisée</li> </ul>	Grain de kéfir d'eau (transparent, plus gélatineux, plus anguleux, 8 à 10mm de diamètre)
Conditions de fermentation	De 24 à 36 heures à température ambiante	24 heures ou plus à température ambiante
Caractéristiques du produit fini	Laitage assez liquide et assez acide	Boisson désaltérante légèrement pétillante et acidulé

Source : Adapté de [De ROISSART H. et LUQUET F.M. ; 1994]

### 1.2.3 Le kéfir lacté

#### 1.2.3.1 Les ferments utilisés

Le kéfir lacté peut se produire à partir de 2 types de ferments qui sont :

- Des grains de kéfir de lait
- Une poudre lyophilisée

Le tableau ci-dessous synthétise les principales différences entre ces 2 ferments.

Tableau 9 : Différence entre poudre lyophilisée et grains de kéfir de lait

Paramètres	Grain de kéfir	Poudre lyophilisée
Définition	Petites masses de bactéries, de levures, de polysaccharides dans une matrice de protéine, gélatineuses et fermes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Culture d'amorçage</li> <li>• Poudre de kéfir stable et lyophilisée</li> <li>• Mélange de bactéries et levures capables de fermenter le lait</li> </ul>
Aspect	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Blanches ou jaunâtres</li> <li>• Forme irrégulière</li> <li>• Inflorescence de chou-fleur</li> <li>• Diamètre : 1 à 6 mm</li> <li>• Structure soit en feuillet soit globuleuse</li> </ul>	Poudre de 4g conditionné dans un flacon
Composition	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 13% de complexe de protéine</li> </ul>	-

biochimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 46% de débris cellulaire</li> <li>• 24% de polysaccharides</li> <li>• 17% indéterminés</li> </ul>	
Composition microbiologique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bactéries : <i>Lb brevis</i> ; <i>Lb kefir</i> ; <i>Lb kefiranofaciens</i> ; <i>Lc lactis</i> ; <i>Ln spp</i></li> <li>• Levures : <i>Kefir candida</i> ; <i>Klyveromyces marxianus</i> ; <i>Saccharomyces cerevisiae</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bactéries : <i>Lb bulgaricus caucasius</i> ; <i>Lb casei</i> ; <i>Streptococcus lactis</i> ; <i>Streptococcus diacetylactis</i> ; <i>Ln citrovorum</i></li> <li>• Levures : <i>Saccharomyces kefir</i></li> </ul>
Produit fini	Vrai kéfir	Pseudo-kéfir
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possède toutes les propriétés préventives et curatives du kéfir : anti-tumorale ; antibactérienne ; antifongienne</li> <li>• Souche très résistante même sans apport nutritionnel</li> <li>• Contient le kéfiran : polysaccharide uniquement trouvé dans le kéfir supposé être l'ingrédient actif du kéfir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité d'une production industrielle</li> <li>• Disponible sur le marché</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production à l'échelle domestique sauf en Union Soviétique</li> <li>• N'existe pas sur le marché ; on ne peut l'avoir que chez un particulier qui peut partager les grains</li> <li>• Fabrication de grains trop faible</li> <li>• Développement des grains reste encore une énigme</li> <li>• Ne supporte ni l'eau du robinet ni le métal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégénérescence des souches au bout de 15 à 20 repiquages</li> <li>• Plus chère</li> </ul>

Source : Adapté de [De ROISSART H. et LUQUET F.M. ; 1994]

### 1.2.3.2 Classe du kéfir

Le kéfir lacté peut se classer en 3 types selon :

- Le taux d'ensemencement
- Les conditions de fermentation
- La durée de maturation

Ainsi, on distingue :

- Le kéfir faible ou kéfir jeune
- Le kéfir moyen
- Le kéfir fort

### 1.2.3.3 Les bienfaits et effets probiotiques du kéfir [De ROISSART H. et LUQUET F.M. ; 1994]

Plus nutritif et thérapeutique que le yaourt, le kéfir fournit la protéine complète, les minerais essentiels et les vitamines valables du groupe B. La consommation régulière du kéfir présente des rôles bénéfiques pour la santé

#### a) Rôles préventifs du kéfir

- Le kéfir joue un rôle anti-oxydant
- Il reconstitue et régule l'écosystème intérieur après une thérapie antibiotique
- Il agit en tant qu'antibiotique contre les microorganismes étrangers
- Il renforce le système immunitaire
- Il contient des éléments essentiels au maintien de l'équilibre nutritionnel
- Il améliore la tonicité digestive et la digestion des aliments

#### b) Rôles curatives du kéfir

Le kéfir a des propriétés curatives sur : les ulcères d'estomac, les maladies intestinales, la diarrhée, l'asthme, l'anémie, l'hypertension , les tumeurs cancéreuses, les problèmes de peau, les allergies, les maladies des reins, le problème de cholestérol élevé, les maladies du cœur, les maladies du système biliaire.

Il a aussi des effets bénéfiques sur les maladies infantiles.

### c) Rôles régulateurs du kéfir

- Meilleure circulation sanguine
- Le kéfir amplifie l'énergie
- Il favorise la longévité
- Il donne un effet de détente sur le système nerveux
- Il freine l'apparition des cheveux gris
- Il améliore la croissance des ongles

### d) Rôle minéral du kéfir

Le kéfir facilite l'assimilation en oligo-éléments notamment la dissolution du cuivre, du fer et du zinc et la solubilisation totale du calcium, du phosphore et du magnésium. Le kéfir présente une meilleure source de Calcium sous forme de phosphate colloïdal ou caséinate. En outre, il a été démontré que les grains de kéfir ont des grandes propriétés anti-tumorale, antibactérienne, antifongique.

## **1.3 LA SOCIETE TIA**

### **1.3.1 Présentation générale de la société**

TIA (Tiko Industry of Andranomanelatra) est une Société à Responsabilité Limitée (SARL) avec un capital de 1.000.000 Ar.

### **1.3.2 Historique**

L'histoire de la société TIA a été dès le début rattaché au groupe TIKO

-1979 : Création de TIKO (Tena Izy Ka Omeko) dans le but d'améliorer les conditions de vie de la population

-1981 : Début de création de l'usine TIKO à Sambaina Manjakandriana (RN2)

-1982 : Création officielle d'une laiterie moyenne à Sambaina. A cette époque ce fut la première unité de production adoptant une technologie moderne

-1983 : Première production de yaourt, de beurre, de lait et de fromage

-1986 : Création de l'unité fromagerie ELVAK (Elevage et laiterie du VAKinankaratra) à Vatofotsy Antsirabe I

-1987 : Première production de fromage de ELVAK

-1990 : Installation de l'unité de fabrication d'emballage TIKO PACK à Sambaina

-1991 : Implantation de TIA à Andranomanelatra : Laiterie

-1992 : Création de l'unité UHT (Ultra Haute Température) un processus de conservation de lait frais à Antsirabe

-1993 : Production d'eau de table « OLYMPIKO », de jus naturel et de lait en brik (School Milk, Mana)

-1997 : Extension de la section yaourterie

-2000 : Inauguration de l'unité de boisson hygiénique « CLASSIKO »

### 1.3.3 La Production

TIA est renommée pour ses multiples gammes de produits. Outre la filière lait, elle produit aussi des boissons hygiéniques (CLASSIKO), de l'eau potable (OLYMPIKO), l'extraction et le conditionnement des jus naturels (TIKO FRUIT). La filière lait se compose du traitement du lait à haute température (UHT) ; de la transformation du lait en beurre (TSARA DOUX) ; en fromage (BYBA, ANTSIRA, ANGAVO, CREAM CHEESE, FONDU) ; en yaourt et diverses crèmes (CREME DESSERT, CREME FRAICHE). Le tableau ci-dessous nous donne un aperçu de la production annuelle de TIA.

Tableau 10 : Bilan de production (Janvier- Novembre 2007)

Gamme de produits	Caractéristiques du produit	Unité	Production
Produits laitiers	Yaourt	Kg	6.753.579
	Lait UHT	Kg	3.227.705
	Beurre	Kg	98.809
	Fromage	Kg	490.880
Jus de fruits	Tik'O fruit	Kg	2.443.901
Eau et boissons gazeuses	Olympiko	Kg	1.340.568
	Classiko	Kg	13.515.857

Source : [TIA, 2008]

### 1.3.4 Le laboratoire d'analyse

Le laboratoire d'analyse de TIA a pour rôles :

- Le contrôle qualité de la matière première, de chaque étape de production jusqu'au produit fini ;
- L'assurance qualité des produits finis ;
- Le contrôle d'hygiène de la société (bonne pratique d'hygiène) ;

- Le contrôle de l'eau utilisée et de ses points d'eau ;
- L'essai de nouveaux produits.

Pour ce faire, le laboratoire dispose de 2 sections :

- Le laboratoire d'analyse physico-chimique
- Le laboratoire d'analyse microbiologique

## **CONCLUSION PARTIELLE I**

Le lait est une denrée complexe et très périssable. L'apport nutritionnel du lait est intéressant du fait qu'il est composé de plusieurs constituants en qualité et en quantité. Toutefois, la qualité et la quantité de lait produit dépendent de plusieurs facteurs notamment liés à l'animal et à son environnement. Pour mieux conserver le lait, plusieurs techniques et procédés sont adoptés. Ainsi, le lait peut être conservé en totalité et/ ou en partie.

Le lait de vache présente une forte proportion de la production mondiale avec un pourcentage de 84,6%. A Madagascar, la politique laitière vise une amélioration du régime alimentaire par l'augmentation de la consommation des produits laitiers. De nouvelles gammes de produits laitiers seraient donc sollicitées pour varier la production et attirer les consommateurs.

Le kéfir, objet de notre étude, est un lait fermenté qui peut être produit à Madagascar. Il a des vertus thérapeutiques intéressantes. Une mise au point de la technologie de production a été faite dans la société TIA, une société agroalimentaire reconnue à Madagascar par une part de marché importante et une étendue de sa gamme de produits laitiers et autres produits alimentaires.

*Deuxième partie :*  
*MISE AU POINT D'UNE*  
*TECHNIQUE DE PRODUCTION*  
*DE KÉFIR LACTÉ*



## Deuxième partie : MISE AU POINT D'UNE TECHNIQUE DE PRODUCTION DE KÉFIR

### 2.1 INTRODUCTION

#### 2.1.1 Technologie de fabrication du kéfir

##### 2.1.1.1 A l'échelle domestique

La production du kéfir à l'échelle domestique se fait par des petits matériels en plastique. Aussi, on utilise surtout un bocal en verre pour la fermentation. A l'échelle domestique, le kéfir se produit ainsi :

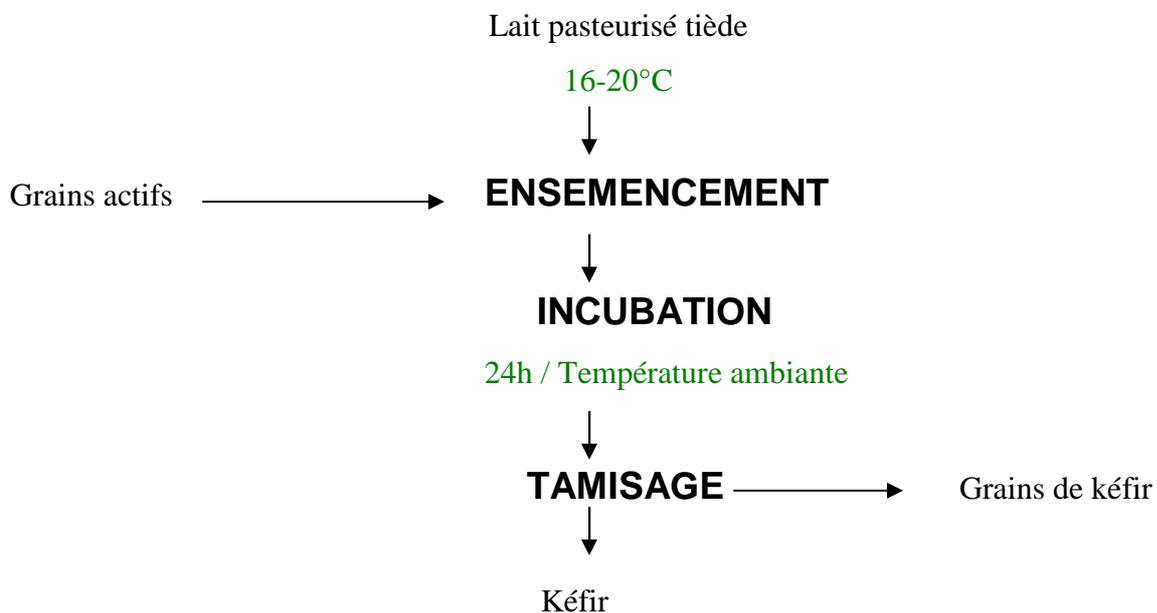


Figure 3 : Production du kéfir à l'échelle domestique

##### 2.1.1.2 A l'échelle industrielle

Selon la méthode russe, la technologie de fabrication industrielle du kéfir est résumée dans la page suivante.

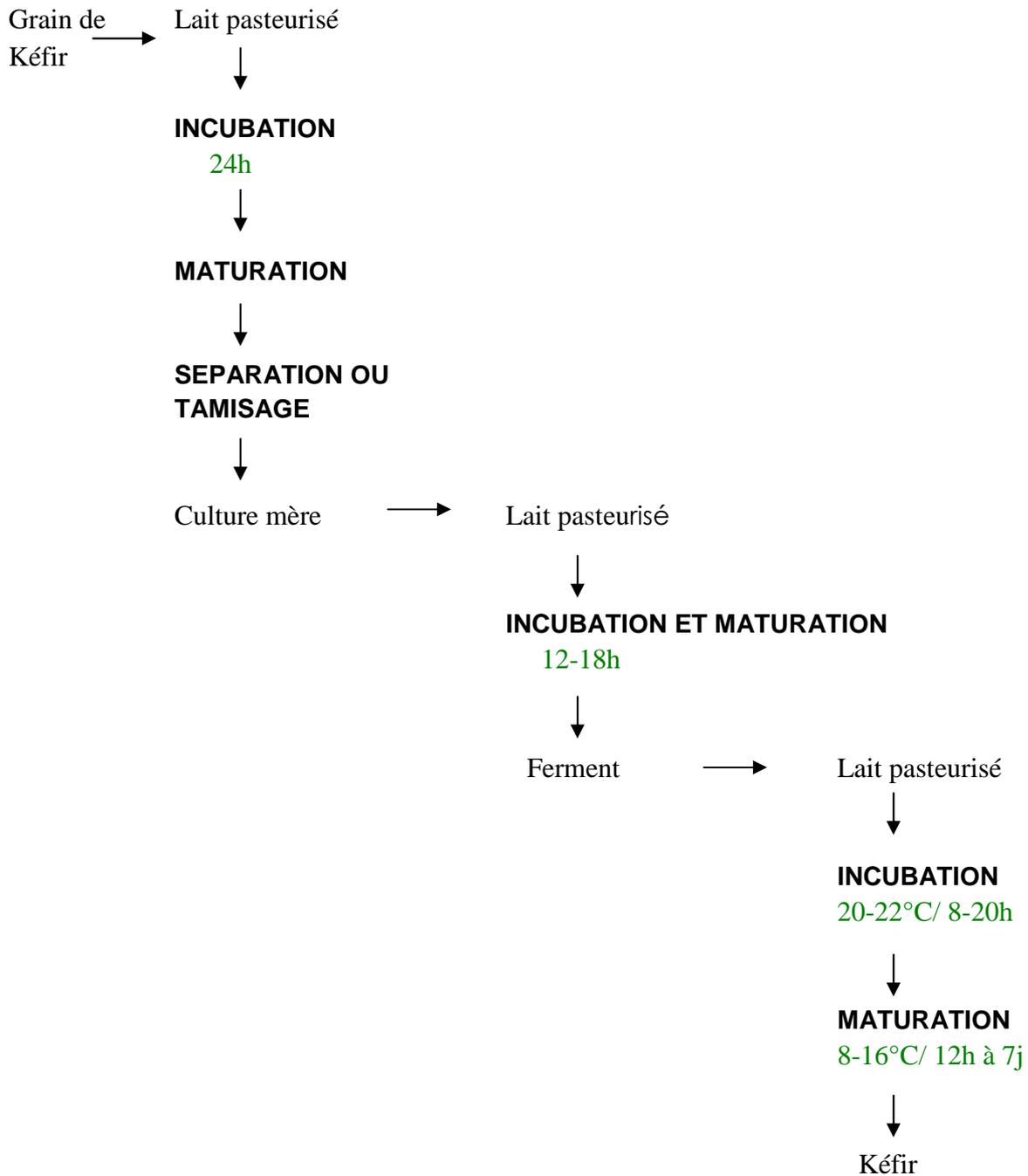


Figure 4 : Technologie de fabrication du kéfir selon la méthode russe [De ROISSART H. et LUQUET F.M. ; 1994]

### 2.1.2 Notion de qualité

La qualité d'un produit ou d'un service est son aptitude à satisfaire les besoins des utilisateurs (NF X 50.120). Selon ISO 9 000 2 000, la qualité est l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences.

### **2.1.2.1 Qualité technologique**

C'est l'aptitude d'un produit ou d'une matière première à être utilisée dans de bonnes conditions dans l'industrie.

### **2.1.2.2 Qualité hygiénique**

La qualité hygiénique ou sanitaire est l'exigence de sécurité en principe absolu, autrement dit la non-toxicité de l'aliment. Un aliment ne doit comporter aucun élément toxique à des doses dangereuses. La qualité hygiénique est liée à la toxicité microbiologique et/ou toxicité chimique. La toxicité microbiologique est fonction des microorganismes pathogènes, toxinogènes ou autres métabolites contaminants. Quant à la toxicité chimique, elle est due à la présence de résidus chimiques comme les pesticides, les métaux lourds, les excès d'utilisation des additifs ou auxiliaires alimentaires.

La qualité hygiénique est normalisable. La réglementation fixe en général les seuils limites à ne pas dépasser pour les principales contaminations toxiques.

### **2.1.2.3 Qualité nutritionnelle**

La qualité nutritionnelle ou diététique est l'aptitude d'un produit à bien nourrir. Elle est fonction de la composition en nutriments. Elle repose sur 2 aspects :

- Aspect quantitatif autrement dit l'apport énergétique de l'aliment
- Aspect qualitatif ou la recherche de l'équilibre nutritionnel au regard des besoins du consommateur.

Toutefois, il faut bien noter que la richesse en éléments nutritionnels ne veut pas toujours dire une bonne assimilation des nutriments.

### **2.1.2.4 Qualité sensorielle**

La qualité organoleptique ou sensorielle regroupe l'ensemble des sensations quantifiables et mesurables par les méthodes d'analyse sensorielle. L'évaluation dépend de l'acceptabilité des consommateurs. Chaque consommateur attend d'un aliment des sensations gustatives, olfactives, tactiles, visuelles voire même auditives bien déterminées.

### **2.1.2.5 Qualité réglementaire**

C'est l'aptitude d'un produit à protéger la santé des consommateurs, notamment par des critères mesurables régis par la législation et les normes préétablies. Cette conformité aux normes dépend :

- De la traçabilité du produit
- Des caractères physico-chimiques et microbiologiques du produit
- Du poids net des différents constituants et du poids net total
- De l'étiquetage du produit fini

#### **2.1.2.6 Qualité commerciale**

La qualité commerciale est l'aptitude d'un produit à être utilisé facilement pour ceux qui l'achètent et le consomment. Elle est fonction de :

- La présentation du produit (emballage et étiquette)
- La disponibilité du produit dans le temps et dans l'espace
- La commodité du produit (facilité d'ouverture, de manipulation ou d'emploi, facilité de stockage et aptitude à une bonne conservation)
- La capacité du produit à bien informer le consommateur sur sa valeur nutritionnelle, son mode d'utilisation
- La rentabilité du produit ou le rapport qualité/ prix

#### **2.1.2.7 Assurance qualité**

L'assurance qualité d'après ISO 8402 est l'ensemble des actions préétablies et systématiques nécessaires pour donner la confiance appropriée en ce qu'un produit ou un service satisfera aux exigences des données relatives à la qualité. L'objectif est d'assurer une qualité constante.

#### **2.1.2.8 Les critères retenus pour l'étude**

Notre étude s'est axée sur :

- La qualité technologique du lait notamment sur ses caractères physico-chimiques et microbiologiques
  - La qualité hygiénique surtout sur la microbiologie du produit fini
  - La qualité nutritionnelle à savoir l'apport énergétique de l'aliment ainsi que de ses différents composants
  - La qualité sensorielle : discriminative, descriptive, hédonique et classement
  - La qualité réglementaire surtout sur les caractères physico-chimiques du produit
  - La qualité commerciale du produit notamment son mode de conditionnement et son mode de conservation.

## 2.2 MATERIELS ET METHODES POUR LA MISE AU POINT DE LA TECHNOLOGIE

### 2.2.1 Matériels

#### 2.2.1.1 Échantillons

##### a) Le lait

Le lait de vache représente la matière première essentielle dans notre étude. Nous avons choisi d'utiliser le lait pasteurisé à 3,5% de MG. Il est à noter que le prélèvement de ce dernier se fait le plus aseptiquement possible.

Le lait frais présente un taux élevé en germes. Il se peut aussi qu'il y ait présence de germes pathogènes dans celui-ci. Quant au lait stérilisé, le traitement thermique élevé réduit, voire même anéantit, certains composants du lait. C'est ainsi que nous avons opté pour le lait pasteurisé pour réduire la concurrence nutritionnelle entre les germes, tout en ayant un lait consommable et apte à être fermenté.

En outre, le lait pasteurisé est la matière première la plus disponible à l'usine. Toutefois, nous avons utilisé un lait pasteurisé « Tout venant ». Autrement dit, nous n'avons pas choisi, ni spécifié un axe de collecte de lait.

##### b) Les grains de kéfirs

Les grains de kéfir ont été importés d'un particulier de France. D'après lui, les grains proviennent de Belgique et il les a depuis 7 ans. Les grains secs ont été mis dans un sac en papier. Ils sont arrivés au mois d'Avril 2007. Le poids de grains secs que nous avons obtenu est de 1,2g. Nous avons réactivé la moitié des grains secs qu'on a obtenu. L'autre moitié nous servira de souches témoin.



Figure 5 : grains secs de kéfir de lait (cliché : Auteur)

c) Les kéfirs témoins

Les kéfirs témoins sont présents sur le marché de Belgique Ils sont de la marque WASDA. Nous avons obtenu 2 échantillons dont l'un est à 1,5% de MG et l'autre à 3,5%. Le transport s'est fait à froid. Chaque échantillon est conditionné en plastique et se ferme par un opercule. Son poids net est équivalent à 400mL. Ils sont représentés par les photos suivantes.



Figure 6 : Les kéfirs témoins (cliché : Auteur)

**2.2.1.2 Matériels utilisés pour la production**

Comme notre étude s'est faite à l'échelle Labo, nos matériels de production sont essentiellement formés de matériels de laboratoire sauf pour la pasteurisation du lait qui s'est faite dans l'unité « Pasto » de l'usine. Le tableau suivant nous résume l'ensemble de nos matériels de production.

Tableau 11 : Matériels de production

Phase	Appareillage	Matériels	Consommables
Revivification des grains	Étuve ; Balance de précision	Tamis ; Erlen Meyer ; louche ; cuillère en plastique ; boîte de pétri ; bec bunsen	Eau distillée ; papier aluminium ; Alcool 90°
Production de kéfir	Étuve ; Balance de précision ; Broyeur	Pipette graduée ; Erlen Meyer 1l ; louche ; bec bunsen	Eau distillée ; poudre de lait ; papier aluminium ; alcool 90°
Séchage des grains	Étuve ; Balance de précision	Cuillère en plastique	Papier aluminium ; papier filtre ; coton ; parafilm ; eau distillée

### 2.2.1.3 Matériels utilisés pour les analyses

Les analyses concernent la physico-chimie, la microbiologie et l'analyse sensorielle. Le tableau ci-dessous nous résume les matériels, appareillages et ustensiles utilisés pour ces analyses.

Tableau 12 : Matériels utilisés pour les analyses

Analyses	Type	Appareillage	Matériels et ustensiles	Consommables
Analyses physico-chimiques	pH/ T	pH-mètre	Bouteille	Solution étalon
	Acidité	-	Burette de titration ; Erlen Meyer ; pipette graduée (25ml) ; poire	Solution de KOH (N/4) ; phénolphtaléine
Analyses microbiologiques	GT ou FAMT	Étuve	Boîte de pétri ; pipette stérile de 1 ou 1.1ml ; bec bunsen	Eau peptonnée ; milieu de culture PCA
	LM			Eau peptonnée ; milieu de culture OGY
Analyses sensorielles	Analyses : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Discriminative</li> <li>• Descriptive</li> <li>• Hédonique</li> </ul> Épreuve de classement	Réfrigérateur	Erlen Meyer ; louche ; bouteille PET	Verres/ assiettes à jeter ; essuie-tout

## 2.2.2 Méthodes

### 2.2.2.1 Méthodologie de travail

La méthodologie adoptée est résumée dans la figure suivante.

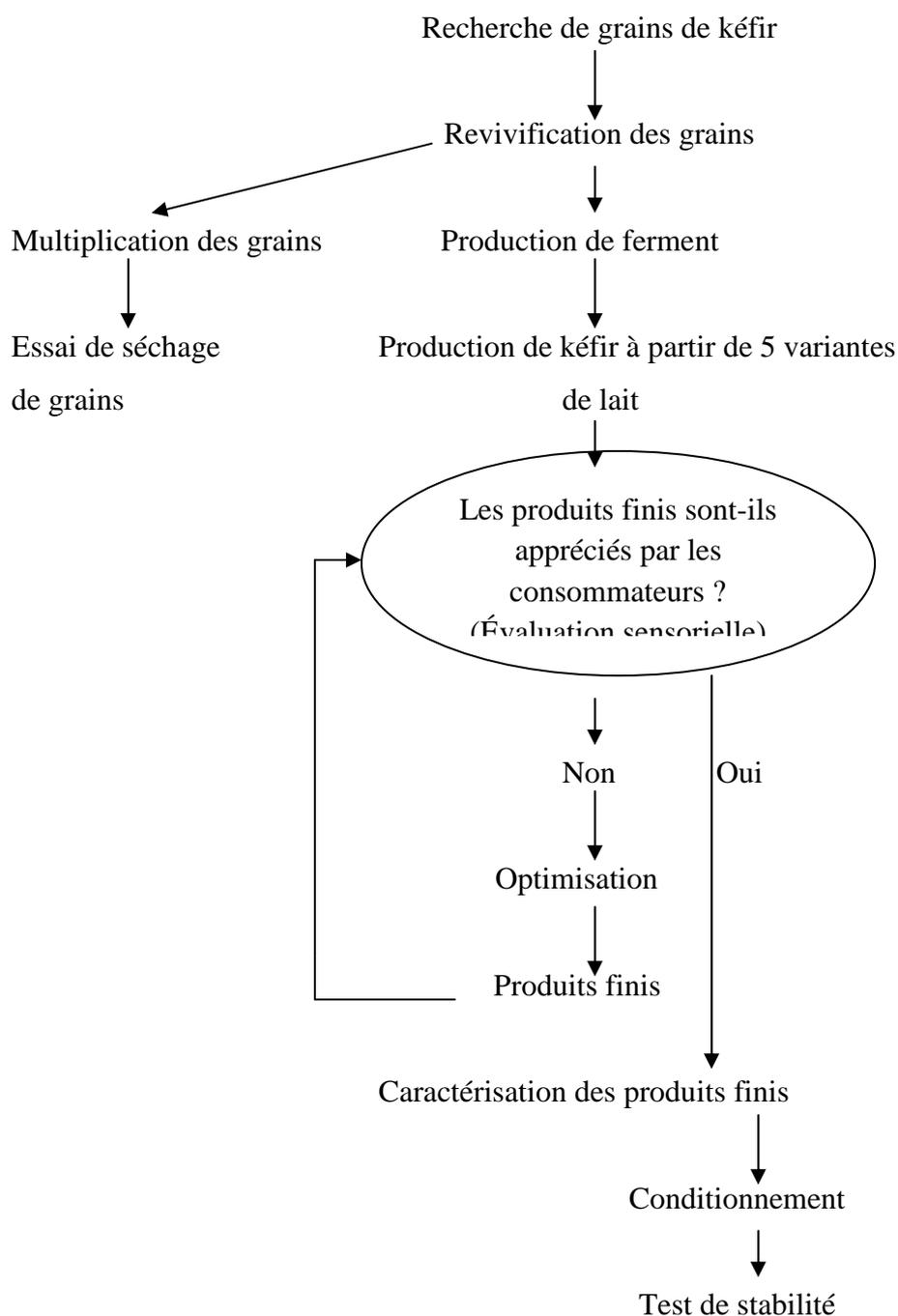


Figure 7 : Schéma récapitulatif de la méthodologie adoptée

### 2.2.2.2 Méthodes d'analyses des matières premières

Le lait constitue la matière première principale de notre étude. Les différentes analyses se font à 2 niveaux :

- A la réception du lait, autrement dit : analyse du lait cru
- Après pasteurisation : lait pasteurisé

Aussi, à chaque étape, les analyses effectuées sont de 2 types :

- Analyses physico-chimiques
- Analyses microbiologiques

Les tableaux suivants résument les différentes analyses des matières premières.

Tableau 13 : Analyses physico-chimiques du lait (cru et pasteurisé)

Types de lait	Paramètres à analyser	Normes	Fréquence d'analyse
Lait cru / lait pasteurisé	pH / T	6,6 – 6,8	Lait cru : 1/ camion citerne Lait pasteurisé : 1/tank de stockage
	Densité à 15°C	1,028 – 1,035	
	MG	35 à 40%	
	Acidité	6,0 – 6,8	
	Test à l'alyzarol	Négatif (absence de floculation)	

Source : [TIA, 2007]

Tableau 14 : Analyses microbiologiques du lait (cru et pasteurisé)

Lait	Paramètres à analyser	Dilution	Milieu de culture	Incubation	Normes	Fréquence
Lait cru	GT ou FAMT	$10^{-6}$	PCA	3j/ 30°C	$< 15. 10^6$	1/ camion citerne
Lait pasteurisé		$10^{-4}$			$< 30.10^4$	1/tank de stockage
	Coliformes fécaux	-	VRBA	1j/37°C	0	

Source : [TIA, 2007]

### 2.2.2.3 Méthodes de revivification des grains

La revivification des grains secs est une phase délicate mais elle est primordiale. Elle vise à réactiver tous les microorganismes présents dans les grains. Puisque les grains sont formés d'un complexe en nombre et en genre de souches de bactéries, de

levures... ; la revivification ne prend fin que lorsqu'un certain équilibre est atteint entre ces différentes souches.

La revivification s'est faite à partir de la méthode Russe. L'eau utilisée pendant la revivification a été distillée et stérilisée pour ne pas influencer l'état physico-chimique et microbiologique des grains. Le processus est le suivant.

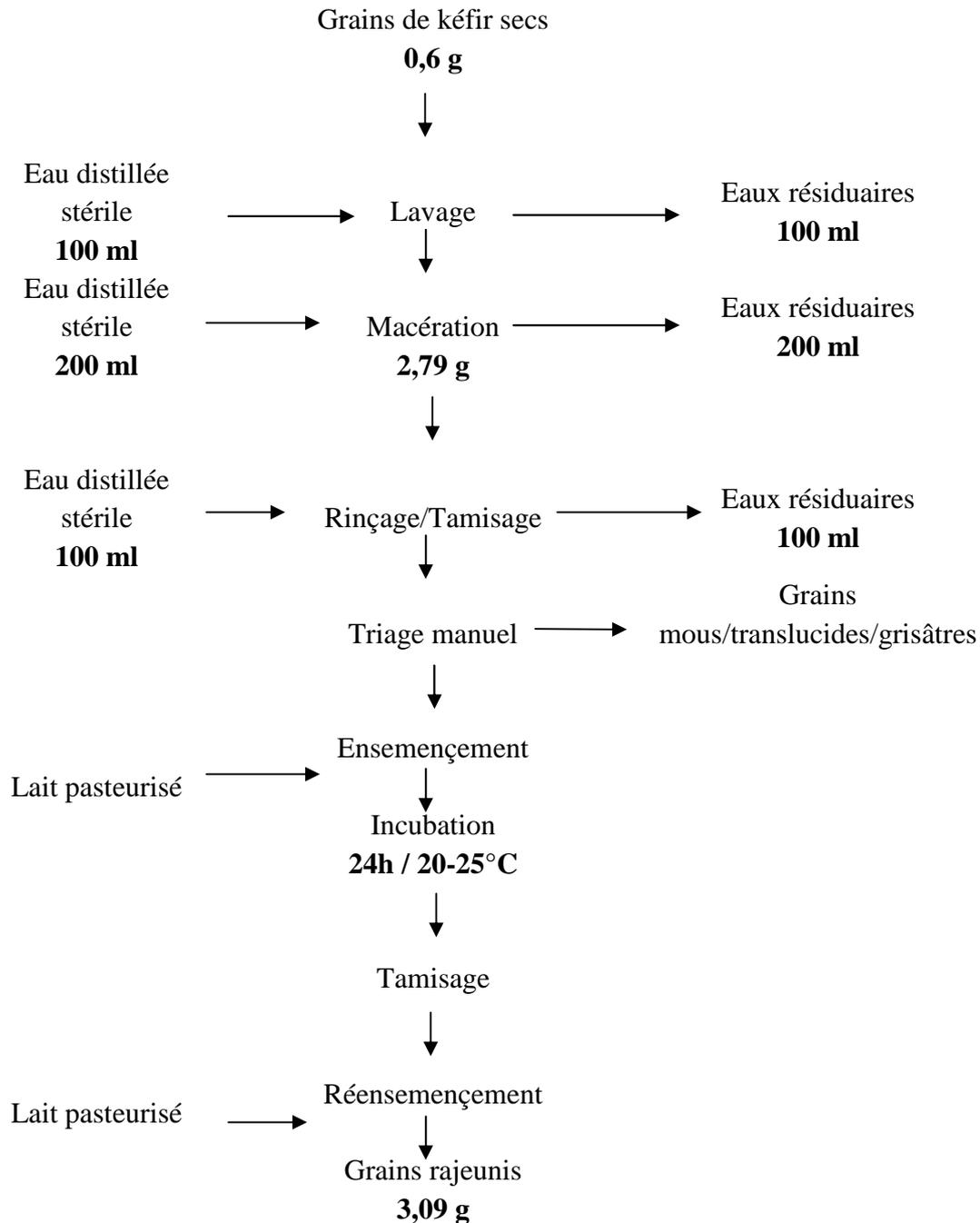


Figure 8 : Processus de revivification des grains de kéfir

Les grains sont lavés par de l'eau distillée stérile et tiède. Ainsi, ils sont exempts de souillures physiques accumulées pendant le séchage et/ou la conservation. La macération hydrate et gonfle les grains. Après la macération, les grains sont triés selon leur état physique. Les grains mous, translucides et grisâtres ne sont plus utilisables tandis que les grains jaunâtres, fermes et assez consistants sont aptes à la fermentation ( ). Les grains, ainsi triés sontensemencés et réensemencés dans du lait pasteurisé.

Le brassage se fait toutes les heures pour homogénéiser le milieu et améliorer le contact lait-grain-souches. Le renouvellement du lait se fait tous les jours. Autrement dit, l'incubation dure 24h et s'effectue dans un milieu contrôlé à une température comprise entre 20-25°C. Après l'incubation, l'ensemble est tamisé afin de récupérer les grains pour un nouvel ensemencement. Ainsi, l'opération continue jusqu'à l'obtention d'un lait fermenté stable.

#### **2.2.2.4 Méthodes de production de kéfir**

Le processus de la production de kéfir est résumé dans la page suivante

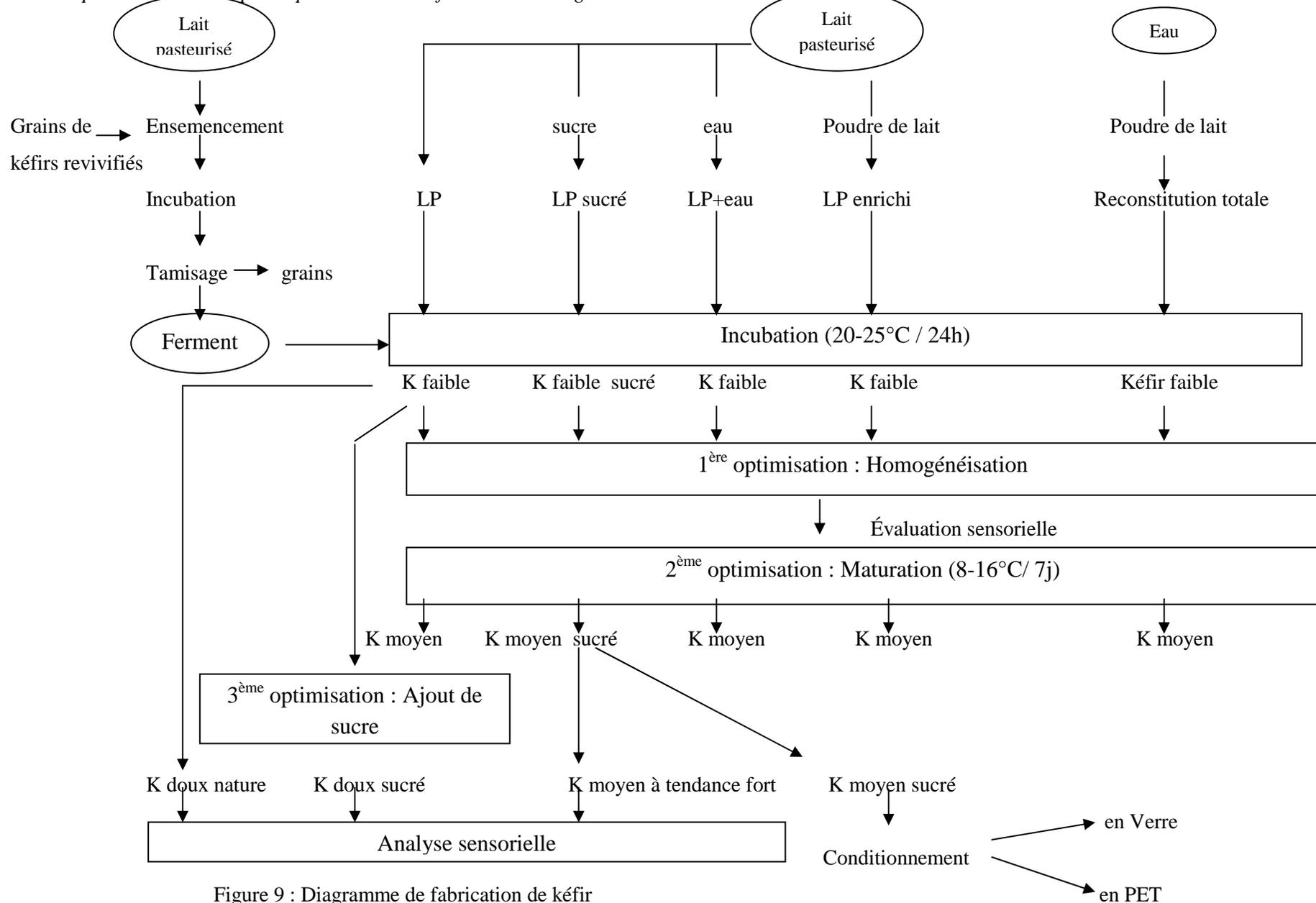


Figure 9 : Diagramme de fabrication de kéfir

### **2.2.2.5 Méthodes d'optimisation**

Après les résultats des expériences préliminaires, il a été nécessaire d'optimiser les produits en terme de rendement, de goût et de texture.

#### a) Optimisation en terme de rendement

Les produits obtenus sont hétérogènes et présentent 2 phases bien distinctes. On a une perte évaluée à 30 - 50% de volume si on sépare les 2 phases. L'homogénéisation a été entreprise pour voir s'il y aurait augmentation du rendement.

#### b) Optimisation en terme de qualité

La qualité du kéfir a été optimisée sur sa texture et son goût. Pour ce faire, on a adopté ces 3 méthodes :

- L'homogénéisation : Une fois l'incubation terminée, le produit est caillé, hétérogène et grumeleux. L'homogénéisation était ainsi indispensable, en terme de qualité, pour améliorer la texture du produit.
- La maturation : Elle affine le goût et la texture. Elle peut durer 24h, quelques jours, une semaine voire même plus. La maturation testée a duré 7 jours à une température de 8-16°C.
- Le sucrage : L'objectif visé est l'amélioration du goût. L'ajout de sucre s'est fait à 2 niveaux :

⇒ avant l'ensemencement du lait pasteurisé

⇒ au produit fini

### **2.2.2.6 Méthodes de caractérisation des produits finis**

#### a) Méthodes d'analyses physico-chimiques

Les paramètres considérés pour les analyses physico-chimiques sont : le pH, la température et l'acidité.

#### b) Méthodes d'analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques se sont portées sur le dénombrement des Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) et les levures. Elles sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 15 : Analyses microbiologiques des produits finis

Paramètres	Dilutions	Milieu de culture	Incubation	Fréquence
FAMT	$10^5 - 10^9$	PCA	3j/ 30°C	/ produits finis
Levures	$10^4 - 10^8$	OGA	5j / T. ambiante	

c) Méthodes d'analyses sensorielles

L'Analyse sensorielle d'un produit constitue une étape essentielle et primordiale pour un produit alimentaire. Elle permet d'établir le profil sensoriel, d'évaluer le niveau d'acceptabilité du produit en question, de la part des futurs consommateurs par le biais d'un groupe de sujets. Plusieurs types de tests ont été choisis. La nature ainsi que l'organisation des épreuves sont présentées dans la page suivante.

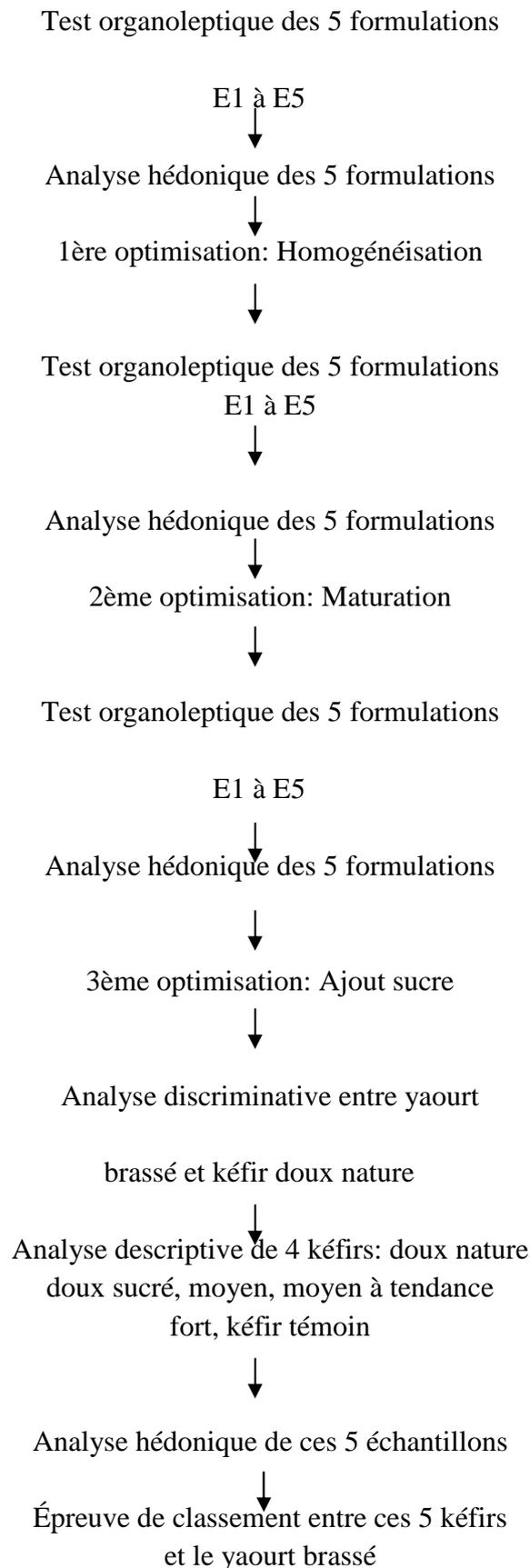


Figure 10 : Protocole d'analyse sensorielle des kéfirs produits

- *Analyse discriminative*

Comme le yaourt et le kéfir sont 2 produits assez similaires, l'analyse discriminative s'est avérée nécessaire afin de savoir si effectivement, il y a une différence perceptible entre les 2 produits. La méthode DUO-TRIO représentée par 2 produits avec 3 échantillons a été adoptée. Elle consiste à présenter 3 échantillons codés aux sujets avec comme seule indication : existence d'un produit différent. (Fiche discriminative : voir annexe II 1)

- *Analyse descriptive*

Après l'analyse discriminative, l'analyse descriptive permet de définir le profil sensoriel du kéfir. En utilisant 3 variétés d'échantillons de kéfir, quelques points forts et faibles, ont été recensés pour d'éventuelles améliorations sur le kéfir dans le futur.

L'évaluation de chaque échantillon s'est faite à partir de mots descripteurs selon l'aspect, la texture, la saveur ainsi que le goût. Chaque mot descripteur a été noté selon une échelle d'intensité de 0 à 5. Le « 0 » représente le seuil « nul » et « 5 » la perception « très fort ». L'exemplaire d'une fiche d'analyse descriptive se réfère à la partie annexe II 2.

Un petit lexique des mots descripteurs a été distribué pour essayer d'uniformiser la perception. (Lexique : voir annexe II 5)

- *Analyse hédonique*

L'analyse hédonique évalue le degré et le niveau d'appréciation donc d'acceptabilité d'un produit. Nous pouvons déduire ainsi les points forts et les points faibles de chaque échantillon pour de futures améliorations.

L'appréciation d'un échantillon par un sujet est notée sur une échelle d'intensité de 1 à 9 où « 1 » est l'appréciation « Extrêmement désagréable » et « 9 » « Extrêmement agréable ». Afin de définir au mieux, à quels niveaux peuvent se situer les points à améliorer, les sujets ont été amenés à donner leur appréciation sur l'aspect, la saveur, le goût. Pour mieux définir le profil des futurs consommateurs cibles, les sujets ont été choisis selon leur sexe et leur classe d'âge. (Fiche voir annexe II 3)

- *Épreuve de classement*

Cette épreuve consiste à classer les échantillons présentés par ordre de préférence. Elle permet aussi de définir les futurs consommateurs cibles. 6 échantillons sont demandés à être classés, à savoir : le kéfir doux nature (E1), le kéfir doux sucré (E2), le kéfir moyen (E3), le kéfir de référence (E4), le kéfir moyen à tendance fort (E6) et le yaourt brassé nature (E5).

Pour les kéfir doux nature et doux sucré, nous avons voulu savoir la préférence des consommateurs entre E1 et E2. (Fiche voir annexe II 4)

#### d) Test de stabilité

Comme le kéfir est un lait fermenté, le test de stabilité est nécessaire pour déterminer jusqu'à combien de jours et dans quelles conditions il se conserve. Ce test a pour but de mieux garantir la sécurité et la satisfaction du consommateur. Deux facteurs ont été considérés : la température de conservation et le matériel de conditionnement.

Pour un produit laitier, surtout s'il est fermenté, la température peut être le facteur essentiel de dégradation. Pour cette étude, deux milieux de conservation ont été testés : un milieu ambiant d'une température de 20 à 25°C et un milieu réfrigéré aux environs de 4°C.

Comme la fermentation du kéfir produit du gaz, un échange gazeux avec le milieu extérieur peut altérer la qualité du produit fini. L'utilisation de 2 types d'emballages pendant le test de stabilité nous a permis de savoir si ce facteur a effectivement une influence sur la qualité du produit fini et sur sa durée de conservation. Le verre est certes coûteux et moins pratique mais il ne permet aucun échange gazeux avec le milieu extérieur tant qu'il est fermé hermétiquement. Quant au plastique (PET), il présente une perméabilité au milieu extérieur, mais il est plus pratique pour le conditionnement des boissons.

Pratiquement, le test de stabilité consiste à suivre l'évolution, la dégradation journalière du produit. Les différents types de contrôle sont d'ordre physico-chimique (pH, T, Acidité) ; organoleptique (Aspect, goût et odeur). Ainsi les échantillons ont été stockés d'une manière non stérile pour les analyses physico-chimiques et organoleptiques ; dans des verres et plastiques ; conservés dans 2 milieux ambiants et réfrigérés.

#### **2.2.2.7 Méthode de séchage des grains de kéfir**

La température ambiante (20-25°C) et réfrigéré (4°C) ; la nature du milieu (aérobie, anaérobie) sont les couples de facteurs pris en considération pour déterminer le temps de séchage. Le séchage s'est effectué de la manière suivante.

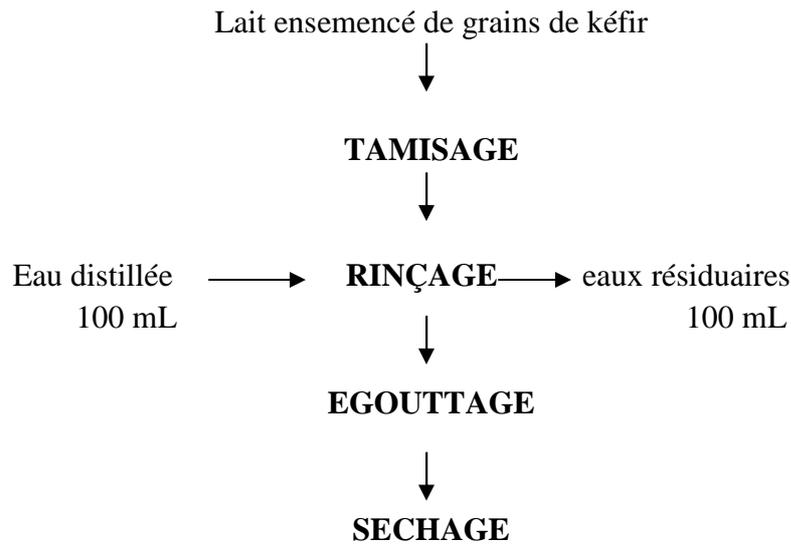


Figure 11 : Séchage des grains de kéfir

Les grains tamisés sont rincés à l'eau distillée, égouttés dans une passoire et pesés. Pour faire une meilleure comparaison, 4 échantillons à sécher de 15g chacun ont été séchés. Chaque échantillon de grains humides est mis dans des petites boîtes en papier filtre.

Ceux qui simulent un milieu anaérobie sont placés dans des boîtes en papier filtre fermées et recouvertes d'un parafilm puis d'un papier en aluminium. Ceux qui sont placés en milieu aérobie ont été recouverts d'un coton. Pour chaque type de milieu (anaérobie, aérobie) un échantillon est séché à température ambiante et un autre à température de 20-25°C dans une étuve. Pendant le séchage, les 4 échantillons ont été pesés périodiquement.

#### 2.2.2.8 Méthode de traitement des résultats

Tous les résultats ont été traités par Excel.

## CONCLUSION PARTIELLE II

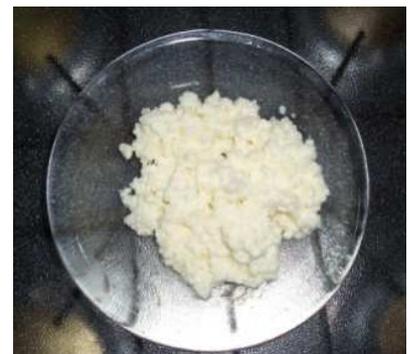
La production de kéfir peut se faire à deux échelles : à l'échelle domestique et à l'échelle industrielle. La production industrielle nécessite le repiquage des ferments si on utilise des grains de kéfir.

La notion de qualité est très importante dans la production de denrées alimentaires surtout si on utilise la fermentation comme mode de transformation. La qualité du produit qui en découle dépend en grande partie de la qualité technologique des matières premières. En outre, la qualité d'un produit fini peut se définir de plusieurs manières et se voir sous différents aspects, notamment sur le plan hygiénique, nutritionnel, sensoriel. La réglementation aussi régit des normes pour protéger les consommateurs qui ont aussi leurs propres exigences.

Pour la production de kéfir lacté, une méthodologie de travail a été adoptée. Les matières premières ont été analysées afin de définir la meilleure qualité technologique du lait. Les grains de kéfir secs ont été revivifiés. Les kéfirs produits ont été optimisés pour satisfaire au mieux les consommateurs. Une caractérisation des produits finis a été faite aux fins d'optimisations. Les grains de kéfir ont été séchés en fin de production.

Les résultats de ces différentes expérimentations feront l'objet de la dernière partie suivante.

*Troisième partie :*  
***RÉSULTATS ET***  
***INTERPRÉTATIONS***



## Troisième partie : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

### 3.1 QUALITE TECHNOLOGIQUE DU LAIT

La qualité du lait à fermenter est très important. Selon la qualité du lait :

- Les grains de kéfir peuvent bien se développer et ainsi fermenter le lait ou au contraire peuvent en souffrir et changent de couleur (brunâtre) et/ ou changent de texture (très caoutchouteux) si le lait est de mauvaise qualité.

- Le kéfir produit ou le ferment peut avoir ou non une bonne qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle

Le tableau suivant nous donne un aperçu de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait.

Tableau 16 : Qualité physico-chimique et microbiologique du lait pasteurisé

Physico-chimie						Microbiologie	
pH	T (°C)	Acidité (°SH)	D	MG (%)	Alysarol	FAMT	CF
6,6 -6,8	6°C±2	6,2 -6,4	1,031 – 1,033	3 ±0.2	Négatif ( absence de floculation)	<30.10 <sup>4</sup>	0

### 3.2 REVIVIFICATION ET QUALITÉ DES GRAINS DE KÉFIR

#### 3.2.1 Évolution des grains

##### 3.2.1.1 Évolution des grains en terme de quantité

Les grains de kéfir augmentent en volume et en poids au fur et à mesure des réensemencements. Le taux de croissance de nos grains a varié de 0,02 à 0,17 g/ g de grains humide/jour. Dans la littérature, ce taux varie de 0,06 à 0,1 g / g de grains humide / jour. [HALLE DROUET C, 1992]

##### 3.2.1.2 Évolution des grains en terme de qualité

Les modifications des grains de kéfir pendant la phase de revivification se situent surtout au niveau de l'aspect. Le tableau ci-dessous résume ces modifications pendant la macération, au fur et à mesure du réensemencement et une fois la revivification terminée.

Tableau 17 : Changement d'aspect des grains de kéfir pendant la revivification

Aspect	Avant revivification	Pendant la macération	Au fur et à mesure du réensemencement	Après revivification
Couleur	Jaunâtre	Éclaircissement de la couleur	Reprise de la couleur	Grain de couleur jaune
Structure et taille	En amas ; structure en feuillet	Gonflement des grains ; augmentation en volume	Augmentation en nombre et en poids	Forme globuleuse ; inflorescence chou-fleur
Consistance et dureté	dur	Consistant	Consistant et gélatineux	Consistant et gélatineux

Source : Auteur

L'eau solubilise certains polysaccharides des grains. C'est pourquoi, il y a éclaircissement de la couleur pendant la macération. Mais au fur et à mesure que les grains sont réensemencés dans le lait, les microorganismes s'activent et synthétisent à nouveau des polysaccharides. Une fois la revivification terminée, les grains sont de couleur jaune.

En outre, le gonflement des grains traduit une réhumidification de ceux-ci ainsi que le début des activités des microorganismes. Les grains augmentent en poids, en volume et peuvent se fissurer au cours de chaque réensemencement. Ils se présentent sous la forme d'inflorescence de chou-fleur. Le changement de la structure et de la forme des grains est dû aux paramètres de production.

La réhumidification des grains les rend moins dur et consistant. Le caractère gélatineux indique qu'il y a réactivation des microorganismes.

Ainsi, en fin de revivification, les grains ont une couleur normale, se présentent sous la forme d'inflorescence en chou-fleur et sont consistant et gélatineux. Les figures suivantes montrent les grains de kéfir revivifiés.



Figure 12 : Grains de kéfir revivifiés (Cliché : Auteur)

### 3.2.2 Évolution de la qualité du lait pendant la revivification

Les figures et tableau suivants nous résument les résultats de la revivification sur différents plans : physico-chimique, organoleptique.

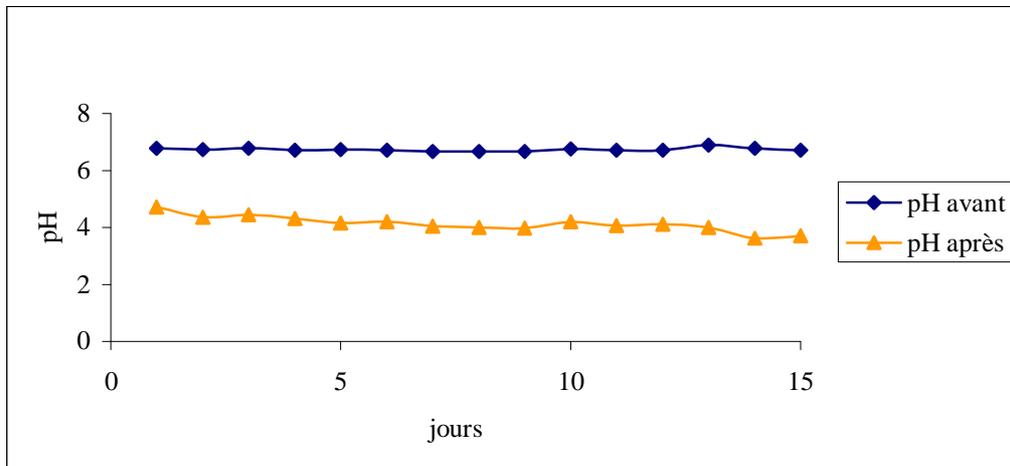


Figure 13 : Évolution du pH au cours de chaque réensemencement

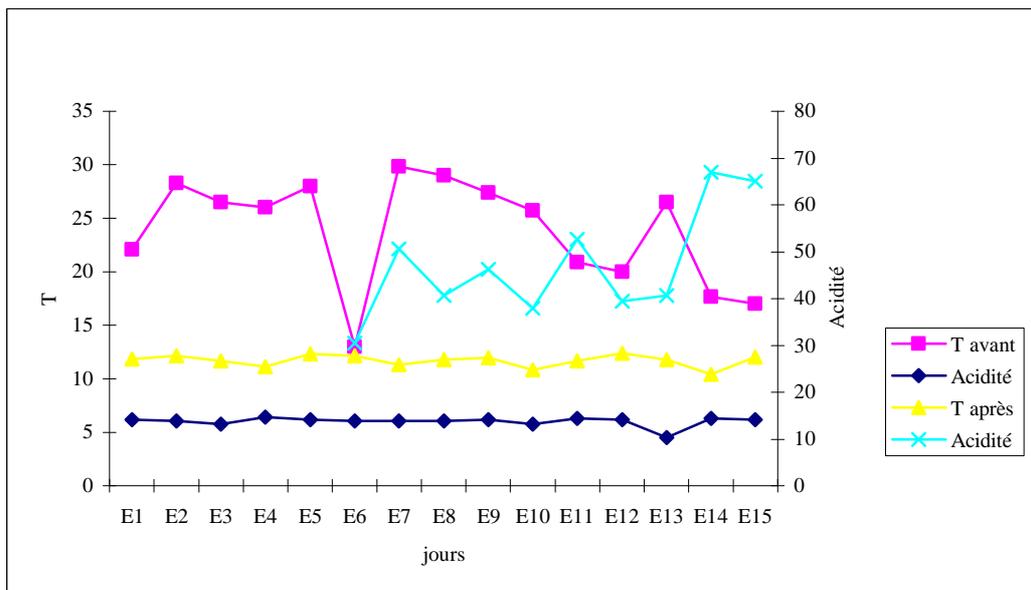


Figure 14 : Évolution de l'acidité en fonction de la température du lait à chaque réensemencement

Il y a effectivement une évolution de la fermentation du lait à chaque réensemencement. Le pH s'abaisse aux environs de 4. La forte acidité entre 30,5 et 69,5°SH traduit une forte production d'acide lactique. (figures ci-dessus)

Tableau 18 : Résultat organoleptique du lait acidifié pendant la revivification

jour	Aspect	Odeur	Goût
1	hétérogène, jaunâtre, grumeleux	rance, moisi	-
2	hétérogène, jaunâtre, plus visqueux	rance, moisi	-
3	hétérogène, existence de cristaux jaunes, visqueux	moisi, fermenté, alcool	-
4	hétérogène, texture comme yaourt, laiteux	yaourt, moisi	yaourt, doux
5	laiteux, fluide, grumeleux	yaourt, rance	-
6 à 15	laiteux, fluide, grumeleux	fermenté	acidulé

Source : Auteur

L'aspect du lait fermenté change à partir du 4<sup>ème</sup> jour d'ensemencement. C'est à partir du 6<sup>ème</sup> jour que le produit ne présente plus de défauts de qualité tels la rancidité et le moisi.

Si la revivification prend fin au bout de 12j, dans notre cas, elle a été prolongée jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour pour s'assurer de l'équilibre entre les souches présentes dans le grain.

### 3.3 PROCESSUS MIS AU POINT

Les processus mis au point concernent la production de :

- Kéfir lacté doux nature
- Kéfir lacté doux sucré
- Kéfir moyen

Les figures suivantes illustrent ces trois processus.

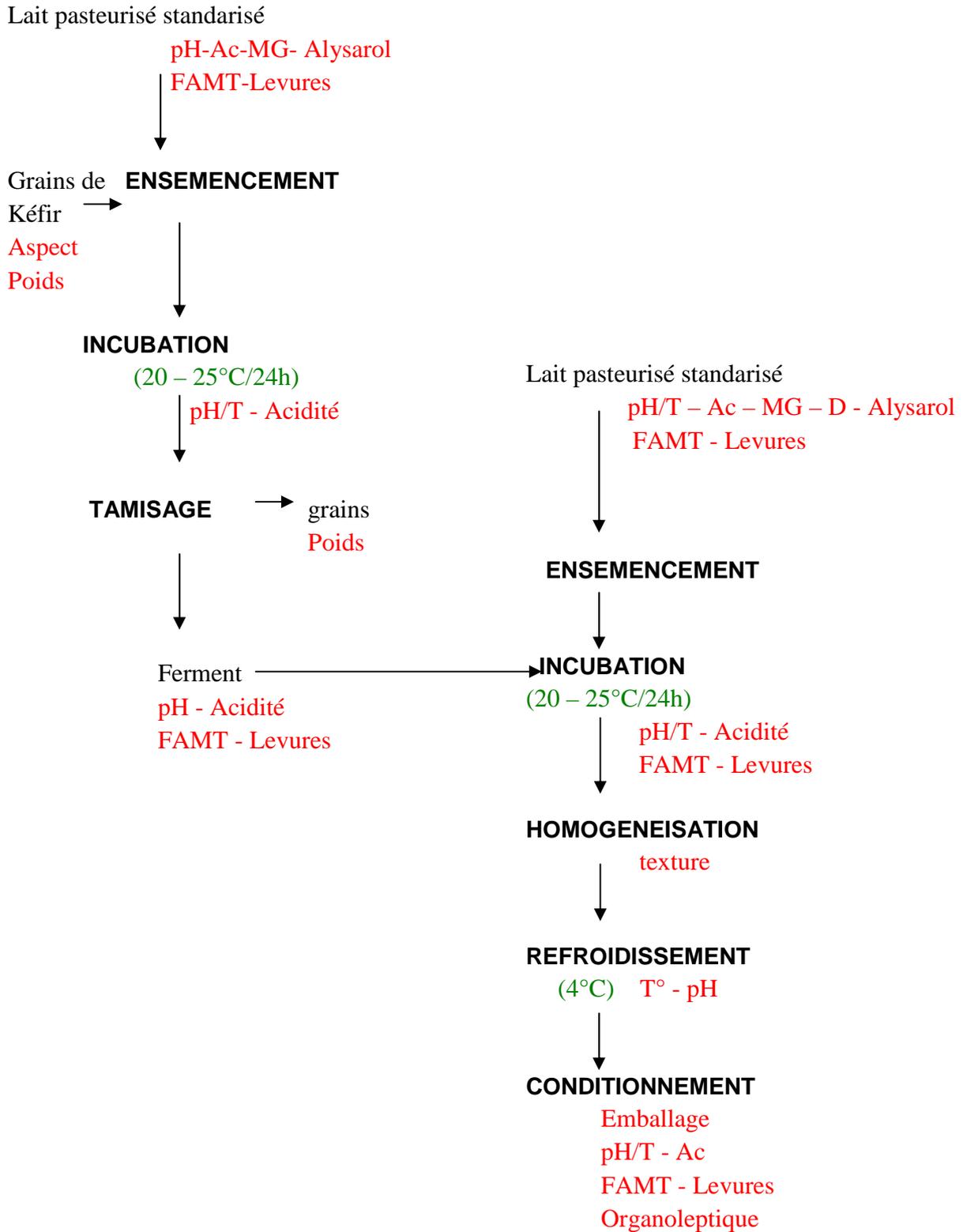


Figure 15 : Processus mis en œuvre dans la production de kéfir lacté doux nature

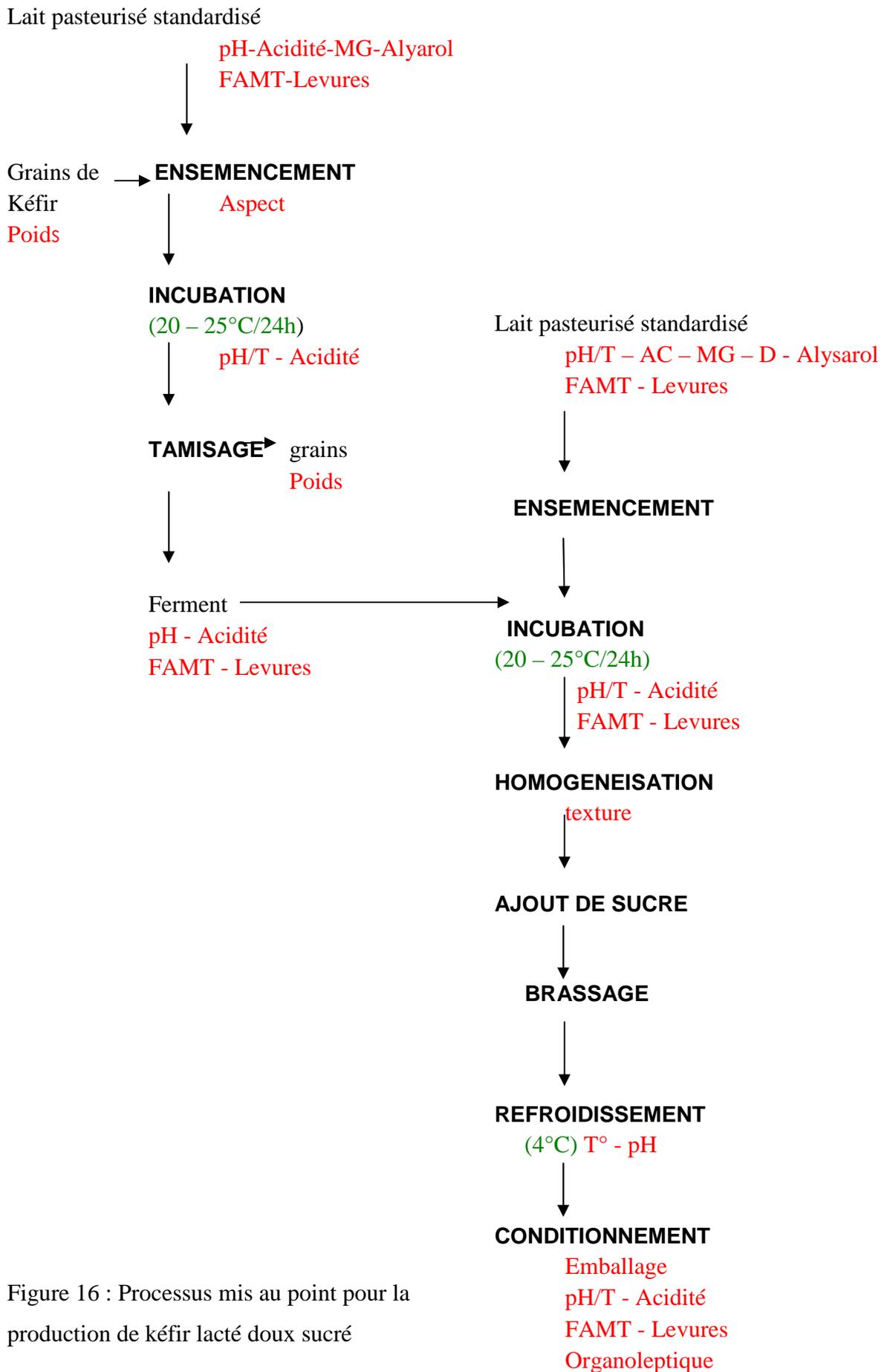


Figure 16 : Processus mis au point pour la production de kéfir lacté doux sucré

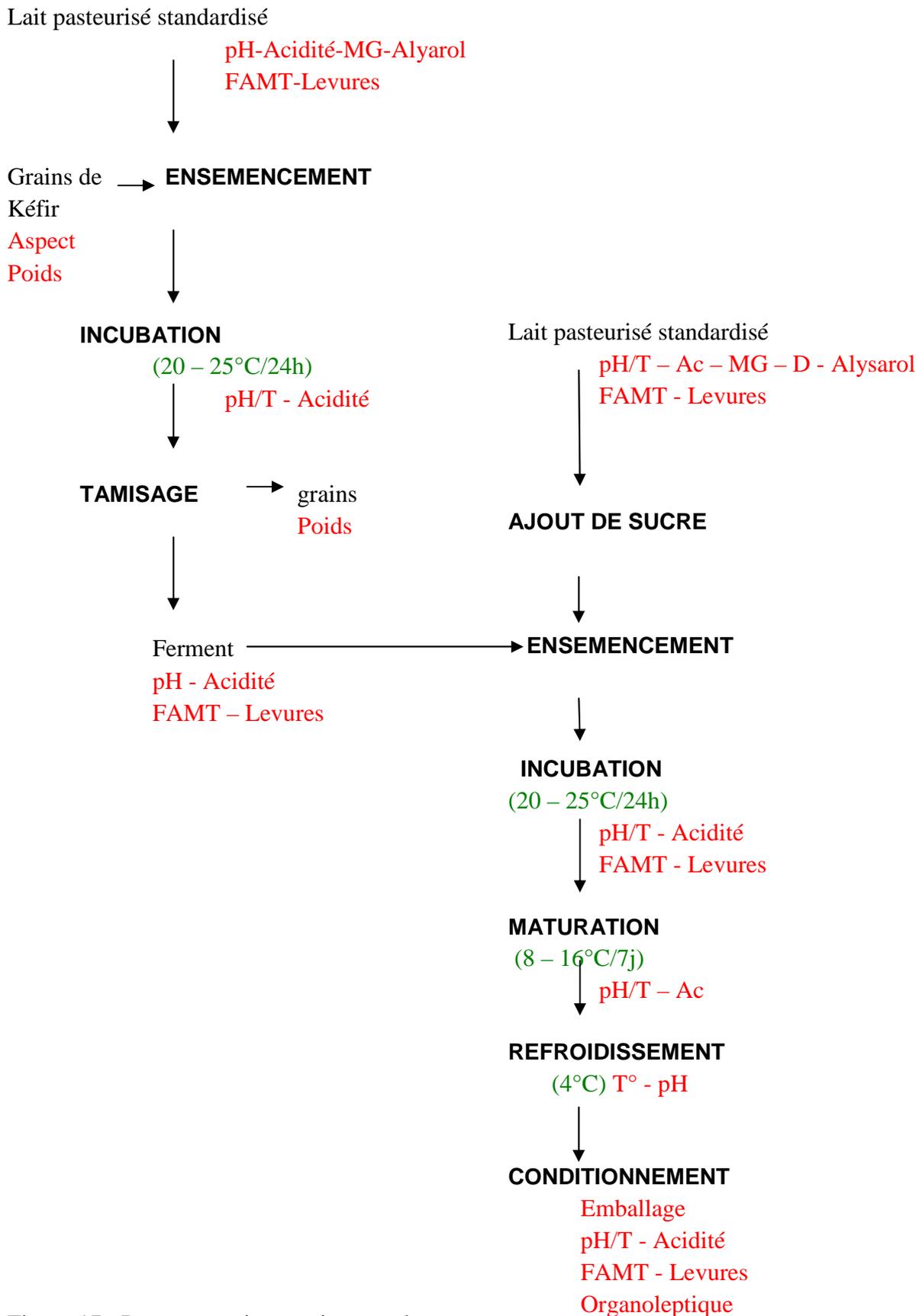


Figure 17 : Processus mis au point pour la production de kéfir lacté moyen

### 3.4 QUALITÉ DES PRODUITS FINIS

#### 3.4.1 Qualité hygiénique

Sur le plan microbiologique, les tableaux suivants nous résument la flore microbienne du kéfir.

Tableau 19 : Composition microbiologique typique du kéfir

	GENRES	ESPECES
Bactéries lactiques	<i>Lactobacillus</i>	<i>Lb brevis</i> ; <i>Lb kefir</i> ; <i>Lb acidophilus</i> ; <i>Lb paracasei ssp paracasei</i> ; <i>Lb casei</i> ; <i>Lb delbrueckii ssp bulgaricus</i> ; <i>Lb kefiranofaciens</i>
	<i>Lactococcus</i>	<i>Lc lactis ssp lactis</i> ; <i>Lc lactis ssp lactis var diacetylactis</i> ; <i>Lc lactis ssp cremoris</i>
	<i>Leuconostocs</i>	<i>Ln lactis</i> ; <i>Ln mesenteroides</i> ; <i>Ln mesenteroides ssp cremoris</i> ; <i>Ln mesenteroides ssp dextranicum</i>
Levures	<i>Saccharomyces</i>	<i>Sacch cerevisiae</i> ; <i>Sacch unisporus</i>
	<i>Kluyveromyces</i>	<i>Kl marxianus var lactis</i> ; <i>Kl marxianus var marxianus</i>
	<i>Candida</i>	<i>C kefir</i> ; <i>C holmii</i>

Source : Adapté de [De ROISSART H., LUQUET F.M, 1994] et de [HALLE DROUET C, 1992]

Les résultats de nos échantillons ainsi que ceux du kéfir témoin (tableau suivant) diffèrent peu de ceux de la littérature et des normes CODEX- STAN 243-2003.

Tableau 20 : Analyse quantitative du kéfir (N.A : non analysé)

Paramètres (UFC/mL)	Résultats	Kéfir témoin	Littérature <sup>(1)</sup>	Normes <sup>(2)</sup>
FAMT ou GT à 30°C	10 <sup>5</sup> -10 <sup>9</sup>	10 <sup>8</sup>	1,2.10 <sup>9</sup>	Min 10 <sup>7</sup>
Levures	2,8.10 <sup>5</sup> – 2,44.10 <sup>10</sup>	5 .10 <sup>5</sup>	10 <sup>7</sup>	Min 10 <sup>4</sup>
Bactéries lactiques	N.A	N.A	1,2.10 <sup>9</sup>	-

<sup>(1)</sup> : [HALLE DROUET C, 1992]

<sup>(2)</sup> : CODEX-STAN 243-2003

#### 3.4.2 Qualité nutritionnelle

Le kéfir est un aliment nutritif aussi complet que le lait. Il est bien équilibré et contient des substances nécessaires à l'organisme : protéines, sucres, matières minérales, vitamines et graisses. Il contient plus de vitamines B et d'acide folique que le lait et le yaourt. De plus, il

est bien toléré par ceux qui ont une intolérance en lactose. Il est aussi très digeste. La valeur calorifique du kéfir varie suivant sa composition :

- Au lait entier, il fournit environ 64 calories par 100 g
- au lait à 2% de MG, il fournit environ 53 calories par 100 g
- au lait écrémé, il fournit 36 calories par 100 g

En outre, le tableau suivant synthétise les composants biochimiques du kéfir

Tableau 21 : Composition biochimique du kéfir

Métabolites produits	Quantités
Lactose (g/ L)	20 – 35
Acide lactique (g/L)	6 - 10
Autres acides organiques :	
• acétique	1,4 g/L
• pyruvique	25 mg/ L
• propionique	10 mg/L
• isobutyrique	60 mg/ L
• citrique	620 mg/ L
• formique	-
• succinique	-
• caproïque	-
• laurique	-
• caprique	-
Éthanol (g /L)	0,1 - 18
Composés aromatiques : (mg / L)	
• Acétaldéhyde	2 – 73
• Diacétyle	4 – 48
• Acétoïne	245
Vitamines (mg / L) :	
• Pyridoxine	0,21
• Acide folique	39,6
• Thiamine	0,19
• Riboflavine	1,51
• Acide nicotinique	0,9
• Acide pantothénique	4,49
• Biotine	13,5
• Acide orotique	59,7
• Cobalamine	2,7
• Cyanobalamine	-
Autres composés : acétone ; propionaldéhyde ; butanone-2 ; n- propanol ; alcool isoamylique	-

Source : Adapté de [De ROISSART H., LUQUET F.M, 1994] et de [HALLE DROUET C, 1992]

### 3.4.3 Les effets de l'optimisation sur les qualités des kéfirs produits

#### 3.4.3.1 Les effets de l'homogénéisation sur le rendement et sur la qualité de kéfir

La première optimisation effectuée est l'homogénéisation des kéfirs doux. L'aspect des 5 essais de kéfirs se voit être amélioré comme l'indique le tableau ci-dessous.

Tableau 22 : Effets de l'homogénéisation sur l'aspect des kéfirs doux

Échantillon	1	2	3	4	5
Avant	Caillé	Un peu caillé	Plus fluide	Légèrement jaune	Dense
Après	Homogène	Pétillant Homogène	Pétillant	Très dense	Dense

Source : Auteur

#### 3.4.3.2 Les effets de la maturation sur la qualité du kéfir

Les effets de la maturation ont été observés sur 2 plans : organoleptique et physico-chimique. Les résultats physico-chimiques et organoleptiques avant et après maturation, nous démontrent que les échantillons 1 et 2 sont nettement meilleurs. Ainsi, ces échantillons ont été reproduits pour faire une analyse sensorielle et un test de stabilité.

Tableau 23 : Effets de la maturation sur les propriétés organoleptiques des kéfirs produits

	Paramètres	1	2	3	4	5
Avant maturation	Aspect	homogène	Pétillant Homogène	pétillant	Très dense	dense
	Goût	Aigrelet onctueux	Aigrelet sucré doux	Aigrelet acidulé	aigrelet	Pétillant aigrelet
	Flaveur	-	fermenté	fermenté	Fromage Poudre de lait	Poudre de lait
Après maturation	Aspect	Caillé, suspension de corps gras	Laiteux Grumeleux Pétillant mousseux	Plus fluide caillé	Epais Fissure du caillé	Caillé pétillant
	Goût	Acidulé onctueux	Sucré Pétillant Alcool perceptible	acidulé	Acidulé Assez onctueux	Acidulé Un peu piquant
	Flaveur	fromage	fermenté	-	Poudre de lait	Poudre de lait

Source : Auteur

Les pH avant maturation varient entre 3,61-3,88. L'acidité est plus forte dans les échantillons 4 et 5 car ils ont une teneur en lactose plus élevée du fait de l'utilisation de poudre de lait. Après maturation, la perception de l'acidité de l'échantillon 2 est la plus basse car elle est atténuée par la présence de matière sucrée. Les figures suivantes illustrent les évolutions des paramètres physico-chimiques avant et après maturation.

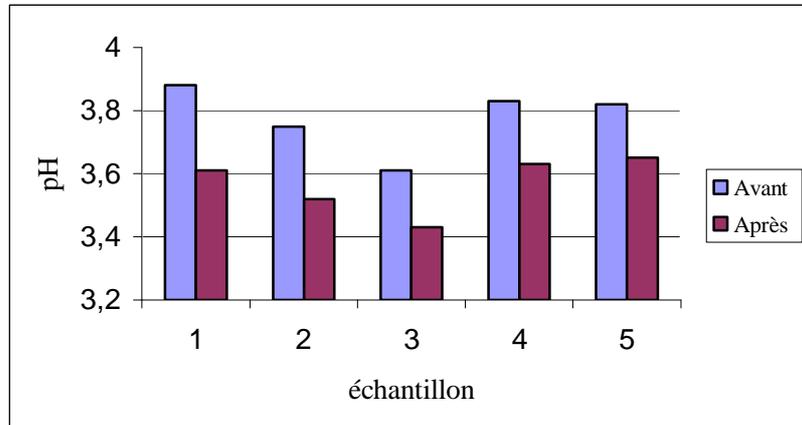


Figure 18 : Évolution du pH avant et après maturation du kéfir

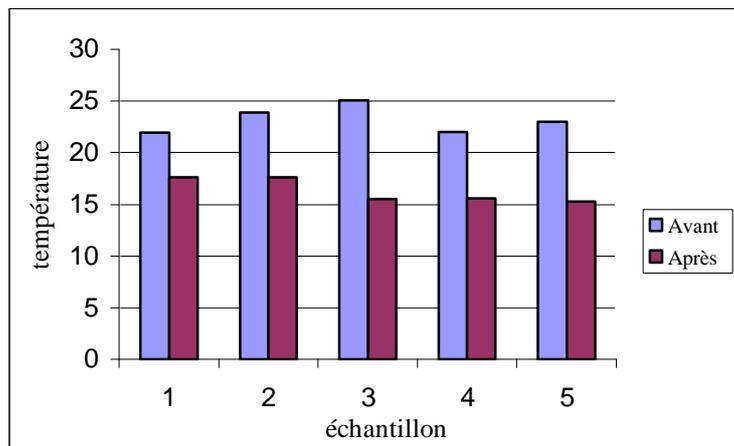


Figure 19 : Température avant et après maturation

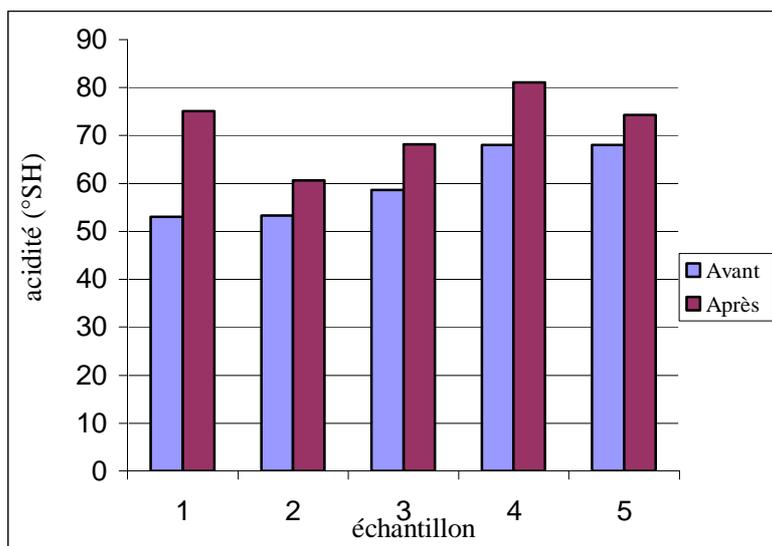


Figure 20 : Évolution de l'acidité avant et après maturation

### 3.4.3.3 Les effets de l'ajout de sucre sur la qualité des kéfirs doux

En comparant l'échantillon E1 à E2, montré par la figure 21, les goûts acide et aigre sont nettement moins perceptibles pour E2. E1 et E2 sont tous les deux des kéfirs doux mais E2 a été sucré. Nous pouvons en déduire que le goût sucré masque ou atténue la perception de l'acidité, donc rend l'échantillon plus acceptable pour le consommateur.

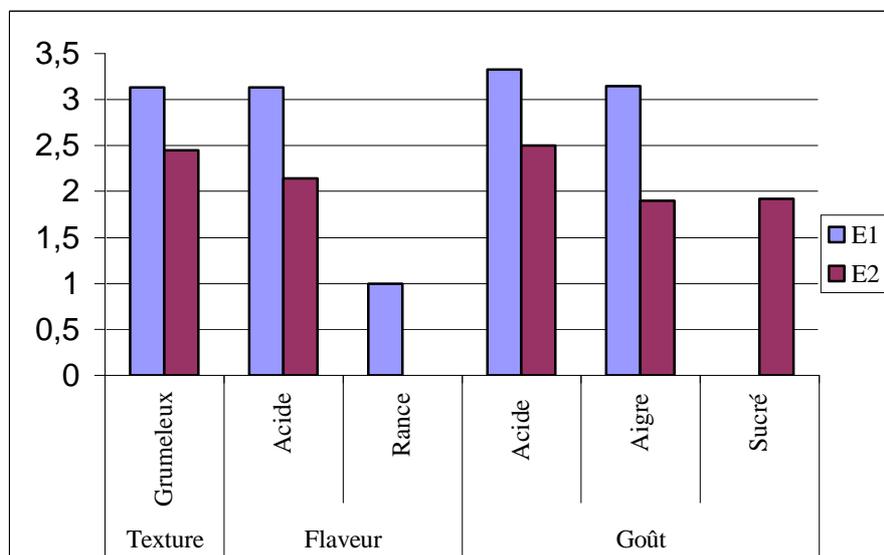


Figure 21 : Effets de l'ajout du sucre sur les qualités sensorielles de E1 et E2

Ainsi, le kéfir doux sucré (E2) est plus apprécié que celui non sucré (E1). 40% des sujets ont trouvé que E2 est agréable pour seulement 6% à E1.

### 3.4.4 Qualité sensorielle des produits finis

#### 3.4.4.1 Résultat de l'analyse discriminative

46 sujets sur 47, soit un pourcentage de 97,87%, ont identifié l'échantillon différent qui n'est autre que le kéfir. Les 2 autres échantillons sont des yaourts. Nous pouvons donc en déduire que la différence entre le yaourt brassé et le kéfir est bien perceptible.

61,70% des sujets ont noté que les différences entre les 2 produits se trouvent au niveau de l'aspect ainsi qu'au niveau du goût.

#### 3.4.4.2 Résultats des analyses descriptives

L'analyse descriptive de E4 (kéfir de référence) définit le kéfir comme un produit :

- Mat, d'un aspect laiteux et caillé ;
- Ayant une texture un peu épaisse, crémeuse et surtout grumeleuse ;
- Formé d'une complexité de saveurs : acide avec un arôme fermenté de yaourt et de fromage ;
- Qui a un goût acide ;
- Qui a une saveur et un goût acide d'une intensité égale.

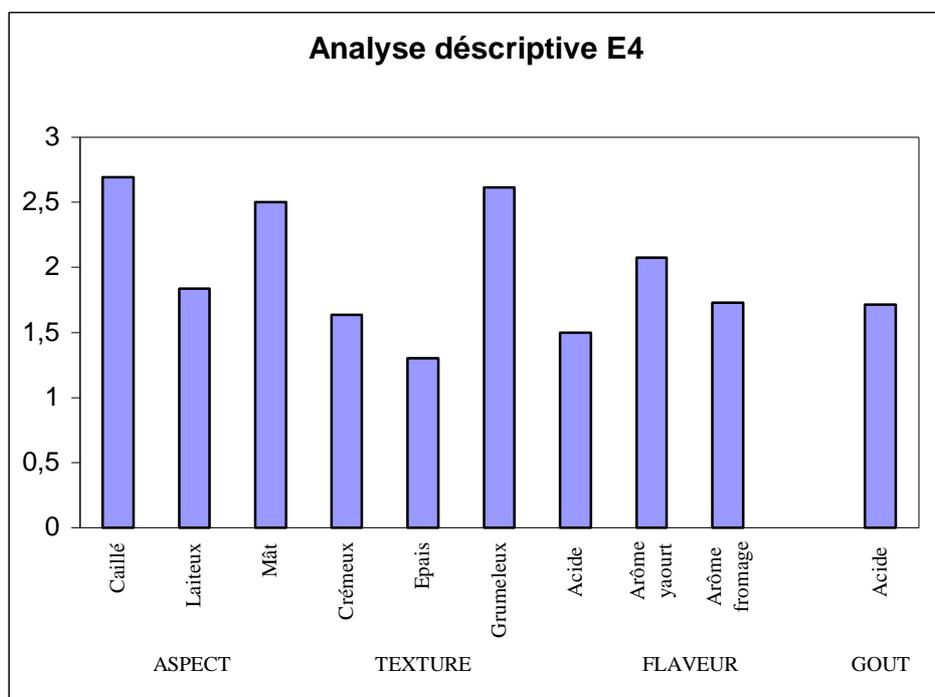


Figure 22 : Analyse descriptive du kéfir de référence (E4)

D'une manière générale, des similitudes existent entre nos kéfirs et celui pris pour référence. Leur différence se situe surtout aux moyennes des notes d'évaluation. Cependant quelques défauts de qualité tels le moisi, la rancidité, la présence d'arrière-goût sont perceptibles pour les échantillons E1 et E6. La saveur aigre et le goût un peu alcoolisé de nos essais démontrent une fermentation assez poussée.

Les échantillons E1 et E2 sont des kéfirs doux sauf que E2 a été sucré. Leurs profils sensoriels se trouvent ainsi différents.

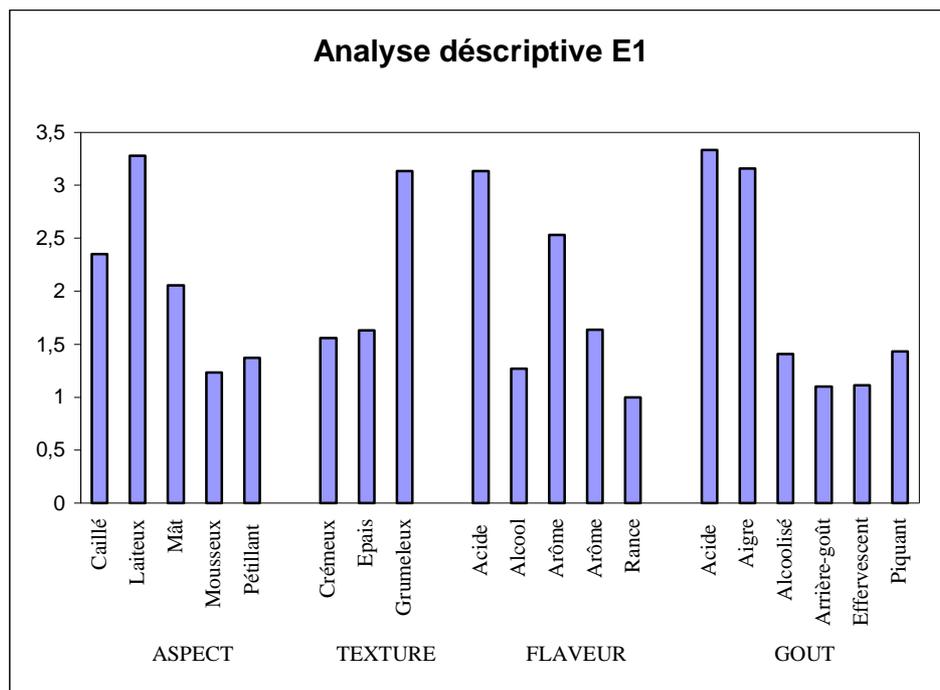


Figure 23 : Analyse descriptive des kéfirs doux (E1)

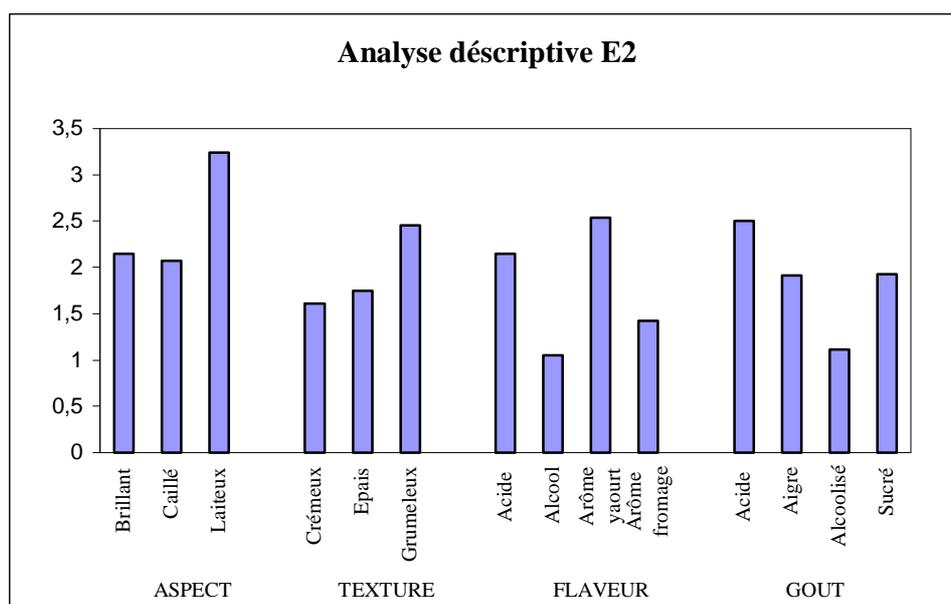


Figure 24 : Analyse descriptive E2

Le kéfir moyen (E3) figuré ci-dessous, a un aspect plus brillant, plus mousseux et plus pétillant mais moins grumeleux. Par rapport à E1 et E2, la flaveur et la saveur alcool de E3 sont plus accentuées. C'est pour cela que nous pouvons qualifier E3 de kéfir moyen. Donc il est encore prouvé que les perceptions acide et aigre sont atténuées par un goût sucré très élevé.

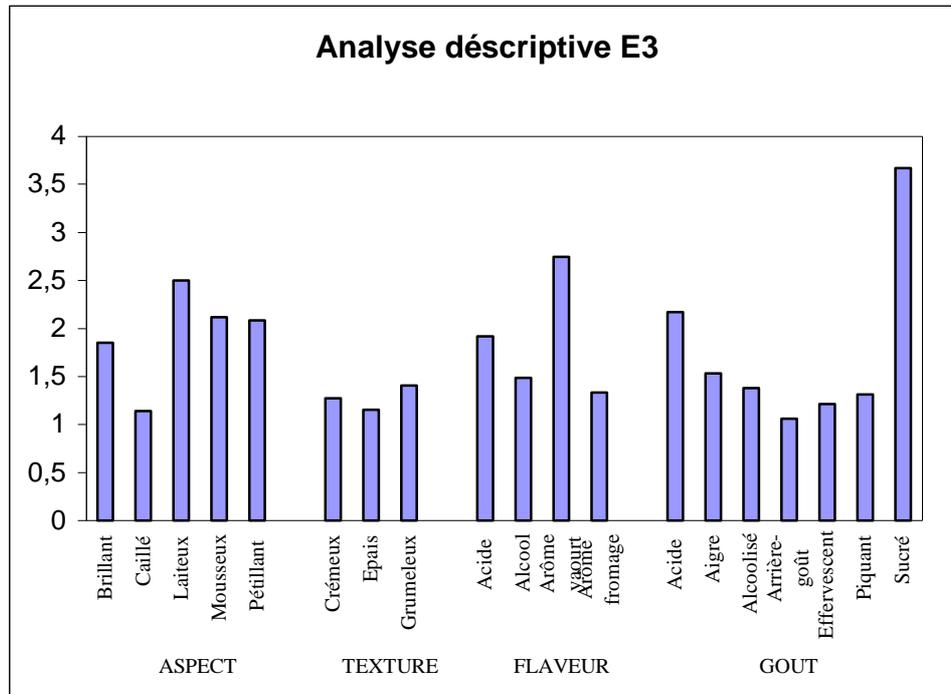


Figure 25: Analyse descriptive de kéfir moyen (E3)

Pour E6, d'après la figure 26, le kéfir moyen à tendance fort est un produit plus liquide. Il est certes caillé, plus grumeleux, mais a moins l'aspect d'un lait. Il n'est ni épais ni crémeux. La perception alcool présente la plus grande proportion comparée aux autres échantillons. Le goût sucré est moins perçu car on note une forte acidité. Tous ces faits nous indiquent que c'est en E6 que la fermentation est la plus poussée.

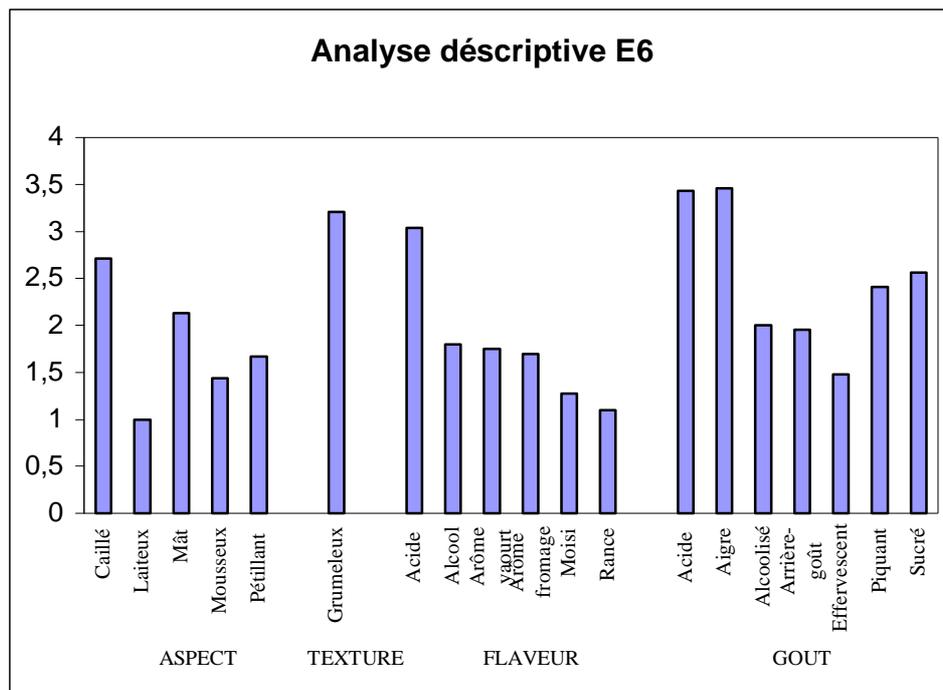


Figure 26 : Analyse descriptive de kéfir moyen à tendance fort (E6)

### 3.4.4.3 Résultats des analyses hédoniques

Le kéfir de référence (E4) est modérément apprécié car 42% des sujets ont pensé qu'il est « ni désagréable ni agréable ». 25% des sujets l'ont trouvé agréable. Seuls 8% ont noté qu'il est très agréable.

Le kéfir doux sucré (E2) est plus apprécié que celui non sucré (E1) et 40% des sujets ont trouvé que E2 est agréable pour seulement 6% à E1.

Le kéfir moyen (E3) a le pourcentage d'acceptabilité le plus élevé avec 50%. 89% des sujets ont su l'apprécier (depuis Agréable à extrêmement agréable).

Pour le kéfir moyen à tendance forte, les avis sont partagés : 35% des sujets ont trouvé qu'il est assez Agréable et 28% l'ont noté Désagréable. La figure dans la page suivante illustre les résultats de l'analyse hédonique

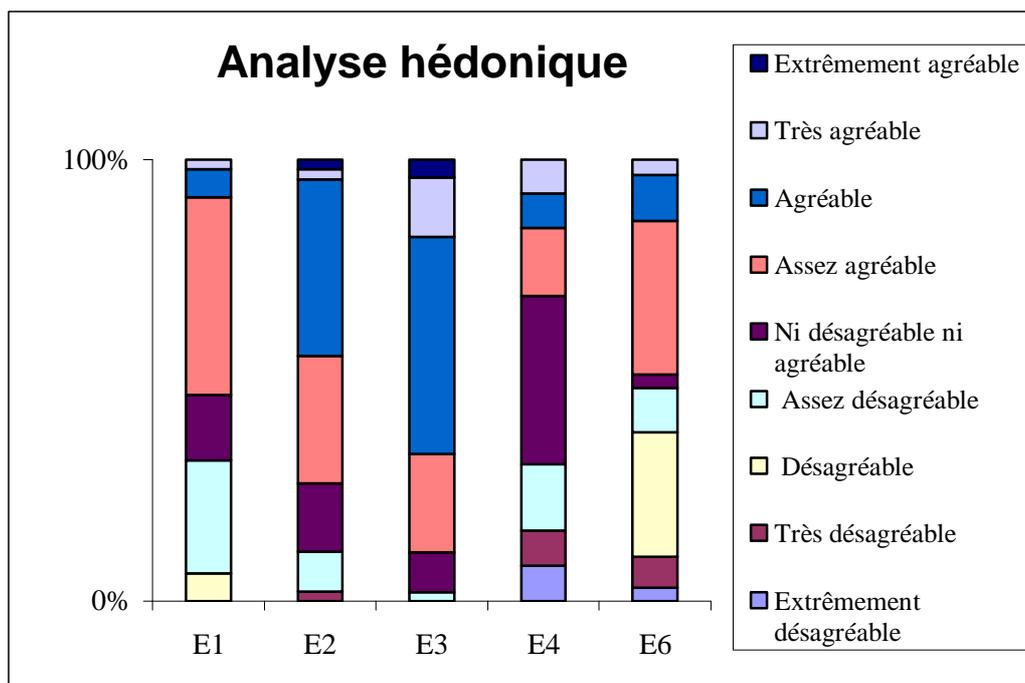


Figure 27 : Analyses hédoniques des kéfirs produits

#### 3.4.4.4 Résultats de l'épreuve de classement

Le kéfir moyen est le plus préféré, 51% des sujets l'ont mis en première place ; ensuite le yaourt brassé avec 32% ; puis le kéfir doux nature avec 9%. Les kéfirs doux sucré et celui moyen à tendance forte ont obtenu le même pourcentage de 4%. Aucun des sujets n'a placé le kéfir de référence en première place. La figure ci-dessous illustre ces différenciations

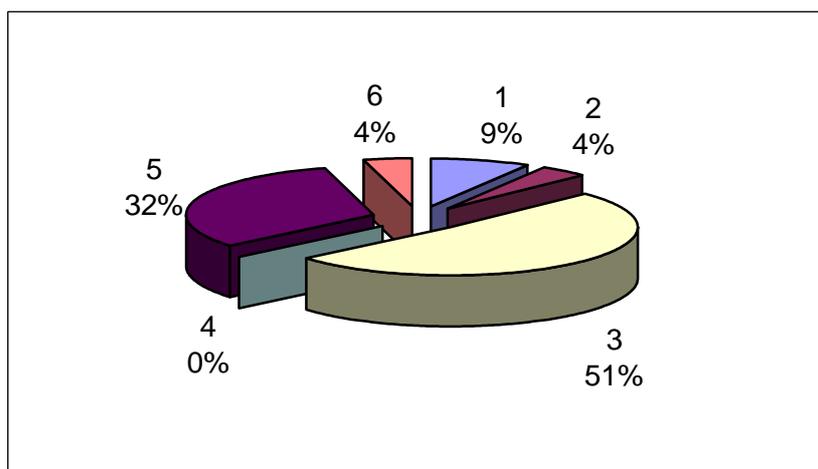


Figure 28 : Classement des 6 produits

De plus, les moyennes pondérées de chaque échantillon, affichées dans le tableau ci-dessous, nous permettent de déduire le classement général des échantillons. Le classement est comme suit : E3- E5- E2- E4- E1- E6. Ainsi, par ordre de préférence générale, E3 est toujours l'échantillon le plus apprécié et E6 le moins.

Tableau 24 : Moyennes pondérées de chaque échantillon

Échantillons	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Moyennes pondérées	3,89	3,08	1,91	3,5	2,29	3,9

Source : Auteur

### 3.4.5 Qualité commerciale

Le test de stabilité a donné les résultats suivants (figures ci-dessous).

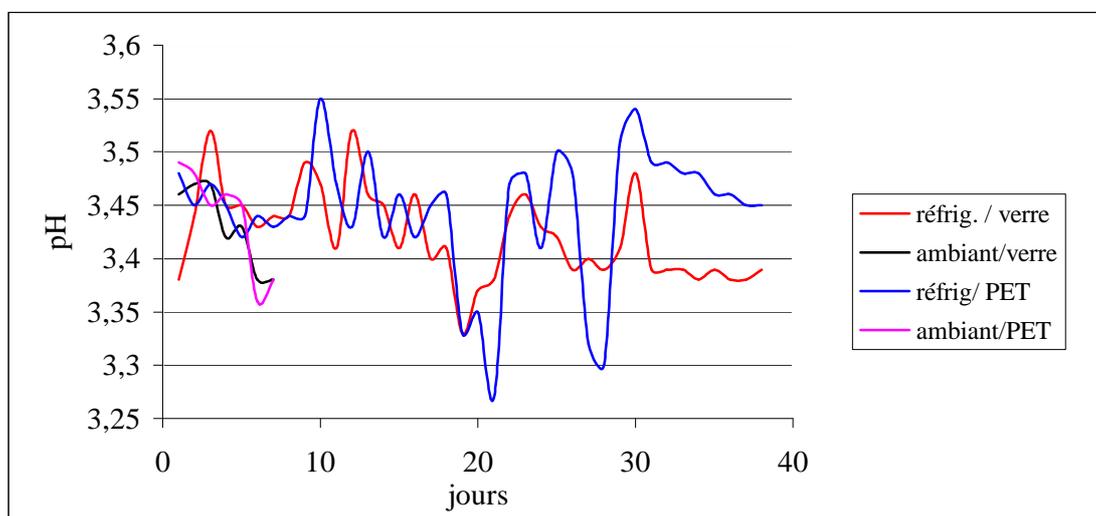


Figure 29 : Évolution du pH au cours du temps

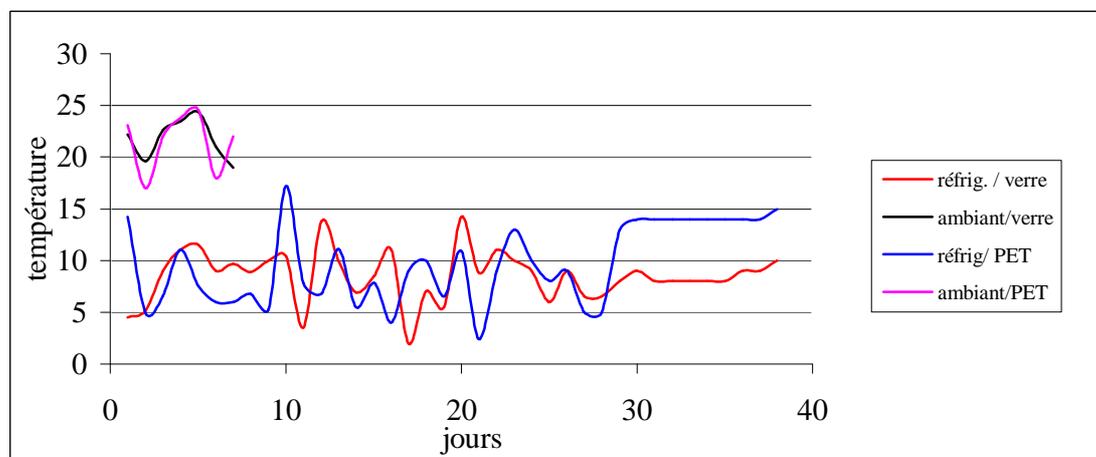


Figure 30 : Évolution de la température au cours du temps

### **3.4.5.1 Stabilité en milieu ambiant**

En milieu ambiant, le pH diminue de 3,46 à 3,38 au bout de 7j de conservation. De plus, quelques changements du point de vue organoleptique ont été observés (tableau dans la page 61). Au bout de 2j, le kéfir est plus mousseux. Le 3<sup>ème</sup> jour, un goût d'alcool se fait sentir. Après 7j de conservation, le kéfir est hétérogène. Autrement dit, il y a floculation et l'odeur d'alcool est très prononcée.

Tous ces résultats affirment bien que les microorganismes continuent leurs activités aussi bien dans les bouteilles en verre que dans les PET. La température ambiante comprise entre 17°C et 24,6°C est à l'origine de cette continuité des activités des microorganismes.

### **3.4.5.2 Stabilité en milieu réfrigéré**

En milieu réfrigéré, l'augmentation de l'acidité traduit aussi une fermentation. Au bout de 20j de conservation, en milieu réfrigéré, l'acidité du kéfir stocké dans le PET (67.2°SH) est inférieure à celui stocké en verre (74.5°SH). Or, le kéfir en PET a un goût beaucoup plus acide voire même aigrelet par rapport à celui stocké en verre.

Au 38<sup>ème</sup> jour de conservation, le kéfir en verre est très pétillant, très mousseux, très fluide, a une odeur et un goût alcoolisé. Alors que celui stocké en PET est très acide, aigre, moins pétillant et présente un arrière-goût. De plus, la bouteille en PET présente un léger gonflement et il y a émission de gaz lors de son ouverture. La production de gaz est certainement due en grande partie par l'activité levurienne. En effet, il y a une augmentation d'une puissance de dix de la population levurienne au cours du stockage des boissons. [De ROISSART H., LUQUET F.M, 1994]

En outre, la différence d'un point de vue organoleptique du kéfir en verre et en PET s'explique sans doute par la différence de perméabilité des 2 emballages. Le verre est l'emballage le moins perméable aux échanges gazeux avec le milieu extérieur. Comme il ne permet pas un échange gazeux avec le milieu extérieur, le CO<sub>2</sub> se concentre à l'intérieur et rend le kéfir plus pétillant. Ce qui n'est pas le cas dans le PET. Les échanges gazeux avec le milieu extérieur sont possibles dans le PET. Aussi, une forte production de gaz déforme la bouteille PET.

Suivant l'arrêté du 25 Janvier 1982 (J.O du Février 1982) il est précisé que les récipients ou leur système de fermeture contenant du Yoghourt ou d'autres laits fermentés doivent porter une date limite de consommation postérieure de 24j au maximum à la date de fabrication, inscrite en clair à la suite de la mention « A consommer avant le... » [De ROISSART H., LUQUET F.M, 1994]. Le kéfir en milieu réfrigéré est encore stable au 24<sup>ème</sup> jour de conservation. Donc, la date limite de consommation de notre kéfir est de 24j après la date de production. Les résultats du test de stabilité sont donnés dans la page suivante.

Tableau 25 : Résultats organoleptiques du test de stabilité (A : acide ; N : normal ; M : mousseux)

JOUR	RÉFRIGÉRÉ à 4°C						MILIEU AMBIANT					
	Verre			PET			VERRES			PET		
	ASPECT	GOÛT	ODEUR	ASPECT	GOÛT	ODEUR	ASPECT	GOÛT	ODEUR	ASPECT	GOÛT	
1	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	
2	N	N	N	N	N	N	Floculation M	-	-	Très mousseux	N	
3	N	N	N	N	N	N	-	Alcool perceptible	-	Floculation	Plus acide	
4	N	N	N	N	N	N	Hétérogène	fade	A	M	Fade/arrière goût	
5	N	N	N	N	N	N	-	-	-	-	-	
6	N	N	N	N	N	N	-	-	-	-	-	
7	N	un peu acide	N	N	Un peu acide	N	Floculation Plus pétillant	-	A	-	-	
8-19	M	-	A	-	-	-						
20	M	Fade/Yaourt	A	Très Mousseux	Plus acide	N						
21	M	Plus acide	A	caillé	Fade/ yaourt	A						
22	-	-	-	-	-	-						
23	-	-	-	-	-	-						
24-37	M	Plus acide	A	Caillé	Plus acide	A						
38	Plus pétillant	Plus pétillant Acidulé Sucré Arrière-goût	alcool	M	aigrelet	alcool						

Source :Auteur

Auteur

### 3.4.6 Qualité réglementaire

Le tableau suivant compare les résultats physico-chimiques qu'on a obtenu et ceux trouvés dans la littérature

Tableau 26 : Résultats physico-chimiques du kéfir

Paramètres	Résultats	Kéfir témoin	Littérature <sup>(1)</sup>	Normes <sup>(2)</sup>
pH (en fonction de la température)	3,43 – 3,88 à 15 – 25,1°C	4,30 à 15°C	3,60 -4,60	-
Acidité	53 – 81,1°SH	40°SH	35 – 42°SH	0,6%

<sup>(1)</sup> : [HALLE DROUET C, 1992]

<sup>(2)</sup> : CODEX-STAN 243-2003

L'acidité de notre kéfir est nettement supérieur comparé à la littérature. Cela peut indiquer une fermentation plus poussée mais aussi, une proportion d'acide lactique élevée.

### 3.5 MODELE DE SECHAGE

Les grains mettent 3 à 5j à sécher dans une pièce chaude, bien aérée et au sec (Net). Les résultats de séchage des grains sont montrés par les courbes et le tableau suivants.

Tableau 27 : Résultat de séchage des grains

		Souche témoin	1	2	3	4
Conditions de séchage	Milieu	Aéré et sec	Anaérobie	Anaérobie	Aérobie	Aérobie
	Température	Chaude	25°C	Ambiante	25°C	Ambiante
	Temps	3-5j	Interrompu au bout de 3j 14h	Interrompu au bout de 3j 14h	3j et 14h	3j et 14h
Résultats de séchage	Aspect et structure	Jaunâtre, assez grande taille Structure en feuillet	Brun à tendance rouille Molle globuleuse en bloc	Brun molle globuleuse en bloc	Jaune clair globuleuse dure de petite taille	Jaune clair à tendance blanc globuleuse dure de petite taille

	Odeur	Neutre	Putréfiée	Putréfiée	Neutre	Neutre
	Perte en poids	-	-35.41%	-31.93%	-89.8%	-87.93%
	Humidité	-	-	-	89.8%	87.93%
	MS	-	-	-	10.2%	12.07%

Source : Auteur

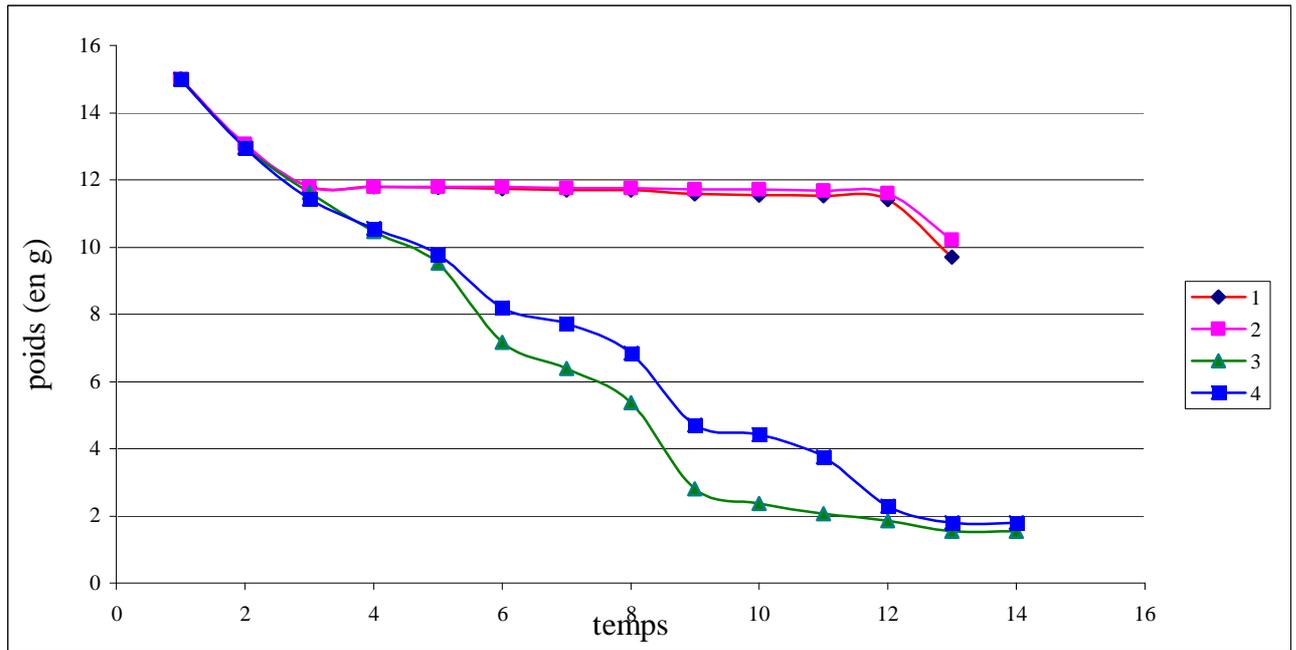


Figure 31 : Perte en poids des grains de kéfir au cours du temps

Le séchage en milieu aérobie sec, à 25°C est le plus efficace. En effet, nos grains mettent 3j et 14h à sécher dans ce milieu et ont une perte en poids de -89,8%. A température ambiante, dans un même milieu, à même durée de séchage, nos grains ont une perte en poids de - 87,93%.

Les essais de séchage effectués en milieu anaérobie ont été interrompus au bout de 3j et 14h. Les grains ont été putréfiés. Leur couleur est anormale et ils dégagent une odeur putréfiée. De plus, les pertes en poids n'arrivent à peine à -35%. En outre, les grains restent encore mous et humides. Ces grains ont été rincés à l'eau distillée et réensemencés dans le lait. Après plusieurs réensemencements, ils se stabilisent à nouveau.

L'aspect général des grains de kéfir cultivés et séchés en milieu aérobie est quelque peu différent des grains venus de Belgique. En effet, au départ ils sont de couleur

jaunâtre et ont une structure en feuillet et une taille beaucoup plus grande. Alors que ceux que nous avons séché sont plutôt de forme globuleuse, de couleur jaune clair à tendance blanche et formés de petites masses dures. L'éclaircissement de la couleur, la diminution de la taille des grains résultent des effets de rinçage des grains avant leur séchage. Car l'eau même distillée, solubilise certains polysaccharides qui immobilisent les microorganismes du grain de kéfir. Certains polysaccharides dissous divisent les grains en de plus petites masses. Quant à la différence de structure des grains, elle serait due aux différents paramètres de production tel le type de lait utilisé, la technologie de fabrication et du procédé de séchage que nous avons adopté.

Les figures ci-dessous montrent des grains secs



Figure 32 : grains secs de kéfir

### **CONCLUSION PARTIELLE III**

Un bon kéfir s'obtient avec une bonne qualité technologique de lait. La production de kéfir s'est faite à partir des grains de kéfir secs. Ces derniers ont connu des modifications de leur aspect pendant la phase de revivification. Les kéfirs produits ont leur propre qualité hygiénique et nutritionnelle. Des optimisations apportées ont amélioré le kéfir au niveau de la qualité et du rendement. Ainsi, on a établi des profils sensoriels, des analyses hédoniques et un épreuve de classement afin de mieux définir la qualité sensorielle du kéfir. Quant à la qualité commerciale, le kéfir peut être conservé pendant 24 jours dans un milieu réfrigéré à 4°C. En plus de la production de kéfir lacté, des expérimentations sur le séchage des grains ont déterminé les conditions optimales de séchage pour mieux les conserver.

## *CONCLUSION GÉNÉRALE*



## **CONCLUSION**

La filière lait a ses potentiels comme ses faiblesses à Madagascar. Comparé à ce qui se passe dans d'autres pays, à Madagascar, le lait est encore peu transformé. Le kéfir est un produit laitier obtenu par fermentation du lait par des grains de kéfir. Il n'est pas un aliment miracle. Toutefois, il est classé parmi les aliments probiotiques.

Une mise au point de la technologie de production a été faite au sein de la société TIA pour pouvoir produire un kéfir apprécié par les malgaches tout en respectant les qualités et les normes établies sur les kéfirs et sur les laits fermentés de par le monde. Un ensemble de méthodes a été adopté pour mener à bien notre étude, pour définir un processus de production de kéfir et pour caractériser les produits finis. Des optimisations ont aussi été faites pour améliorer la qualité et le rendement de production du kéfir.

Les résultats ont prouvé que le kéfir ainsi obtenu est apprécié par les malgaches. Ses qualités microbiologiques diffèrent peu de celles trouvées dans la littérature scientifique, mais elles restent dans les normes. Ses qualités nutritionnelles sont intéressantes. Ses qualités sensorielles sont acceptées par l'équipe d'évaluation sensorielle qu'on a établi. Ses qualités commerciales démontrent qu'il peut être conservé et consommé dans des conditions bien définies, typiques des produits laitiers. Quant à ses qualités réglementaires, les caractéristiques physico-chimiques de nos produits respectent les normes.

Une étude de faisabilité est à entreprendre pour une éventuelle production de kéfir lacté à Madagascar.

# *BIBLIOGRAPHIE*



## BIBLIOGRAPHIE

1. **ADRIAN J. et FRANGER R.**, (1986) ; La Science alimentaire de A à Z, Édition Lavoisier Technique et documentation, Paris, France
2. **AFNOR**, (1994), Contrôle de la qualité des produits alimentaires : laits et produits laitiers. Analyses physico-chimiques, Édition Lavoisier Technique et documentation, Paris, France
3. **ALAIS**, (1961), Science du lait et principes des techniques laitières, Édition SEP, Paris, France
4. **ANDRIANANTENAINA A. P.** ,(2008), Évaluation et perspective de la filière laitière dans la commune rurale de Miarinarivo II , Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de licence professionnel agricole, option Élevage
5. **ANONYME**, (1997), La filière lait : Biotechnologie des produits laitiers frais, Dossier Documentaire n° 35, CITE
6. **ATKINSON K. et al**, (2005), Créer et gérer une petite entreprise agroalimentaire. Réussir dans l'agroalimentaire, CTA et GRET
7. **BEERENS H. et LUQUET F. M.**, (1987), Guide pratique d'analyse microbiologique des laits et produits laitiers, Édition Lavoisier Technique et documentation, Paris, France
8. **BOUIX M. et LEVEAU J.Y.**, Microbiologie industrielle, Édition Lavoisier Technique et documentation, APRIA
9. **BOURGEOIS C.M. et LARPENT J.-P.**,(1996), Microbiologie alimentaire : Tome 2 : Aliments fermentés et fermentations alimentaires, Collection Sciences et techniques agroalimentaires, Édition Lavoisier Technique et documentation, Paris, France
10. **BOURGEOIS C.M. et LEVEAU J.Y.**, (1991), Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires : Volume 3 : Le contrôle microbiologique, Deuxième édition, Édition Lavoisier Technique et documentation, Paris, France
11. **Cabinet ECR**, (1997), Étude de faisabilité des mini-laiteries, Rapport final Volume I, Édition SRCI
12. **Centre pour le Développement Industriel**, (1998), Guide de l'emballage des jus de fruits et des boissons fruitées non gazeuses, Série Technologies, GUIDE
13. **CIQUAL**, (1987), Répertoire général des aliments : Tome 2, Table de composition des produits laitiers, Édition Lavoisier Technique et documentation, Paris, France
14. **CIRAD, GRET et HAE**, (2002), Mémento de l'Agronome, Paris France

15. **De Roissart H. et LUQUET F. M.**, (1994), Bactéries Lactiques : Aspects fondamentaux et technologiques, Volume II, Lorica
16. **DUDEZ P. et BROUTIN C.**, (2003), Locaux et matériel de transformation du lait, AGRIDOC
17. **GUIRAUD M. J.P.**, (1989), Rôles et actions des microorganismes dans les aliments, Documentation et Coopération international, Centre de formation
18. **GUTHMANN**, (1991), Technique d'Analyses et de contrôles dans les IAA, Édition Lavoisier Technique et documentation, Paris
19. **HALLE DROUET C.**,(1992), Étude taxonomique de la microflore du kéfir lacté et mise en évidence d'une interaction entre les bactéries lactiques et les levures dans le lait, Thèse de Doctorat, spécialité : Sciences des aliments – Chimie Biologie, Faculté des Sciences et des Techniques, Université de Nantes
20. **LASNET de LANTY H.**,(1979), Fromage frais et laits fermentés, Collection Savoir et Pouvoir, Édition Maison Rustique
21. **LUQUET F.M.**, (1996), Lait et produits laitiers : Vache – Brebis – Chèvre, Tome I : Qualité, énergie et tables de composition, Édition Lavoisier Technique et documentation, Paris
22. **MAEP**, (2007), Annuaire 2007 : Statistiques agricoles
23. **MAEP et UPDR**, (2003), Monographie de la région de Vakinankaratra
24. **RAMANANTSARA A. M.**, (2003), Isolements des ferments lactiques, Mémoire de fin d'études, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo
25. **RAMAROSON J. M.**, (1999), Mise en place d'un système de contrôle et de promotion de la qualité de la laiterie ROVEL de Fianarantsoa, Établissement des valeurs de référence qualitatives pour le lait frais et conception d'un manuel de procédure de fabrication, Mémoires de fin d'étude, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo
26. **RAMPARANY S.**, (2005), Stage ouvrier au sein de la société TIA, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo
27. **RAZAFINDRAHAGA H. J. F.**, (1999), La transformation du lait à Madagascar, Antananarivo, Madagascar
28. **SAUVAGEOT F.**, (1982), L'évaluation sensorielle des denrées alimentaires : aspects méthodiques, CDIUPA/ MIDIST : Actualités scientifiques et techniques en IAA, France
29. **VEISSEYRE R.**, (1975), Technologie du lait : constitution – récolte – traitement – transformation, Édition La Maison Rustique

30. **VIGNOLA C.L.**, (2002), Science et technologie du lait : transformation du lait, Fondation de Technologie laitière du Québec inc, Presses Internationales Polytechniques

#### WEBOGRAPHIE

31. ANONYME, (2006), Kéfir, on lign in <http://www.wikipedia.org>, dernière modification 2006, consulté le 12 Décembre 2006

32. ANONYME, (2006), Fabriquer sa boisson de kéfir de lait chez soi, on lign in <http://www.cfaitmaison.fr>, consulté le 6 Octobre 2006

#### SUPPORTS DE COURS

33. **RAMARSON R. J.B.**, (2005), Emballage et Conditionnement, cours 4<sup>ème</sup> Année, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo

34. **RANDRIATIANA R.**, (2005 -2006), Analyses sensorielles, cours 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> Année, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo

35. **RAONIZAFINIMANANA B.** (2005), Français Techniques, cours 4<sup>ème</sup> Année, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo

36. **RASOARAHONA J.**, (2006), Gestion de la qualité, cours 5<sup>ème</sup> Année, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo

37. **RAZAFINDRAJAONA J. M.**, (2005), Analyses microbiologiques des Aliments, cours 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> Année, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo

38. **RAZAFINDRAJAONA J. M.**, (2006), Industries Laitières, cours 5<sup>ème</sup> Année, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo

39. **RAZAFINDRAJAONA J. M.**, (2006), Ingénierie et Technologies, cours 5<sup>ème</sup> Année, Département IAA, ESSA, Université d'Antananarivo

# *PARTIE EXPÉRIMENTALE*



## **PARTIE EXPÉRIMENTALE**

### **I Reconstitution totale du lait**

Pour 100g de lait reconstitué :

- Peser 13g de poudre de lait écrémé
- Verser dans un bescher /Erlen Meyer
- Ramener à 100g avec de l'eau distillée
- Agiter le tout avec un agitateur magnétique

## **II PROTOCOLE D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES MATIERES PREMIERES ET DES PRODUITS FINIS**

### **II 1 Dosage de la matière grasse (MG) du lait**

- Bien agiter le contenu des tanks pour ne pas avoir que de la crème
- Prélever une certaine quantité de lait (environ 250ml) dans les tanks avec une louche stérilisée par l'alcool 90°.
- Verser l'échantillon dans un récipient
- Verser 10ml d'acide sulfurique (90-91%) à 20°C dans un butyromètre gradué pour lait
- Prélever 11ml de l'échantillon dans une pipette
- Verser le lait dans le butyromètre en le faisant glisser sur la paroi car la réaction est très exergonique
- Ajouter 1ml d'alcool amylique pour rendre la réaction irréversible
- Boucher avec une fermeture gerbale à l'aide d'un poussoir
- Bien agiter
- Centrifuger pendant 5mn
- Lecture en %

### **II 2 Détermination de l'Acidité du lait/ du kéfir**

#### **Définition :**

L'acidité représente la concentration en H<sup>+</sup> d'une solution

Principe :

Quelques gouttes de phénolphtaléine sont ajoutées dans l'échantillon prélevé. La solution obtenue est titrée avec la soude jusqu'au virement en rose de la solution

Réactifs :

KOH, phénolphtaléine

Mode opératoire :

- Prélever 25ml de lait (cru, pasteurisé)
- Ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine
- Doser avec KOH (N/4)
- Lire le degré d'acidité quand la couleur commence à virer en rose

Expression des résultats :

Le mode de calcul est

Taux d'acidité (°SH) = Volume de KOH (N/4)

### **II 3 Détermination de la densité du lait**

- Prendre 25 à 30ml de lait
- Mesurer sa densité avec un lactothermodensimètre

### **II 4 Mesure du pH /T**

Définition :

Le pH est la différence du potentiel d'hydrogène entre deux solutions

Principe :

La mesure du pH consiste à déterminer la différence de potentiel existant entre deux électrodes plongées dans l'échantillon. Le pH et la température sont deux paramètres inséparables pour le lait.

Appareil utilisé : pH-mètre

Mode opératoire :

- Étalonner le pH-mètre avec des solutions étalons
- Rincer l'électrode à l'eau distillée
- Essuyer l'électrode avec un coton
- Plonger l'électrode dans le lait ou le kéfir à analyser
- Attendre que le pH-mètre se stabilise
- Lecture

Expression des résultats :

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique de 3 mesures si les conditions de répétabilité sont remplies. Exprimer le pH à 0,1 unité près.

### **III PROTOCOLE D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES MATIERES PREMIERES ET DES PRODUITS FINIS**

#### II 1 Préparation de la solution de dilution : Eau peptonnée

- Ajouter 25,5g de la poudre de peptone dans 1L d'eau distillée
- Agiter jusqu'à dilution
- Verser 21ml de cette solution dans un bescher (pour le beurre) et 9ml ; 10ml dans des tubes à essais (pour le lait cru et pasteurisé)
- Couvrir avec un papier aluminium le bescher, avec des capsules grises et noires pour les tubes à essais
- Autoclaver à 121°C pendant 15mn

#### II 2 Préparation des milieux de culture

- *PCA( Agar Plate Count : Agar à la peptone de caséine au glucide et à l'extrait de levure)*
  - Dissoudre 22.5g de la poudre de PCA dans 1L d'eau distillée
  - Chauffer au bain-marie bouillant
  - Transvaser 10ml dans chaque tube à essais
  - Couvrir avec des capsules bleus
  - Autoclaver pendant 15mn à 121°C
  - Réchauffer au bain-marie de 55°C jusqu'à l'utilisation du milieu
  - Faire fondre au bain-marie de 100°C s'il y a eu solidification du milieu
  
- *OGY (Agar Ogye Base)*
  - Ajouter 18.5g de poudre d'OGY dans 500ml d'eau distillée
  - Chauffer jusqu'à ébullition pour dissoudre complètement en agitant de temps
  - Verser 10ml dans les tubes à essais
  - Couvrir avec des capsules rouges orangés
  - Autoclaver à 121°C pendant 15mn
  - Mettre au bain-marie de 55°C jusqu'à utilisation
  - Faire fondre au bain-marie de 100°C s'il y a eu gélification du milieu

### II 3 Dilution et Ensemencement

- Bien nettoyer la paillasse avec l'eau savonnée et l'alcool
- Marquer les boîtes de pétri : date de lecture en haut, milieu de culture au milieu et température d'incubation en bas
- Travailler à 5 -10cm de la flamme bleu du bec de bensen
- *Lait/kéfir*
  - Diluer la lait et/ou le kéfir au niveau de dilution choisi avec l'eau peptonnée de 9 ; 10ml
  - Agiter avec un mélangeur
  - Prélever 1.1ml de ce mélange et verser 1ml dans une boîte de pétri et 0.1ml dans une autre
  - Verser le milieu de culture choisi
  - Mettre les milieux de cultures à température voulue

## **IV PROTOCOLE D'ANALYSES SENSORIELLES DES PRODUITS FINIS**

### **IV 1 Organisation générale de l'analyse sensorielle**

#### 1 Les sujets

L'analyse sensorielle a été organisée avec 3 groupes totalisant 47 sujets. On n'a pas sélectionné les sujets. On a voulu prendre le maximum de sujets afin de mieux savoir les goûts, les préférences des consommateurs et pour mieux définir chaque produit. Toutefois, les sujets ont été classés selon :

- Leur degré d'initiation en analyse sensorielle. Les sujets sont composés d'individus dénommés « simples consommateurs » et d'autres appelés « Initiés en analyse sensorielle ». Les sujets qui ont une notion en analyse sensorielle et/ou ceux qui sont habitués à faire des dégustations de nouveaux produits laitiers sont qualifiés d'Initiés. Mais les simples consommateurs sont des individus qui n'ont aucune formation ni expérience en analyse sensorielle.
- Leur profil, par sexe et par classe d'âge. Ce type de classement nous permet d'avoir un aperçu des futurs consommateurs cibles surtout au niveau de l'analyse hédonique et sur l'épreuve de classement. Le tableau suivant nous donne les statistiques générales des nos sujets.

Tableau 28 : Statistiques des sujets (en pourcentage)

CLASSE D'Âge	POURCENTAGE
18-25	59,57
25-40	29,79
40-60	8,51
>60	2,13

INITIÉS	M	46,81
	F	29,79
SIMPLES CONSOmmATEURS	M	4,26
	F	19,15

Dans tous les cas, les sujets n'ont pas été amenés auparavant à faire une phase d'entraînement à défaut de temps et de moyens. Un petit lexique a été distribué aux sujets afin d'uniformiser la définition de mots descripteurs.

## 2 Le local

On a utilisé une salle qui n'est pas spécifiée à l'analyse sensorielle pour un groupe de sujets. Mais, elle respecte au mieux les conditions nécessaires pour faire une bonne analyse sensorielle.

Le laboratoire d'analyse sensorielle sis à Ambatobe a permis de faire les tests pour les autres groupes. Il respecte les normes requises. Ainsi, il permet de faire une analyse la plus objective possible. Le laboratoire est constitué de 3 salles bien distinctes :

- Une salle de préparation administrative montrée par la photo ci-dessous. L'explication aux sujets de l'objectif, du déroulement général de l'épreuve se fait dans cette salle. Les tests achevés, cette salle permet aussi de valoriser l'expérience en évaluant le niveau d'hésitation, les difficultés ou non des sujets pendant l'analyse.

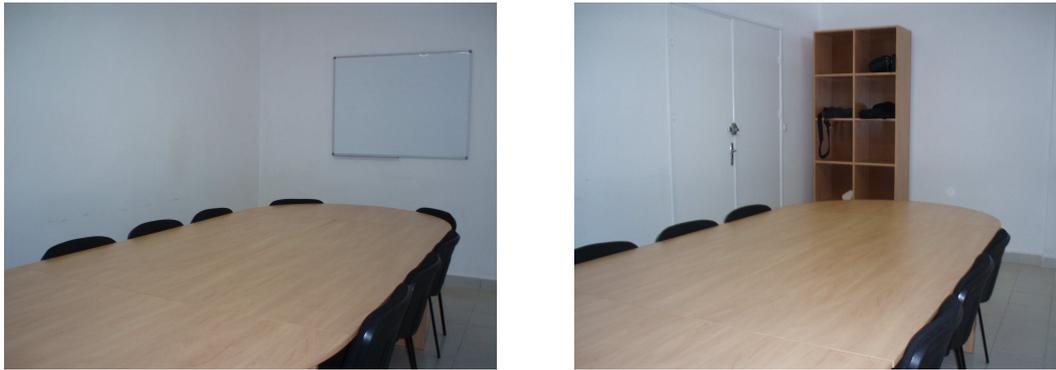


Figure 33 : salle de préparation administrative (cliché auteur)

- Une salle de préparation des échantillons (figure ci-dessous). Elle est équipée des installations sanitaires, des appareils électroménagers ainsi que des ustensiles de cuisine qui permettent de bien préparer les échantillons et ce dans l'anonymat.



Figure 34 : salle de préparation des échantillons (cliché : auteur)

- Une salle d'évaluation sensorielle proprement dite. Elle est constituée de 10 cabines de dégustation où les sujets ne peuvent pas s'influencer durant l'épreuve. (figure ci-dessous)

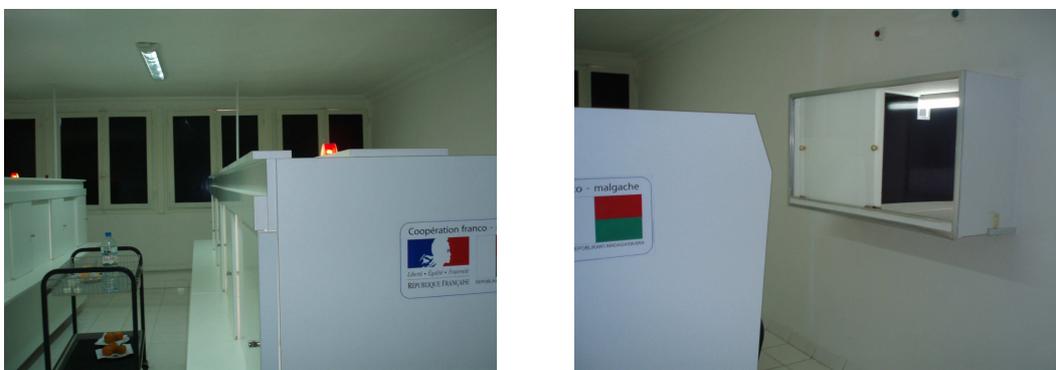


Figure 35 : salle d'évaluation sensorielle (cliché : auteur)



Figure 36 : Cabine de dégustation (cliché : auteur)

## **IV 2 Les échantillons**

Les échantillons utilisés ont été codés afin d'obtenir des résultats objectifs. 2 grands types de produits ont fait l'objet de cette analyse.

### **1 Le yaourt**

E5 est le yaourt brassé nature sans sucre. On a utilisé le yaourt nature de TIKO car on a pensé que c'est le yaourt le plus représentatif à Madagascar vue la grande part de marché qu'il occupe sur le territoire. Cet échantillon a été utilisé dans l'épreuve discriminative pour évaluer le niveau de différence entre le yaourt et le kéfir.

Dans l'épreuve de classement, il a été utilisé pour déterminer la préférence des sujets entre le yaourt et le kéfir.

### **2 Le kéfir**

Un échantillon (E4) est considéré comme kéfir de référence. Il est présent sur le marché européen et a été importé de Belgique. C'est un kéfir doux de la marque YASDA avec 1.5% de MG. Il est conditionné en plastique et se ferme par un opercule. Son poids net est équivalent à 400mL.

L'analyse descriptive de cet échantillon nous a permis de faire une comparaison entre les caractéristiques de nos kéfirs- essais et de celui qui est déjà sur le marché. Mais, à défaut de quantité, l'analyse de E4 n'a été faite que par un seul groupe de 15 sujets.

Les 4 autres échantillons de kéfir sont ceux considérés comme essais. E1 et E2 sont des kéfirs doux. La seule différence est que E2 a été sucré pour savoir si le goût sucré le rend plus acceptable. E3 est classé comme kéfir moyen. E6 représente aussi un kéfir moyen à tendance fort.

# *ANNEXES*



## ANNEXES

### ANNEXE I : PRÉTRAITEMENT DU LAIT

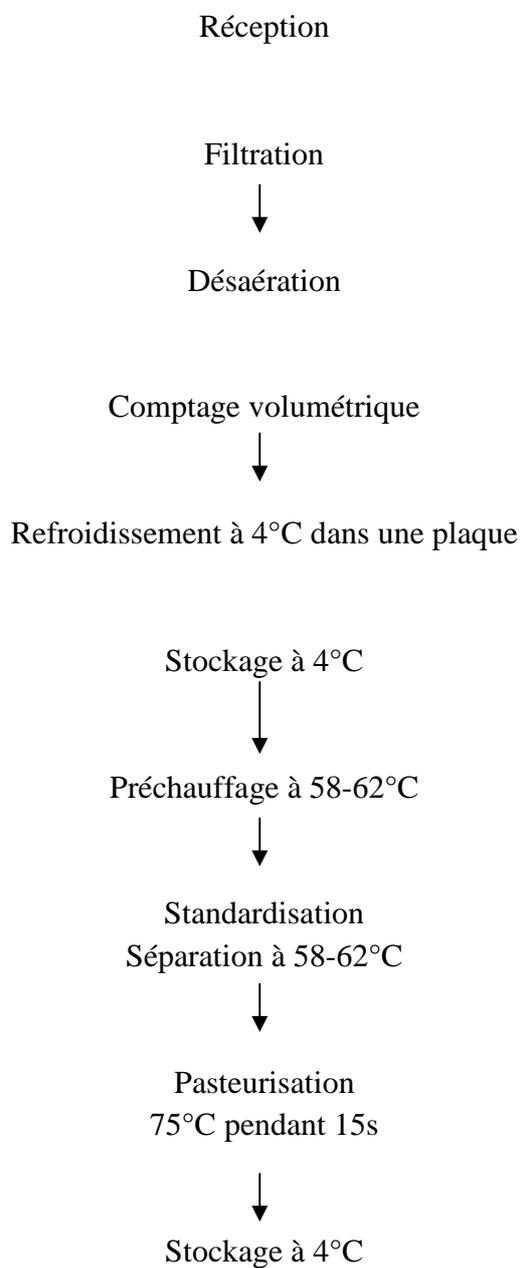


Figure 37 : Prétraitement du lait

## ANNEXE II : QUESTIONNAIRE POUR L'ÉVALUATION SENSORIELLE

### II 1 Épreuve discriminative

Identifiant :

Date :

Sexe : M      F

Classe d'âge : < 18 ans      18-25 ans      25-40 ans      40-60 ans      >60 ans

Trois échantillons vous seront présentés. Inscrivez ci-dessous leurs codes.

L'un de ces échantillons est différent des 2 autres. D'après vous lequel est-ce ?

S'il y a des ressemblances entre celui que vous percevez différent et les 2 autres, d'après vous, elles se situent :

1. au niveau de L'ASPECT
2. au niveau de la FLAVEUR
3. au niveau du GOÛT

S'il y a des différences entre les échantillons, d'après vous, elles se situent :

1. au niveau de L'ASPECT
2. au niveau de la FLAVEUR
3. au niveau du GOÛT

**II 2 Analyse descriptive**

Identifiant :

Date :

Sexe : M F

Classe d'âge : < 18 ans 18-25 ans 25-40 ans 40-60 ans >60 ans

Code produit :

A l'aide d'une échelle d'intensité de 0 à 5, nous vous prions d'évaluer chacun des descripteurs pour cet échantillon.

	<b>Nul</b>	<b>Seuil juste</b>	<b>Faible</b>	<b>Modéré</b>	<b>Fort</b>	<b>Très fort</b>
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>ASPECT :</b>						
Brillant	0	1	2	3	4	5
Caillé	0	1	2	3	4	5
Laiteux	0	1	2	3	4	5
Mat	0	1	2	3	4	5
Mousseux	0	1	2	3	4	5
Pétillant	0	1	2	3	4	5
Autre	0	1	2	3	4	5
<b>TEXTURE :</b>						
Crémeux	0	1	2	3	4	5
Epais	0	1	2	3	4	5
Grumeleux	0	1	2	3	4	5
Autre	0	1	2	3	4	5
<b>FLAVEUR :</b>						
Acide	0	1	2	3	4	5
Alcool	0	1	2	3	4	5
Arôme yaourt	0	1	2	3	4	5
Arôme fromage	0	1	2	3	4	5
Moisi	0	1	2	3	4	5
Rance	0	1	2	3	4	5
Autre	0	1	2	3	4	5
<b>GOÛT :</b>						
Acide	0	1	2	3	4	5
Aigre	0	1	2	3	4	5
Alcoolisé	0	1	2	3	4	5
Amertume	0	1	2	3	4	5
Arrière-goût	0	1	2	3	4	5
Effervescent	0	1	2	3	4	5
Piquant	0	1	2	3	4	5
Sucré	0	1	2	3	4	5
Autre	0	1	2	3	4	5

Remarque ou proposition :

### **II 3 Analyse hédonique**

Identifiant :

Date :

Sexe : M      F

Classe d'âge : < 18 ans      18-25 ans      25-40 ans      40-60 ans      >60 ans

Vous recevez l'échantillon n°

Goûtez le et cochez le numéro correspondant à votre impression : (en général)

1. Extrêmement désagréable
2. Très désagréable
3. Désagréable
4. Assez désagréable
5. Ni désagréable ni agréable
6. Assez agréable
7. Agréable
8. Très agréable
9. Extrêmement agréable

Au niveau de L'ASPECT, vous trouvez que l'échantillon est –il ?

1. Extrêmement désagréable
2. Très désagréable
3. Désagréable
4. Assez désagréable
5. Ni désagréable ni agréable
6. Assez agréable
7. Agréable
8. Très agréable
9. Extrêmement agréable

Au niveau du FLAVEUR, vous trouvez que l'échantillon est –il ?

1. Extrêmement désagréable
2. Très désagréable
3. Désagréable
4. Assez désagréable
5. Ni désagréable ni agréable
6. Assez agréable
7. Agréable
8. Très agréable
9. Extrêmement agréable

Au niveau du GOÛT, vous trouvez que l'échantillon est –il ?

1. Extrêmement désagréable
2. Très désagréable
3. Désagréable
4. Assez désagréable

5. Ni désagréable ni agréable
6. Assez agréable
7. Agréable
8. Très agréable
9. Extrêmement agréable

#### I 4 Épreuve de classement

Identifiant :

Date :

Sexe : M      F

Classe d'âge : < 18 ans      18-25 ans      25-40 ans      40-60 ans      >60 ans

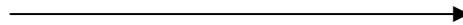
On vous propose 5 échantillons :

--	--	--	--	--

Veillez les classer selon votre préférence :

--	--	--	--	--

Échantillon que  
Vous aimez le moins



Échantillon que  
vous aimez le plus

#### II 5 Lexique

**Acide** : qui a une saveur acide (*Marikivy*)

**Aigre** : qui a une saveur acide piquant (*Makirana*)

**Alcoolisé** : qui contient de l'alcool

**Amertume** : qui a une saveur amère

**Arrière-goût** : Goût désagréable que laisse dans la bouche une boisson/un met

**Brillant** : qui brille par son éclat

**Caillé** : lait coagulé

**Crémeux** : qui contient beaucoup de crème

**Effervescent** : qui est en effervescence c'est à dire qui dégage des bulles de gaz (au niveau du goût)

**Épais** : dense, consistant

**Grumeleux** : qui contient des petites portions de matière coagulée

**Laiteux** : qui a l'aspect du lait

**Mat** : sans éclat

**Moisi** : ce qui est moisi (*Masiso*)

**Mousseux** : qui produit de la mousse

**Pétillant** : qui pétille c'est-à-dire qui dégage des bulles de gaz (au niveau de l'aspect)

**Piquant** : qui pique

**Rance** : se dit d'un corps gras qui a contracté une odeur forte et une saveur âcre

**Sucré** : qui contient du sucre

## ANNEXE III : NORME CODEX POUR LES LAITS FERMENTÉS CODEX STAN 243-2003

### 1. CHAMP D'APPLICATION

La présente norme s'applique aux laits fermentés, c'est-à-dire au lait fermenté, y compris les laits fermentés ayant subi un traitement thermique, les laits fermentés concentrés et les produits laitiers composés dérivés de ces produits, destinés à la consommation directe ou à un traitement ultérieur, conformément aux définitions de la section 2 de la présente norme.

### 2. DESCRIPTION

#### 2.1 LAIT FERMENTÉ

Le **lait fermenté** est un produit laitier obtenu par la fermentation du lait, lequel peut avoir été fabriqué à base de produits obtenus à partir de lait avec ou sans modification de composition, dans la limitation des dispositions de la Section 3.3, par l'action de micro-organismes appropriés et résultant dans la réduction du pH avec ou sans coagulation (précipitation isoélectrique). Ces levains (micro-organismes) doivent être viables, actifs et abondants dans le produit à la date de durabilité minimale. Si le produit subit un traitement thermique après la fermentation, l'exigence portant sur la viabilité des micro-organismes ne s'applique plus.

Certains laits fermentés sont caractérisés par un/des levain(s) spécifique(s) utilisé(s) de la manière suivante pour la fermentation :

**Yaourt** : Cultures symbiotiques de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

**Yaourt à base d'autres ferments:**

Cultures de *Streptococcus thermophilus* et toute espèce de *Lactobacillus*.

**Lait acidophile** : *Lactobacillus acidophilus*

**Kéfir** : Levain préparé à partir de grains de kéfir, *Lactobacillus kefir*, espèces des genres *Leuconostoc*, *Lactococcus* et *Acetobacter* proliférant dans une relation spécifique étroite.

Les grains de Kéfir constituent à la fois des levures de fermentation au lactose (*Kluyveromyces marxianus*) et des levures sans fermentation au lactose (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* et *Saccharomyces exiguus*).

**Kumys** : *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* et *Kluyveromyces marxianus*.

Des micro-organismes différents autres que ceux constituant la/les culture(s) spécifique(s) (levain) spécifiées ci-dessus, peuvent être ajoutés.

#### 2.2 LAIT FERMENTÉ CONCENTRÉ

Le **lait fermenté concentré** est un lait fermenté dont la teneur en protéines a été augmentée avant ou après fermentation à un minimum de 5,6%. Les laits fermentés

concentrés incluent les produits traditionnels comme le Stragisto (yaourt égoutté), Labneh, Ymer et Ylette.

### 2.3 LAITS FERMENTÉS AROMATISÉS

Les **laits fermentés aromatisés** sont des produits laitiers composés, comme définis dans la section 2.3 de la norme générale pour l'utilisation des termes de laiterie (CODEX STAN 206-1999) contenant un maximum de 50 % (m/m) d'ingrédients non laitiers (comme des édulcorants nutritifs et non nutritifs, des fruits et légumes, ainsi que des jus, purées, pulpes, préparations et conserves dérivés de ces derniers, céréales, miel, chocolat, noix, café, épices et autres denrées alimentaires aromatisantes naturelles et inoffensives) et/ou d'arômes. Les ingrédients non laitiers peuvent être mélangés avant ou après fermentation.

CODEX STAN 243-2003

## 3. FACTEURS ESSENTIELS DE QUALITÉ ET DE COMPOSITION

### 3.1 MATIÈRES PREMIÈRES

- Lait et/ou produits dérivés du lait.
- Eau potable utilisée lors de la reconstitution ou de la recombinaison.

### 3.2 INGRÉDIENTS AUTORISÉS

- Cultures de micro-organismes inoffensifs, y compris ceux qui sont spécifiés à la section 2 ;
- Chlorure de sodium ;
- Ingrédients non laitiers tels qu'ils sont listés dans la section 2.3 (Laits fermentés aromatisés).
- Gélatine et amidon utilisés dans :
  - les laits fermentés thermisés après fermentation
  - les laits fermentés aromatisés
  - les laits fermentés nature s'ils sont autorisés par la législation nationale en vigueur dans le pays de vente au consommateur final à condition qu'ils ne soient ajoutés que dans des quantités fonctionnellement nécessaires en conformité avec les bonnes pratiques de fabrication, en tenant compte de toute utilisation des agents stabilisants/épaississants répertoriés à la Section 4. Ces substances peuvent être ajoutées soit avant soit après les ingrédients non laitiers.

### 3.3 COMPOSITION

	<b>Lait fermenté</b>	<b>Yaourt, yaourt à base d'autres ferments et lait acidophile</b>	<b>Kefir</b>	<b>Kumys</b>
Protéine du lait <sup>a</sup> (% m/m)	min.2, 7%	min.2, 7%	min.2, 7%	

Matière grasse du lait (% m/m)	inférieure à 10%	inférieure à 15%	inférieure à 10%	inférieure à 10%
Acidité titrable, exprimée en % d'acide lactique (% m/m)	min. 0,3%	min. 0,6%	min.0, 6%	min.0, 7%
Ethanol (% vol./m)	min 10 <sup>7</sup>			min.0, 5%
Somme des micro-organismes constituant le levain défini à la section 2.1 (cfu/g, au total)	min 10 <sup>6</sup>	min 10 <sup>7</sup>	min 10 <sup>7</sup>	min 10 <sup>7</sup>
Micro-organismes étiquetés <sup>b</sup> (ufc/g, total)		min 10 <sup>6</sup>		
Levures (ufc/g)			min 10 <sup>4</sup>	min 10 <sup>4</sup>

a) La teneur en protéines est égale à 6,38 multipliée par la quantité totale d'azote Kjeldahl déterminée.

b) S'applique lorsqu'une allégation nutritionnelle présente dans l'étiquetage fait référence à un micro-organisme spécifique (autre que ceux spécifiés dans la section 2.1 du produit en question) qui a été ajouté en tant que complément au levain spécifique.

En ce qui concerne les laits fermentés aromatisés, les critères énoncés ci-dessus ne s'appliquent qu'à la partie du lait fermenté. Les critères microbiologiques (basés sur la proportion de produit à base de lait fermenté) sont valides jusqu'à la date de durabilité minimale. Cette exigence ne s'applique pas aux produits ayant subi un traitement thermique après fermentation. La conformité aux critères microbiologiques susmentionnés doit être vérifiée au moyen de tests analytiques effectués à « la date de durabilité minimale » sur le produit qui a été stocké dans les conditions spécifiées sur l'étiquette.

### 3.4 CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DE FABRICATION

L'élimination du lactosérum après fermentation n'est pas autorisée dans la fabrication des laits fermentés, sauf pour le lait fermenté concentré (section 2.2).

#### 4 ADDITIFS ALIMENTAIRES

Seules les catégories d'additifs indiquées dans le tableau ci-dessous peuvent être utilisées pour les catégories de produits spécifiées. A l'intérieur de chaque catégorie d'additif, et lorsque autorisé en conformité avec le tableau, seuls les additifs individuels qui sont listés peuvent être utilisés et seulement dans le respect des limites spécifiées.

En conformité avec la section 4.1 du préambule de la norme générale sur les additifs alimentaires (CODEX

STAN 192-1995), les additifs supplémentaires peuvent être présents dans les laits fermentés aromatisés à la

suite du report des ingrédients non-laitiers.

Catégorie d'additif	Laits fermentés		Laits fermentés ayant subi un traitement thermique après fermentation	
	Naturel	Aromatisé	Naturel	Aromatisé
Colorants	-	X	-	X
Édulcorants	-	X	-	X
Émulsifiants	-	X	-	X
Rehausseurs de saveur	-	X	-	X
Acides	-	X	X	X
Régulateurs d'acidité	X <sup>1</sup>	X	X	X
Stabilisants	X <sup>1</sup>	X	X	X
Épaississants		X	X	X
Agents conservateurs	-	-	-	X
Gaz d'emballage	-	X	X	X

X = L'utilisation d'additifs appartenant à la catégorie est justifiée d'un point de vue technologique. Dans le cas de produits aromatisants, les additifs sont justifiés d'un point de vue technologique dans la portion laitière.

- = L'utilisation d'additifs appartenant à la catégorie n'est pas justifiée d'un point de vue technologique.

1 = L'utilisation des additifs, si elle est autorisée par la législation nationale en vigueur dans le pays de vente au consommateur final, est limitée à la reconstitution et à la recombinaison.

## 5. CONTAMINANTS

Les produits visés par les dispositions de la présente Norme doivent être conformes aux limites maximales pour les contaminants et les résidus de pesticides et de médicaments vétérinaires fixées par la Commission du Codex Alimentarius.

## 6. HYGIÈNE

Il est recommandé que les produits visés par les dispositions de la présente norme soient préparés et manipulés conformément aux sections appropriées du Code d'usages international recommandé – Principes généraux d'hygiène alimentaire (CAC/RCP 1-1969), du Code d'usages en matière d'hygiène pour le lait et les produits laitiers (CAC/RCP 57-2004) et des autres textes pertinents du Codex tels que les Codes d'usages en matière d'hygiène et les Codes d'usages. Les produits doivent satisfaire à tout critère microbiologique établi conformément aux Principes régissant l'établissement et l'application de critères microbiologiques pour les denrées alimentaires (CAC/GL 21-1997).

## 7. ÉTIQUETAGE

Outre les dispositions de la Norme générale Codex pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées

(CODEX STAN 1-1985) et la Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie (CODEX STAN 206-

1999), les dispositions spécifiques ci-après s'appliquent :

### 7.1 NOM DU PRODUIT

7.1.1 Le nom du produit doit être lait fermenté ou lait fermenté concentré, selon le cas. Toutefois, ces termes peuvent être remplacés par les désignations Yaourt, Lait acidophile, Kefir, Kumys, Stragisto, Labneh, Ymer et Ylette, à condition que le produit soit conforme aux dispositions spécifiques de cette norme. Le terme yaourt peut être orthographié de la manière la plus usuelle dans le pays de la vente au détail.

Le «Yaourt à base d'autres ferments» tel qu'il est défini dans la section 2 doit être nommé en associant un terme approprié avec le nom « yaourt ». Le terme retenu doit, pour le bénéfice du consommateur, décrire de façon précise et non ambiguë la nature de la modification intervenue dans le yaourt suite à la sélection de *lactobacilli* spécifiques pour la culture nécessaire à la fabrication du produit. Un tel changement peut inclure une différence marquée au sujet des organismes de fermentation, métabolites et/ou propriétés sensorielles du produit lorsque comparé au produit désigné simplement comme « yaourt ». Parmi les exemples de termes décrivant les différences de propriétés sensorielles on trouve « doux » ou « piquant ». L'expression « yaourt à base d'autres ferments » n'est pas considérée comme étant une dénomination.

Les termes spécifiques mentionnés ci-dessus peuvent être utilisés en conjonction avec l'adjectif « glacé » pourvu que (i) le produit subissant la congélation soit conforme aux exigences de la norme, (ii) les levains spécifiques puissent être réactivés en nombres raisonnables par décongélation et (iii) le produit glacé soit nommé en tant que tel et vendu

pour la consommation directe seulement. Les autres laits fermentés y compris le yoghourt doux ou laits fermentés concentrés peuvent être désignés par d'autres noms de variétés spécifiés dans la législation nationale du pays dans lequel le produit est vendu, ou par des noms existants dans le vocabulaire usuel à condition que ces désignations ne créent pas une impression trompeuse dans le pays de vente au détail quant aux caractéristiques et à l'identité du produit.

7.1.2 Les produits obtenus à partir de lait(s) fermenté(s) ayant subi un traitement thermique après fermentation seront désignés par « Lait fermenté ayant subi un traitement thermique » Lorsque le consommateur risque d'être induit en erreur par cette désignation, les produits doivent être désignés conformément à la législation nationale en vigueur dans le pays de vente. En l'absence d'une telle législation ou d'autres désignations d'usage courant, le produit doit être désigné : « lait fermenté ayant subi un traitement thermique ».

7.1.3 La désignation des laits aromatisés fermentés composé doit contenir le nom des principale(s) substance(s) aromatisante(s) ou arômes ajouté(s).

7.1.4 Les laits fermentés auxquels seuls des édulcorants nutritifs à base de glucides ont été ajoutés seront désignés « \_\_\_\_\_ édulcoré » en remplaçant l'espace par « lait fermenté » ou une autre désignation prévue à la Section 7.1.1. Lorsque des édulcorants non nutritifs sont ajoutés pour remplacer partiellement ou totalement le sucre, la mention « édulcoré avec \_\_\_\_\_ » ou « sucré et édulcoré avec \_\_\_\_\_ » doit apparaître à proximité du nom du produit, l'espace étant remplacé par le nom des édulcorants artificiels.

7.1.5 Les noms relevant de la présente norme peuvent être utilisés dans la désignation, sur l'étiquette, dans les documents commerciaux et pour la publicité d'autres denrées alimentaires à condition qu'ils soient utilisés en tant qu'ingrédient dont les caractéristiques sont conservées à un degré suffisant pour éviter de tromper le consommateur.

## **7.2 DÉCLARATION DE LA TENEUR EN MATIÈRE GRASSE**

Si le consommateur risque d'être induit en erreur par son omission, la teneur en matière grasse laitière doit être déclarée d'une manière jugée acceptable dans le pays de vente au consommateur final, soit (i) en pourcentage de la masse ou du volume, soit (ii) en grammes par portion, précisés sur l'étiquette, à condition que le nombre de portions soit indiqué.

## **7.3 ÉTIQUETAGE DES RÉCIPIENTS NON DESTINÉS À LA VENTE AU DÉTAIL**

Les renseignements requis à la Section 7 de la présente Norme et aux Sections 4.1 à 4.8 de la Norme générale pour l'Étiquetage des Denrées alimentaires et, au besoin, les instructions d'entreposage, doivent figurer soit sur le récipient, soit sur les documents d'accompagnement. Toutefois, le nom du produit, l'identification du lot ainsi que le nom et l'adresse du fabricant ou de l'emballleur doivent être indiqués sur le récipient. Cependant, l'identification du lot et le

nom et l'adresse du fabricant ou de l'emballleur peuvent être remplacés par une marque d'identification, à condition que cette dernière puisse être clairement identifiée à l'aide des documents d'accompagnement.

## **8. MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE**

Voir CODEX STAN 234-1999.

## ANNEXE IV: DISPOSITIONS DE LA NORME CODEX POUR LES LAITS FERMENTÉS RELATIVES AUX ADDITIFS ALIMENTAIRES

Le Groupe de travail est convenu de réviser l'annexe 1 du document suivant : CX/MMP 04/6/10, selon les principes suivants :

1) Les dispositions concernant les additifs alimentaires, contenues dans la Norme générale Codex pour les additifs alimentaires (NGAA) serviraient de point de départ.

2) Seuls, les effets fonctionnels des additifs associés aux additifs spécifiques du SIN Codex seraient pris en considération.

3) Seuls les effets fonctionnels des additifs identifiés comme justifiés d'un point de vue technologique pour utilisation dans les sous-classes spécifiques de laits fermentés seraient pris en considération.

Les tableaux suivants ont été réalisés selon ces principes.

Laits fermentés non traités thermiquement (naturels)				
N° SIN	Catégories fonctionnelles	Substance	Limite maximale	
331iii	Stabilisant	Citrate de trisodium	1500	mg/kg
334; 335i,ii; 336i,ii; 337	Stabilisant	Tartrates	BPF	
338 ; 339 i-iii ; 340 i-iii; 341i-iii ; 342 i,ii ; 343 ii,iii ; 450 i,iii,v,vi 451 i,ii ; 452 i,ii,iv,v; 542	Stabilisant	Phosphates	200	mg/kg
338 ; 339 i-iii ; 340 i-iii ; 341i-iii ; 342 i,ii ; 343 ii,iii ; 450 i,iii,v,vi 451 i,ii ; 452 i,ii,iv,v; 542	Stabilisant	Phosphates	880	mg/kg
401	Épaississant, stabilisant	Alginate de sodium	BPF	
405	Épaississant	Alginate de propylène glycol	BPF	
406	Épaississant, stabilisant	Agar-agar	5000	mg/kg
407	Épaississant, stabilisant	Carraghénane	5000	mg/kg
407a	Épaississant, stabilisant	Algues eucheuma transformées	5000	mg/kg
410	Épaississant, stabilisant	Gomme de caroube	BPF	
412	Épaississant, stabilisant	Gomme de guar	BPF	
415	Épaississant, stabilisant	Gomme de xanthane	BPF	
416	Épaississant, stabilisant	Gomme de karaya	200	mg/kg
425	Épaississant	Farine de Konjac	BPF	
440	Épaississant, stabilisant	Pectines (amidées et non amidées)	BPF	

466	Épaississant, stabilisant	Carboxyméthylcellulose sodique	BPF	
471	Stabilisant	Mono- et diglycérides	5000	mg/kg
965	Stabilisant	Maltitol et sirop de maltitol	50000	mg/kg
967	Stabilisant, épaississant	Xylitol	30000	mg/kg
1200	Stabilisant, épaississant,	Polydextrose	BPF	
1400	Stabilisant, épaississant,	Dextrines blanches et jaunes, amidon torréfié	BPF	
1401	Épaississant	Amidon traité à l'acide	BPF	
1402	Stabilisant, épaississant,	Amidon traité en milieu alcalin	BPF	
1403	Stabilisant, épaississant	Amidon blanchi	BPF	
1404	Stabilisant, épaississant	Amidon oxydé	BPF	
1405	Épaississant	Amidon ayant subi un traitement enzymatique	BPF	
1410	Stabilisant, épaississant	Phosphate de mono-amidon	BPF	
1412	Stabilisant, épaississant	Phosphate de diamidon	BPF	
1413	Stabilisant, épaississant,	Phosphate de diamidon phosphaté	BPF	
1420	Stabilisant, épaississant	Amidon acétylé	BPF	
1422	Stabilisant, épaississant	Adipate de diamidon acétylé	BPF	
1440	Épaississant	Amidon hydroxypropyle	BPF	
1442	Stabilisant, épaississant	Phosphate de diamidon hydroxypropylé	BPF	
1450	Stabilisant, épaississant	Octényle succinate d'amidon sodique	BPF	

**Laits fermentés non traités thermiquement (aromatisés)**

N° SIN	Catégories fonctionnelles	Substance	Limite maximale	
100i.	Colorant	Curcumines	150	mg/kg
101 i,ii	Colorant	Riboflavines	BPF	
102	Colorant	Tartrazine	300	mg/kg
104	Colorant	Jaune de quinoléine	150	mg/kg
110	Colorant	Jaune orangé S	300	mg/kg
120	Colorant	Carmins	150	mg/kg
122	Colorant	Azorubine	150	mg/kg
123	Colorant	Amarante	300	mg/kg
124	Colorant	Ponceau 4R	150	mg/kg
127	Colorant	Erythrosine	300	mg/kg
128	Colorant	Rouge 2G	30	mg/kg

129	Colorant	Rouge allura AC	300	mg/kg
132	Colorant	Indigotine	300	mg/kg
133	Colorant	Bleu brillant FCF	150	mg/kg
140	Colorant	chlorophylle	BPF	
141i, ii	Colorant	Chlorophylles, complexes cupriques	500	mg/kg
141i, ii	Colorant	Chlorophylles, complexes cupriques	200	mg/kg
143	Colorant	Vert solide FCF	100	mg/kg
150a	Colorant	Caramel I - Nature	BPF	
150b)	Colorant	Caramel de sulfite caustique, Classe II	150	mg/kg
150c	Colorant	Caramel ammoniacal, Classe III	2000	mg/kg
150d	Colorant	Caramel au sulfite d'ammonium, Classe IV	2000	mg/kg
151	Colorant	Noir brillant BN	150	mg/kg
1520	Colorant	Propylene glycol	25000	mg/kg
155	Colorant	Brun HT	150	mg/kg
160a i,e,f	Colorant	Caroténoïdes	200	mg/kg
160a, ii	Colorant	Carotènes végétaux	BPF	
160b	Colorant	Extraits de rocou	100	mg/kg
161g	Colorant	Canthaxanthine	BPF	
162	Colorant	Rouge de betterave	BPF	
163ii	Colorant	Extrait de pellicule de raisin	100	mg/kg
170i	Stabilisant	Carbonate de calcium	BPF	
171	Colorant	Dioxyde de titane	BPF	
172 i-iii.	Colorant	Oxydes de fer	BPF	
263	Stabilisant	Acétate de calcium	BPF	
290	Gaz de conditionnement	Dioxyde de carbone	BPF	
331i	Stabilisant	Dihydrogéo-citrate de sodium	BPF	
331iii	Émulsifiant, stabilisant	Citrate de trisodium	BPF	
332i	Stabilisant	Dihydrogéo-citrate de potassium	BPF	
332ii	Stabilisant	Citrate tripotassique	BPF	
334; 335i, ii ; 336i,ii ; 337	Régulateur de l'acidité, stabilisant	TARTRATES	2000	mg/kg
338 ; 339 i-iii ; 340 i-iii ; 341i-iii 342 i, ii ; 343 ii, iii ; 450 i, iii, v, vi ; 451 i, ii ; 452 i, ii, iv, v	Régulateur de l'acidité, émulsifiant, stabilisant	Phosphates	8800	mg/kg
338 ; 339 i-iii ; 340 i-iii ; 341i-iii 342 i, ii ; 343 ii, iii ; 450 i, iii, v, vi ; 451 i, ii ; 452 i, ii, iv, v	Régulateur de l'acidité, émulsifiant, stabilisant	Phosphates	10500	mg/kg
352ii	Régulateur de l'acidité	Malate de calcium (D, L-)	BPF	
354	Régulateur de l'acidité	Tartrate de calcium, D,L-	BPF	

355	Régulateur de l'acidité	Acide adipique	BPF
355-357, 359	Régulateur de l'acidité	ADIPATES	6000 mg/kg
365	Régulateur de l'acidité	Fumarate de sodium	BPF
380	Régulateur de l'acidité	Citrate d'ammonium	BPF
383	Épaississants	Glycérophosphate de calcium	BPF
400	Stabilisant, épaississants	Acide alginique	BPF
401	Stabilisant, épaississants	Alginate de sodium	BPF
402	Stabilisant, épaississants	Alginate de potassium	BPF
403	Stabilisant, épaississants	Alginate d'ammonium	BPF
404	Stabilisant, épaississants	Alginate de calcium	BPF
405	Épaississant, émulsifiant	Alginate de propylène glycol	10000 mg/kg
406	Stabilisant, épaississants	Agar-agar	BPF
407	Stabilisant, épaississant	Carraghénane & ses sels Na, K, NH4 (y compris la furcellerane)	BPF
407a	Stabilisant, épaississants	Algues eucheuma transformées	BPF
410	Stabilisant, épaississants	Gomme de caroube	BPF
412	Stabilisant, épaississants	Gomme de guar	BPF
413	Émulsifiant, stabilisant, épaississant	Gomme de dragon (tragacathe)	BPF
414	Stabilisant, épaississant	Gomme arabique (gomme acacia)	BPF
415	Stabilisant, épaississant	Gomme de xanthane	BPF
416	Stabilisant, épaississant	Gomme de karaya	BPF
417	Stabilisant, épaississant	Gomme de tara	BPF
418	Stabilisant, épaississant	Gomme gellane	BPF
425	Épaississant	Farine de Konjac	BPF
432-436	Émulsifiant	Polysorbates	6000 mg/kg
440	Stabilisant, épaississant	Pectines	BPF
442	Émulsifiant	Acide phosphatidique, sels d'ammonium	5000 mg/kg
460	Émulsifiant	Cellulose	BPF
460i	Émulsifiant	Cellulose microcristalline	BPF
460ii	Émulsifiant	Cellulose en poudre	BPF
461	Émulsifiant, stabilisant, épaississant	Méthylcellulose	BPF
463	Émulsifiant, stabilisant, épaississants	Hydroxypropylcellulose	BPF
464	Émulsifiants stabilisant, épaississant	Hydroxypropylméthylcellulose	BPF
465	Stabilisant, épaississant, émulsifiant	Méthyléthylcellulose	BPF
466	Émulsifiant, stabilisant, épaississant	Carboxyméthylcellulose sodique	BPF
467	Émulsifiant, épaississant, stabilisant	Hydroxyéthyl cellulose éthylique	BPF
470	Stabilisant, émulsifiant	Sels d'acide myristique, palmitique et stéarique (NH4, Ca, K, Na)	BPF
470	Stabilisant, émulsifiant	Sels d'acide oléique (Ca, Na, K)	BPF
471	Émulsifiant, stabilisant	Mono- et diglycérides d'acides gras	BPF
472b	Stabilisant	Esters d'acides lactiques et d'acides gras de	BPF

		glycérol		
472e	Émulsifiant, stabilisant	Ester diacétyl-tartrique et d'acides gras de glycérol	10000	mg/kg
472f	Émulsifiant, stabilisant	Esters d'acide tartrique, acétique et d'acides gras de glycérol	BPF	
473	Émulsifiant	Esters d'acide tartrique, acétique et d'acides gras de sucrose	10000	mg/kg
474	Émulsifiant	Sucroglycérides	5000	mg/kg
475	Émulsifiant	Esters polyglycériques d'acides gras	10000	mg/kg
476	Émulsifiant	Esters polyglycériques d'acide ricinoléique interestérifiés	5000	mg/kg
477	Émulsifiant	Esters du propylène-glycol des acides gras	5000	mg/kg
481i, 482i	Émulsifiant, stabilisant	Stearoyl-2-lactylates	10000	mg/kg
491-495	Émulsifiant	Esters du sorbitane d'acides gras	5000	mg/kg
500i	Régulateur de l'acidité	Carbonate de sodium	BPF	
500iii	Régulateur de l'acidité	Sesquicarbonate de sodium	BPF	
501i	Régulateur de l'acidité, stabilisant	Carbonate de potassium	BPF	
501ii	Stabilisant	Carbonate acide de potassium	BPF	
503i	Régulateur de l'acidité	Carbonate d'ammonium	BPF	
504i	Régulateur de l'acidité	Carbonate de magnésium	BPF	
504ii	Régulateur de l'acidité	Carbonate acide de magnésium	BPF	
507	Régulateur de l'acidité	Acide chlorhydrique	BPF	
514	Régulateur de l'acidité	Sulfate de sodium	BPF	
515	Régulateur de l'acidité	Sulfate de potassium	BPF	
524	Régulateur de l'acidité	Hydroxyde de sodium	BPF	
525	Régulateur de l'acidité	Hydroxyde de potassium	BPF	
526	Régulateur de l'acidité	Hydroxyde de calcium	BPF	
527	Régulateur de l'acidité	Hydroxyde d'ammonium	BPF	
528	Régulateur de l'acidité	Hydroxide de magnésium	BPF	
529	Régulateur de l'acidité	Oxyde de calcium	BPF	
541i, ii	Régulateur de l'acidité, émulsifiant	Phosphate d'aluminium et de sodium	2000	mg/kg
575	Régulateur de l'acidité	Glucono-delta-lactone	BPF	
578	Régulateur de l'acidité	Gluconate de calcium	BPF	
580	Régulateur de l'acidité	Gluconate de magnésium	BPF	
636	Exaltateur d'arôme	MALTOL	200	mg/kg
637	Exaltateur d'arôme	Éthylmaltol	200	mg/kg
900a	Émulsifiant	Diméthylpolysiloxane	50	mg/kg
941	Gaz de conditionnement	Azote	BPF	
950	Édulcorant, exaltateur d'arôme	Potassium d'acesulfame	1000	mg/kg
951	Édulcorant, exaltateur d'arôme	Aspartame	3000	mg/kg
952	Édulcorant	CYCLAMATES	250	mg/kg
954	Édulcorant	Saccharine	200	mg/kg
955	Édulcorant	Sucralose	400	mg/kg
956	Édulcorant	Alitame	100	mg/kg
957	Édulcorant	Thaumatine	BPF	

965	Émulsifiant, stabilisant, édulcorant	Maltitol et sirop de maltitol	BPF
966	Édulcorant, émulsifiant	Lactitol	BPF
967	Édulcorant, émulsifiant, stabilisant, épaississant	Xylitol	BPF
968	Édulcorant	Érithrytol	BPF
1101iii	Stabilisant	Bromelaïne	BPF
1200	Stabilisant, épaississant	Polydextroses A et N	BPF
1400	Stabilisant, épaississant	Dextrines, amidon torréfié blanc et jaune	BPF
1401	Stabilisant, épaississant	Amidon traité à l'acide	BPF
1402	Stabilisant, épaississant	Amidon traité en milieu alcalin	BPF
1403	Stabilisant, épaississant	Amidon blanchi	BPF
1404	Épaississant	Amidon oxydé	BPF
1410	Stabilisant, épaississant	Phosphate de mono-amidon	BPF
1412	Stabilisant, épaississant	Diamidon	BPF
1413	Stabilisant, épaississant	Phosphate de diamidon phosphaté	BPF
1414	Épaississant	Phosphate de diamidon acétylé	BPF
1420	Stabilisant, épaississant	Amidon acétylé	BPF
1422	Stabilisant, épaississant	Adipate de diamidon acétylé	BPF
1440	Épaississant	Amidon hydroxypropyle	BPF
1442	Stabilisant, épaississant	Phosphate de diamidon hydroxypropylé	BPF
1450	Stabilisant, épaississant	Octényle succinate d'amidon sodique	BPF

**Laits fermentés non traités thermiquement (naturels)**

N° SIN	Catégories fonctionnelles	Substance	limite maximale	
260	Régulateur de l'acidité	Acide acétique glacial	BPF	
270	Régulateur de l'acidité	Acide lactique (L-, D- et DL-)	BPF	
290	Gaz de conditionnement	Dioxyde de carbone	BPF	
296	Régulateur de l'acidité	Acide malique (DL-)	BPF	
297	Régulateur de l'acidité	Acide fumarique	BPF	
326	Régulateur de l'acidité	Lactate de potassium	BPF	
330	Régulateur de l'acidité,	Acide citrique	1500	mg/kg
330	Régulateur de l'acidité,	Acide citrique	BPF	
331i	Régulateur de l'acidité, stabilisant	Dihydrogéo-citrate de sodium	BPF	
331iii	Régulateur de l'acidité stabilisant	Citrate de trisodium	1500	mg/kg
332i	Régulateur de l'acidité, stabilisant	Dihydrogéo-citrate de potassium	BPF	
332ii	Régulateur de	Citrate tripotassique	BPF	

	l'acidité, stabilisant			
334; 335i.,ii; 336i.,ii; 337	Régulateur de l'acidité, stabilisant	Tartrates	BPF	
338 ; 339 i-iii ; 340 i-iii ; 341i-iii ; 342 i, ii ; 343 ii, iii ; 450 i, iii, v, vi ; 451 i, ii ; 452 i, ii, iv, v ; 542	Régulateur de l'acidité, stabilisant,	Phosphates	200	mg/kg
338 ; 339 i-iii ; 340 i-iii ; 341i-iii ; 342 i, ii ; 343 ii, iii ; 450 i, iii, v, vi ; 451 i, ii ; 452 i, ii, iv, v ; 542	Régulateur de l'acidité, stabilisant	Phosphates	800	mg/kg
355-357, 359	Régulateur de l'acidité	Adipates	BPF	
400	Épaississant, stabilisant	Acide alginique	5000	mg/kg
401	Épaississant, stabilisant,	Alginate de sodium	5000	mg/kg
402	Épaississant, stabilisant	Alginate de potassium	5000	mg/kg
403	Épaississant, stabilisant	Alginate d'ammonium	5000	mg/kg
404	Épaississant, stabilisant,	Alginate de calcium	5000	mg/kg
405	Épaississant, émulsifiant	Alginate de propylène glycol	5000	mg/kg
406	Épaississant, stabilisant,	Agar-agar	5000	mg/kg
407	Épaississant, stabilisant	Carraghénane	5000	mg/kg
407a	Épaississant, stabilisant	Algues eucheuma transformées	5000	mg/kg
410	Épaississant, stabilisant	Gomme de caroube	5000	mg/kg
412	Épaississant, stabilisant	Gomme de guar	5000	mg/kg
413	Épaississant, stabilisant,	Gomme de dragon (tragacathe)	BPF	
414	Épaississant, stabilisant	Gomme arabique	5000	mg/kg
415	Épaississant, stabilisant	Gomme de xanthane	5000	mg/kg
416	Épaississant, stabilisant	Gomme de karaya	5000	mg/kg
417	Épaississant, stabilisant	Gomme de tara	BPF	
418	Épaississant, stabilisant,	Gomme gellane	BPF	
425	Épaississant	Farine de Konjac	BPF	
440	Épaississant, stabilisant,	Pectines (amidées et non amidées)	10000	mg/kg

461	Épaississant, stabilisant	Méthylcellulose	BPF	
463	Épaississant, stabilisant	Hydroxypropylcellulose	BPF	
464	Épaississant, stabilisant	Hydroxypropylméthylcellulose	BPF	
465	Épaississant, stabilisant,	Méthyléthylcellulose	BPF	
466	Épaississant, stabilisant, émulsifiant	Carboxyméthylcellulose sodique	BPF	
466	Épaississant, stabilisant	Carboxyméthylcellulose sodique	5000	mg/kg
470	Stabilisant	Sels d'acide myristique, palmitique et stéarique (NH <sub>4</sub> , Ca, K, Na)	BPF	
470	Stabilisant	Sels d'acide oléique (Ca, Na, K)	BPF	
471	Émulsifiant, stabilisant	Mono- et diglycérides	5000	mg/kg
472a	Stabilisant	Esters d'acides acétiques et d'acides gras de glycérol	BPF	
472b	Stabilisant	Esters d'acides lactiques et d'acides gras de glycérol	BPF	
472c	Stabilisant	Esters d'acides citriques et d'acides gras de glycérol	BPF	
472e	Stabilisant	Ester diacétyl-tartrique et d'acides gras de glycérol	BPF	
472f	Émulsifiant, stabilisant	Esters d'acide tartrique, acétique et d'acides gras de glycérol (mélangés)	BPF	
504i	Régulateur de l'acidité	Carbonate de magnésium	BPF	
504ii	Régulateur de l'acidité	Carbonate acide de magnésium	BPF	
507	Régulateur de l'acidité	Acide chlorhydrique	BPF	
528	Régulateur de l'acidité	Hydroxide de magnésium	BPF	
575	Régulateur de l'acidité	Glucono-delta-lactone	BPF	
941	Gaz de conditionnement	Azote	BPF	
965	Stabilisant	Maltitol et sirop de maltitol	50000	mg/kg
967	Stabilisant, épaississant	Xylitol	30000	mg/kg
1200	Stabilisant, épaississant	Polydextrose	BPF	
1400	Stabilisant, épaississant	Dextrines blanches et jaunes, amidon torréfié	BPF	
1401	Stabilisant, épaississant	Amidon traité à l'acide	BPF	
1402	Stabilisant, épaississant	Amidon traité en milieu alcalin	BPF	
1403	Stabilisant,	Amidon blanchi	BPF	

	épaississant		
1404	Stabilisant, épaississant	Amidon oxydé	BPF
1404	Épaississant	Amidon oxydé	BPF
1405	Épaississant	Amidon ayant subi un traitement enzymatique	BPF
1410	Stabilisant, épaississant	Phosphate de mono-amidon	BPF
1412	Stabilisant, épaississant	Phosphate de diamidon	BPF
1413	Stabilisant, épaississant	Phosphate de diamidon phosphaté	BPF
1414	Épaississant, épaississant	Phosphate de diamidon acétylé	BPF
1420	Épaississant	Amidon acétylé	BPF
1422	Stabilisant, épaississant	Adipate de diamidon acétylé	BPF
1440	Stabilisant, épaississant	Amidon hydroxypropyle	BPF
1442	Émulsifiant, épaississant	Phosphate de diamidon hydroxypropylé	BPF
1450	Stabilisant, épaississant	Octényle succinate d'amidon sodique	BPF

**Laits fermentés non traités thermiquement (aromatisés)**

N° SIN	Catégories fonctionnelles	Substance	Limite maximale
100i	Colorant	Curcumines	150 mg/kg
101i, ii	Colorant	Riboflavines	BPF
102	Colorant	Tartrazine	300 mg/kg
104	Colorant	Jaune de quinoléine	150 mg/kg
110	Colorant	Jaune orangé S	300 mg/kg
120	Colorant	Carmins	150 mg/kg
122	Colorant	Azorubine	150 mg/kg
123	Colorant	Amarante	300 mg/kg
124	Colorant	Ponceau 4R	150 mg/kg
127	Colorant	Erythrosine	300 mg/kg
128	Colorant	Rouge 2G	30 mg/kg
129	Colorant	Rouge allura AC	300 mg/kg
132	Colorant	Indigotine	300 mg/kg
133	Colorant	Bleu brillant FCF	150 mg/kg
140	Colorant	chlorophylle	BPF
141i, ii	Colorant	Chlorophylles, complexes cupriques	500 mg/kg
141i, ii	Colorant	Chlorophylles, complexes cupriques	200 mg/kg
143	Colorant	Vert solide FCF	100 mg/kg
150a	Colorant	Caramel I - Nature	BPF
150b	Colorant	Caramel de sulfite caustique, Classe II	150 mg/kg
150c	Colorant	Caramel ammoniacal, Classe III	2000 mg/kg
150d	Colorant	Caramel au sulfite d'ammonium,	2000 mg/kg

		Classe IV		
151	Colorant	Noir brillant BN	150	mg/kg
1520	Colorant	Propylene glycol	25000	mg/kg
155	Colorant	Brun HT	150	mg/kg
160a i,e,f	Colorant	Caroténoïdes	200	mg/kg
160a, ii	Colorant	Carotènes végétaux		BPF
160b	Colorant	Extraits de rocou	100	mg/kg
161g	Colorant	Canthaxanthine		BPF
162	Colorant	Rouge de betterave		BPF
163ii	Colorant	Extrait de pellicule de raisin	100	mg/kg
170i	Stabilisants	Carbonate de calcium		BPF
171	Colorant	Dioxyde de titane		BPF
172 i-iii.	Colorant	Oxydes de fer		BPF
181	Colorant, émulsifiant, stabilisant, épaississant	Acide tannique (tanins de qualité alimentaire)	400	mg/kg
200-203	Agent de conservation	Sorbats	1000	mg/kg
210-213	Agent de conservation	Benzoate	300	mg/kg
214, 216, 218	Agent de conservation	P-hydroxybenzoates	120	mg/kg
220-225, 227, 228, 539	Agent de conservation	Sulfites	100	mg/kg
234	Agent de conservation	Nisine	500	mg/kg
260	Agent de conservation	Acide acétique glacial)		BPF
261	Agent de conservation	Acétates de potassium		BPF
262i	Agent de conservation	Acétates de sodium		BPF
263	Stabilisant	Acétate de calcium		BPF
263	Agent de conservation	Acétate de calcium		BPF
280	Agent de conservation	Acide propionique		BPF
281	Agent de conservation	Propionate de sodium		BPF
282	Agent de conservation	Propionate de calcium		BPF
283	Agent de conservation	Propionate de potassium		BPF
290	Gaz de conditionnement	Dioxyde de carbone		BPF
331i	Stabilisant	Dihydrogéno-citrate de sodium		BPF
331iii	Émulsifiant, stabilisant	Citrate de trisodium		BPF
332i	Stabilisant	Dihydrogéno-citrate de potassium		BPF
332ii	Stabilisant	Citrate tripotassique		BPF
334; 335i, ii ; 336i,ii ; 337	Régulateur de l'acidité, stabilisant	Tartrates	2000	mg/kg
338; 339i -iii.; 340i -iii.; 341i -iii.; 342i, ii ; 343ii, iii.; 450i, iii.,451i, ii; 452i, ii,IV ;	Régulateur de l'acidité, émulsifiant, stabilisant	Phosphates	8800	mg/kg
338; 339i -iii.; 340i -iii.; 341i -iii ; 342i, ii ; 343ii, iii ; 450i, iii,451i, ii ; 452i, ii,IV ;	Régulateur de l'acidité, émulsifiant, stabilisant	Phosphates	10500	mg/kg

352ii	Régulateur de l'acidité	Malate de calcium (D, L-)	BPF
354	Régulateur de l'acidité	Tartrate de calcium, D,L-	BPF
355	Régulateur de l'acidité	Acide adipique	BPF
355-357, 359	Régulateur de l'acidité	Adipates	6000 mg/kg
365	Régulateur de l'acidité	Fumarate de sodium	BPF
380	Régulateur de l'acidité	Citrate d'ammonium	BPF
383	Épaississant	Glycérophosphate de calcium	BPF
400	Stabilisant, épaississant	Acide alginique	BPF
401	Stabilisant, épaississant	Alginate de sodium	BPF
402	Stabilisant, épaississant	Alginate de potassium	BPF
403	Stabilisant, épaississant	Alginate d'ammonium	BPF
404	Stabilisant, épaississant	Alginate de calcium	BPF
405	Épaississant, émulsifiant	Alginate de propylène glycol	10000 mg/kg
406	Stabilisant, épaississant	Agar-agar	BPF
407	Stabilisant, épaississant	Carraghénane & ses sels Na, K, NH4 (y compris la furcellerane)	BPF
407a	Stabilisant, épaississant	Algues eucheuma transformées	BPF
410	Stabilisant, épaississant	Gomme de caroube	BPF
412	Stabilisant, épaississant	Gomme de guar	BPF
413	Émulsifiant, stabilisant, épaississant	Gomme de dragon (tragacathe)	BPF
414	Stabilisant épaississant	Gomme arabique (gomme acacia)	BPF
415	Stabilisant, épaississant	Gomme de xanthane	BPF
416	Stabilisant, épaississant	Gomme de karaya	BPF
417	Stabilisant, épaississant	Gomme de tara	BPF
418	Stabilisant, épaississant	Gomme gellane	BPF
425	Épaississants	Farine de Konjac	BPF
432-436	Émulsifiant	Polysorbates	6000 mg/kg
440	Stabilisant, épaississant	Pectines	BPF
442	Émulsifiant	Acide phosphatidique, sel d'ammonium	5000 mg/kg
460	Émulsifiant	Cellulose	BPF
460i	Émulsifiant	Cellulose microcristalline	BPF
460ii	Émulsifiant	Cellulose en poudre	BPF
461	Émulsifiant, stabilisant, épaississant	Méthylcellulose	BPF
463	Émulsifiant, stabilisant, épaississant	Hydroxypropylcellulose	BPF
464	Émulsifiant, stabilisant, épaississant	Hydroxypropylméthylcellulose	BPF
465	Stabilisant, épaississant, émulsifiant	Méthyléthylcellulose	BPF
466	Émulsifiant, stabilisant, épaississant	Carboxyméthylcellulose sodique	BPF
467	Émulsifiant, épaississant, stabilisant	Hydroxyhyléthyl cellulose éthylique	BPF
470	Stabilisant, émulsifiant	Sels d'acide myristique, palmitique et stéarique (NH4, Ca, K, Na)	BPF
470	Stabilisant, émulsifiant	Sels d'acide oléique (Ca, Na, K)	BPF

471	Émulsifiant, stabilisant	Mono- et diglycérides d'acides gras	BPF	
472b	Stabilisant	Esters d'acides lactiques et d'acides gras de glycérol	BPF	
472e	Émulsifiant, stabilisant	Ester diacétyl-tartrique et d'acides gras de glycérol	10000	mg/kg
472f	Émulsifiant, stabilisant	Esters d'acide tartrique, acétique et d'acides gras de glycérol	BPF	
473	Émulsifiant	Esters d'acide tartrique, acétique et d'acides gras de sucrose	10000	mg/kg
474	Émulsifiant	Sucroglycérides	5000	mg/kg
475	Émulsifiant	Esters polyglycériques d'acides gras	10000	mg/kg
476	Émulsifiant	Esters polyglycériques d'acide ricinoléique interestérifiés	5000	mg/kg
477	Émulsifiant	Esters du propylène-glycol des acides gras	5000	mg/kg
481i, 482i	Émulsifiant, stabilisant	Stearoyl-2-lactylates	10000	mg/kg
491-495	Émulsifiant	Esters du sorbitane d'acides gras	5000	mg/kg
500i	Régulateur de l'acidité	Carbonate de sodium	BPF	
500iii	Régulateur de l'acidité	Sesquicarbonate de sodium	BPF	
501i	Régulateur de l'acidité, stabilisants	Carbonate de potassium	BPF	
501ii	Stabilisant	Carbonate acide de potassium	BPF	
503i	Régulateur de l'acidité	Carbonate d'ammonium	BPF	
504i	Régulateur de l'acidité	Carbonate de magnésium	BPF	
504ii	Régulateur de l'acidité	Carbonate acide de magnésium	BPF	
507	Régulateur de l'acidité	Acide chlorhydrique	BPF	
514	Régulateur de l'acidité	Sulfate de sodium	BPF	
515	Régulateur de l'acidité	Sulfate de potassium	BPF	
524	Régulateur de l'acidité	Hydroxyde de sodium	BPF	
525	Régulateur de l'acidité	Hydroxyde de potassium	BPF	
526	Régulateur de l'acidité	Hydroxyde de calcium	BPF	
527	Régulateur de l'acidité	Hydroxyde d'ammonium	BPF	
528	Régulateur de l'acidité	Hydroxide de magnésium	BPF	
529	Régulateur de l'acidité	Oxyde de calcium	BPF	
541i, ii	Régulateur de l'acidité, émulsifiant	Phosphate d'aluminium et de sodium	2000	mg/kg
575	Régulateur de l'acidité	Glucono-delta-lactone	BPF	
578	Régulateur de l'acidité	Gluconate de calcium	BPF	
580	Régulateur de l'acidité	Gluconate de magnésium	BPF	
636	Exaltateur d'arôme	MALTOL	200	mg/kg
637	Exaltateur d'arôme	Éthylmaltol	200	mg/kg
900a	Émulsifiant	Diméthylpolysiloxane	50	mg/kg
941	Gaz de conditionnement	Azote	BPF	
950	Édulcorant, exaltateur d'arôme	Potassium d'acesulfame	1000	mg/kg
951	Édulcorant, exaltateur d'arôme	Aspartame	3000	mg/kg
952	Édulcorant	CYCLAMATES	250	mg/kg

954	Édulcorant	Saccharine	200 mg/kg
955	Édulcorant	Sucralose	400 mg/kg
956	Édulcorant	Alitame	100 mg/kg
957	Édulcorants	Thaumatine	BPF
965	Émulsifiant, stabilisant, édulcorant	Maltitol et sirop de maltitol	BPF
966	Édulcorant, émulsifiant	Lactitol	BPF
967	Édulcorant, émulsifiant, stabilisant, épaississant	Xylitol	BPF
968	Édulcorant	Érithrytol	BPF
1101iii	Stabilisant	Bromelaïne	BPF
1200	Stabilisant, épaississant	Polydextroses A et N	BPF
1400	Stabilisant, épaississant	Dextrines, amidon torréfié blanc et jaune	BPF
1401	Stabilisant, épaississant	Amidon traité à l'acide	BPF
1402	Stabilisant, épaississant	Amidon traité en milieu alcalin	BPF
1403	Stabilisant, épaississant	Amidon blanchi	BPF
1404	Épaississant	Amidon oxydé	BPF
1410	Stabilisant, épaississant	Phosphate de mono-amidon	BPF
1412	Stabilisant, épaississant	Diamidon	BPF
1413	Stabilisant, épaississant	Phosphate de diamidon phosphaté	BPF
1414	Épaississant	Phosphate de diamidon acétylé	BPF
1420	Stabilisant, épaississant	Amidon acétylé	BPF
1422	Stabilisant épaississant	Adipate de diamidon acétylé	BPF
1440	Épaississant	Amidon hydroxypropyle	BPF
1442	Stabilisant, épaississant	Phosphate de diamidon hydroxypropylé	BPF
1450	Stabilisant, épaississant	Octényle succinate d'amidon sodique	BPF



## Mise au point d'une technique de production de kéfir lacté à Madagascar

Par : **Soafaratiana RAMPARANY**

Encadré par : Dr. Ing. **Jean Marie RAZAFINDRAJONA**

# RÉSUMÉ

La politique laitière à Madagascar vise l'amélioration de la consommation des produits laitiers. Le Kéfir lacté est un lait fermenté qui a des propriétés et des vertus intéressantes pour la santé humaine. Une consommation régulière de kéfir améliore l'état général de la santé. C'est ainsi qu'il est recommandé pour tous sujets bien portants ou non, et de tous âges. Mais ce produit est encore peu connu à Madagascar. Cette étude a pour but de mettre au point une technique de production locale de kéfir. La principale matière première utilisée est le lait de vache pasteurisé, standardisé à 3,5% de MG. Les essais de production, ainsi que les analyses de la qualité des produits finis, ont été réalisés au laboratoire de la société TIA d'Andranomanelatra. Les grains de kéfir ont été revivifiés et stabilisés au bout de 15 jours d'ensemencement. Le kéfir fabriqué contient  $10^5$  à  $10^9$  UFC/ml de FAMT et  $2,8 \cdot 10^5$  à  $2,44 \cdot 10^{10}$  UFC/ml de levures. Le kéfir se compose de lactose, d'acide lactique, d'un peu d'éthanol et de composés aromatiques. Les optimisations effectuées en terme de rendement et de qualité ont porté des effets positifs sur le rendement, la texture et le goût. Le kéfir moyen a un pourcentage d'acceptabilité de 50%, et 89% des sujets l'ont trouvé Agréable, 51% l'ont classé en première place de l'épreuve de classement. Le kéfir se conserve bien pendant 24 jours à 4°C. Les grains de kéfir se séchent en 86h dans un milieu sec et aérobie à 25°C. Les recommandations concernent l'étude de faisabilité d'une unité de production et le lancement des produits sur le marché.

*Mots clés: lait de vache, lait fermenté, grains de kéfir, fermentation, séchage des grains, optimisation, TIA Madagascar.*