

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abderrahmane MIRA de BEJAIA
Faculté des Sciences de la nature et de la vie
Département des sciences alimentaires

Mémoire de Fin de Cycle

*En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état
en Contrôle de Qualité et Analyse*

Thème :

***Suivi des paramètres physico-chimiques de
deux laits fermentés l'ben industriel et l'ben
traditionnel***

Réalisé par :

- ✓ M^r AMRANE Sofiane.
- ✓ M^r BENDRIS Djamai.



Membres de jury :

- ✓ **Président :** M^{me} BENZAOUZ.L
- ✓ **Examinatrice :** M^{me} GUEMGHAR.H
- ✓ **Examinatrice :** M^{me} TAMENDJARIS
- ✓ **Promotrice :** M^{me} BENACHOUR.K



Nos remerciements

Au terme de ce travail de recherche qui est le résultat

De nos efforts. Il nous est

Agréable également, d'exprimer nos sincères remerciements

*A notre promotrice M^{me} Ben Achour .K qui nous a accompagné durant des
mois*

*Partageant nos difficultés, nos inquiétudes, nous
encourageant*

A persévérer sans relâche ; pour l'honneur qu'elle nous a fait en nous

Encadrant et pour ses fructueux conseils qui ont été un grand secours

Pour l'achèvement de ce mémoire que nous sommes fières de soutenir

Aujourd'hui devant vous.

Nous adressons nos remerciements infiniment à M^{me} BENAZZOUZ.L

D'avoir accepté de présider le jury.

Nous voudrions aussi remercier M^{me} GUEMGHAR.H et

M^{me} TAMENDJARI.S

Les examinatrices

Enfin, nous remercions à travers ce travail tous ceux qui ont participé de près

Ou de loin à la réalisation de ce mémoire de fin de cycle.

Merci à tous



Dédicaces

Grâce à notre bonne volonté, notre acharnement, Dieu tout puissant nous a donné la force et le courage pour la réalisation de ce mémoire.

Nous dédions ce travail à nos très chers parents pour toute l'affection qu'ils nous ont donné, leur soutien moral et financier.

.Nos grands parents

.Nos frères et sœurs

.Nos oncles et tantes

.Nos cousins et cousines

. Tous nos amis et tous ceux qui nous sont chers.

Djamai



Dédicaces

Grâce à notre bonne volonté, notre acharnement, Dieu tout puissant nous a donné la force et le courage pour la réalisation de ce mémoire.

Nous dédions ce travail à nos très chers parents pour toute l'affection qu'ils nous ont donné, leur soutien moral et financier.

.Nos grands parents

.Nos frères et sœurs

.Nos oncles et tantes

.Nos cousins et cousines

. Tous nos amis et tous ceux qui nous sont chers.

Sofiane

Liste des tableaux

Tableau I: Les normes utilisés dans la fabrication du l'ben..... 10

Tableau II: La qualité nutritionnelle du l'ben 12

Tableau III: Propriétés physico-chimique du l'ben..... 12

Tableau IV: Les modifications du l'ben au cours du stockage..... 13

Tableaux en annexes

Tableau I: Les résultats physico-chimiques pour le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué pendant le stockage à la température 10°C

Tableau II: Les résultats physico-chimiques pour le l'ben pasteurisé 100% lait de vache pendant le stockage à la température 10°C

Tableau III: Les résultats physico-chimiques pour le l'ben traditionnel pendant le stockage à la température 10°C

Liste des figures

Figure 1: Les différentes étapes de la fabrication du l'ben industriel	11
Figure 2: Evolution du pH en fonction du temps.....	17
Figure 3: Evolution de l'acidité en fonction du temps.....	21
Figure 4: Evolution de l'acidité en fonction du pH (l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué)	23
Figure 5: Evolution de l'acidité en fonction du pH (l'ben traditionnel)	24
Figure 6: Evolution de l'acidité en fonction du pH (l'ben pasteurisé 100% lait de vache)	24
Figure 7: Evolution de la densité en fonction du temps	25
Figure 8: Evolution de la densité en fonction du pH (l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué).....	27
Figure 9: Evolution de la densité en fonction du pH (l'ben traditionnel)	27
Figure 10: Evolution de la densité en fonction du pH (l'ben pasteurisé 100% lait de vache)	27
Figure 11: Evolution de la densité en fonction de l'acidité (l'ben pasteurisé 100% lait de vache)	28
Figure 12: Evolution de la densité en fonction de l'acidité (l'ben traditionnel)	28
Figure 13: Evolution de la densité en fonction de l'acidité (l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué).....	28

Liste des abréviations

°C	: Degré Celsius
°D	: Degré Dornic
AFNOR	: Association Française de Normalisation
Ca	: Calcium
CaCO₃	: Carbonate de Calcium
CO₂	: Dioxyde de Carbone
Cu	: Cuivre
d	: densité
h	: heure
H₂O₂	: Peroxyde d'hydrogène
J	: Jour
J.O.R.A	: Journal Officiel de la République Algérienne
Mg	: Magnésium
MG	: Matière Grasse
MGLA	: La Matière Grasse Laitière Anhydre
min	: minute
N	: Normal
NaCl	: Chlorure de Sodium

NaOH : Hydroxyde de Sodium

NF : Norme Française

pH : Potentiel d'hydrogène

Ppm : Partie par million

S : Seconds

Vitamine B1 : Thiamine

Vitamine B2 : Riboflavine

Vitamine B6 : Pyridoxine

Sommaire

Introduction	1
---------------------------	---

Synthèse bibliographique

I -Lait fermenté

I-1-Généralités	2
I-2-Définition.....	2
I-3-La fermentation.....	2
I-3-1-La lactofermentation.....	2
I-3-2-L'avantages de la lactofermentation	2
I-4-Les principaux types du lait fermenté.....	3
I-4-1-Le yaourt.....	3
I-4-2-Le raïb.....	3
I-4-3-Le kéfir.....	4
I-4-4-Le koumis.....	4
I-4-5-Le l'ben.....	4
I-5-L'intérêt nutritionnel du lait fermenté	4
I-6-Les bactéries lactiques des ferments.....	5
I-7- Les propriétés des bactéries lactiques.....	5
I-7-1- La production de l'acide lactique	5
I-7-2-La production des composants aromatisants	6
I-7-3-L'activité protéolytique	6
I-7-4-L'activité lipolytique	6
I-7-5-La production des agents épaississants.....	6
I-7-6-L' activité inhibitrice	6

I-8-Les critères de choix des bactéries lactiques	6
II- L’ben	
II-1-Généralités.....	7
II-1-1-Le l’ben traditionnel	7
II-1-2-Le l’ben industriel	7
II-2-Les matières utilisées dans la fabrication du l’ben.....	7
II-2-1-Le lait cru.....	7
II-2-2-La poudre de lait.....	7
II-2-3-L’eau.....	8
II-2-4-La matière grasse laitière anhydre.....	8
II-3-Le procédé technologique de fabrication du l’ben industriel	8
II-3-1-La réception du lait cru.....	8
II-3-2-La préparation du lait	8
II-3-3-Le développement de la fermentation.....	10
II-3-4-Le conditionnement et stockage	11
II-4-Le procédé de fabrication du l’ben traditionnel	11
II-5-La qualité du l’ben.....	12
II-5-1-La qualité nutritionnelle du l’ben	12
II-6-Les propriétés physico-chimiques du l’ben.....	12
II-7-Les modifications du l’ben au cours du stockage	13

Partie expérimentale

I-Matériels et méthodes

I-1-L’échantillonnage	14
I-1-1-Le principe	14

I-1-2-Les compositions de chaque échantillon analysé	15
I-2-Les analyses physico-chimiques.....	16
I-2-1-La détermination du pH	16
I-2-2-L'acidité titrable /libre	16
I-2-3-La température.....	17
I-2-4-La détermination de la densité	17
II-Résultats et discussions	
II-1-L'evolution du pH en fonction du temps.....	18
II-1-1-L'evolution du pH en fonction du temps pour le l'ben industriel à base du lait reconstitué	19
II-1-2-L'evolution du pH en fonction du temps pour le l'ben industriel à base 100% lait de vache	19
II-1-3-L'evolution du pH en fonction du temps pour le l'ben traditionnel.....	19
II-2-L'evolution de l'acidité en fonction du temps.....	20
II-2-1-Pour le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué.....	20
II-2-2-Pour le l'ben pasteurisé 100% lait vache	20
II-2-3-Pour le l'ben traditionnel.....	23
II-3-L'evolution de l'acidité en fonction du pH	23
II-4-L'evolution de la densité en fonction du temps	25
II-5-L'evolution de la densité en fonction du pH et l'acidité	26
Conclusion	30

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

Les laits fermentés sont préparés depuis long temps en Asie centrale, dans les pays méditerranéens et dans la plupart des régions d'élevage où ils constituent un mode de protection et de conservation du lait grâce à l'abaissement du pH. Longtemps restés traditionnels, certains de ces produits connaissent depuis quelques années un développement considérable grâce, d'une part, à l'utilité qu'y trouvent les consommateurs, et d'autre part, au progrès technique qu'a connu l'industrie laitière.

En Algérie, la production totale de lait cru en 2012, est de 3,088 milliards de litres, contre 2,92 milliards de litres en 2011. Ainsi, le taux de collecte reste insuffisant pour satisfaire la demande locale, près de 40% sont couverts par les importations (un volume importé de produits laitiers qui est plus de 361.000 tonnes, en 2012). Enfin, les produits laitiers les plus consommés en Algérie sont : le yaourt, le l'ben et le raib (**Mohamede, 2013**).

En effet, le rêve de tout producteur est de garantir une longue conservation du produit au cours du stockage. Cependant, toute interruption de la chaîne du froid, risque de dégrader la qualité du produit.

Dans le but d'évaluer les paramètres physico-chimiques de deux types de l'ben produits localement, le l'ben traditionnel et le l'ben industriel; conservés à 10°C pendant un mois; un suivi est réalisé au laboratoire des analyses physico-chimiques des aliments de l'université de Bejaïa.

Le travail présent est scindé en deux parties:

Une synthèse bibliographique dans laquelle des notions sur le lait, le lait fermenté et le l'ben sont présentés.

Une partie pratique qui renferme la méthodologie du travail et la discussion des résultats obtenus.

Enfin, une conclusion générale est développée.

Synthèse bibliographique

I - Lait fermenté

I-1-Généralités

Tous les laits fermentés résultent du développement des germes particuliers modifiant les composants normaux du lait. L'acide lactique produit à partir du lactose contenu dans le lait permet la coagulation du lait et confère une saveur acide aux produits. Les caractéristiques propres des différents laits fermentés sont dues à la variation particulière de certains facteurs, tels que la composition du lait, la température d'incubation ou les ferments utilisés (**Boudier, 1990**).

Ces produits fermentés sont fortement prisés en raison de leur facilité de conservation puisque leur pH acide inhibe une grande proportion des micro-organismes de dégradation ainsi que la plupart des pathogènes (**Vignola, 2002**).

L'origine géographique du lait fermenté est l'Asie centrale mais on les retrouve dans toutes les zones d'élevages. Quelques-uns des produits traditionnels (laits fermentés), sont passés au stade de la fabrication industrielle au début du XX^e siècle, pour la création de nouveaux laits fermentés, mettant en œuvre des micro-organismes différents de ceux qui existent dans les produits traditionnels (**Hermier et Acolas, 1989**).

I-2-Définition

La dénomination « lait fermenté » est réservée aux produits laitiers préparés à partir de différents types de laits (écrémé, concentré, en poudre), ayant subi un traitement thermique au moins équivalent à la pasteurisation,ensemencés avec des micro-organismes appartenant à l'espèce ou aux espèces caractéristiques de chaque produit. La coagulation des laits fermentés ne doit pas être réalisée par d'autre moyen que l'activité des micro-organismes qui sont utilisées (**J.O.R.A, 1993**).

I-3-La fermentation

I-3-1-La lactofermentation

La fermentation lactique correspond à la transformation du lactose du lait en acide lactique, sous l'action des micro-organismes septiques appelés bactéries lactiques. Elle s'accompagne des modifications biochimiques, physico-chimiques et organoleptiques du produit (**AFNOR, 2001**).

I-3-2-L'avantages de la lactofermentation

L'avantage de la fermentation lactique est d'abord d'augmenter la stabilité du produit, par inhibition des altérations microbiennes et enzymatiques éventuelles et par

conséquent, d'allonger sa durée de conservation et obtenir un produit sain, c'est-à-dire exempt de micro-organismes pathogènes. Enfin, elle confère aux produits obtenus des propriétés nutritionnelles et organoleptiques particulières (texture, arôme, saveur) (AFNOR, 2001).

I-4-Les principaux types du lait fermenté

Il existe un grand nombre de laits fermentés qui diffèrent par leur matière première, leur flore microbienne, leur technologie, leur texture, leur goût et leur durée de conservation. Certains sont voisins, mais présentés sous des noms variés. Parmi ces types de produits on trouve :

I-4-1-Le yaourt

Le yaourt est un produit laitier coagulé, obtenu par la fermentation lactique grâce au développement des seules bactéries lactique thermophiles spécifiques dites *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*ensemencés simultanément. Ces deux micro-organismes doivent se retrouver vivants et abondants dans le produit final, qui au moment de la vente au consommateur, ne doit pas contenir moins de 0,7g d'acide lactique pour 100g de lait (J.O.R.A, 1993).

I-4-2-Le raïb

Peut être produit du lait cru ou du lait en poudre. Les levains lactiques dégradent le lactose en acide lactique et confèrent par la suite, une acidité favorable à la conservation du produit et à la coagulation de la caséine qui forme un gel avec très peu d'exsudation du lactosérum. Parmi les types de raïb :

a) Le raïb traditionnel

C'est un lait fermenté, obtenu par acidification naturelle d'un lait cru à une température ambiante. La coagulation est obtenue ou résulte de la flore microbienne originelle et de contamination, avec ou sans additions des acides organiques (citron, vinaigre), pendant une durée variée selon la saison entre 24 heures à 72 heures (Guerzani, 2003).

b) Le raïb industriel

C'est un lait entier ou écrémé, pasteurisé, fermenté, obtenu par la fermentation naturelle après ensemencement par des levains lactiques. La coagulation est obtenue par l'activité des ferments lactiques, avec ou sans addition de substances coagulantes (présure, pepsine) pendant une durée de 20 heures à 24 heures à 37°C (Guerzani, 2003).

I-4-3-Le kéfir

C'est un lait fermenté alcoolisé, avec un goût fortement acide et de légers arômes de levures et d'alcool. Il est le fruit d'une fermentation lactique par lactobacilles, streptocoques et d'une levure qui transforme le lactose en alcool. On le retrouve en Asie du sud-ouest, en Europe de l'est (**Vignola, 2002**).

I-4-4-Le koumis

C'est aussi un lait fermenté alcoolisé auquel on ajoute 2,5% de sucre et est souvent consommé sous forme de boisson. On utilise généralement comme ferment un mélange symbiotique de *Lactobacillus delbruekii ssp bulgaricus* et de levures du genre *Saccharomyces* (**Vignola, 2002**).

I-4-5- Le l'ben

L'ben est un lait fermenté, résultant du développement de certains microorganismes qui dégradent le lactose en acide lactique ou dans certains cas en alcool éthylique ce qui fait de lui un lait acidifié (**Veisseryre, 1979**).

I-5-L'intérêt nutritionnel du lait fermenté

Le lait fermenté a des avantages technologiques, tels que : l'amélioration du goût, de l'arôme, de texture et de la stabilité du produit. De nombreux effets bénéfiques résultent des bactéries lactiques, notamment des effets nutritionnels et thérapeutiques (**Drouaut, 2001**).

Les produits laitiers fermentés sont reconnus comme source importante de protéines digestibles, vitamine A, Ca (67%), fer (6%), cuivre, zinc, magnésium (15-20%) et de phosphore (39%) (**Debry, 2001 ; Martin, 2003**).

Le dosage du « Ca » et du « Mg » solubles dans les laits fermentés montre que quel que soit la souche bactérienne utilisée, on observe une augmentation de la solubilité de ces minéraux, donc de leur biodisponibilité. La biodisponibilité des sels minéraux, permet une meilleure assimilation du Ca que dans le lait (**Duplus et al., 1994**).

Le calcium intervient directement dans la constitution de la masse osseuse et dans la protection contre la fragilisation des os (**Anonyme 1, 2004**).

Les avantages nutritionnels comprennent une amélioration de la digestibilité des protéines et de la matière grasse, suite à la libération des acides aminés et des acides gras par les bactéries lactiques. L'homogénéisation rend également la matière grasse du lait plus digeste et la teneur en vitamines hydrosolubles augmente (B₁, B₂, B₆ et acide folique) à partir de la synthèse des bactéries lactiques (**Feiuet, 1998**).

I-6-Les bactéries lactiques des ferments

Comme toutes les bactéries, les bactéries lactiques sont des micro-organismes vivants et unicellulaires (procaryotes), hétérotrophes et chimio-organotrophes, très répandus dans la nature puisqu'elles se reproduisent rapidement, on les trouve notamment dans le sol et le lait. Elles sont incluses dans un groupe hétérogène réuni plusieurs genres ayant la faculté de produire une quantité d'acide lactique résultant de leur métabolisme fermentaire saccharo-lytique (**Benkerrbum et al., 2000**).

Les bactéries lactiques peuvent avoir différentes formes : sphériques (coques/genre *Streptococcus*, *Lactococcus*), en bâtonnets (bacilles/genres *Lactobacillus*). La plupart des bactéries lactiques ont une coloration de Gram positive, généralement immobiles, non sporulées, anaérobies et aérotoles. Elles sont distinguées par leurs températures optimales de croissances. Les ferments lactiques dits mésophiles se développent bien entre 25°C et 35°C et les autres ferments lactiques dits thermophiles entre 37°C et 47°C (**Dellaglio et al., 1994 ; Vignola, 2002**).

Parmi les genres des bactéries lactiques ayant comme habitat le lait : *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Aerococcus* et *Enterococcus* (**FIL, 1991**).

I-7- Les propriétés des bactéries lactiques

I-7-1- La production de l'acide lactique

La production de l'acide lactique, est l'une des principales fonctions des bactéries lactiques en technologies laitières, car cet acide organique permet de concentrer et de conserver la matière sèche du lait, en intervenant comme coagulant et antimicrobien (**Schmidt et al., 1994**).

L'acidification résulte de la dégradation d'une partie du lactose du lait en acide lactique. En effet en présence de B-galactosidase, enzyme sécrété par les bactéries lactiques, le lactose est hydrolysé en glucose et galactose (**Bourgeois et al., 1996**).

Le galactose s'accumule et le glucose est transformé en acide pyruvique par l'ensemble des réactions de glycolyse de la cellule. Enfin l'acide pyruvique est transformé en acide lactique (**Alias et Liden, 1997**).

La production de l'acide lactique a pour effet de diminuer le pH du lait, dès que celui-ci atteint le point isoélectrique de la caséine (pH =4,6) : il y a formation d'un caillé dont la fermeté et la viscosité dépendent du pH final et de l'activité protéolytique des souches (**Mahout et al., 2000**).

I-7-2-La production des composants aromatisants

En plus de la production de l'acide lactique, les bactéries lactiques produisent une quantité plus ou moins importante de composés secondaires, tel que : le diacétyle, acétaldéhyde, l'éthanol, le gaz carbonique et l'acide formique, ces composés participent au développement de la saveur et de l'arôme du produit laitier (**Schmidt et al., 1994**).

I-7-3-L'activité protéolytique

Pour satisfaire leurs besoins en acides aminés, les bactéries doivent dégrader la fraction protéique du lait constitué de caséines et de protéines sériques. Leur système protéolytique est constitué de deux types d'enzymes distincts: les protéases et les peptidases, leurs activités varient en fonction des facteurs physico-chimiques (**Frederikson, 1996**).

I-7-4-L'activité lipolytique

Cette activité lipolytique est très faible obtenue par certains micro-organismes comme *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus*. Grâce à leur lipase, ils peuvent dégrader la matière grasse et les acides gras libres du lait et entraînent l'apparition d'odeur rance dans le produit laitier (**Vignola, 2002**).

I-7-5- La production des agents épaississants

Certaines bactéries lactiques utilisent les sucres pour produire des molécules plus grosses appelées des polysaccharides qui jouent le rôle d'agent de texture et donne au produit fini des caractères rhéologiques particuliers portant notamment sur la viscosité (**Ferderikson, 1996**).

I-7-6-L'activité inhibitrice

Les bactéries lactiques sont connues et utilisées pour les propriétés antagonistes qu'elles développent. Ces propriétés sont dues aux principaux métabolites excrétés, acides lactiques, autres acides organiques, diacétyle, éthanol, peroxyde d'hydrogène (H₂O₂), mais surtout aux bactériocines que certaines bactéries sont capables de synthétiser (**Ferderikson, 1996**).

I-8- Les critères de choix des bactéries lactiques

Dans la plupart des procédés industriels de transformation du lait, les bactéries lactiques présentes dans le lait cru sont détruites lors de la pasteurisation. Elles doivent être réintroduites par des ferments composés des souches préalablement sélectionnées, suivant des critères d'aptitude technologique et organoleptique : acidification, production des composants

de saveur et d'arôme, dégradation des protéines, résistance aux bactériophages (Schmidt *et al.*, 1994).

II- L'ben

II-1-Généralités

La plupart des laits fermentés « l'ben » et avant d'être introduits en bactériothérapie moderne, ont été connus et utilisés comme des aliments depuis longtemps.

Le l'ben est préparé à partir de lait cru provenant de toutes les espèces animales, principalement des brebis, des chèvres et des vaches ou à partir du lait en poudre (lait écrémé ou lait en poudre partiellement écrémé). C'est un produit liquide de saveur piquante et agréable qui contient un peu d'alcool et d'acide lactique dus à la transformation des éléments de base. La méthode de fabrication diffère selon les lieux, mais la base reste la même (Boudier, 1990).

II-1-1-Le l'ben traditionnel

C'est un lait fermenté, préparé traditionnellement et généralement à partir du lait des chèvres, des brebis ou des vaches. (Oteng-Gyang, 1984).

II-1-2-Le l'ben industriel

Ce produit est fabriqué industriellement depuis 1970, il est obtenu à partir du lait cru ou reconstitué. Dans les pays où la production laitière est faible, on utilise fréquemment du lait reconstitué. Ce produit contient plus de matière grasse, de protéines et d'extrait sec total que le l'ben traditionnel, mais il est moins acide (Anonyme 2, 1993).

II-2-Les matières utilisées dans la fabrication du l'ben

II-2-1-Le lait cru

Le maintien du lait dans des citernes propres et la conservation dans le réfrigérateur juste après la traite peuvent retarder l'augmentation de la charge microbienne initiale et éviter la multiplication des micro-organismes dans le lait entre la traite à la ferme et le transport vers l'usine de transformation (Adesiyun, 1994 ; Bonfoh *et al.*, 2003).

II-2-2-La poudre de lait

Les poudres de lait sont des produits résultant de l'enlèvement partiel de l'eau du lait. On répartit les poudres de lait en trois groupes:

Poudre de lait écrémé (MG ≤ 1,2%) ; sa fabrication nécessite un écrémage du lait cru à 50-60°C avec des séparateurs centrifugeurs, la crème obtenue se transforme en beurre.

Poudre de lait entier (MG \geq 26%) ; obtenue par l'élimination de l'eau du lait entier, par un processus d'évaporation et de séchage.

Poudre de lait partiellement écrémé (1,3% \leq MG \leq 25,9%) ; sa fabrication est similaire à celle de la poudre de lait écrémé.

(Vignola, 2002)

II-2-3-L'eau

Selon **Bylund (1995)**, il doit être dépourvu de micro-organismes pathogènes et d'un niveau de dureté acceptable $\text{CaCO}_3 < 100$ mg/l. Une teneur excessive en matière inorganique menace l'équilibre des sels du produit reconstitué ou recombinaison ce qui pose des problèmes au niveau de la pasteurisation. Trop de cuivre ou de fer dans l'eau peut introduire des goûts atypiques à cause de l'oxydation de la matière grasse. Les niveaux maximaux recommandés sont par conséquent : Cu 0,05 mg/l, Fe 0,1 mg/l.

II-2-4-La matière grasse laitière anhydre (MGLA)

Dans la majorité des cas, les usines de reconstitution utilisent des huiles de beurre ou des matières grasses laitières anhydres (MGLA). Cette dernière ne peut être obtenue qu'à partir du lait frais, par le stade crème ou beurre non maturé alors que les huiles de beurre sont fabriquées à partir du beurre de stockage. La MGLA et les huiles de beurre ont une composition voisine, le taux d'humidité maximale est de 0.1%, la teneur en matière grasse minimale est de 99.8%, les acides gras libres sont au maximum de 0.3%, la teneur maximale en cuivre est de 0.05ppm, la teneur maximale en fer est de 0.2 ppm (**Cherrey, 1980**).

II-3-Le procédé technologique de fabrication du l'ben industriel (figure1)

II-3-1-La réception du lait cru

Lors de l'arrivée des citernes du lait cru à l'unité laitière et avant la réception, un échantillon est prélevé pour estimer sa qualité physico-chimique (**JORA, 1993**).

Le lait cru peut être utilisé directement pour fabriquer le l'ben à base 100% lait cru ou recombinaison avec le lait en poudre (entier et écrémé) pour fabriquer le l'ben reconstitué, le choix de ces deux variétés de l'ben dépend de la quantité disponible en lait cru.

II-3-2-La préparation du lait

Cette opération comprend les étapes suivantes :

a) La reconstitution

les opérations de reconstitution ou de recombinaison sont à distinguer selon qu'il s'agit d'addition d'eau à une seule ou plusieurs matières premières déshydratées, poudre de lait entier avec poudre de lait écrémé et pour obtenir un lait de matière grasse désirée. La température recommandée est de 35/45°C. A cette température, la poudre possède une meilleure mouillabilité et dissolvabilité (**Avezard et Lablee, 1990**).

b) Le préchauffage

Le lait est préchauffé à une température (63-65°C/15S) inférieure à la température de pasteurisation, pour inhiber provisoirement la croissance des bactéries (**Gosta, 1995**).

c) Le dégazage

Cette opération a pour but de permettre une meilleure homogénéisation et d'éliminer une partie des odeurs caractéristiques des laits reconstitués. Le dégazage se fait généralement à 75°C avec une chute de température de l'ordre de 8 à 10°C (**Avezard et Lablee, 1990**).

d) La standardisation

La standardisation peut se faire en cuve ou en continu. Il s'agit de mélanger du lait écrémé, du lait entier ou encore de la crème dans les proportions calculées pour en arriver au pourcentage de matière grasse désiré dans le mélange (**Vignola, 2002**).

e) L'homogénéisation

Elle présente l'avantage de stabiliser l'émulsion de la matière grasse uniformément dispersée dans tout le liquide, en plus, elle donne au lait une saveur caractéristique et une texture plus douce et plus onctueuse pour la même teneur en matière grasse dans le lait, en plus réduire sa sensibilité à l'oxydation de la matière grasse (**Vignola, 2002**).

L'homogénéisation se fait entre 60 et 70°C et à une pression de 100-250 bars (**Gosta, 1995**).

f) La pasteurisation

Elle se fait dans un échangeur à plaque à une température 90°C/30S (**Cheftel, 1976**).

g) Le refroidissement

Le lait ainsi pasteurisé est ramené à la température d'ensemencement des bactéries lactiques mésophiles, entre 22-26°C.

II-3-3-Le développement de la fermentation

Appelée généralement phase d'acidification, elle comporte trois étapes :

a) L'ensemencement

C'est l'inoculation des souches caractéristiques du produit, il doit se faire à un taux suffisamment élevé, pour obtenir une acidification désirée (**Boudier, 1990**).

L'ensemencement se fait par des bactéries lactiques homofermentaires (Lactobacilles, *Streptococcus lactis* et *Streptococcus cremoris*), les bactéries lactiques permettent la transformation de plus de 90% du lactose en acide lactique, alors que dans le cas des bactéries lactiques hétérofermentaires (Leuconostoc) environ 50% du lactose est converti en acide lactique, le reste donne des produits divers comme le dioxyde de carbone et l'éthanol (**Goursaud, 1985**).

b) L'incubation

La phase d'incubation correspond au développement de l'acidité dans le produit, elle dépend de deux facteurs, la température et la durée. On choisira une température proche de la température de développement des micro-organismes d'ensemencement (**Boudier, 1990**).

Tableau I: Les normes utilisées dans la fabrication du l'ben (**Stoutz, 1986**).

Temps (h)	Température (°C)	Quantité de levains (%g/100ml)
18	20-23	3
12	23-25	2
6-8	32	2
3-4	42- 44	2

c) Le refroidissement ou l'arrêt de la fermentation

Lorsque l'acidité atteint un certain seuil (75-85°D), la fermentation est arrêtée par la diminution de la température jusqu'à 5°C (**Boudier, 1990**).

II-3-4-Le conditionnement et stockage

Le lait refroidi passe à la conditionneuse ou se fait le remplissage des bouteilles en plastique à un volume d'un litre et qui seront ensuite transférées dans une chambre froide à 6°C.

La figure suivante montre les différentes étapes de la technologie du l'ben.

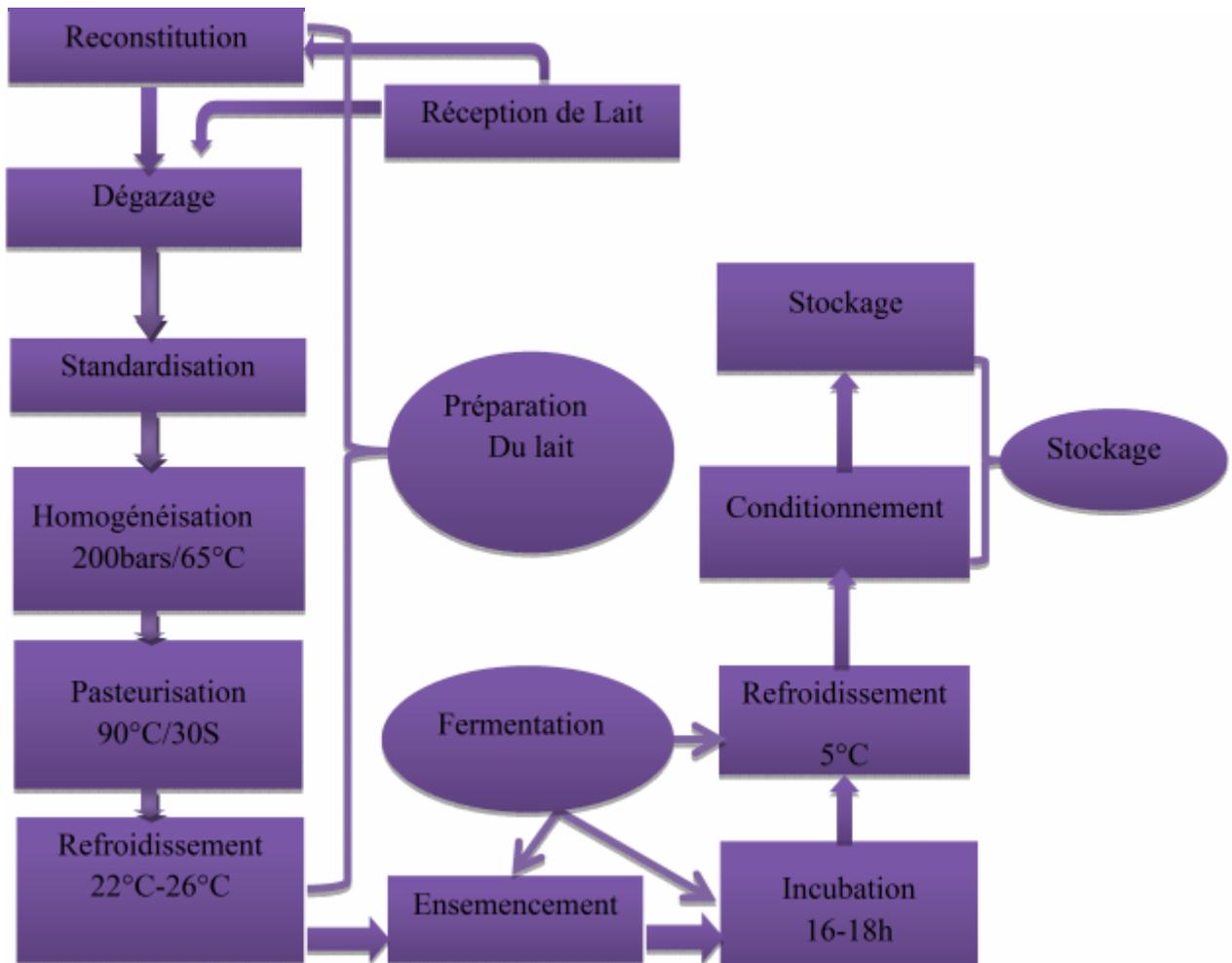


Figure1: Les différentes étapes de la fabrication du l'ben industriel (Avezard et Lablee, 1990).

II-4-Le procédé de fabrication du l'ben traditionnel

Le l'ben traditionnel est un lait fermenté, apprécié par les consommateurs pour son goût frais, acide et son arôme incomparable. Ces caractéristiques sont principalement liées à l'activité des bactéries lactiques de type mésophile.

La préparation du l'ben se fait avec la coagulation acide du lait raib dans un intervalle de temps de 24 à 72h selon la saison. Le raib peut être consommé en tant que tel ou soumis à l'écémage pour obtenir le l'ben et le beurre frais. Le barattage est effectué manuellement

dans la peau d'une chèvre ou brebis appelé chekoua. La peau est traitée pour former un sac imperméable avec des différentes ouvertures. L'écémage est effectué la matinée. La chekoua est à moitié pleine de raib et agitée vigoureusement pendant environ une demi-heure.

La formation de l'agrégation des globules de gras (beurre), nécessite généralement l'ajout de l'eau, qui peut être chaude ou froide selon la température du lait, le beurre frais est enlevé en un seul morceau. Le liquide résiduel à la fin de ce processus est appelé « l'ben », actuellement le barattage manuel traditionnel est remplacé par l'utilisation de machines électriques permettant de réduire l'effort physique et d'augmenter l'hygiène (Claps et Morone, 2010).

II-5-La qualité du l'ben

L'obtention reproductible de produit d'excellente qualité gustative, nutritionnelle et sanitaire est le principal problème qui rencontre les industriels et les producteurs artisanaux. En effet, de nombreux paramètres influent sur le bon déroulement de la fermentation :

La matière première, dont la qualité varie considérablement en fonction des saisons, de l'origine et de la manière qu'avec ces matières ont été traitées avant leur transformation. Les micro-organismes qui peuvent se développer naturellement ou êtreensemencés.

(Renault, 1998)

II-5-1-La qualité nutritionnelle du l'ben

Tableau II: La qualité nutritionnelle du l'ben

La composition	L'ben industriel g/100g	L'ben traditionnel g/100g
Protéines	3,7	2,26
Glucides	2,9	2,69
Lipides	4,9	1,8

II-6-Les propriétés physico-chimiques du l'ben

Tableau III: Propriétés physico-chimique du l'ben

Propriétés	pH	L'acidité (°D)	L'extrait sec total (g/l)
L'ben industriel (J.O.R.A, 1993).	4,40 à 4,60	75 à 85	109 à 111
L'ben traditionnel (Boubekri et al., 1984).	3,8 à 4,7 (moyenne 4,24)	63 à 110 (moyenne 81,6)	79,8 à 100,5 (moyenne 88,96)

II-7-Les modifications du l'ben au cours du stockage

Les modifications du l'ben au cours du stockage sont regroupées sous 3 catégories principales et qui sont : la modification du gout, de l'apparence et de la texture (tableau VI).

Tableau IV: Les modifications du l'ben au cours du stockage

Les types de modification	Les défauts	Les causes
Le gout	L'acidité excessive (Boudier, 1990 ;Weber, 1994).	-Maturation trop poussée du lait. -Conservation du produit à température élevée.
	L'amertume (Moller, 2000).	-Hydrolyse des caséines.
La texture	Trop liquide (Boudier, 1990).	-Mauvaise incubation (temps trop faible). -La teneur en matière sèche trop faible.
	La texture granuleuse (boudier, 1990).	-Teneur en matière grasse trop élevée. -Mauvais choix dans les ferments.
L'apparence	La décantation (synérèse) (Boudier, 1990).	-Température trop élevée pendant le stockage. -La teneur en matière sèche trop faible.
	La production du gaz (boudier, 1990).	-Contamination par les levures ou les coliformes.

Partie expérimentale

I-Matériels et méthodes

L'ben est un produit pasteurisé ou non, acidulé par les altérations physico-chimiques, bactériologiques et sensorielles. Mais une variation de la température et de la durée de stockage du produit, sont des facteurs susceptibles d'engendrer des modifications des propriétés organoleptiques et physico-chimiques (**Luquet, 1994**).

Pour cela un suivi de l'évolution des paramètres physico-chimiques a été réalisé, pour deux types de l'ben, depuis leur production jusqu'à leur date limite de consommation (DLC), qui est de 30 jours du 12/03/2013 jusqu'au 11/04/2013.

I-1-L'échantillonnage

Le contrôle légal de la qualité et de la conformité de lait et les produits laitiers est une étape primordiale avant toute analyse qui est l'échantillonnage représentatif qui permet l'extrapolation des résultats d'analyses à tout un lot de production.

I-1-1-Le principe

L'échantillonnage a pour finalité de déduire la valeur des caractéristiques d'un lot de produit à base des observations sur une partie du lot.

Pour notre étude, afin de déterminer l'évolution de la qualité du l'ben au cours de sa conservation, 3 différents types sont collectés de la région de Bejaia, 2 de l'industrie Soummam : l'un est le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué, l'autre est le l'ben pasteurisé 100% lait de vache, le 3^{ème} échantillon est le l'ben traditionnel.

Nos échantillons sont prélevée sur le marché après trois jours de leurs productions pour le l'ben industriel et le premier jour pour le l'ben traditionnel, qui sont transportés dans une glacière dont la température est inférieure à 5°C jusqu'au laboratoire d'analyse et soumis une étude physico-chimique. Ces produits sont destinée à être conserver à 10°C. L'opération est répétée deux fois à des dates différentes.

- Les jours de l'analyse physico-chimiques sont représentés sur l'axe suivant :

$\overline{\text{J} \quad \text{J}+2 \quad \text{j}+5 \quad \text{j}+8 \quad \text{j}+11 \quad \text{j}+14 \quad \text{j}+17 \quad \text{j}+20 \quad \text{j}+23 \quad \text{j}+26 \quad \text{j}+29 \rightarrow}$
Jour de production

I-1-2-Les compositions de chaque échantillon analysé

a) **L'ben pasteurisé 100% lait de vache** : c'est un lait fermenté partiellement écrémé pasteurisé contient les ingrédients suivant ; lait partiellement écrémé, ferments lactiques.

b) **L'ben pasteurisé à base de lait reconstitué** : c'est un lait fermenté partiellement écrémé pasteurisé contient les ingrédients suivant; lait reconstitué partiellement écrémé, épaississant : E1442, ferments lactiques.

c) **L'ben traditionnel** : c'est un lait cru qui n'a subit aucun traitement thermique, fermenté naturellement contient les ingrédients suivant ; lait cru de vache, l'eau de source, ferments lactiques.

I-2-Les analyses physico-chimiques

I-2-1-La détermination du pH

a) Le principe

La mesure du pH est réalisée à l'aide d'un pH-mètre, qu'est un appareil électronique muni d'une électrode qui renferme une solution aqueuse acide, comporte une membrane de verre spéciale perméable aux ions hydrogènes. La différence entre l'électrode et les protons du l'ben est convertie en une différence du potentiel électrique. Le pH mètre transforme cette différence de potentiel en unités du pH (**Vignola, 2002**).

b) Le mode opératoire

Avant de prendre les mesures, on nettoyée l'électrode du pH-mètre (Hanna) figure 2 avec de l'eau distillée et on le sèche par un papier buvard. En suit on y introduit l'électrode dans un bécher contient un volume nécessaire de l'ben jusqu'à stabilisation de la valeur du pH.

c) **La lecture** : La valeur de pH du produit analyse est lue directement sur le pH-mètre est exprimée par deux chiffres après la virgule.

I-2-2-L'acidité titrable/libre

a) Le principe

La mesure de l'acidité titrable, est exprimée en °D, est la quantité d'acide lactique contenue dans un litre de l'ben. Son principe se base sur le titrage de l'acidité par une solution alcaline d'hydroxyde de sodium (NaOH) 1/9 N, en présence d'un indicateur coloré de pH, la phénolphtaléine (1%).



b) Le mode opératoire

Dans un erlenmeyer, on verse, à l'aide d'une pipette 10 ml de l'ben et quelques gouttes de l'indicateur coloré phénophtaléine à 1%. Au moyen d'une burette, un volume nécessaire de solution alcaline est versée goutte à goutte au l'ben avec une agitation, jusqu'à l'obtention d'un virage rose clair qui correspond au pH de 8,3. On arrête le titrage et on prélève le volume de chute de burette (**figure3**).

c) L'expression des résultats

L'acidité en degré Dornic (°D) est exprimée comme suit :

$$\text{Acidité (°D)} = V \cdot 10$$

V : volume de la chute de burette en ml.

(NF V 04-369, 1994)

I-2-3-La température

Elle est mesurée à l'aide d'un thermomètre pour vérifier si le l'ben est conservé à une température convenable qui est de 10°C.

I-2-4-La détermination de la densité**a) Le principe**

Elle se fait directement à l'aide d'une fiole de 100ml séchée, à température 20 °C. Elle consiste à estimer le rapport entre la masse d'une quantité de l'ben et le volume occupé par la même masse par rapport à la masse volumique d'eau.

b) Le mode opératoire

100 ml de l'ben sont versés dans une fiole de 100 ml séchée, avec une pipette, puis on pèse la masse du l'ben avec une balance, après avoir tarer la masse de la fiole vide.

c) L'expression des résultats

➤ On calcule la masse volumique du l'ben comme suit :

$$\rho = \frac{M_f - M_{f_0}}{V}$$

➤ La densité du l'ben est exprimé comme suit :

$$d = \frac{\rho}{\rho_0}$$

ρ : La masse volumique du l'ben.

ρ_0 : La masse volumique d'eau.

M_{f_0} : La masse de la fiole vide.

M_f : La masse de la fiole remplie.

d : La densité du l'ben.

II-Résultats et discussions

Les résultats des analyses physico-chimiques des trois échantillons du l'ben (l'ben traditionnel, l'ben industriel pasteurisé à base 100% lait de vache et l'ben industriel pasteurisé à base du lait reconstitué) qu'on a obtenu pendant un mois de stockage à température 10°C sont représentées dans les figures comme suit (de la figure 2 jusqu'à la figure 13) :

II-1-L'evolution du pH en fonction du temps (figure 2)

D'après les résultats de la figure 2, lors du stockage des produits à 10°C, on révèle que :

- Pour le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué, la valeur du pH mesurée au 3^{ème} jour est de (4.44), cette valeur est conforme à la norme indiquée par le **J.O.R.A (1993)** qui appartient à l'intervalle [4.40-4.60] ; Lors du stockage de ce produit, la mesure du pH diminue progressivement jusqu'à (4.20) à la fin de la période de validité du produit. Cette valeur est légèrement inférieure à la norme (4.40). La limite inférieure du PH dicté par les normes est atteinte au bout de 9 jours de stockage à température de 10°C.
- Pour le l'ben pasteurisé 100% lait de vache, la variation du pH est presque la même que celle du l'ben à base du lait reconstitué.
- Pour le l'ben traditionnel, la valeur du pH mesurée au 1^{er} jour est de (4.25), cette valeur est identique aux résultats de **Boubekri et al., (1984)** qu'ils ont obtenu d'après l'analyse de 64 échantillons du l'ben traditionnel qui est en moyenne de pH=4.24. D'après les résultats que nous avons obtenu, cette valeur moyenne du pH est atteinte au bout du 3^{ème} jour de stockage, donc on peut conclure que le l'ben traditionnel possède une durée de conservation très courte par rapport au l'ben industriel.

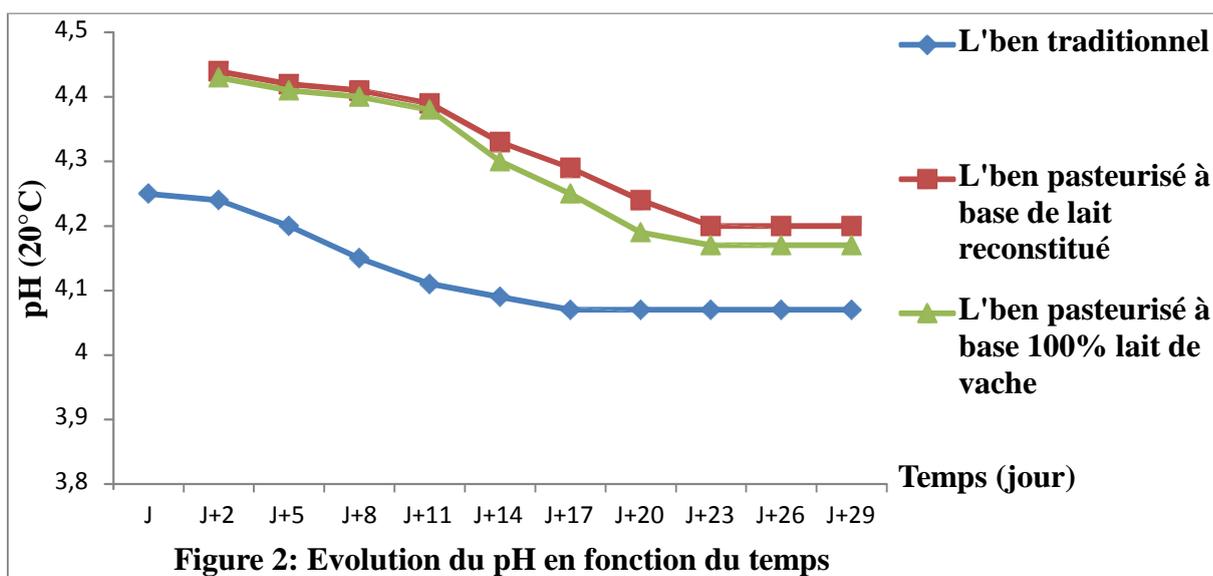


Figure 2: Evolution du pH en fonction du temps

D'après les résultats que nous avons obtenu (ce qui concerne les mesures du pH pour les trois produits stockés à la température 10°C), l'allure des trois courbes est semblable dans le nombre des phases mais la différence est dans la durée de la phase pour chaque produit.

II-1-1-L'evolution du pH en fonction du temps pour le l'ben industriel à base du lait reconstitué (figure 2)

1^{ère} phase: j+2.....j+11, cette phase est caractérisé par une longue durée et une légère diminution de pH pendant 12 jours de stockage à une température constante 10°C.

2^{ème} phase: j+11.....j+23, cette deuxième phase est caractérisé par une diminution rapide de pH pendant 12 jours de stockage jusqu'à ce que $\text{pH} = 4.20$.

3^{ème} phase: j+23.....j+29, cette dernière phase est caractérisé par une courte durée et un pH constant ($\text{pH} = 4.20$) pendant 6 jours jusqu'à la date limite de consommation.

II-1-2-L'evolution du pH en fonction du temps pour le l'ben industriel à base 100% lait de vache (figure 2)

L'allure de cette courbe est presque identique à celle de la courbe du l'ben industriel à base du lait reconstitué, la différence existe au début du j+2 ($\text{PH} = 4.3$) et à la fin du j+29 ($\text{PH} = 4.17$) mais la durée et le nombre des phases sont identiques.

II-1-3-L'evolution du pH en fonction du temps pour le l'ben traditionnel (figure 2)

1^{ère} phase j.....j+2: cette première phase est caractérisée par une courte durée et une légère diminution du pH mesuré pendant le stockage.

2^{ème} phase j+2.....j+17: c'est une longue phase qui dure 17 jours, durant cette phase la mesure du pH décroît avec une vitesse considérablement plus importante que celle des deux variétés du l'ben industriel jusqu'au $\text{pH} = 4.07$

3^{ème} phase j+17.....j+29: elle se caractérise par la stabilité du $\text{pH} = 4.07$; la variation du PH tend vers 0.

Chaque type de micro-organismes possède une température de croissance optimale dont le stockage à une température basse des produits permet de ralentir les altérations et les

proliférations brutales avant la DLC de ces produits, l'activité de ces bactéries se diffère d'un produit à un autre et dépend de certaines conditions physico-chimiques tel que le pH, la température, la composition du produit (manque des facteurs de croissance) et encore les caractères propres aux bactéries notamment leur état physiologique. Selon les différentes variétés des produits, chaque micro-organisme présente une courbe de croissance caractéristique (**Veisseyre, 1979 ; Vignola, 2002**)

On note :

➤ **La première phase :** d'après nos analyses et les résultats observés pour les trois échantillons de l'ben, les valeurs du pH obtenues pendant cette phase qui dure 12 jours pour les deux échantillons du l'ben industriel et 3 jours pour le l'ben traditionnel, nous avons constaté une meilleure adaptation pour ce dernier, cette différence résulte de la composition du milieu et du pH initiaux des produits.

Cette première phase correspond à la phase latence de croissance des bactéries, durant cette phase le taux de croissance est presque nul, ce qui se traduit par l'adaptation des bactéries aux compositions du milieu, au pH de chaque produit et à la température de stockage, selon ces facteurs, cette phase varie d'un produit à un autre de 2 heures à quelques jours (**Veisseyer, 1979**),

➤ **La deuxième phase :** la multiplication des micro-organismes (les bactéries lactiques) basée sur la transformation du lactose en acide lactique comme source d'énergie pour le fonctionnement de leur métabolisme cellulaire fondamental. Ainsi au fur et à mesure, une multiplication rapide correspond à l'augmentation de l'acidité et l'abaissement du pH du milieu. le pH diminue car la quantité de l'acide lactique augmente et le produit devient alors de plus en plus acide.

La différence des valeurs du pH entre les trois échantillons du l'ben, ne s'explique que par la charge microbienne initiale des produits, le l'ben traditionnel ne subit aucun traitement thermique, donc possède une charge microbienne plus que le l'ben industriel qui subit un traitement de pasteurisation permettant de réduire sa charge microbienne.

Cette deuxième phase des courbes obtenues pour chaque produit correspond à la phase exponentielle, le taux de croissance dans cette phase est maximal, c'est le temps de génération qui est minime, cette augmentation brutale de croissance est une caractéristique des micro-organismes qui elle-même dépend de la concentration des produits en nutriments, la nature des germes, du pH et surtout du type de l'aliment (**Veisseyre, 1979**).

➤ **La dernière phase :** durant cette phase, le milieu devient de plus en plus acide tout en assistant à un manque des facteurs de croissance et une accumulation des déchets résultants de métabolisme microbien, ce milieu devient donc défavorable pour la croissance des bactéries et engendre ainsi une stabilisation de la valeur du pH durant cette phase jusqu'au dernier jour.

On remarque une stabilisation rapide du pH du l'ben traditionnel à partir du j+17 par rapport au deux l'bens industriels qui ne se stabilisent qu'à partir du j+20, puisque les facteurs de croissance du milieu est insuffisante par rapport au nombre important des bactéries dans le l'ben traditionnel, par contre les deux variétés du l'ben industriel comportent une quantité des facteurs de croissance convenable avec le nombre des bactériesensemencées dans ce dernier. La dernière phase des courbes d'évolution du pH en fonction du temps pour les trois échantillons du l'ben correspond aux deux dernières phases de croissance des bactéries comme suit :

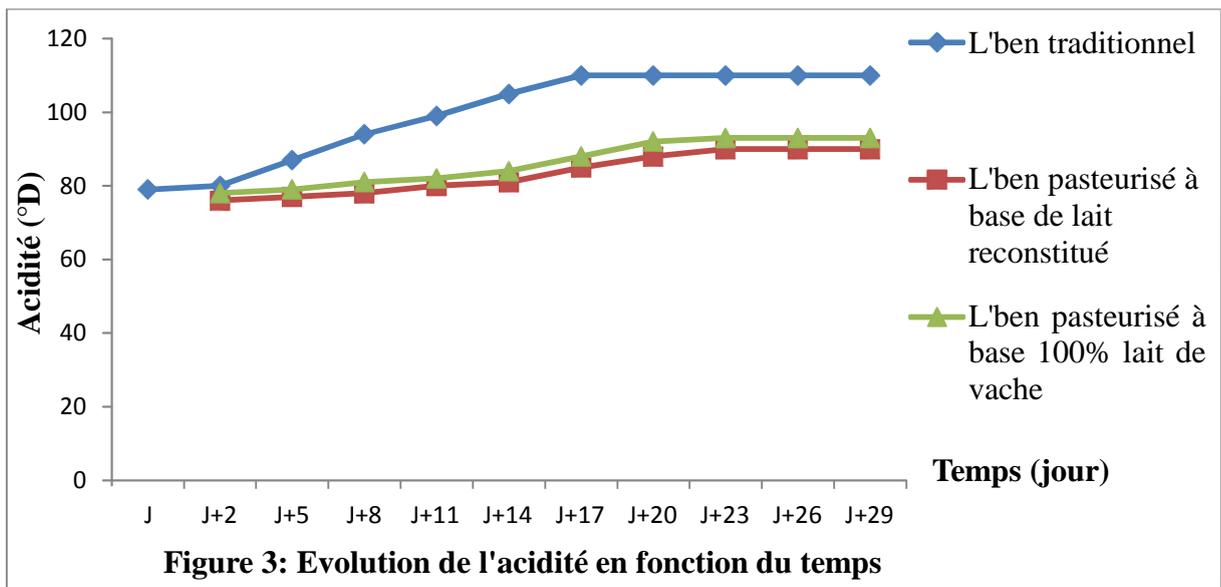
➤ **Une phase stationnaire :** Le milieu devient de moins en moins favorable à la croissance des micro-organismes, le nombre de cellules viable reste constant à une valeur maximale, ce phénomène se traduit par l'équilibre entre le nombre des bactéries qui se multiplient et le nombre des bactéries qui meurent, ou par la persistance des bactéries sans multiplication, qui sont dus à l'accumulation de déchets, l'épuisement en nutriments et l'abaissement du pH (Veisseyre, 1979).

➤ **Une phase de déclin :** Les bactéries ne se multiplient plus durant cette phase, elles meurent progressivement et se décomposent par le phénomène d'autolyse (Veisseyre, 1979).

II-2-L'evolution de l'acidité en fonction du temps (figure 3)

D'après les résultats de l'acidité obtenus, on relève que :

Au 1^{er} jour, le l'ben traditionnel a une acidité de 79°D, le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué a une acidité au 3^{ème} jour de 76°D et le l'ben pasteurisé 100% lait de vache a une acidité au 3^{ème} jour de 78°D; Cette variabilité de l'acidité est due à la différence entre les procédés de fabrication et la matière première de chaque produit. Les résultats obtenus de l'évolution de l'acidité en fonction du temps sont représentés dans la figure (3):



D'après la figure 3, l'allure des trois courbes est semblable dans le nombre des phases mais la différence dans la durée de la phase pour chaque produit.

II-2-1-Pour le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué (figure 3)

L'augmentation de l'acidité se traduit par une courbe de croissance qui a une allure d'une hyperbole. Cette courbe est subdivisée en 3 phases essentielles:

1^{ère} phase j+2.....j+14: Cette première phase est caractérisée par une augmentation de l'acidité avec une vitesse très lente pour atteindre une acidité de 81°D.

2^{ème} phase j+14.....j+23: Durant cette phase l'acidité augmente plus rapidement jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur maximale de 90°D.

3^{ème} phase j+23.....j+29: Cette dernière phase est caractérisée par la stabilisation de l'acidité à une valeur constante de 90°D.

II-2-2-Pour le l'ben pasteurisé 100% lait vache (figure 3)

L'allure de cette courbe est presque identique à celle du l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué.

II-2-3-Pour le l'ben traditionnel (figure 3)

Pour la courbe de cette variété on observe une grande différence par rapport à celles des deux autres, dans chaque phase comme suit :

1^{ère} phase: Cette phase est caractérisée par une courte durée de 3 jours dont la vitesse d'augmentation de l'acidité est presque la même par rapport aux autres produits, pour atteindre une valeur d'acidité de 80°D.

2^{ème} phase j+3.....j+17: Cette phase est caractérisée par une augmentation importante de l'acidité en une vitesse plus prononcée jusqu'à une valeur maximale de 110°D, qui est plus importante par rapport à celle des autres produits.

3^{ème} phase j+17.....j+29: Cette dernière phase montre une stabilité de l'acidité à une valeur maximale de 110°D et qui reste constante durant cette phase.

Dans la 1^{ère} phase de la courbe, les ferments utilisés entrent très lentement en réaction d'acidification dans les deux l'bens industriels durant 15 jours, puisque les conditions du milieu ne leur permettent pas une meilleure augmentation pendant ces jours de stockage, contrairement au l'ben traditionnel, les ferments entrent très rapidement dans ces réactions d'acidification pendant un intervalle de temps de 3 jours. Dans la 2^{ème} phase on remarque une augmentation de l'acidité en fonction du temps plus rapide pour le l'ben traditionnel par rapport aux autres variétés du l'ben industriel, jusqu'à atteindre une valeur maximale pour les trois produits de 110°D pour le l'ben traditionnel, 90°D pour le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué et de 93°D pour le l'ben pasteurisé 100% lait de vache. Ces valeurs maximales de l'acidité restent constantes jusqu'au dernier jour du stockage; cette acidité évolue selon la formule suivante en fonction du temps

$$A = A_{\max} \cdot t / K + t$$

A : Acidité en degré dornic.

A_{max} : Acidité maximale.

t : Le temps.

K : Constante.

Cette formule traduit l'augmentation de l'acidité en fonction du temps, indiquant que **A_{max}** reste constant lorsque « t » augmente (**Bertrand, 2011**).

Ce phénomène est dû au fait que presque tout le lactose du l'ben est dégradée, cette acidité permet de contrôler fortement le développement des micro-organismes.

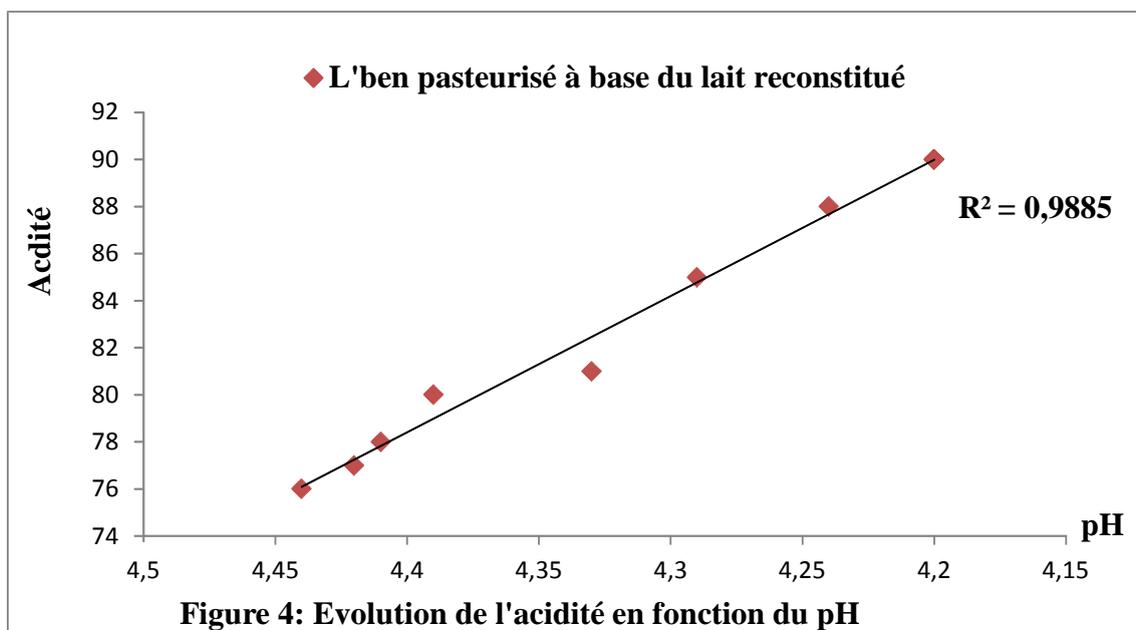
L'acidité inhibe la croissance des bactéries en général, à l'exception de la flore lactique, la croissance des levures et moisissures n'est ralentie qu'à des acidités très fortes toutefois leur caractère aérobie limite leur prolifération, la principale conséquence de l'acidification est l'augmentation de la concentration d'acide lactique dans le milieu, qui signifie la diminution du pH de celui-ci (**Tamagnini et al., 2006**).

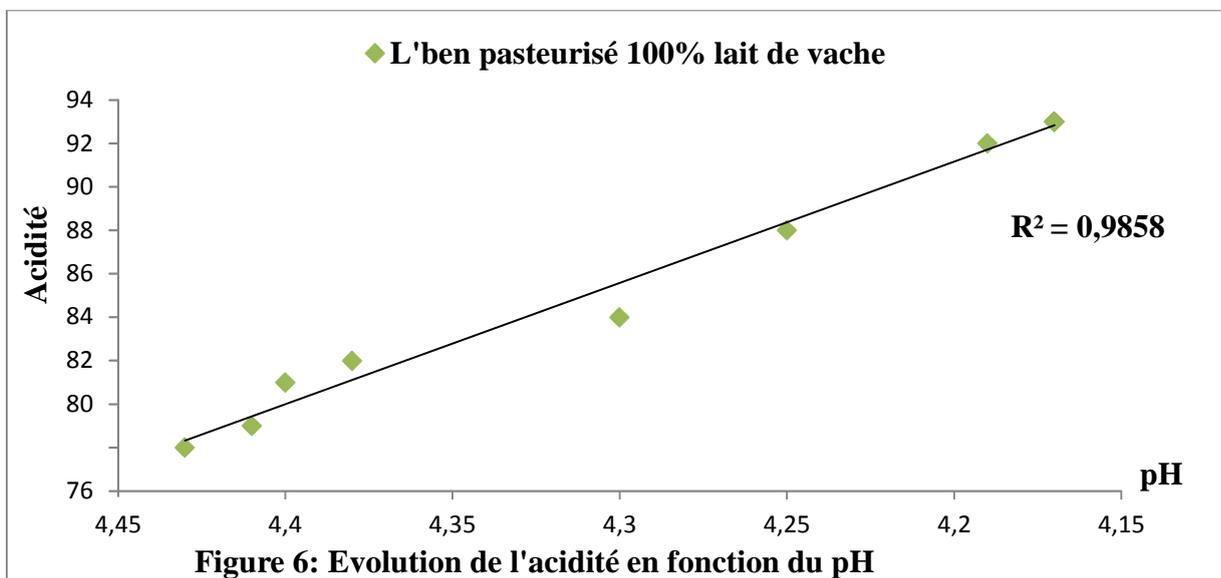
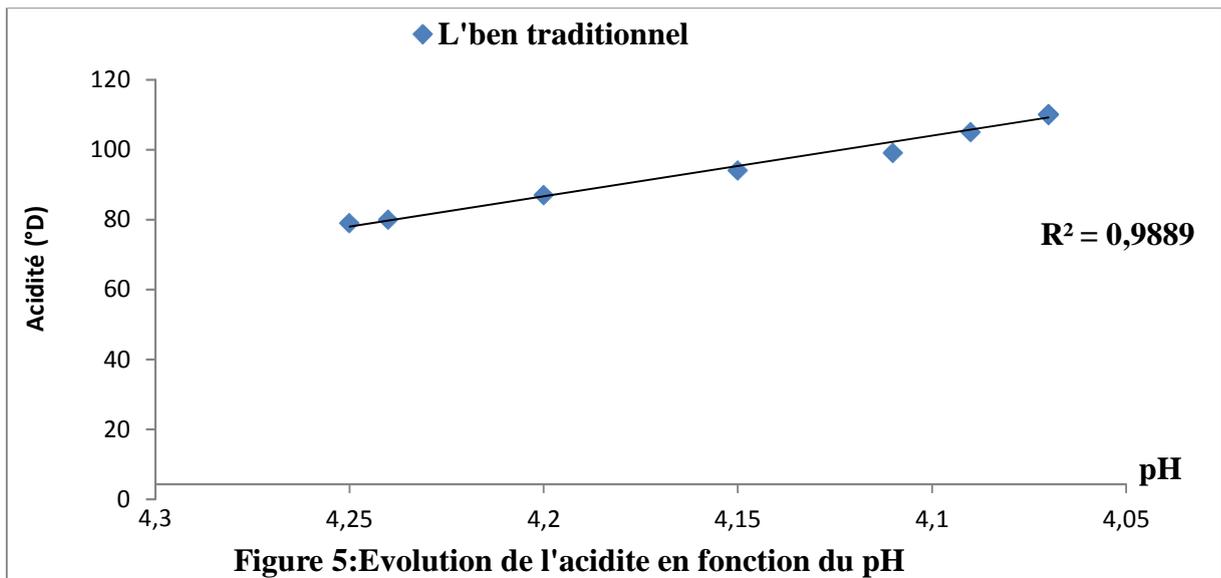
Une bonne croissance des bactéries lactiques augmente la qualité sanitaire du produit, en effet l'acidification rapide entraîne un empêchement de la multiplication des germes indésirables, en plus certaines bactéries produisent des substances qui inhibent plus ou moins la croissance des autres bactéries tel que les antibiotiques (bactériocines) (**Ferderikson, 1996**).

Les résultats obtenus dans la dernière phase peuvent être expliqués par le fait que le milieu qui a été favorable et après l'utilisation du lactose devient défavorable pour la flore bactérienne et leur nombre commence à diminuer, ce qui se traduit par la stabilisation de la valeur de l'acidité pour les trois variétés du l'ben (**Amrane, 2001**).

II-3-L'evolution de l'acidité en fonction du pH

Les résultats obtenus sont représentés dans les figures (4, 5, 6) comme suit :





On remarque que l'évolution de l'acidité en fonction du pH pour les trois échantillons du l'ben, se traduit par une relation étroite entre ces deux paramètres, ou l'acidité est inversement proportionnelle au pH ($R > 0$).

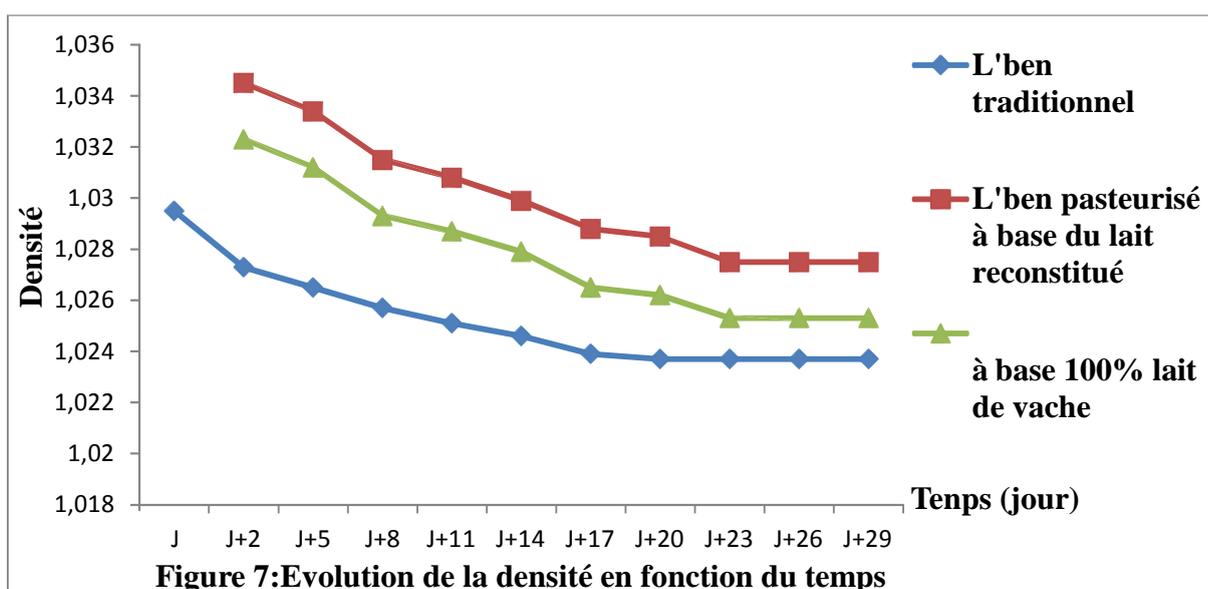
La cinétique des réactions enzymatiques et par conséquent du métabolisme cellulaire est fortement influencée par le pH du milieu, chaque bactérie présente un pH d'action optimum, au-dessus et au-dessous duquel son activité diminue, ce qui montre que l'effet du pH sur les activités bactériennes peut constituer un des éléments de la régulation du métabolisme cellulaire ainsi la production d'acide lactique, la sensibilité particulière de chaque espèce bactérienne au pH est un des éléments déterminants de la composition dans les produits laitiers, entre la flore lactique et la flore de contamination, l'aptitude des bactéries

lactiques à se développer à un pH bas et produire de l'acide lactique en quantité élevée malgré l'abaissement progressif du pH noté au long de la période de stockage (Beal et Sodini, 2003).

Le ralentissement de la transformation du lactose en acide lactique c'est-à-dire l'évolution de l'acidité pour les deux échantillons du l'ben industriel par rapport au l'ben traditionnel s'explique par la différence de la charge des bactéries existantes dans chaque produit au début du stockage, car le l'ben traditionnel contient une charge microbienne importante incontrôlée par rapport au l'ben industriel, qui a subi un traitement thermique dans le but de réduire la charge microbienne dans le produit qui seraensemencé par une quantité prévue de levains lactiques sélectionnés pour obtenir le produit fini désiré (Beal et Sodini, 2003).

II-4-L'evolution de la densité en fonction du temps

Les résultats obtenus de l'évolution de la densité en fonction du temps sont représentés dans la figure 7 comme suit :



On remarque une diminution de la densité au cours du stockage des trois échantillons du l'ben, avec une vitesse similaire pour les deux l'bens industriels, cette diminution est plus importante pour le l'ben traditionnel jusqu'au j+20 où elle se stabilise, pour les deux l'bens industriels, la stabilisation est atteinte au bout du J+23.

La diminution de la densité du l'ben en fonction du temps s'explique par :

La présence des bactéries lactiques hétérofermentaires qui sont responsables de la production de l'acide lactique et de l'acide acétique ainsi la production de CO₂ (Sylvie, 2004).

La production du gaz CO₂ au cours de stockage et qui occupe le volume dans le produit et qui diminue par conséquence la masse volumique et c'est à partir de là que la densité diminue (Jamal, 2012).

La différence de la densité au cours des premiers jours pour les trois échantillons du l'ben est due à la différence de la coagulation des caséines pour obtenir un caillé dense. (Mathieu, 1998).

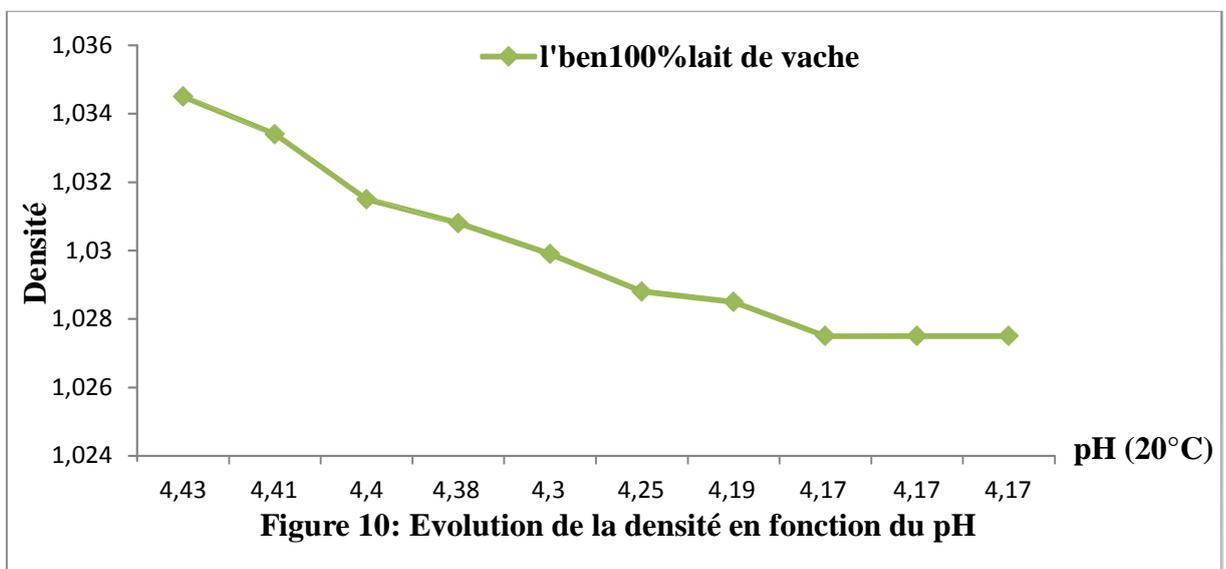
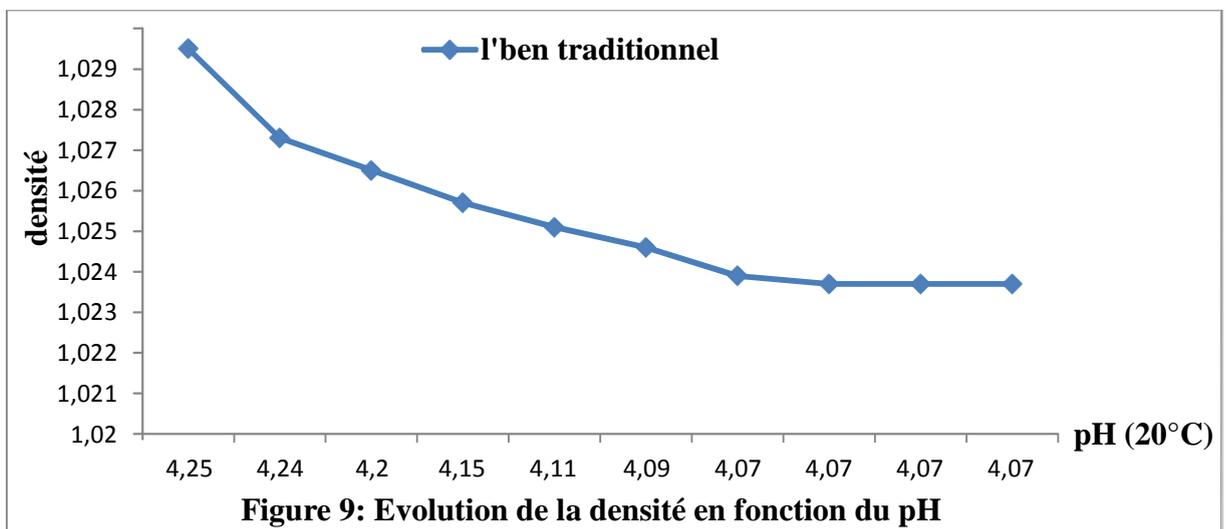
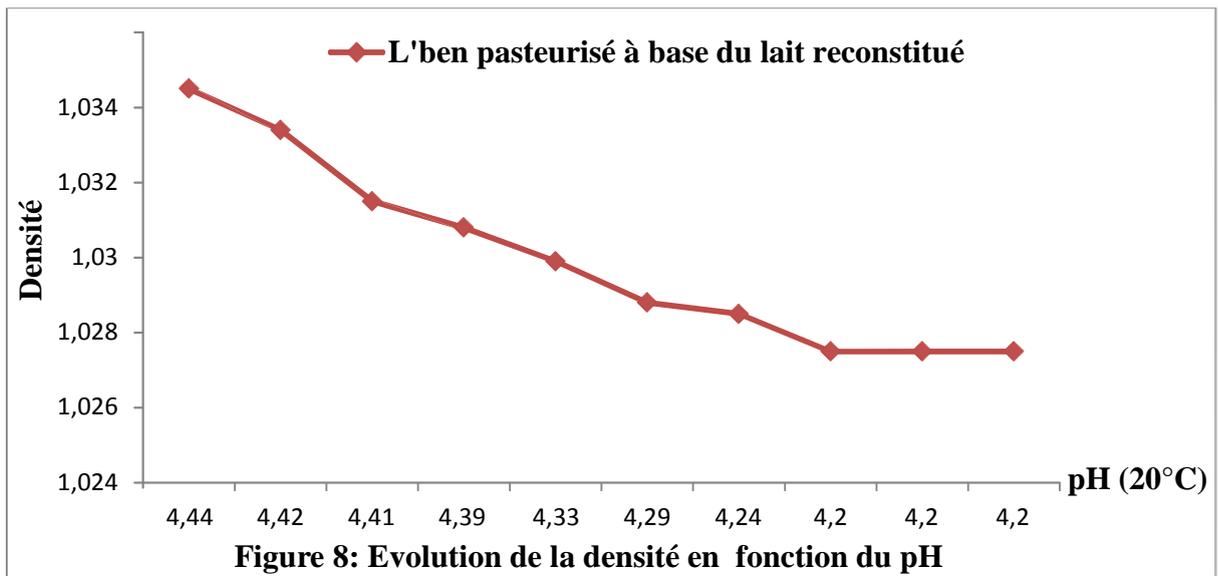
La diminution de la densité au cours du stockage pour les trois produits en fonction du temps, est due principalement à la transformation du lactose en acide lactique par les bactéries lactique se trouvant dans le milieu, que ce soit par les homofermentaires ou par les hétérofermentaires, cependant ces dernières produisent en plus de l'acide lactique, l'éthanol, l'acide acétique et le CO₂ (Sylvie, 2004).

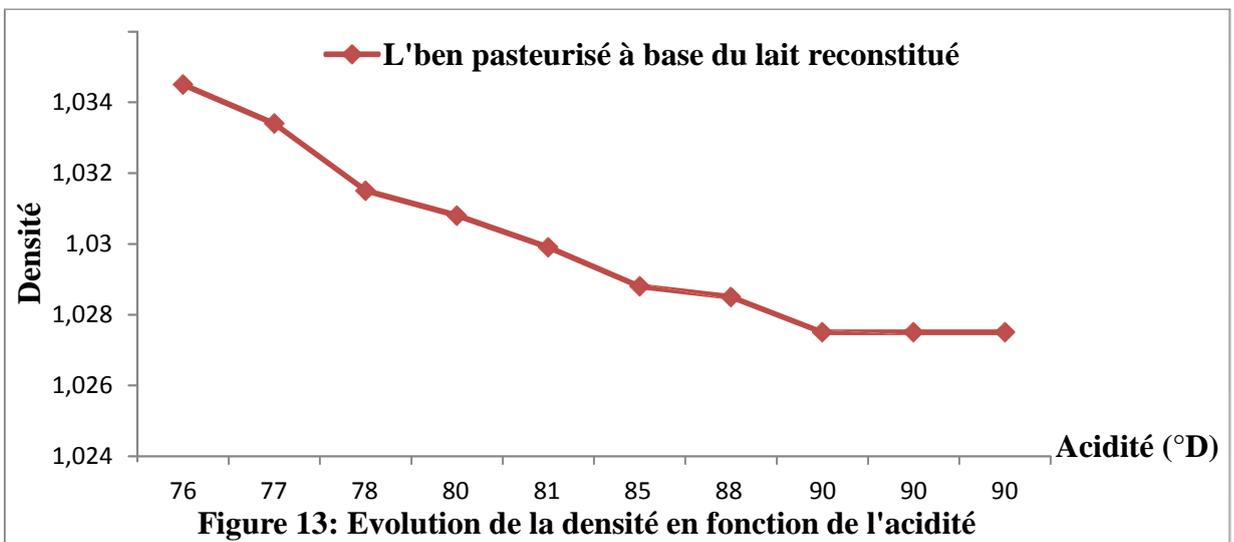
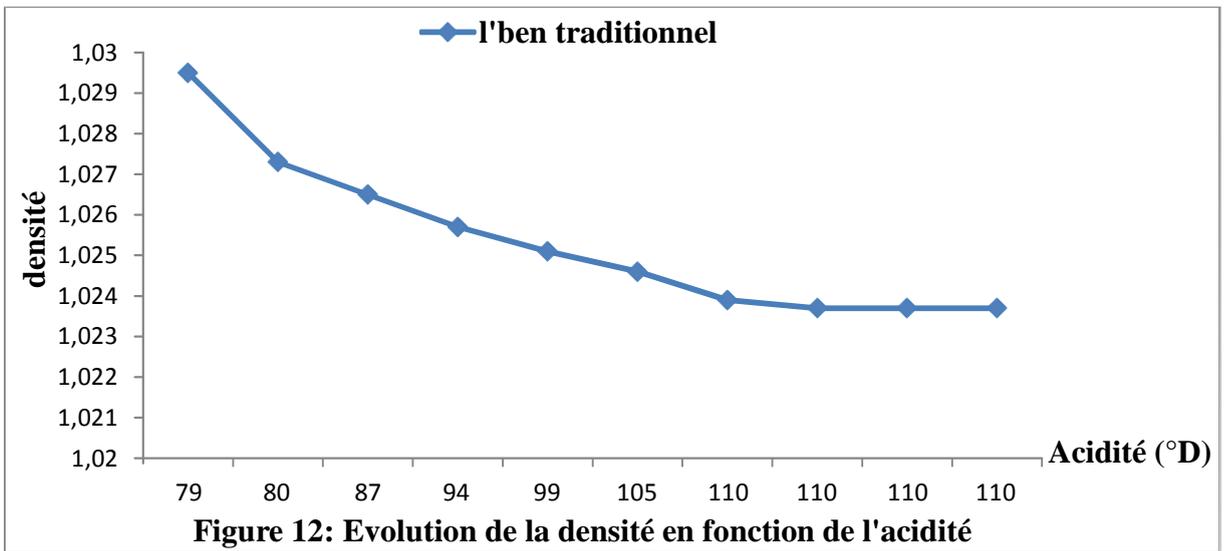
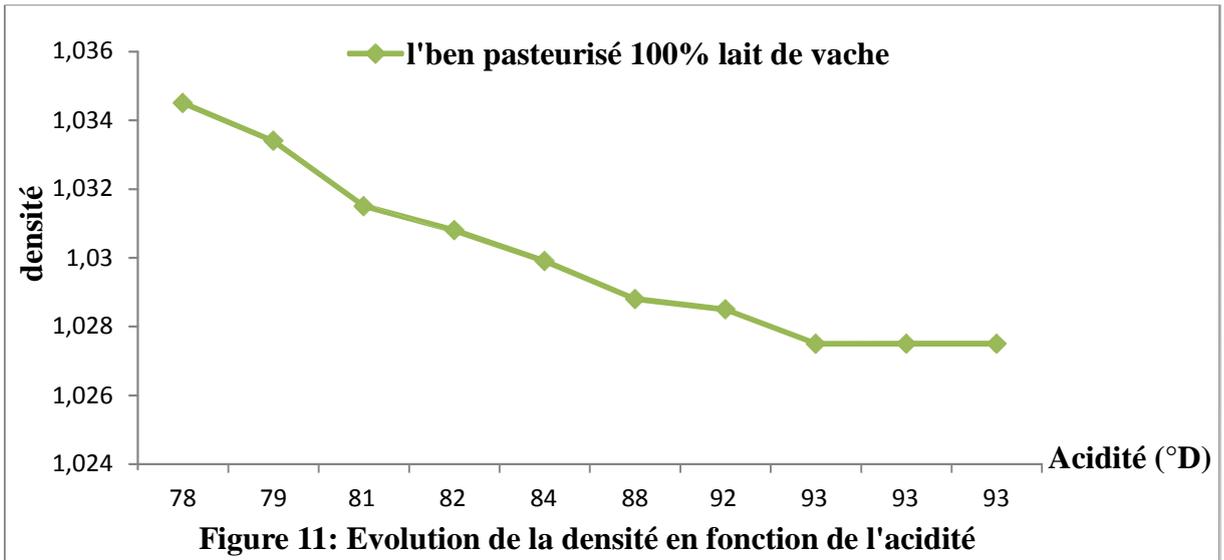
Cette transformation se traduit au cours du stockage progressivement jusqu'aux valeurs les plus élevées d'acidité et les plus basses du pH, permettant une transformation presque totale du lactose du milieu, ainsi l'augmentation du CO₂ qui occupera un certain volume dans le milieu et sera responsable en grande partie de la diminution de la densité au cours du stockage. Cette différence qui existe au cours de stockage s'explique par la quantité des bactéries hétérofermentaires existantes dans le produit fini.

La stabilisation de la densité au cours du stockage s'explique par le fait que les bactéries lactiques sont inhibées par l'acidité du milieu, induisant l'inactivation de leurs enzymes, ce qui se traduit par leur mort (Amrane, 2001).

II-5-L'evolution de la densité en fonction du pH et l'acidité

Les résultats de l'évolution de la densité en fonction du pH et l'acidité sont représentés dans les figures de 8 jusqu'à 13 comme suit :





D'après les figures présidentes d'évolution de la densité en fonction du pH et d'acidité on révèle:

Au 1^{er} jour, le l'ben traditionnel a une densité de 1,0295, le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué a une densité au 3^{ème} jour de 1,0345 et le l'ben pasteurisé 100% lait de vache a une densité au 3^{ème} jour de 1,0320, ensuite, une diminution de la densité est observée au cours du stockage pour les trois variétés du l'ben, cette diminution diffère d'un produit à un autre, elle est plus importante dans le l'ben traditionnel jusqu'au j+20 (d=1,0237) où elle se stabilise, pour les deux l'bens industriels, la stabilisation n'est atteinte qu'au bout du J+23 (d=1,0253 pour le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué et d=1,0253 pour le l'ben pasteurisé 100% lait de vache).

La différence entre les résultats des trois produits est due principalement à la nature des ferments existants dans les produits, le l'ben traditionnel possède une quantité des bactéries hétérofermentaires plus que les l'bens industriels, donc il y a une production d'une quantité du gaz plus importante dans le l'ben traditionnel que les l'bens industriels.

Conclusion

Conclusion

Le présent travail effectué au sein de l'université de Bejaia a pour objectif, suivi les paramètres physico-chimiques des deux variétés de l'ben : industriel et traditionnel, au cours de leur conservation pendant 30 jours à une température constante 10°C.

Les analyses physico-chimiques effectuées sur les deux échantillons du l'ben industriel montrent que les résultats obtenus sont conformes aux normes en vigueur pendant le stockage à une température de 10°C, mais ce n'est de même pour le l'ben traditionnel qui n'a pas des normes le régissant et dont les résultats obtenues sont identiques à celles de **Boubekri (1984)**.

L'évolution des paramètres physico-chimiques pour deux l'bens industriels se stabilise dès le 23^{ème} jour.

- Le pH diminue de 4,17 jusqu'à 4,44 ;
- L'acidité progresse de 76 vers 93 °D ;
- La densité diminue de 1,0253 jusqu'à 1,0345.

Pour le l'ben traditionnel, la stabilité des paramètres physico-chimiques débute à partir du 17^{ème} jour.

- Le pH diminue sur l'intervalle de 4,07 à 4,25 ;
- L'acidité évolue progressivement à partir de 79 jusqu'à ce qu'elle atteigne 110 °D ;
- La densité diminue sur l'intervalle de 1,0237 à 1,0295.

D'après les résultats obtenus sur l'évolution des paramètres physico-chimiques (pH, acidité, densité), il s'est avéré que les propriétés du l'ben industriel sont meilleures que celles du l'ben traditionnel, ce qui se manifeste sur la DLC du premier qui est pratiquement plus longue que le deuxième. Toutefois ces analyses physico-chimiques ne reflète pas définitivement la qualité des l'bens pris par cette étude, puisque cela nécessite le recours aux deux autres analyses révélateurs de la qualité du l'ben (les analyses organoleptiques et les analyses microbiologiques).

A la fin de ce modeste travail, nous espérons que la recherche et les études continueront dans le but d'améliorer le suivi de la qualité du l'ben, par des perspectives suivant :

Il sera nécessaire d'effectuer en plus, des analyses organoleptiques et microbiologiques du l'ben et de suivre l'évolution des autres paramètres physico-chimiques tels que la viscosité, la matière grasse, l'extrait sec total et tout ça pour perfectionner de plus en plus l'industrie du l'ben pour mieux satisfaire le consommateur.

Références bibliographiques

- ❖ **Adesiyun. A. A, 1994:** Bacteriological quality and associated public health risk of pre-processed bovine milk in Trinidad. *Int. J. Food Microbiol.* **21**: 253–261.
 - ❖ **Alias. C, et Liden. G, 1997 :** Lait et produits laitiers in « abrégé de biochimie alimentaire » Ed. MASSO (4^{ème} édition), pp162-260.
 - ❖ **Amrane. A, 2001:** Lactic acid production during the associated and the deceleration growth phases of *Lactobacillus helveticus* cultivated in various conditions and media. Physiology, metabolism. *Lait*, N103-91 :**81** €.
 - ❖ **Anonyme 1 ,2004 :** Institut National Vielle de Sanitaire Adresse: <http://www.inv.santé.fr> :/presse/Com Pr 13 htm/.
 - ❖ **Anonyme 2, 1993 :** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine. Collection FAO : alimentation et nutrition N°28-ISBN - N° 92-5-20534-6.
 - ❖ **Avezard .C.L, et Lablee. J, 1990 :** Laits et produits laitiers recombines, In **LUQUEE F.M**, Laits et produits laitiers vache brebis chèvre, Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 637 pages.
 - ❖ **Beal. C, et Sodini .I ,2003 :** Fabrication des yaourts et des laits Fermentés, Ed Tec. Ing, 37pages.
 - ❖ **Benkerrum. N, Oubel. H, Zahar, M. Dlia. S, et Filali-Maltouf. A, 2000:** Isolation of a bacteriocin-producing *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* and application to control *Listeria monocytogenes* in Moroccan jben. *J. Appl. Microbiol.* **89**: pp 960– 968.
 - ❖ **Bertrand. T, 2011:** Les enzymes, chapitre 3 In « biochimie ». Université Joseph Fourier de Grenoble. <http://www.medatice-grenoble.fr/>.
 - ❖ **Bonfoh. B, Wasem. A, Traore. A. N, Fane. A, Spillman. N. H, Simbe. C. F, Alfaroukh. I. O, Nicolet. J, Farah. Z, and Zinsstag. J, 2003:** Microbiological quality of cows' milk taken at different intervals from the udder to the selling point in Bamako (Mali). *Food Control.* **14** (7): 495–500.
 - ❖ **Boubekri. A, Tantaoui-Eleraki. C, Berrada, M. Benkerroum. N, 1984 :** Caractérisation physico-chimique du l'ben marocain. *Le Lait*, **64**: 436-447.
 - ❖ **Boudier. J. F, 1990 :** Produits frais In « lait et produits laitiers Vache, Brebis, Chèvre » Vol II. Luquet. F. M, Ed. Tec et Doc, Lavoisier Paris, pp 39-56.
 - ❖ **Bourgeois. C. M, et Larpent. J. P. 1996 :** La fermentation alimentaire. Tome 2. Ed .Tec et Doc Lavoisier, Paris, pp 4-202.
-

- ❖ **Bylund. G, 1995:** Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86, Lund, Sweden: 436 pages.
 - ❖ **Cherrey. G, 1980 :** Les laits reconstitués in « lait reconstitués et leurs utilisations » Ed. Tec et Doc Lavoisier: 60 pages.
 - ❖ **Cheftel. J. C, et Cheftel. H, 1976 :** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris, pp 4-56.
 - ❖ **Claps. S et Morone. G, 2010 :** Produits laitiers et fromagers traditionnels de l'Algérie. CRA-ZOE. Via Appia. Bella Scala. 85054 Muro Lucano. Italy, pp 58-59.
 - ❖ **Debry. G, 2001 :** Lait, nutrition et santé. Ed Tec et Doc, Lavoisier, pp 566.
 - ❖ **Dellaglio. F, de Roissard. H, Torriani. S, Curk. M. C, et Janssens. D, 1994 :** "Caractéristiques générales des bactéries lactiques." Bactéries lactiques : Aspects fondamentaux et Technologiques. Lorica. I, pp 499-519.
 - ❖ **Dremarigny. Y, Juillard. V, Deschamps. N, Rilhard. J, 1994 :** Comparaison sur le plan pratique, de trois modèles d'étude de la cinétique d'abaissement du pH du lait cultivé par *Lactococcus lactis*. *Le lait*, **74**, pp 22-23.
 - ❖ **Drouaut. S, et Cortmier. G, 2001 :** Effets des bactéries lactiques ingérées avec des laits fermentés sur la santé. INRA, Ed sciences. *Vet-Res* **32**, pp 101-107.
 - ❖ **Duplus, Wart, Blanc, Solis, Lemonnier, 1994 :** Caractéristiques nutritionnelles des laits fermentés In «bactéries lactiques», pp 401-435.
 - ❖ **Federation Internationale de Lait (FIL), 1991 :** Les levains lactiques, pp 149.
 - ❖ **Feuet. P, 1998 :** Aliments et industrie alimentaires : les propriétés de la recherche publique Ed. INRA, Paris, pp 280.
 - ❖ **Ferderikson, 1996 :** Fonction et choix des bactéries lactiques en technologie alimentaire. In « bactéries lactiques » Ed. ENRIC, pp 41-49.
 - ❖ **Gosta, 1995 :** CD manuel de transformation du *lait*, Ed. Tetra pack processing systems, AB. Sweden, pp 215-232.
 - ❖ **Goursaud. J, 1985 :** Composition et propriétés physico-chimiques. Dans *Laits et produits laitiers vache, brebis, chèvre*. Tome 1 : Les laits de la mamelle à la laitière. Luquet. F.M. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris, pp 1-4.
 - ❖ **Guerzani. J, 2003:** Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic bacteria in (fermented milk), pp 1-11.
 - ❖ **Hermier, J. P. Acolas, 1989 :** Microbiologie alimentaire, les fermentations alimentaires, tome 2, Chp. Les yaourts et les laits fermentés, Ed. Tec et Doc Lavoisier Paris, pp 191-196.
-

- ❖ **Jamal kebchaoui, 2012** : Connaissance du lait « Le lait, composition et propriétés ». Coopération Internationale ENIL-25620 Mamirolle, 37 pages.
 - ❖ **Luquet. F. M, De Roissant. H, 1994** : Les bactéries lactiques, tome 2, Ed. LORICA. Uriage, 571 pages.
 - ❖ **Mahout. M, 2000** : Les produits industriels laitiers. Ed Tec et Doc, Lavoisier. Paris, pp1-10.
 - ❖ **Martin. A, 2003** : Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Ed Tec et Doc, Lavoisier Paris, pp 201-209.
 - ❖ **Mathieu, 1998** : Initiation à la physico-chimie du lait. Ed Tec et Doc. Lavoisier, paris. pp 12-48.
 - ❖ **Mohamede Naili, 2013** : Algérie - Filière laitière en 2012 moins de 700 millions de litres collectés. [El Watan.com](http://ElWatan.com) du lundi 14 janvier 2013.
 - ❖ **Moller, 2000** : La reconstitution du lait Chap. Procédés de fabrication, Ed. INA, Paris Grignon, pp36-37.
 - ❖ **Oteng-Gyang, 1984** : Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chauds .Ed. Tec et Doc Lavoisier, paris, pp87-89.
 - ❖ **Renault. P, 1998** : OGM et alimentation in « les OGM à l'INRA» Ed. INRA, pp1-4.
 - ❖ **Schmidt. J. L, Tourneur. C, et Lenoir. J, 1994** : Fonction et choix des bactéries lactique laitières in « bactéries lactique ». Vol II. Ed. Lorica, paris, pp 37.
 - ❖ **Stoutz. P. W, Voisin. J. L, 1986** : Lait acidifiés in « Lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre » Vol 1, Ed. Tec et Doc Lavoisier, 441 pages.
 - ❖ **Sylvie. M, 2004** : Guide d'appui technique pour l'accident de fromagerie à la ferme « défauts d'acidification » Technologie lactique et PPNC, 43pages.
 - ❖ **Tamagnini. LM, Sousa. BG, Gonzlez. RD, Budde. CE, 2006**: Microbiological characteristics of Crotting goat cheese made in different seasons. Small Ruminant Research, pp 175 –180.
 - ❖ **Veisseyre. R, 1979** : Technologie du lait, Chap. Technologie des laits de consommation en nature, Ed. MAISON RUSTIQUE, pp 81-329.
 - ❖ **Vignola. C. L, 2002** : Science et Technologie du Lait : Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada, 600 pages.
 - ❖ **Weber. F, 1994** : Altération des produits laitiers par les bactéries lactique in « bactéries lactiques » Vol 2, Ed. LORICA, 571pages.
-

NORMES ET TEXTES REGLEMENTAIRES

- ❖ **AFNOR, 2001** : Produits laitiers frais : spécifications des laits fermentés et des yaourts / yoghourts. Norme NF V 04-600. <http://www.afnor.fr/> .
- ❖ **J.O.R.A.N°69, 1993** : Arrêté interministériel du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, pp16-20.
- ❖ **NF V04-369, mai 1994** : Lait fermenté, détermination de l'acidité par la méthode potentiométrique, pp13

Annexes

Annexe : Les résultats des analyses physico-chimiques des différents types de l'ben

Tableau I: Les résultats des analyses physico-chimiques pour le l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué pendant le stockage à la température 10°C.

Temps	Température de	pH (20°C)	L'acidité (°D)	Densité (20°C)
J+2	9.5	4.44	76	1,0345
J+5	10	4.42	77	1,0334
J+8	9	4.41	78	1,0315
J+11	10.5	4.39	80	1,0308
J+14	10	4.33	81	1,0299
J+17	10	4.29	85	1,0288
J+20	10.5	4.24	88	1,0285
J+23	9.5	4.20	90	1,0275
J+26	10	4.20	90	1,0275
J+29	10	4.20	90	1,0275

Tableau II: Les résultats des analyses physico-chimiques pour le l'ben pasteurisé 100% lait de vache pendant le stockage à la température 10°C.

Temps (jours)	Température de	pH (20°C)	L'acidité (°D)	Densité
J+2	10	4.43	78	1,0323
J+5	10.5	4.41	79	1,0312
J+8	9.5	4.40	81	1,0293
J+11	9.5	4.38	82	1,0287
J+14	10	4.30	84	1,0279
J+17	10	4.25	88	1,0265
J+20	10.5	4.19	92	1,0262
J+23	9	4.17	93	1,0253
J+26	10	4.17	93	1,0253
J+29	10.5	4.17	93	1,0253

Tableau III: Les résultats des analyses physico-chimiques pour le l'ben traditionnel pendant le stockage à la température 10°C.

Temps (jours)	Température de prélèvement	pH (20°C)	L'acidité (°D) (20°C)	Densité (20°C)
J	10	4.25	79	1,0295
J+2	10.5	4.24	80	1,0273
J+5	10	4.20	87	1,0265
J+8	10	4.15	94	1,0257
J+11	9.5	4.11	99	1,0251
J+14	9.5	4.09	105	1,0246
J+17	10	4.07	110	1,0239
J+20	10.5	4.07	110	1,0237
J+23	9.5	4.07	110	1,0237
J+26	9.5	4.07	110	1,0237
J+29	10	4.07	110	1,0237

Résumé

trois échantillons différents des deux échantillons du l'ben industriel de la Soummam (l'ben pasteurisé à base du lait reconstitué et l'ben 100% lait de vache) et le l'ben traditionnel ont été collecté du marché afin de suivi les paramètres physico-chimiques (pH, acidité titrable et la densité) dans le but d'étudier l'évolution de ces derniers durant un stockage d'un mois à 10°C, pour ensuite faire une comparaison et déduire parmi les trois types du l'ben, celui ayant la meilleure qualité en s'appuyant juste sur le critère des paramètres physico-chimiques.

Les résultats obtenus suite aux analyses physico-chimiques effectués ont révélé l'existence d'une grande différence entre le l'ben industriel et l'ben traditionnel, alors qu'ils sont quasiment similaires pour les deux variétés du l'ben industriel. Il s'est avéré que le l'ben traditionnel et malgré sa qualité organoleptique, possède une durée de conservation inférieure à celle du l'ben industriel.

Mots clés : l'ben industriel, l'ben traditionnel, suivi, Analyses physicochimiques.

Abstract

Three different samples of the two samples of industrial l'ben Soummam (the pasteurized l'ben based reconstituted milk and 100% l'ben cow's milk) and the traditional l'ben were taken from the market in order to steady physicochemical parameters (pH, titratable acidity and density) in order to study the evolution of these in storage for one month at 10 °C, and then do a comparison and deduction among the three types of the l'ben, the one with the best quality based one the criterion of just physicochemical parameters.

The results obtained from physicochemical analyzes were carried out revealed a significant difference between industrial and traditional l'ben, however there are a quite similar for the two varieties of industrial l'ben. It turned out that the traditional l'ben and despite its organoleptic quality than the industrial l'ben which has a short shelf life greatly compared to the latter one.

Keywords: l'ben industrial, l'ben traditional, steady, analyze physicochemical