

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT BIOCHIMIE MICROBIOLOGIE



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master académique en Biologie.
Option : Biochimie de la Nutrition

Thème

**Étude comparative de la qualité nutritionnelle du
lait maternel et du lait maternisé (infantile)**

Mémoire présenté et soutenu par :

- CHELLALA Sabrina
- KECHOUT Rayda

Sous la direction de :

Mme **OUALI-ABDOUNE Samia** Maitre assistante chargée de cours

Devant le jury composé de :

Président : Mr **BOUAZZA.B**, maitre de conférences (A) à l'UMMTO.

Examinatrice : Mme **LEKSIR.C**, maitre de conférences (B) à l'UMMTO.

2021-2022

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions Allah, le tout puissant et le miséricordieux, de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme notre formation de Master et accomplir ce modeste travail.

*Au terme de ce travail, il est agréable de présenter nos remerciements les plus sincères à notre promotrice **Mme Ouali-Abdounes** pour son encadrement rigoureux et méthodique, ces judicieux conseils et sa constante disponibilité, c'est grâce à sa compétence et indulgence que ce travail a pu être réalisé.*

*Nous tenons à exprimer notre très grande considération et nos profonds respects pour **Mr Bouazza.B** pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire malgré ses responsabilités et ses multiples occupations.*

*On remercie également **Mme Leksir Mansour.C** qui a bien voulu accepter d'examiner ce travail malgré ses nombreuses tâches pédagogiques*

Nos remerciements s'adressent aussi à **Mme Lamri** ainsi que toute l'équipe du laboratoire pour leur aide, leur soutien et leur sympathie.

Enfin, nous remercions tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

Dédicaces

Avec profonde affection et sincère mots je dédie ce modeste travail

*A celle qui m'a donnée la vie, l'amour et le courage pour réussir, à toi chère
maman ;*

A celui qui m'a garanti la joie et la sécurité, à toi cher papa ;

*A mes magnifiques sœurs Lamie et Lina ; que dieu les protèges et leurs offre
chance et bonheur ;*

*A mes adorables petits neveux Maël et Louise qui procurent toujours la joie et le
bonheur pour toute la famille, que dieu les protèges*

*A mon meilleur ami Imad qui m'a tant aidé pour la réalisation de ce travail, il
n'a pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes
études ;*

*A ma binôme Rayda pour son sérieux et ses efforts remarquables ainsi que son
soutien moral et sa patience tout au long de ce projet ;*

*A la grande famille, à mes amis, à tous ceux qui ont cru en moi et qui m'ont
vraiment soutenues et aidées même si de loin ; vous êtes une source de force
pour moi et je vous estime ;*

*A Tous mes camarades de la promotion Master 2 Biochimie de la nutrition
2021-2022 et mes professeurs de tout mon parcours scolaire et universitaire Et
a Tous ceux qui ont contribué pour que ce projet soit possible.*

Sabrina.

Dédicace

Que tous les efforts consentis pour la réalisation de ce travail, Soient Dédié

À la mémoire de mon grand-père paternel Belaid, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années d'études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, et à me protéger. Ainsi qu'à mes grand parents maternel Ouiza et Said et yema fatma ;

« Vous n'êtes plus là ou vous étiez mais vous êtes partout là où je suis »

A celle qui m'a donnée la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, celle qui m'as toujours soutenue et m'as bénie par ses prières, merci d'être plus qu'une mère pour moi, ma confidente, mon amie, ma sœur, ma boussole quand je perds le nord, merci maman ;

A mon père, toi qui m'a appris la persévérance et la patience, aujourd'hui je le dis avec fierté cela n'est que le fruit de ton éducation, ta confiance et ton amour ;

A mon cher petit frère Abdelghani pour son soutien et sa bienveillance ;

A ma chère et tendre grand-mère YAYA qui à bercer mon enfance ;

A une personne particulièrement chère, merci pour ces longues années à m'épauler, me soutenir et croire en moi ;

A ma sœur de cœur Sofia, ni la distance ni le temps ni les préoccupations de la vie ont eu un impact sur nos liens et notre amitié ;

A mes amies intimes, mes confidentes de loin les meilleures rencontres de ma vie estudiantine Amina, Asma et Yasmine nous avons partagé nos pires et nos meilleurs moments ensemble, nous avons avancé pas à pas mains dans la main à veiller l'une sur l'autre ;

A ma binôme Sabrina et a tous mes amies, particulièrement Liza, Amela et Mouna ainsi qu'à toute personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Rayda.

Table des matières

Liste de tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction1

Chapitre I : Synthèse bibliographie

I.1. Généralités sur le lait	3
I.1.1. Définition du lait.....	3
I.1.2. Composition du lait.....	3
I.2. Lait maternel et ses caractéristiques	5
I.2.1. Définition du lait maternel.....	6
I.2.2. Compositions du lait maternel	6
I.2.3. Autres composants du lait de femme.....	9
I.2.4. Influence de l'alimentation de la mère sur lait maternel	9
I.2.5. Les bénéfices de l'allaitement maternel	11
I.3. Lait infantile (lait maternisé)	13
I.3.1. Définition du lait infantile	13
I.3.2. Composition générale des laits infantiles	13
I.3.3. Autres molécules	17
I.3.4. Fabrication et contrôle des laits infantiles	19
I.3.5. Classification des laits infantiles	21
I.3.6. Autres préparations infantiles.....	23
I.3.7. Laits pour nourrisson de la naissance à 6 mois.....	24
I.3.8. Les différentes formules infantiles et leurs utilisations	26

Chapitre II : Méthodes et matériels

II.1. L'enquête sur terrain	28
II. 2. Contrôle de la qualité physico-chimique et biochimique	28
II.2.1 Analyses physico-chimiques	28
II.2.1.1. Mesure de PH.....	29
II.2.1.2. Détermination de l'acidité titrable.....	29
II.2.1.3. Détermination de la densité	29
II.2.1.4. Détermination de la conductivité électrique	30
II.2.2. Analyses chimiques et biochimique	30
II.2.2.1. Détermination du taux de cendres	30

II.2.2.2. Détermination de la matière sèche totale	30
II.2.2.3. Dosage des protéines	30
II.2.2.4. Détermination de la matière grasse	31

Chapitre III : résultats et discussion

III.1. Résultats de l'enquête	32
III. 2. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques	34
III. 2.1. pH.....	34
III.2.2. L'acidité titrable.....	35
III. 2.3. La densité	36
III. 2.4. Conductivité électrique	37
III.3. Résultats et discussions des analyses chimique et biochimique	38
III. 3.1. Détermination du taux de cendre	38
III.3.2. Détermination du taux de Matière sèche totale (MS)	39
III. 3.4 Dosage des protéines totales	40
III.3.5 Matière grasse	42
Conclusion.....	44
Références Bibliographiques	
Résumé	

Liste des tableaux

Tableau 1 : composition moyenne du lait de femme comparé au lait de vache et des préparations pour nourrisson.	4
Tableau 2 : production moyenne de lait (g/jour) en fonction de l'âge de l'enfant.	10
Tableau 3 : Effets bénéfiques de l'allaitement maternel à long-terme	11
Tableau 4 : Tableau illustrant la composition des formules infantiles, lait de femme et lait de vache entière.....	16
Tableau 5 : Appellations des formules lactées selon l'âge du nourrisson.	21
Tableau 6 : les différents laits ou préparations utilisés de la naissance à 4-6mois.....	25
Tableau 7 : Tableau récapitulatif des différents types de lait et leur utilisation.....	26
Tableau 8 : comparaison entre les paramètres physico-chimiques et lait maternel et les deux laits infantiles A et B	34
Tableau 9 : comparaison entre les composants chimiques et biochimiques du lait maternel et le lait infantile.....	38

Lise des figures

Figure 1 : processus général de fabrication d'une poudre de formule infantile.....	20
Figure 2 : courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de LOWRY	31
Figure 3 : représentation des laits infantiles les plus utilisés en Algérie.....	33
Figure 4 : Histogramme représentatif des variations du pH.....	34
Figure 5 : Acidité titrable des laits infantiles et maternel.....	36
Figure 6 : représentation des variations de la densité.....	37
Figure 7 : Histogramme représentatif les variations de la conductivité	38
Figure 8 : Histogramme représentatif des variations de la teneur en cendre.....	39
Figure 9 : Histogramme représentatif des variations de la matière sèche	40
Figure 10 : Histogramme représentatif de la teneur en protéine total	41
Figure 11 : Histogramme représentatif de la teneur en matière grasse par 100g	43

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation

BSA : Albumine Sérique Bovine

DO : Densité optique

ESD : Extrait sec dégraisser

EST : Extrait sec totale

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations

PH : Potentiel en ions Hydrogène

MS : Matière Sèche

OMS : organisation mondiale de la santé

Introduction

Le lait représente l'un des aliments essentiels pour toutes les catégories d'âge de la population, en raison de ses composantes biologiques, qui sont à la base de la promotion et le maintien d'une alimentation rationnelle des populations (**Michaelidou, 2008 ; Pereira, 2014**). Avec sa composition équilibrée en nutriments de base (protéines, lipides et glucides) et sa richesse en vitamines et minéraux, notamment le calcium, il occupe une place stratégique dans l'alimentation quotidienne de l'homme.

Le lait est le premier aliment du nourrisson à la naissance et le seul jusqu'à l'âge de quatre à six mois. Chaque mammifère produit un lait de composition adaptée aux besoins de sa progéniture.

Le lait maternel est un aliment complet contenant tous les nutriments nécessaires au développement, à la croissance et à la maturation de l'organisme de l'enfant pendant les mois qui suivent la naissance (**Chouraqui, 2005**).

L'allaitement maternel reste le meilleur pour les bébés, malgré les progrès de l'alimentation artificielle. En effet, il est irremplaçable dans la mesure où il peut conférer une immunité passive au nourrisson avant d'arriver à la maturité de son propre système immunitaire. Cependant, par choix ou par nécessité, l'allaitement maternel peut être abandonné, raison du recours à l'alimentation artificielle (**luquet, 1985**).

Les progrès technologiques remarquables réalisés ont autorisé la mise au point de formules infantiles, le plus souvent à partir du lait de vache, dont la composition se rapproche de celle du lait maternel sans pour autant l'imiter parfaitement (**Chouraqui, 2005**). Le choix d'un lait doit alors s'appuyer pour chaque enfant sur des critères de composition, d'avantages scientifiquement établis et de tolérance de l'enfant, en évitant les changements intempestifs aussi inutiles que délétères.

Dans ce contexte, nous nous sommes proposés de réaliser ce travail qui vise à mettre en évidence la qualité du lait maternel, aliment idéal et irremplaçable pour la croissance, le développement et le bien-être du nourrisson et de le comparer au lait maternisé (infantile) seul substituant au lait maternel surtout pour les nourrissons et les enfants en bas âge.

Ce travail est structuré en trois chapitres :

- Le premier sera consacré à une synthèse bibliographique ou nous allons aborder des généralités sur les deux laits (maternel et infantile) ;

Introduction

➤ Le deuxième portera sur la méthodologie utilisée lors de notre étude qui est scindée en ces trois parties :

- Une enquête qui sera réalisée au niveau de la PMI de Mdouha ;
- Une analyse physico chimique et biochimique du lait maternel ;
- Une analyse physico-chimique et biochimique du lait infantile.

➤ Quant au troisième chapitre, il sera consacré aux résultats obtenus et leur discussion.

Le mémoire s'achèvera par une conclusion générale suivie de quelques recommandations.

Chapitre I :

Synthèse

bibliographique

I.1. Généralités sur le lait

I.1.1. Définition du lait

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été défini en 1909 par le congrès international de la répression des fraudes comme suit : « Le lait est le produit intégral de la traite total et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum ».

Selon la réglementation Algérienne, la dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis en traitement thermique (**J. O, 1993**).

Selon **Aboutayeb (2009)**, le lait est de couleur blanche opaque, constituant un aliment complet et équilibré. Il est légèrement bleuté, d'une saveur douceâtre et d'un pH (6,6 à 6,8) proche de la neutralité.

Le lait, proche du plasma sanguin, est un sérum comportant une émulsion de matière grasse, une suspension de matière protéique caséuse, du lactose, des sels minéraux, des protéines solubles et des traces d'éléments divers (**Mathieu, 1997**).

Le lait cru est un aliment nutritif pour les êtres humains, indispensable pour le nouveau-né. Comme il s'avère très bénéfique pour l'adulte, il constitue un milieu propice pour la croissance de nombreux microorganismes, en particulier les bactéries pathogènes (**Chye et al., 2004**). C'est un lait qui n'a subi aucun traitement thermique puisqu'il « sort » du pis de la vache à 38°C- 38.5°C (**Blais et al, 1984**) et aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme et sa date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes) (**E.fredot, 2005**).

I.1.2. Composition du lait

Les principales constitutions de lait sont résumées dans le tableau 1 :

- De l'eau, très majoritaire.
- Des glucides, principalement représentés par le lactose.
- Des lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Des protéines : caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.

- Des sels et minéraux à l'état ionique et moléculaires.
- Des éléments à l'état de traces mais au rôle biologique important :
enzymes, vitamines, oligoéléments ... (**Kuzdzal et al.,1980**).

Tableau 1 : composition moyenne du lait de femme comparé au lait de vache et des préparations pour nourrisson. (**Le Huërou-Luron, I. & Lemaire, M.,2018**)

/100 ml	Lait de femme	Lait de vache	Préparation pour nourrisson
Energie (kcal)	65-70 (57-83)	67,4 (65-71,2)	60-70
Protéines(g)	1,20 (0,9—1,7)	3,25 (3,1-3,9)	1,1-2,1
Caséines(g)	0,37 (0,32—0,42)	2,51 (2,46-2,80)	0,4-0,8
α-Caséines (%)	11,8 (11,1—12,5)	48,5 (48,3-48,5)	
β-Caséines(%)	64,8 (62,5—66,7)	35,8 (35,8-37,9)	
κ-Caséines(%)	23,5 (22,2—25,0)	12,7 (12,7-13,8)	
Tailles des micelles (nm)	64	182	
Protéines sériques (g)	0,76 (0,68—0,83)	0,57 (0,55-0,70)	0,6-1,3
β-lactoglobuline(%)	Absent	20,1 (18,4-20,1)	
α-lactalbumine (%)	42,4 (30,3—45,4)	53,6 (52,9-53,6)	
Immunoglobulines (%)	18,2 (15,1—19,7)	11,7 (10,1-11,7)	
Albumine sérique (%)	7,6 (4,5—9,1)	6,2 (5,5- 7,7)	
Lactoferrine (%)	30,3	8,4	
Lysozyme (%)	1,66	Traces	
Caséines /protéines sériques	30—40/60—70	80/20	40/60
Lipides (g)	3,2—3,6 (1,2—5,2)	3,6 (1,2- 7,9)	2,6-4
Triglycérides (%)	98,1—98,8	97,0	
Phospholipides (%)	0,26—0,8	1,5	≤7
Cholestérol (mg/100 mL)	10—20	1,0-33	Absent
% d'acides gras relativement aux acides gras totaux.			
Acide butyrique (C4 :0)	0,1	1,4 (1,4-3,3)	nq
Acide caproïque (C6 :0)	0,2	2,1 (1,6- 2,2)	0,1
Acide caprylique (C8 :0)	0,3(0,1-0,3)	1,7 (1,3-1,8)	1,0-1,5
Acide caprique (C10 :0)	2,0(1,1-2,1)	3,5 (3,0-3,6)	0,9-1,3
Acide laurique C (12 :0)	6,8(3,1-7,2)	3,9 (3,1-4,0)	7,8-11,5
Acide myristique(C14 :0)	10,4(5,1—10,9)	12,6 (13,0—14,2)	4,0—5,5
Acide palmitique (C16 :0)	28,1(20,2—29,6)	29,5 (24,0-42,7)	18,2—25,4
Acide palmitoléique(C16 :1)	3,5 (3,5—5,7)	1,7	0,1—0,2
Acide stéarique (C18 :0)	6,9 (6,0—8,6)	13,3 (5,7—13,7)	3,5—4,0
Acide oléique (C18 :1)	33,6 (33,3—46,4)	26,3 (16,7—27,1)	28,4—40,8
AGPI n-6			
Acide linoléique (C18 :2)	17 (6,0—24)	2,9 (1,6—3,0)	13,3—18,5

Acide arachidonique(C20:4) (C22 :6)	0,5 (0,25—0,75)		Ajouté : 0,2—0,6/ Sans addition : nq
Glucides (g)	7,4-7,8 (6,0-9,6)	4,5	5,4—9,5
Lactose (%)	85	100	47-100
Oligosaccharides (%)	0,5-2,0	Traces	
Maltodextrine	Absent	Absent	1,1-2,6
Minéraux (g)	0,21	0,90	0,25—0,50
Na (mg)	16	48	12—42
Ca (mg)	33	125	30—98
K(mg)	16,6	100	36-112
Fe (mg)	0,05	0,03	0,2—0,9
Mg(mg)	5	10	
P(mg)	20	84	

I.2. Lait maternel et ses caractéristiques

La politique mondiale est fondée sur un travail commun entre les deux organisations mondiales : l'organisation mondiale de la santé (OMS) et l'UNICEF, (**United nations children's emergency fund**).

Cette collaboration permet la création, en août 1990, de la déclaration « Innocenti » qui décrit les interventions essentielles pour protéger, favoriser et soutenir l'allaitement maternel. Quinze ans plus tard, ces deux organisations actualisent cette déclaration.

Afin que l'allaitement maternel soit considéré comme « la norme en matière d'alimentation des nourrissons et du jeune enfant », l'OMS souhaite que les gouvernements « ... veillent à ce que toutes les mères soient conscientes de leurs droits et reçoivent, de la part des professionnels de Santé et de groupes d'entraide, un soutien, des informations et des conseils sur l'allaitement maternel et l'alimentation complémentaire ... » (**Déclaration Innocenti, 2005**)

Plus concrètement, ces deux organisations mondiales souhaitent que tous les établissements qui assurent des prestations de maternité et des soins aux nouveau-nés respectent les « dix conditions pour le succès de l'allaitement maternel ».

En Algérie, selon une enquête initiée par le ministère de la Santé, le taux d'allaitement maternel est de 49,5% chez les femmes ayant commencé à allaiter leurs nouveau-nés moins d'une heure après la naissance, 80,4% chez celles ayant commencé moins de 42 heures après la naissance et le taux d'allaitement de 46,7% continu jusqu'à un an, un taux insuffisant, **selon le département de Boudiaf**. La femme dispose en Algérie de 14 semaines de congé de maternité rémunérées à 100%. Elle dispose aussi de deux heures d'absence pour allaitement pendant les six premiers mois de l'accouchement et d'une heure d'allaitement pendant les six derniers mois. (**Le ministère de la Santé, 2015**).

Selon L'OMS, l'allaitement est dit « exclusif » lorsque le nourrisson reçoit uniquement

du lait maternel, à l'exception de tous autres liquides (dont l'eau) ou solides. Il permet une croissance satisfaisante de l'enfant au moins jusqu'à l'âge de 6 mois. Il est dit « mixte » lorsque l'enfant reçoit en association du lait maternel et artificiel.

I.2.1. Définition du lait maternel

Le mot « lait » désigne le liquide sécrété par les glandes mammaires d'un mammifère femelle en vue de nourrir son petit. Chez l'ensemble des mammifères, il correspond au premier aliment ingéré, dès la période néonatale, (**Mazauric, 2013**). Le lait maternel est un liquide biologique complexe qui comprend des milliers de constituants. La composition du lait maternel, comme celui de tous les mammifères, est spécifique de l'espèce et adaptée aux besoins particuliers du petit humain. Il contient des macronutriments (protéines, lipides et glucides), des micronutriments (minéraux et vitamines) et de très nombreux facteurs biologiquement actifs. Ensemble, ils assurent la nutrition du nouveau-né mais aussi des mécanismes anti-infectieux, anti-inflammatoires, antioxydants, d'immunomodulation, trophiques et de protection de la muqueuse intestinale, (**Tackoen, 2012**).

Selon l'OMS, Le lait maternel est l'aliment idéal pour les nourrissons. Il est sûr, propre et contient des anticorps qui les protègent de beaucoup de maladies infantiles courantes. Le lait maternel apporte toute l'énergie et les nutriments dont le nourrisson a besoin pendant les 6 premiers mois de vie, et continue de couvrir la moitié ou plus de ses besoins nutritionnels pendant le second semestre de vie et jusqu'à un tiers de ceux-ci pendant la deuxième année.

I.2.2. Compositions du lait maternel

Le lait est un aliment fonctionnel dans lequel sont retrouvés l'ensemble des nutriments essentiels au développement du nouveau-né. Selon les espèces de mammifères, des variations en protéines, glucides et lipides, ainsi que dans la composition en micronutriments et composés bioactifs (**Skibié et al, 2013**). La composition du lait est différente selon le stade de la lactation (colostrum ou lait mature), (**Doux, 2012**).

Les seins peuvent sécréter quelques perles de colostrum (le premier lait). Ce premier lait est très dense, jaune d'or. A la naissance, le colostrum répond tout de suite aux besoins essentiels du bébé. Il apporte sous un faible volume et dans de bonnes proportions tous les éléments complexes dont le nouveau-né a besoin. Le colostrum est naturellement peu abondant, entre 20 et 50 ml par tétée au début, une quantité qui augmente rapidement. Il convient au très petit estomac du nouveau-né. Il est très bien assimilé, n'occasionne pas de surcharge rénale et produit peu de déchets non digérés. Le colostrum est abondant en cellules vivantes et anticorps qui protègent le bébé contre les agressions microbiennes. Il contient beaucoup de protéines, de

sucres directement assimilables (oligosaccharides), de vitamines, de sels minéraux et d'acides aminés. Le lait de transition, entre le 3ème et le 15ème jour environ (le lait colostrale). Vers le 3ème jour, va se produire ce que l'on appelle la « montée de lait ». C'est la fréquence des tétées qui favorise la montée de lait. Progressivement le lait devient blanc-orangé, il devient également moins dense et la quantité produite augmente. Ce lait de transition est particulièrement riche en sucres et en graisses. Entre 15 jours et 3 semaines après l'accouchement, le lait mature. Le lait mature a un aspect « blanc-bleuté », presque translucide (ce qui ne signifie pas une baisse des qualités nutritives). Avec l'âge du bébé, le lait continue à augmenter en volume. La composition correspond à l'âge et aux besoins du bébé. Quantité et Qualité varient en fonction de la journée, **(Tchenar S, Boumedine H, 2017)**.

I.2.2.1. L'eau

Le lait humain contient environ 87% d'eau et son osmolarité, avoisine 290 Mosm/L, est proche de celle du plasma (de 250 à 290 mOm/L) (FAO, 1995). 87% d'eau assurant une hydratation parfaite du nourrisson, car cette eau est liée à d'autres molécules, ce qui évite sa fuite urinaire ; le nourrisson n'a pas besoin d'apport d'eau supplémentaire même s'il fait très chaud ou s'il a de la fièvre, **(Laurent, 2002)**.

I.2.2.2. Protéines et substances azotées

Les substances azotées du lait de femme comprennent les protéines, les acides aminés libres et les substances azotées non protéiques **(Lescure.C, 2014)**. Par rapport au lait de vache, le lait humain contient moins de protéines (1% contre 3,5 %), et surtout une proportion en caséines (sur protéines totales) plus faible, max 50 % (80 % dans le lait de vache). Il n'y a pas de bêta-lactoglobuline; certaines protéines mineures sont plus abondantes dans le lait humain (lysozyme, lactoferrine..) et il en est de même pour la fraction azotée non protéique, vraisemblablement la plus faible parmi tous les laits de mammifères, et nous pouvons relier cette observation avec une vitesse de croissance très faible du nouveau-né (à titre de comparaison, le lait de rate a une teneur en protéines 10 fois plus élevée pour une vitesse de croissance du raton elle-aussi plus élevée) **(Boquien, 2018)**.

Les protéines du lait peuvent être regroupées en trois groupes : Les caséines, les protéines du lactosérum et les mucines. Les caséines sont assemblées en micelles, les caséines comprennent l' α -, la β - et la κ -caséine. À noter que les caséines dans le lait humain représentent 13% de la quantité totale des protéines, ce qui représente la plus faible concentration de caséines de toutes les espèces étudiées. Tandis que les protéines du lactosérum sont présentes en solution

et ces principales protéines sont représentées par l'alpha-lactalbumine, la lactoferrine, le lysozyme et les IgA sécrétoires ; les mucines sont incorporées dans la membrane du globule gras du lait (**Andreas et al, 2015**)

1.2.2.3. Lipides et digestibilité des graisses

Le lait humain a une teneur élevée en lipides (45g/litre) qui représente 40 à 50% des calories totales. La consommation de volumes raisonnables de lait fournit au nourrisson des quantités importantes d'énergie (plus de 100 kcal/kg/jour) (FAO, 1995). Les lipides sont présents sous forme de globule gras dispersés, comprenant un noyau de lipides non polaire, principalement de triacylglycérols formés dans le réticulum endoplasmique des cellules épithéliales mammaires ; lors de la sécrétions du réticulum endoplasmique dans le cytosol, le noyau est d'abord recouvert par une membrane interne provenant du réticulum endoplasmique des cellules alvéolaires mammaires. Lorsque ces gouttelettes sont ensuite excrétées dans l'espace alvéolaire elles sont recouvertes d'une membrane externe provenant de la membrane plasmique des cellules alvéolaires mammaire. Ainsi la membrane des globules gras du lait (MFGM) contient une grande quantité de composés bioactifs, notamment des glycérophospholipides, des sphingolipides, de la sphingomyéline, des glycolipides, du cholestérol et des protéines glycosylées, (**Contarini et Povolò, 2013**).

1.2.2.4. Glucides et oligosaccharides du lait de femme

Le lait mature contient environ 7,5 g/100 ml de glucides, dont 6,3 g de lactose et 1,2 g d'oligosaccharides, alors que le LV ne comporte que du lactose. Formés de cinq sucres élémentaires (glucose, galactose, N- acétylglucosamine, fucose, acide sialique), de structure ramifiée, ces oligosaccharides représentent une originalité majeure du LF : ils sont au nombre de plus de 200 et constituent de véritables prébiotiques, ils jouent un rôle essentiel dans la mise en place de l'écosystème bactérien colique dominé, chez l'enfant allaité, par les bifidobactéries. le rôle de ces oligosaccharides dans la protection vis- à- vis des infections digestives, mais aussi extra- digestives, est aujourd'hui démontré (**Kunz ,2000**).

1.2.2.5. Vitamines du lait de femme

Le taux de vitamines est lié au statut vitaminique de la mère (alimentation et réserves), Concernant l'apport en vitamines liposolubles (A, D, E et K), l'allaitement permet de couvrir sans problème les besoins en vitamine A nécessaire à la vision et à l'intégrité musculaire et en

vitamine E permettant la résistance des globules rouges à l'hémolyse. L'exposition solaire est nécessaire à la synthèse de vitamine D. Comme il est déconseillé d'exposer au soleil les enfants avant l'âge de 6 mois et que le lait maternel est déficitaire en vitamine D, il est important d'assurer une supplémentation chez tous les bébés allaités afin d'éviter la survenue d'un rachitisme (**Beaudry, 2006**).

Il est nécessaire de supplémenter les nourrissons allaités en vitamine D (1000UI/j), en vitamine K (2 mg par semaine pendant 3 mois), en fluor (0,25 mg/j) et en vitamine B12 si la mère est végétalienne (sans aucun produit animal) (**Laurent ; 2000**).

I.2.3. Autres composants du lait de femme

La teneur relativement faible en azote et en sels minéraux (2,50 g/L) permet de limiter la charge osmolaire rénale à des valeurs assez faibles (93 mOsm/L), alors qu'elle est beaucoup plus élevée pour le lait de vache (308 mOsm/L). Cette faible charge osmolaire rénale constitue une sécurité en cas de pertes hydriques excessives, par transpiration ou diarrhée, en permettant de mieux assurer le maintien à l'équilibre de la balance hydrominérale. Un autre point important concerne la meilleure biodisponibilité de différents oligoéléments comme le fer et le zinc, en raison des ligands présents dans le lait de femme, qui facilitent leur absorption (**Tchenar et Boumedine,2017**).

I.2.4. Influence de l'alimentation de la mère sur le lait maternel

I.2.4.1. État nutritionnel de la mère et production de lait

La production de lait à travers le monde est très semblable dans les différentes populations, quels que soient le niveau de vie et l'état nutritionnel des mères (**Brown, 1998**) (Tableau II). L'apport d'un supplément significatif en énergie au cours de l'allaitement n'a pas d'effet patent sur la production de lait, même dans les populations ayant des apports en énergie limités (**Prentice, 1996**). Dans les conditions normales, la glande mammaire a une surcapacité à produire le lait nécessaire à la croissance de l'enfant. Les mères de jumeaux peuvent avoir une production de lait proche du double de celle observée en cas de grossesse unique. Les femmes qui pour des raisons diverses (malformations) n'allaitent que d'un seul sein ont une production de lait très proche de celles qui allaitent des deux seins. Enfin, il est rare que le lait stocké au niveau du sein soit complètement consommé au cours d'une tétée. Il semblerait que la capacité de stockage du sein soit elle-même fonction de la demande du nourrisson qui détermine la quantité de lait produite par la mère.

I.2.4.2. Besoins énergétiques de la mère au cours de l'allaitement

La production de lait représente un coût énergétique pour la mère, compensé par une augmentation des apports énergétiques et éventuellement une mobilisation des graisses. Le coût énergétique de la lactation est déterminé principalement par la quantité de lait produite, qui dépend essentiellement de la demande de l'enfant. Cette quantité décroît dès que des aliments sont donnés en supplément du lait maternel : la production de lait est en moyenne de 710 ml par jour pendant les deux premiers mois et augmente légèrement par la suite, du moins pour les enfants bénéficiant d'un allaitement exclusif (Tableau 2).

Tableau 2 : production moyenne de lait (g/jour) en fonction de l'âge de l'enfant.
(Brown,1998)

	Age de l'enfant (mois)				
	0-2	3-5	6-8	9-11	12-23
Allaitement exclusif					
-Pays industrialisés	710	787	803	900	
-Pays en voie de développement	714	784	776		
Allaitement partiel					
-Pays industrialisés	640	687	592	436	448
-Pays en voie de développement	617	663	660	616	549

Pour les enfants partiellement nourris au sein, la production de lait est légèrement inférieure. La valeur énergétique du lait de femme varie en fonction de l'heure de la tétée, d'un sein à l'autre et même au cours de la tétée. La valeur moyenne de 67 kcal/100mL est généralement retenue (Prentice, 1996). Ces besoins en énergie correspondant à l'allaitement, peuvent être couverts en partie par une mobilisation des graisses accumulées lors de la grossesse. La perte de poids est en fait très variable d'une femme à l'autre, et est généralement limitée aux trois premiers mois de l'allaitement. Chez les femmes en bon état nutritionnel, dans les pays industrialisés, elle est en moyenne de 800 g/mois (soit 27 g/jour). Si on admet que cette perte de poids a un équivalent énergétique de 6,5 kcal/g, elle correspond à l'utilisation de 173 kcal par jour. Dans ce cas, les besoins en énergie sont réduits d'autant et correspondent à 455 kcal/jour, qui sont aisément couverts par l'augmentation de la consommation alimentaire dans les pays industrialisés (Butte, 1998).

I.2.5. Les bénéfiques de l'allaitement maternel

I.2.5.1. Pour l'enfant

Selon L'OMS, Le lait maternel est l'aliment idéal pour les nouveaux nés et les nourrissons. En effet, il apporte tous les nutriments nécessaires à leur développement et contient des anticorps qui les protègent de maladies courantes telles que la diarrhée et la pneumonie, les deux premières causes de mortalité de l'enfant dans le monde. Le lait maternel étant immédiatement disponible, les nourrissons allaités au sein reçoivent une alimentation suffisante, et il présente également des avantages à long terme pour les enfants et donc au-delà de ses bienfaits immédiats, l'allaitement maternel aide à rester en bonne santé tout au long de la vie. Une fois adultes, les personnes qui ont été allaitées au sein ont souvent une tension artérielle et une cholestérolémie plus basse et souffrent plus rarement de surpoids, d'obésité ou de diabète de type 2. Elles obtiennent de meilleurs résultats aux tests d'intelligence ; L'allaitement maternel possède également un effet bénéfique sur le développement cognitif (Tableau 3), puisqu'il est associé à un quotient intellectuel (QI) plus élevé et de meilleures performances de lecture pendant l'enfance (Geddes et Prescott, 2013).

Tableau 3 : Effets bénéfiques de l'allaitement maternel à long-terme. (T. Severin, 2020)

Maladies/ Conditions	Réduction du risque (%)	Type d'allaitement	Reference (Allaitement)	Période
Syndrome métabolique	NC	- Exclue ≥ 3 mois	- Non exclu	- Adolescence
Obésité	15	- Tous	- Abs	- Adolescence
	30	- Tous	- Abs	- Adulte
	4	- Pour chaque mois supplémentaire	-	- Adulte
Diabète de type 2	33	- Tous	- Abs	- A 20 ans
	40	- Exclu ≥ 3 mois	- Non Exclu	- Adulte
Développement cognitif	5,9*	- Exclu ≥ 4 mois	- <1mois	- 6,5ans
	6,6*	- Tous ≥ 7 mois	- <1mois	- 18 ans
Leucémies	10-12	- Tous < 6mois	- Abs	- Enfance
	15-20	- Tous > 6mois	- Abs	- Enfance
Maladie cœliaque	52	- Allaitement > 2 mois et pendant L'exposition au gluten	-	- Adulte

Diabète de type 1	30	-	Exclu \geq 3mois	-	Non Exclu	-	Adulte
Intestin irritable	31	-	Tous	-	Abs	-	Enfance

Exclu : allaitement exclusif ; Tous : tout type d'allaitement ; Abs : Absence d'allaitement ; *: gain en termes de points de quotient intellectuel (QI).

I.2.5.2. Pour la maman

L'organisme maternel est prévu pour une période de lactation de plusieurs mois voire plusieurs années. Une lactation de 800 ml par jour représente un coût énergétique d'environ 600 kcal par jour pour la mère. Enceinte, la future mère a accumulé quelques réserves de graisse pour cette lactation, et tant qu'elle allaite, elle garde le développement intestinal (circulation sanguine et villosités) qu'elle avait eu pendant la grossesse. Son métabolisme satisfait d'abord les besoins du nourrisson, elle absorbe mieux les nutriments et les oligoéléments, elle libère les graisses périphériques (activation des enzymes de lipolyse) et fixe moins facilement de nouvelles réserves, elle mobilise son calcium osseux (ce qui évite les apports en laitages excessifs et est bon pour la prévention de l'ostéoporose). Si elle allaite fréquemment, elle n'a pas de retour des cycles menstruels et économise ainsi du fer.

Et cela va ainsi permettre une adaptation favorable pour la santé de la mère :

- Pas d'augmentation de carence en fer, surtout si absence de règles ;
- Retour à son poids habituel (amaigrissement progressif si nécessaire) sur plusieurs mois ; et si nécessaire, un régime hypocalorique préservant les oligo-éléments est compatible avec l'allaitement ;
- Moins d'ostéoporose à la ménopause ;
- Moins de cancers du sein (**Laurent, 2002**).

I.2.5.3. Pour la société

L'allaitement maternel permet de faire des économies indirectes pour le système de santé. En effet, comme nous l'avons décrit ci-dessus, les femmes et leurs enfants sont moins malades, par conséquent, les dépenses liées aux soins sont moindres. De même, les employeurs bénéficient d'économies dues à une baisse des congés maladies et donc une baisse de l'absentéisme parental. Pour les mères non allaitantes, il est indispensable d'effectuer des dépenses supplémentaires pour l'achat du lait en poudre et pour tout le matériel nécessaire à l'allaitement artificiel. Ces dépenses ne sont pas négligeables, surtout pour les familles en difficultés financières. De plus, pour pouvoir acheter ce matériel il faut obligatoirement

dépenser de l'énergie liée à la production, aux transports et à la commercialisation des produits. Enfin, nous savons que l'allaitement maternel permet de développer le lien mère et enfant, nous pouvons donc supposer que le non-allaitement pourrait être indirectement lié à des difficultés relationnelles et psychologiques au sein de la cellule familiale (**Marine, 2018**).

I.3. Lait infantile (lait maternisé)

Le lait infantile est une alternative pour remplacer ou compléter le lait maternel lorsque l'allaitement n'est pas possible. La connaissance des composés bioactifs du lait maternel et de leurs effets bénéfiques a suscité l'intérêt des chercheurs dans le domaine de la nutrition infantile. À l'échelle internationale, les composants requis pour les formules sont définis par le Codex Alimentarius, un programme conjoint de normes alimentaires supervisé par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et également l'OMS. Au total, le codex répertorie plus de 30 ingrédients nutritionnels requis pour les préparations pour nourrissons, y compris les vitamines et les minéraux, mais les trois principaux constituants sont les lipides, les protéines et les glucides, les principaux éléments de base dont les petits humains ont besoin pour grandir et se développer.

I.3.1. Définition du lait infantile

L'OMS (2006), définit le lait artificiel comme : « substitut du lait maternel préparé industriellement en conformité avec les normes du codex Alimentarius en vigueur pour couvrir les besoins nutritionnels des nourrissons pendant les premiers mois de vie jusqu'à l'introduction des aliments de complément ».

I.3.2. Composition générale des laits infantiles

Le lait infantile, c'est du lait de vache (dans l'immense majorité des cas). C'est un lait qui convient à un animal ayant un système digestif très différent de l'homme, c'est pourquoi, sous sa forme brute, il n'est pas adapté au bébé humain et il doit être transformé pour se rapprocher le plus possible du lait maternel (**Pubert, 2012**).

Des progrès technologiques, ont permis de se rapprocher au plus près de la composition du lait maternel en réduisant la teneur en protéines (rapport caséine/protéine abaissé, digestibilité du caillé, prévention du surpoids et prise en compte de l'immaturité rénale) ; en modifiant la fraction glucidique composée d'un mélange de lactose (75 %) et dextrine-maltose (25 %) (Digestibilité) ; en diminuant la teneur en sel (charge rénale) ; en améliorant l'apport lipidique (acides gras essentiels, oméga 3 et 6) ; en ajustant les taux de calcium, de vitamine D (35 à 60 UI/ dl), K et fer (besoins immunitaires et synthèse érythrocytaire) (**Claire et Boinet,**

2019).

I.3.2.1. La densité énergétique

La densité apparente est une propriété ayant une grande importance pour des raisons économiques et fonctionnelles. Une densité apparente élevée est souhaitable pour réduire les coûts d'expédition et d'emballage (**Kalyankar et al., 2016**). Par ailleurs, elle indique le nombre de Kcal ou de Kjoules pour 100ml de lait reconstitué. Le nourrisson a un besoin énergétique de 92 Kcal/100ml de lait reconstitué. Les laits pour prématurés sont plus riches et contiennent 71 à 82 Kcal pour 100 ml de poudre reconstituée selon les marques (**Follain, 2015**)

I.3.2.2. Les Protéines

Les professionnels de la santé ont indiqué que les protéines sont indispensables à la croissance de l'organisme, notamment grâce à l'apport d'acides aminés essentiels. On trouve des protéines solubles aux fonctions multiples : anti-inflammatoires, facteurs de croissance, impliquées dans le système immunitaire... mais également des caséines. Ces protéines sont riches en composés azotés (**Berroca, 2020**).

En outre, l'**OMS**, indique que la composition en protéines de la préparation devra dépasser celle fournie par le lait maternel et les besoins en protéines, afin de compenser les différences en termes de digestibilité, de biodisponibilité et d'efficacité d'utilisation des protéines alimentaires entre le lait maternel et la préparation ainsi pour répondre aux besoins en protéines des nourrissons nourris avec des préparations.

Il est conseillé que l'enfant consomme 10g par jour de protéines. Elles sont divisées en deux grands groupes : les caséines et les protéines solubles.

- Les caséines représentent 40% des protéines dans le lait maternel. Elles sont sous forme de micelles et coagulent lorsque l'on ajoute de la présure ou des bactéries lactiques. Elles sont insolubles et forment des gros flocons dans l'estomac du nourrisson, ce qui ralentit la vidange gastrique et donne un effet de satiété au nourrisson. En excès, elles peuvent provoquer une constipation (**Follain, 2015**).
- Les protéines solubles représentent 60% de protéines du lait maternel et ne coagulent pas entre-elles lors de l'ajout de présure. Elles sont constituées principalement d'albumine et de lactoglobulines. Elles assurent une meilleure digestibilité du lait et des selles plus molles (**Goulet.O et al., 2012**).

I.3.2.3. Les Glucides

Les glucides permettent de fournir de l'énergie rapidement au bébé, ils sont indispensables au bon fonctionnement des cellules, notamment le cerveau, les muscles et le cœur. Les cellules du sang et les neurones sont gluco-dépendantes : elles ne peuvent fonctionner qu'en absorbant du sucre (**Anses,2022**).

Dans les laits infantiles on retrouve des glucides sous la forme de lactose, maltodextrine (issu de l'amidon), ou amidon (épaississant utilisé dans les laits antireflux). Certains fabricants ajoutent dans leurs formules des oligosaccharides FOS (fructo-oligosaccharides) et les GOS (galacto-oligosaccharides). Ces fibres sont respectivement produites à partir des végétaux et du lait, elles alimentent et maintiennent en vie les bactéries présentes dans l'intestin (probiotiques) et agissent sur l'équilibre de la flore intestinale. On retrouve les prébiotiques ensuite dans l'alimentation par la diversification alimentaire (**Anses, 2022**).

I.3.2.4. Les lipides

La croissance rapide du nourrisson au cours de la première année de vie nécessite des apports énergétiques très élevés. Rapportés au poids corporel, ces apports sont quatre à cinq fois supérieurs à ceux d'un homme adulte (environ 100 kcal/kg/J) (**Guesnet et Ailhaud, 2013**). Ainsi un nourrisson à l'âge d'un mois ingère près de 30 g de triglycérides par jour, ce qui correspond à une alimentation hyperlipidique car, rapporté au poids corporel, ce niveau de consommation est trois à cinq fois plus élevé que celui d'un homme adulte (**Innis, 2011**).

Les lipides sont constitués de petits éléments, les acides gras. Certains d'entre eux sont dits essentiels, ça veut dire qu'ils ne sont pas fabriqués par l'organisme et doivent donc être apportés par l'alimentation. Il s'agit des omégas 3 omégas 6 (**Follain, 2015**).

Le lait maternel apporte naturellement ces acides-gras essentiels, mais il y en a peu dans le lait de vache ou le lait de chèvre qu'on utilise pour le lait infantile, il faut donc les ajouter. Parmi les omégas 3 et les omégas 6, les plus essentiels sont l'ARA et le DHA, dont ils contribuent au développement du cerveau et de la rétine. Ils sont apportés dans le lait infantile par l'intermédiaire d'huiles végétales (pour l'ARA) et d'huiles de poisson ou d'algue (pour le DHA). L'ajout de DHA dans les formules (sauf 3ème âge) a été rendu obligatoire en 2020 (**Anses, 2022**).

I.3.2.5. Les Vitamines & Minéraux du lait infantile

Les vitamines sont des substances organiques qui sont nécessaires en faible quantité au métabolisme d'un organisme vivant et qui ne peuvent être synthétisées en quantité suffisante

par cet organisme, il faut donc qu'elles soient apportées par l'alimentation.

Fer, calcium, zinc ou encore vitamines A, C, E, D entrent dans la composition du lait infantile. Chacun d'entre eux jouent ont rôle bien précis dans le bon développement des bébés. Par exemple pour les défenses immunitaires ou la croissance des os et des dents. Mais aussi pour le développement cérébral, la bonne absorption du fer ou du calcium.

Le lait maternel contient naturellement des vitamines et minéraux, le tout aux justes quantités dont le Bébé a besoin. Il est particulièrement riche en vitamines A, E et C. La composition du lait maternel dépend aussi des apports alimentaires de la maman. Le lait de vache contient également des vitamines et minéraux, mais en trop grande quantité pour certains ou en quantité insuffisante pour d'autres, alors on en enlève et on en rajoute pour couvrir les besoins essentiels des bébés (**Bocquet et Thiebault, 2022**).

Tableau 4: Tableau illustrant la composition des formules infantiles, lait de femme et lait devache entier. (**Bocquet et al., 2002**)

Composition	Préparation pour nourrisson	Lait de femme	Lait de vache entier
Energie (kcal/100mL)	60-75	67	65
Protéines (g/100mL)	1,2-1,8	1,1	3,7
Caséines	30%-80%	40 %	80 %
Protéines solubles	20%-70%	60 %	20 %
Lipides (g/100mL)	3,1-3,8	3,9	3,4
Acide linoléique(mg)	500	350	80
Glucides (g/100mL)	3,1-3,8	6,8	4,5
Lactose	500	85 %	100 %
Fer (mg/100mL)	0,5-1,5	0,06	0,05
Ca (mg/100mL)	46-93	33	125

I.3.3. Autres molécules

I.3.3.1. La choline

La choline est un alcool monovalent primaire et un sel d'ammonium quaternaire. Il a été préparé synthétiquement pour la première fois en 1866. La choline est un nutriment qui peut être ingéré par le régime alimentaire, ainsi que produit dans le corps. C'est l'une des rares substances organiques capables de traverser la barrière hémato-encéphalique. Elle est importante dans le métabolisme pour la structure de la membrane cellulaire et d'autres structures membranaires, ainsi que pour la neurotransmission. La choline est importante pour le développement du cerveau et se trouve en grande quantité dans le lait maternel. Une carence peut exercer une influence négative sur le développement du cerveau et les fonctions cognitives. Il est très important que les femmes enceintes prennent suffisamment de choline, car leur faible consommation peut provoquer des défauts dans le tube neural du bébé et affecter la mémoire de leurs enfants (Aquaportail, 2020).

I.3.3.2. La taurine

Cette molécule qui fait parfois peur aux parents est pourtant nécessaire au développement de leur bébé. C'est un acide aminé qui peut être synthétisé par l'organisme et qui joue le rôle neurotransmetteur. Il joue un rôle au niveau cardiaque et musculaire ainsi que dans la digestion des lipides. Le lait maternel en contient plus que le lait de vache : 4,2mg/100ml cc 0,240mg/100ml dans le lait de vache, c'est pourquoi on en retrouve en supplément quasiment tous les laits premiers âge (sauf les laits bio) et accessoirement dans le lait suite. Ces taux n'ont rien à voir avec la taurine que l'on peut trouver dans les boissons énergisantes (Follain, 2015).

L'Association nationale de défense des consommateurs et usagers 2020, indique que la quantité de taurine autorisée dans les laits infantiles est strictement encadrée par une directive européenne. Celle-ci précise qu'en cas d'ajout à des préparations pour nourrissons, la quantité de taurine ne doit pas être supérieure à 12 mg/100 kcal.

I.3.3.3. La caroube

La caroube est le fruit du caroubier, un arbre originaire du Moyen-Orient, qui s'est ensuite répandu dans tout le bassin méditerranéen. En forme de gousse, la caroube est exploitée pour ses qualités nutritionnelles et ses nombreux bienfaits sur la santé. A partir d'une gousse de caroube, on obtient 2 produits : la poudre de caroube et la gomme de caroube. La composition nutritionnelle de la poudre de caroube est très intéressante pour la santé. Elle

contient une longue liste de composants bénéfiques pour notre organisme : des antioxydants, des fibres, des vitamines, sels minéraux (**Stéphanie, 2021**).

Traditionnellement elle était utilisée pour traiter les diarrhées aussi bien chez le nourrisson que chez l'enfant et chez l'adulte. Plusieurs études ont été réalisées pour évaluer le potentiel anti-diarrhéique de cette plante. Les différents essais ont permis de confirmer que la caroube permettait de réduire la durée de l'épisode diarrhéique chez des nourrissons (de plus de 3 mois) et des enfants. la caroube peut être aussi ajoutée dans le but d'épaissir le lait pour limiter les régurgitations. Elle peut être responsable de selles étalées, de ballonnements et de gaz (**Howlett et Ohlsson, 2019**).

I.3.3.4. L'inositol

D'après la micronutrition source de santé 2019, l'inositol parfois est appelé vitamine B7, c'est est un sucre organique indispensable à la vie, sa forme cyclique est constituée de 6 atomes de carbones. Chez l'Homme, l'inositol est présent dans toutes les cellules de l'organisme et se trouve en concentrations plus élevées dans les cristallins, les reins, les testicules ainsi que dans le système nerveux central, en particulier dans le cerveau. Il peut être synthétisé par le corps humain à partir du glucose, ce qui le différencie des vitamines. L'inositol est un nutriment très essentiel aux cellules humaines en culture permettant leur croissance et leur survie. Il favorise la maturation de plusieurs composants du surfactant et peut jouer un rôle déterminant dans la vie fœtale et néonatale. Une baisse du taux d'inositol chez les nourrissons atteints du syndrome de détresse respiratoire (SDR) peut être un signe que leur maladie sera grave (**Howlett A et al, 2019**).

I.3.3.5. La L-carnitine

L-Carnitine (L-3-hydroxytriméthylamminobutanoate) est un acide aminé naturellement présent dans les tissus animaux (produits à base de viande) et dans le lait (c'est également un constituant du lait maternel humain). Elle peut être synthétisé dans le corps à travers deux acides aminés essentiels : la lysine et la méthionine (**Romain.R, 2017**).

Le lait maternel contient de la L-Carnitine, élément nécessaire pour le transport des acides gras à longue chaîne et d'autres acides organiques à travers les membranes mitochondriales. Les nourrissons alimentés à base de régimes à faibles concentrations de L-Carnitine voient leurs taux de plasma et de tissu de L-Carnitine réduits. Ils peuvent en outre développer des troubles liés à l'oxydation des acides gras, au métabolisme des composés de l'acétyl-CoA, à la cétogénèse et au bilan de l'azote (**Lonza, 2022**). **Le comité de nutrition**

ESPGHAN (Société européenne de gastroentérologie, hépatologie et nutrition pédiatrique), recommande l'utilisation de laits infantiles contenant de la L-carnitine à des niveaux similaires à ceux trouvés dans le lait maternel. La synthèse de la L-Carnitine chez les nouveau-nés est moins efficace que chez les adultes, et semble insuffisante pour répondre aux besoins. C'est pourquoi, la L-Carnitine est considérée comme étant un nutriment indispensable pour les enfants et les nourrissons.

I.3.4. Fabrication et contrôle des laits infantiles

La conception des laits infantiles est basée sur la connaissance des besoins nutritionnels, établie à partir de recherches épidémiologiques et médicales. Celles-ci sont effectuées par les fabricants en collaboration avec les pédiatres et des nutritionnistes spécialistes de la nutrition infantile. Pour garantir la qualité et la sécurité des produits destinés aux plus jeunes consommateurs, les fabricants travaillent en permanence avec deux impératifs à l'esprit. Ils respectent les procédures et les normes de conception d'un nouvel aliment en réalisant des contrôles à tous les stades de la fabrication. Ainsi la méthode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) analyse les risques pour déterminer les points critiques d'un procédé afin d'identifier et de mettre en place les actions préventives nécessaires à leur maîtrise (**Simard K, 2001**).

Selon la maison du lait française, le lait de vache est récolté chez l'agriculteur. Celui-ci est alors analysé, notamment pour vérifier l'absence d'antibiotiques et le taux de matière grasse. Il est ensuite pasteurisé à une température de 72° puis refroidi. Ce procédé sert à éliminer les germes pathogènes. Il peut ensuite être décomposé suivant différents procédés.

Le procédé de fabrication comporte généralement 10 étapes (Figure 1). Les ingrédients secs (par exemple les protéines du lactosérum) sont d'abord dissous dans l'eau puis mélangés avec du lait écrémé pour former une préparation liquide. Le but de cette opération est de modifier le ratio caséines/protéines sériques du lait de vache qui est de 80/20 pour le rendre identique à celui du lait humain qui est de 40/60. Cette préparation liquide est ensuite pasteurisée puis concentrée par évaporation sous vide. Après ajout de la matière grasse (généralement mélange d'huiles végétales) et homogénéisation, la préparation concentrée est séchée dans une tour de séchage. La poudre est d'abord conditionnée en big-bag en attendant le résultat du contrôle qualité. Si la qualité de la poudre est conforme, la poudre est conditionnée en boîtes métalliques pour être commercialisée (**D. Dupont et al., 2018**).

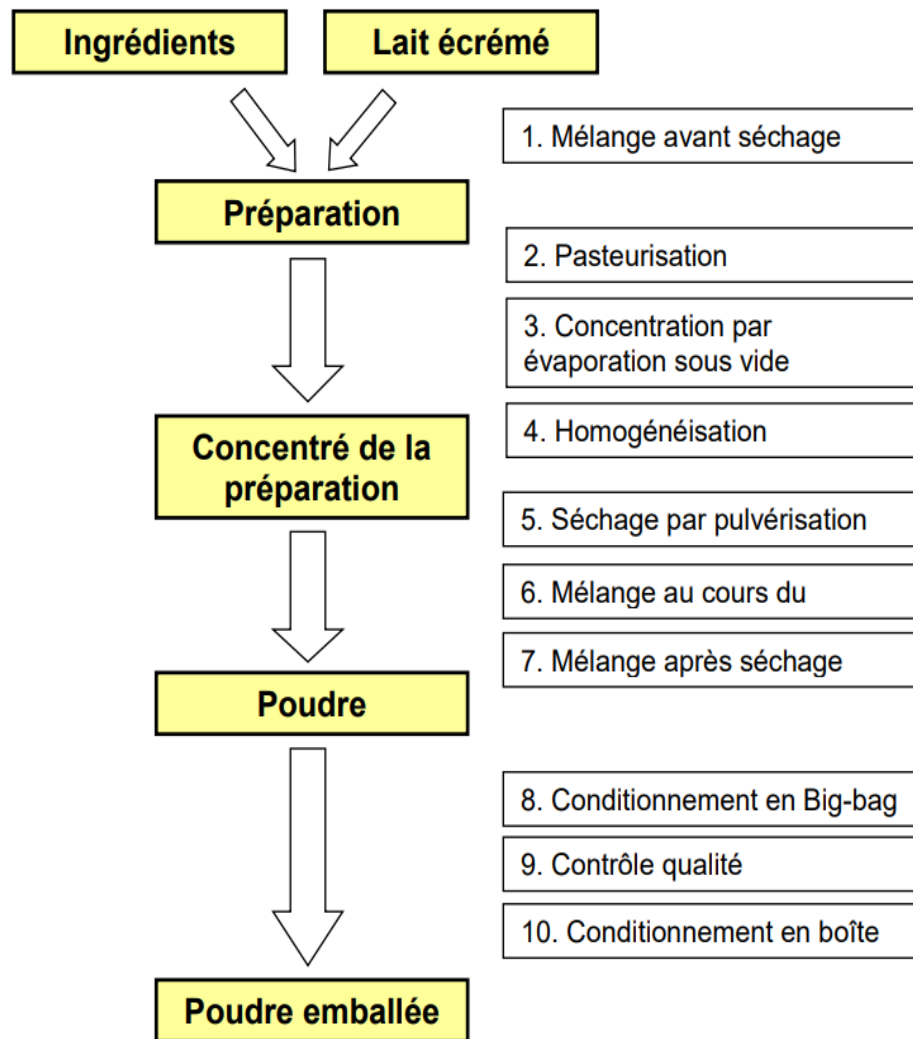


Figure 1 : processus général de fabrication d'une poudre de formule infantile (le Hueron-luron et al., 2014)

- Avant séchage : la plupart des ingrédients sont réhydratés avant concentration et séchage. La matière grasse et les vitamines sont généralement mélangées avec la préparation liquide après pasteurisation et avant homogénéisation.
- En cours de séchage : pour des questions de viscosité, l'amidon et la caroube sont ajoutés directement dans la tour de séchage à l'aide d'une vis doseuse permettant de contrôler le taux d'incorporation.
- Après séchage : Ce type de mélange est surtout pratiqué pour des raisons économiques, afin de réduire les coûts de préparation. En revanche, la contrainte se situe essentiellement dans la maîtrise bactériologique des poudres mélangées à sec (D. Dupont et al., 2018).

I.3.5. Classification des laits infantiles

Trois grandes classes de préparations infantiles sont présentes dans l'alimentation artificielle du nouveau-né jusqu'à l'âge d'un an (Tableau4). Celles-ci correspondent aux trois grandes périodes de l'alimentation du nourrisson qui coïncident avec la maturation progressive de ses fonctions digestives et organiques (Lokombe, 2004).

Tableau 5: Appellations des formules lactées selon l'âge du nourrisson. (Pubert, 2013)

Appellation commune	Appellation réglementaire	Utilisation
« Lait 1 ^{er} âge »	Préparation pour nourrisson	De la naissance à 4 ou 6 mois
Lait 2eme âge	Préparation de suite	De 4 ou 6 moi à 1 ans
« Lait de croissance »	Aliment lacté destiné aux enfants en bas âge	De 1 ans à 3 ans

I.3.5.1. Les préparations pour nourrissons (ou préparations de 1er âge)

Selon l'OMS, par préparation pour nourrisson, on entend un substitut du lait maternel spécialement fabriqué pour satisfaire à lui seul les besoins nutritionnels des nourrissons pendant les premiers mois de leur vie, jusqu'à l'introduction d'une alimentation complémentaire appropriée. Les produits doivent être traités uniquement par des procédés physiques et doivent être conditionnés de manière à prévenir toute dégradation et contamination dans toutes les conditions normales de manipulation, d'entreposage et de distribution dans le pays où ils sont vendus. Elles sont fabriquées par des produits obtenus à partir de lait de vache ou d'autres animaux ou d'un mélange de ces laits et/ou d'autres ingrédients dont il a été démontré qu'ils conviennent à l'alimentation des nourrissons.

Les préparations initiales pour nourrissons peuvent aussi être utilisées en complément du lait maternel. De plus, elles peuvent continuer à être utilisées après 6 mois avec des aliments de complément, pendant toute la première année de vie. La quantité et la fréquence s'adaptent selon les besoins individuels du nourrisson. La composition des préparations initiales pour nourrissons est réglementée de façon plus détaillée que celle des préparations de suite (Dommer Schwaller.J, 2018). D'après UNICEF Suisse, toutes les marques se valent du point de vue qualitatif. Les spécialistes recommandent en général d'utiliser toujours le même lait,

spécialement lors des premiers mois, afin de ne pas surcharger inutilement la digestion et donc tout l'organisme du nourrisson. Ceci n'est cependant pas prouvé scientifiquement. Si un nourrisson supporte mal un lait, sa mère peut essayer un autre.

Il existe différents types de préparations pour nourrissons disponibles sur le marché qui varient en fonction de la teneur en éléments nutritifs, du nombre de calories, du goût et de la capacité de digestion. Selon le codex international commun (**Cariolis, 2014**), ces préparations, appelées communément « lait 1er âge » sont soumises à un étiquetage très strict. Il existe ce qu'on appelle une liste positive d'allégations autorisées, ce sont les critères de composition pour les préparations pour nourrissons autorisant une allégation (**Bocquet et al., 2015**).

I.3.5.2. Les laits de suite (laits de 2ème âge)

Selon la pédiatrie suisse, ces laits sont destinés aux nourrissons en bonne santé qui sont âgés de plus de 6 mois, à partir de la phase de diversification alimentaire. Cependant l'Unicef suisse indique que les préparations de suite peuvent remplacer les préparations pour nourrissons dès le 7^{ème} mois, après l'introduction d'aliments de complément. En général, le lait de suite devrait donc être plus nourrissant et rassasiant il contient davantage de caséines (protéines du lait) que les préparations initiales pour nourrissons.

Le lait de suite est enrichi en fer, calcium et phosphore ; les autres éléments minéraux doivent avoir des taux équivalents à ceux présents dans le lait de vache. L'utilisation des laits de suite n'est pas indispensable et la mère peut parfaitement continuer à donner à son enfant un lait pour nourrisson (**Simard.K, 2001**).

I.3.5.3. Les laits de croissance

Le lait de croissance, dénommé « 3ème âge » apparu au début des années 1990, correspond à une préparation infantile à base de lait de vache, en poudre ou liquide, préconisée pour l'alimentation des enfants à partir de 10 à 12 mois jusqu'à 3 ans, c'est-à-dire législativement pour les « enfants en bas âge » (**Cirotte.C, 2020**).

Lait de croissance est important pour le bon développement de l'enfant, il contient moins de protéines, plus de vitamine D et vingt fois plus de fer que le lait de vache, de plus, les graisses sont remplacées par des graisses végétales riches en acides gras essentiels donc mieux adaptés (**Follain, 2015**).

I.3.6. Autres préparations infantiles

I.3.6.1. Aliments pour prématurés et nouveau-nés de faible poids de naissance

Pour les prématurés, le lait maternel est particulièrement important et peut faire partie de la thérapie. Le lait d'une femme ayant accouché prématurément (lait ante partum) contient plus de protéines, de sels minéraux et de substances protectrices que celui d'une femme ayant accouché à terme (**Dommer, 2018**).

Toutefois, pour les bébés ayant un poids de naissance en dessous de 2000 g, le lait maternel devrait être enrichi avec des compléments, des préparations spéciales sont recommandées par **L'OMS** pour les prématurés non allaités avec un poids inférieur à 1500 g, jusqu'à ce qu'ils atteignent un poids de 2000 g. De plus, l'OMS recommande d'utiliser pour les prématurés dans la mesure du possible des laits pour nourrissons prêts à l'emploi stériles, ou de faire chauffer le lait avant administration, car les prématurés présentent un risque plus élevé d'infection à *Cronobacter sakazakii* (synonyme : *Enterobacter sakazakii*). Un germe pathogène dangereux qui se trouve quelquefois dans les laits pour nourrissons.

Ces nourrissons ont en commun un défaut de maturité physiologique, une croissance rapide et une carence de réserves. Leurs formules doivent être plus énergétiques que les préparations pour nourrissons à terme. Elles sont enrichies en protéines, en glucides, en sodium, en calcium, en phosphore. La teneur en lipides totaux est conservée mais des recommandations portent sur les AG (chaînes très longues). D'autres recommandations concernent aussi les taux de vitamines, oligoéléments, choline, inositol et nucléotides (**Ancel, 2021**).

I.3.6.2. Lait hypoallergénique

Le comité suisse pour l'Unicef indique que le lait hypoallergénique a été mis au point pour les bébés qui, en raison de prédispositions familiales, portent en eux un risque d'allergie assez élevé. Dans le commerce, les produits de lait pour bébés hypoallergéniques portent l'indication « HA » ou « hypoallergénique ». Dans cet aliment qui existe sous forme de lait initial et de lait de suite, les protéines du lait de vache sont modifiées de manière à déclencher moins de réactions allergiques. Le lait hypoallergénique ne convient pas, cependant, aux bébés chez lesquels on a déjà diagnostiqué une allergie au lait de vache.

I.3.6.3. Préparations à base de protéines de soja

Les préparations sojas ont été conçues pour les nourrissons présentant une allergie aux protéines de lait de vache. Cependant, 10 à 14 % de nourrissons allergiques aux protéines de lait de vache sont également allergiques aux protéines de soja (**Koletzko et al., 2012**). Leur

teneur en phytates pourrait diminuer l'absorption de minéraux et éléments traces, et leur teneur élevée en isoflavones (dont le composé majeur est la gentsine), présentant une action œstrogénique, peut entraîner une augmentation de la concentration plasmatique des enfants en isoflavones. De ce fait, l'Espghan (2006) et l'American Association of Pediatrics 2008 considèrent que, chez l'enfant sain, les préparations à base de protéines de lait de vache devraient être préférées aux préparations à base de protéines de soja. Ces dernières ne devraient pas être proposées en général durant les six premiers mois de vie. Chez les nourrissons allergiques aux protéines de lait de vache de plus de 6 mois, ces préparations ne devraient pas être utilisées en première intention (**Maisons-Alfort, 2019**).

I.3.6.4. Préparations à base d'acides aminés

Il s'agit de préparations constituées d'un mélange d'acides aminés, sans protéines (Neocate pour les moins de 1 an, Neocate Advance pour les plus de 1 an, Nutramigen AA). Les seules traces de protéines pouvant être présentes proviennent de contaminants issus de l'amidon et des fractions lipidiques (notamment de soja pour le Nutramigen AA). Il s'agit de préparations à utiliser en deuxième intention lorsque les symptômes d'allergie (notamment gastroentéocolite IgE médiée, eczéma très sévère et atopique) persistent chez l'enfant, (**Viola.S, 2012**).

I.3.6.5. Laits anti-reflux (AR)

Les laits prônés comme étant anti-reflux ou AR contiennent des substances gonflantes qui épaississent le lait, ce qui atténuerait le reflux. Ils ne doivent être utilisés que sur recommandation du pédiatre (**Dommer Schwaller.J, 2018**). Ce sont des laits destinés aux nourrissons souffrants de régurgitation, ce sont des aliments lactés diététiques à base de protéines non modifiées contenant un agent épaississant qui peut être de l'amidon de maïs, de riz, de pomme de terre ou de la farine de graines de caroube (**Vidialhet.M, 1999**).

I.3.6.6. Lait sans lactose

La fraction glucidique de ce type de lait est la seule qui est modifiée, le lactose du lait est remplacé par des sucres facilement assimilables, glucose ou dextrine maltose (**Dabaedie.A, 2003**).

I.3.7. Laits pour nourrisson de la naissance à 6 mois

Les laits infantiles destinés aux enfants de la naissance à 6 mois doivent respecter une législation imposant des règles strictes en matière de composition (substances à but nutritionnel,

additifs alimentaires, arômes, hormones, nitrates, contaminants, pesticides, critères microbiologiques et matériaux mais aussi d'allégations, publicité, étiquetage) (Claire et Tomas, 2019).

Tableau 6 : les différents laits ou préparations utilisés de la naissance à 4-6mois. (Ance1,2021)

Nom général	Intérêt
Laits 1er âge ou laits 1	Alimentation normale
Laits biologiques	Alimentation normale
Laits « satiété »	Pour enfant affamé
Laits hypoallergéniques 1er âge	Dans les familles à risque d'allergie ou comme relais du lait maternel chez les nouveau-nés de famille atopique.
Laits à protéines hydrolysées (bovines, riz, ...)	APLV, diarrhée sévère avant 4 mois
Laits antirégurgitations (« AR », « Confort », ...)	Rejets, régurgitations
Laits fermentés/acidifiés	Ballonnements, douleurs coliques
Laits avec probiotiques	Réduit les risques de diarrhée
Laits avec prébiotiques	Etude du rôle dans l'immunité, diarrhée
Laits avec uniquement du lactose	Constipation
Laits sans ou pauvre en lactose	Diarrhée
Laits pour prématurés ou « petit poids »	Pour prématuré et hypotrophique

I.3.8. Les différentes formules infantiles et leurs utilisations

Le tableau ci-dessous résume les différents types des formules lactées infantiles disponibles sur le marché et leurs spécificités :

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des différents types de lait et leur utilisation. (Pubert.C, 2013).

Formule lactée	Spécificités
Formules classiques	
De la naissance à 4-6 mois : Préparations pour nourrissons	A utiliser jusqu'à la mise en place de la diversification alimentaire.
Enfants de 1 à 3 ans : Laits de croissance	Valeur protéique intermédiaire entre les préparations de suite et le lait de vache entier. Enrichissement en fer, en vitamine E et en acides gras essentiels.
Entre 4 et 6 mois : Préparations de suite	A utiliser lorsque la diversification alimentaire est entamée. Améliore le statut en fer, en vitamine D et en calcium.
Formules spécifiques	
Laits hypoallergéniques ou HA	Contiennent des protéines de lait de vache partiellement hydrolysées en peptides de faible poids moléculaire. Recommandé chez les nourrissons présentant un terrain familial atopique Inefficaces en cas d'allergie prouvée aux protéines de lait de vache.
Laits antireflux ou AR	Contiennent un agent épaississant. Nécessitent l'utilisation d'une tétine adaptée Les laits contenant de l'amidon de maïs ralentissent le transit, ceux avec la caroube l'accélère.
Laits satiété	Rapport caséine/protéines solubles élevé ou apport de glucides lents. Pour les bébés gros mangeurs.

Laits acidifiés	<p>Acidification de la formule par adjonction de ferments lactiques.</p> <p>Facilitent la digestion du lactose et des protéines</p> <p>Intéressants en cas de coliques, régurgitations et/ou constipation.</p>
Laits anti coliques	<p>Possèdent un taux faible de lactose et une forte teneur en protéines solubles, afin de réduire la fermentation et la production de gaz dans le colon.</p>
Laits transit	<p>Teneur élevée en lactose et en protéines solubles, favorisant la motilité intestinale.</p>
Laits enrichis en pré ou probiotiques	<p>Ont pour objectif de développer une flore intestinale riche en bifidobactéries, ce qui entraîne un effet bénéfique préventif sur les diarrhées et les coliques</p>
Laits pour prématurés	<p>Adaptés à l'immaturation digestive et rénale des prématurés et enfants de faible poids de naissance (teneur plus élevée en protéines, enrichissements en acides gras essentiels et en acides gras polyinsaturés à longue chaîne, en fer, acide folique, vitamines E et K, sodium).</p> <p>Uniquement sur prescription médicale.</p>
Laits sans lactose	<p>Utilisés lors d'épisodes diarrhéiques aigus (susceptible d'altérer la lactase présente dans les bordures en brosses des entérocytes).</p> <p>Chez le nourrisson de plus de 4 mois en cas de diarrhée persistant plus de 3 à 4 jours.</p>
Laits relais	<p>Formule au plus proche du lait maternel Teneur réduite en protéines Facilite le sevrage de l'allaitement maternel.</p>

Chapitre II :

Méthodes et matériels

II.1. L'enquête sur terrain

La démarche de notre travail expérimental est scindée en deux grandes parties :

- Une enquête réalisée sur 100 mamans au niveau de la PMI de la polyclinique Mdouha Tizi-Ouzou ;
- Un contrôle de la qualité physico-chimique et biochimique de deux types de laits ;

Le lait maternel collecté d'une mère allaitante un bébé de trois mois, et le lait infantile commercialisé. Pour ces dernières deux marques les plus utilisées chez nous ont été choisies pour nos tests (lait A et lait B).

Afin de connaître quelles sont les marques les plus utilisées dans notre région, une enquête a été menée auprès des mamans. Les informations ont été recueillies par le biais d'un questionnaire distribué lors d'un déplacement personnel niveau de la PMI de Mdouha

Questionnaire : (voir annexe 1)

Mise en forme et saisie

Après l'obtention des questionnaires remplis, nous les avons classés selon les réponses obtenues. L'ensemble des données recueillies ont été saisies et stocké dans un fichier Microsoft Excel.

II. 2. Contrôle de la qualité physico-chimique et biochimique

Les analyses physico-chimiques et biochimiques ont été réalisées au laboratoire pédagogique de Biochimie et le laboratoire commun du département de Biologie de l'université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou.

- Le matériel utilisé (appareils, petit matériel, réactifs) pour nos analyses, est présenté dans les annexes n°2 et n°3

II.2.1 Analyses physico-chimiques

Les échantillons de lait maternel et laits infantiles ont subi les mêmes tests physicochimiques : la détermination du pH, l'acidité titrable, la densité et la conductivité électrique

II.2.1.1. Mesure du pH

La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'elle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité.

La valeur est déterminée à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné à l'aide de deux solutions tampons à pH 7 et 4. (Voir annexe n°4).

II.2.1.2. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité est déterminée par le dosage de l'acide lactique à l'aide de l'hydroxyde de sodium à 0,11 mol/l.

La présence de phénolphtaléine, comme indicateur coloré, indique la limite de la neutralisation par changement de couleur (rose pâle). Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) où :

1°D représente 0,1 g d'acide lactique dans un litre de lait (le mode opératoire est donné en annexe 5).

➤ **Expression des résultats**

L'acidité titrable exprimée en degré Dornic est donnée par la relation suivante :

$$\text{Acidité (D}^\circ\text{)} = V \times 10$$

V : volume (en ml) d'hydroxyde de sodium utilisé.

II.2.1.3. Détermination de la densité

La densité est déterminée à l'aide d'un thermo lactodensimètre étalonné de manière à donner (par simple lecture du trait correspondant au point d'effleurement) la densité de l'échantillon à analyser dans lequel il flotte (voir annexe 6).

Deux facteurs déterminent cette densité :

- la concentration des éléments dissous et en suspension ;
- la proportion de la matière grasse.

➤ **Expression des résultats**

Le lactodensimètre donne une valeur exacte à la température de 20°C, si la température du Lait est inférieure ou supérieure, elle est ramenée à 20°C par les formules suivantes :

- ✓ Densité corrigée = densité lue – 0,2(20°C - température du lait) si la température du lait est inférieure à 20°C ;

- ✓ Densité corrigée = densité lue + 0,2(température du lait - 20°C) si la température du lait est supérieure à 20°C.

II.2.1.4. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique est utilisée pour évaluer la teneur ionique totale du lait et est définie comme la mesure de la résistance électrique de la solution en ohms réciproques (ohms). Les éléments qui contribuent le plus à la conductivité sont le sodium, le potassium et les ions de chlorure (Annexe 7)

II.2.2. Analyses chimiques et biochimique

Les tests chimique et biochimique : Détermination du taux de Cendres, Détermination du taux de Matière sèche totale (MS), Dosage des protéines et la Détermination de la matière grasse

II.2.2.1. Détermination du taux de Cendres

Les cendres du lait sont le produit résultant de l'incinération de la matière sèche du lait dans un four à moufle réglé à 530 ± 20 °C durant 4 heures (AFNOR, 1980). Dans un creuset préalablement pesé à l'aide d'une balance de précision, elle consiste à l'introduction 5 g du lait puis on la place dans un four à moufle réglé à 530 °C \pm 20°C pendant 4 heures. (Annexe 8).

II.2.2.2. Détermination du taux de Matière sèche totale (MS)

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (AFNOR, 1985). Le principe de cette méthode consiste à une dessiccation à l'étuve à 105 ± 2 °C pendant 3 heures d'une quantité déterminée de lait (5g) dans une coupelle préalablement pesée, suivie d'une pesée du résidu sec total après refroidissement dans un dessiccateur garni d'anhydride phosphorique. (Annexe 9)

II.2.2.3. Dosage des protéines (méthode de LOWRY *et al*, 1951)

L'addition successive à une solution protéique diluée d'un sel de cuivre en milieu alcalin puis du réactif de Folin-Ciocalteu donne une coloration bleu foncé. Celle-ci résulte de la réaction du cuivre sur les liaisons peptidiques et la réduction de l'acide phospho-tungstomolybdique par la tyrosine, le tryptophane et la cystéine (DELOBETTE *et al*, 1991).

Les espèces réduites absorbent à 750 nm. A cette longueur d'onde, le spectrophotomètre donne une valeur de densité optique (DO) qui permet de déterminer la concentration en protéines de l'échantillon analysé en se référant par projection à une courbe d'étalonnage

$DO = f(c)$ où l'albumine sérique bovine commerciale est utilisée comme protéine étalon (le mode opératoire est donné en (annexe 10).

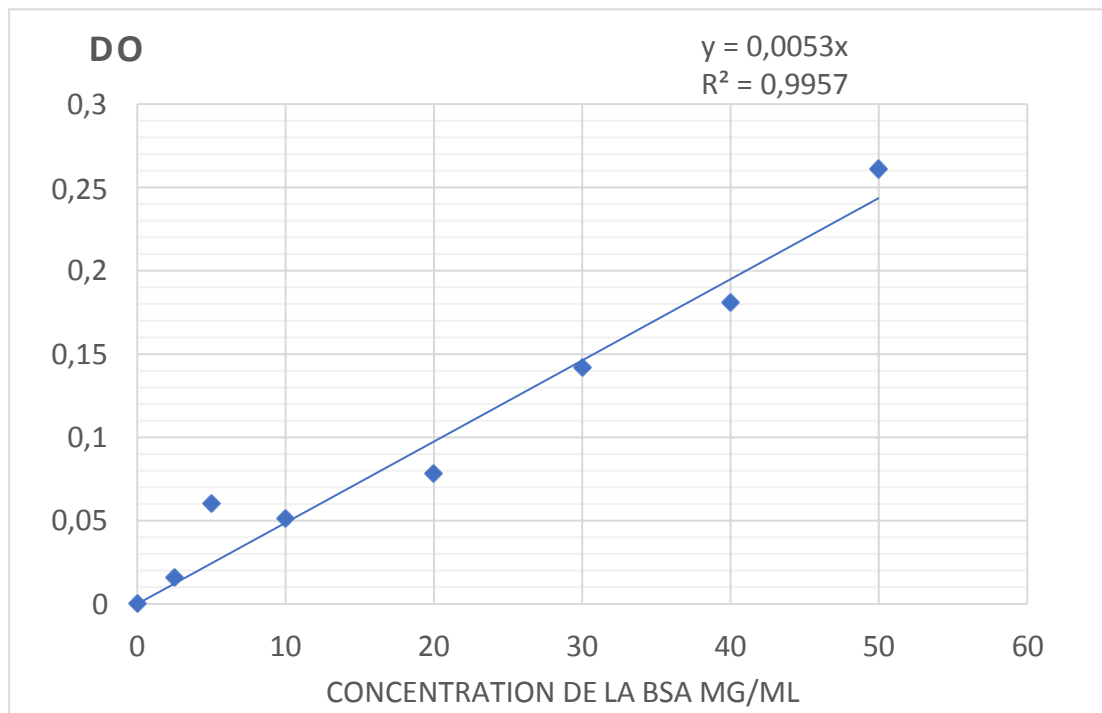


Figure 2: courbe étalon du dosage des protéines par la méthode de **LOWRY et al (1951)**.

L'albumine sérique bovine (BSA) est utilisée comme protéine étalon ; R= coefficient de corrélation.

II.2.2.4. Détermination de la matière grasse (FIL 22B, 1987)

La teneur en matière grasse est mesurée par la détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD) qui est réalisé par centrifugation des tubes contenant 5 ml de lait (lait maternel et les deux 2 échantillons de lait infantile) à 3500 x g pendant 30 min à 4°C. La crème formée à la surface est écartée, alors que le lait dégraissé est filtré et déposé dans des coupelles. Ces dernières sont placées dans une étuve réglée à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 3 heures. Après dessiccation les coupelles refroidies sont pesées. (Annexe 11)

Le taux de matière grasse est calculé par soustraction des valeurs de l'extrait sec dégraissé de celles de l'extrait sec total selon la formule suivante :

$$\text{MG} = \text{EST} - \text{ESD}$$

Chapitre III :

Résultats et discussion

III.1. Résultats de l'enquête

Au total 100 femmes ont répondu au questionnaire. Les réponses sont résumées dans un tableau en **Annexe12**.

Nous avons recueilli les résultats suivants :

- 41% âgées de moins de 30 ans, 42% âgées de 30 à 39 ans, et 17% âgées de plus de 40 ans.
- 47% des mamans occupent un poste de travail, 53% sont des femmes au foyer.
- 27% ont au moins un enfant, 33% ont deux enfants et 40% ont plus de deux enfants.
- 42 % des enfants sont des nourrissons, 18% leurs tranche d'âge est de 6 à 12 mois et 40% de 1ans à 3 ans
- 82% des mamans ont répondu comment l'accouchement s'est déroulé dont 51% ont accouchées par voie basse et 31% par césarienne.
- Parmi les participantes 27% des mamans n'allaitent pas et la majorité c'est pour de raisons de santé ou bien elles n'ont pas de lait.
- 25% ont allaitées de la naissance jusqu'à l'âge de 3 mois, 26% allaitent jusqu'à l'arrêt de lactation.
- 30% des mamans ont commencées l'allaitement mixte dès la naissance de l'enfant, le plus souvent elle est pratiquée lorsque les mamans ne produisent pas assez de lait (34% réponses).

D'après ces résultats nous avons constaté que le choix des laits infantiles se fait généralement suite aux recommandations du pédiatre dont le pourcentage est le plus élevés (52% des réponses), 25% par le pharmacien et le reste des réponses c'est sans recommandation, c'est par rapport à l'habitude de la maman ou autre telle que la composition (9%), l'impact sur le sommeil (6%), le coût (5%).

Concernant les critères du changement du lait infantile quand le lait ne convient pas à l'enfant, la majorité des réponses c'est à cause des coliques, le problème dont de nombreux enfants en souffrent. Aussi on trouve soient problèmes de digestions, régurgitations, vomissement. En effet dans les réponses il s'agit plus probablement des pleurs/dysrythmies du soir, a priori non lié à des problèmes digestifs, comme a répondu une majorité de maman.

Nous constatons que les laits les plus utilisés d'après les réponses des 100 femmes (figure3) sont le A et B avec 29 % et 22 % respectivement. De ce fait nous avons choisis ces deux laits (A et B) pour notre étude.

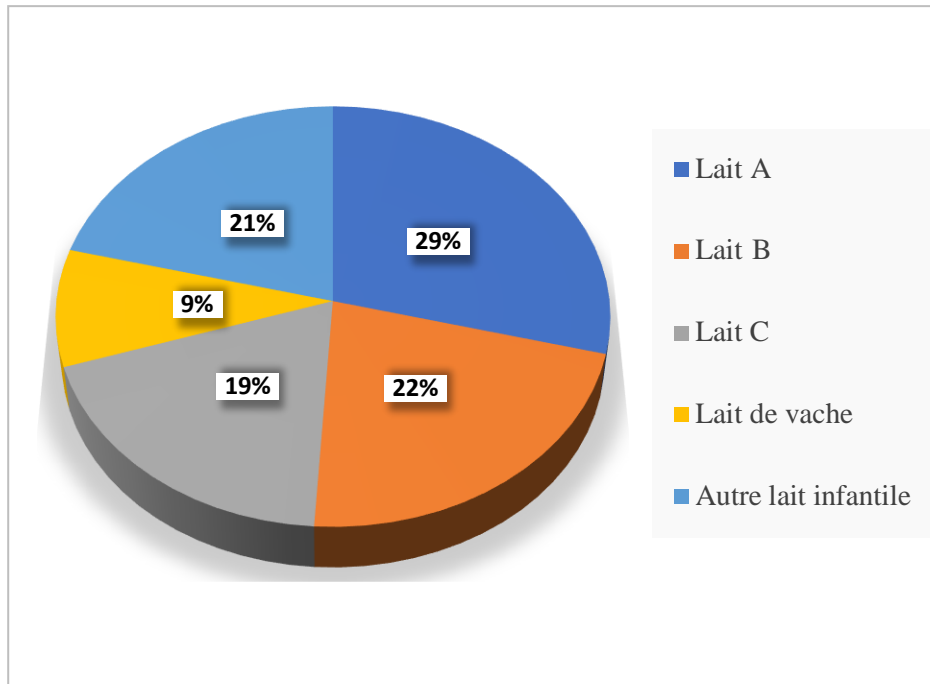


Figure 3 : représentation des laits infantiles les plus utilisés en Algérie.

III. 2. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques

Les résultats obtenus représentent la moyenne de trois essais du lait maternel frais et des deux échantillons des laits infantiles choisis après reconstitution, ils sont indiqués dans le tableau 7

Tableau 8 : comparaison entre les paramètres physico-chimiques et lait maternel et les deux laits infantiles A et B

Paramètre physicochimique	Lait maternel	Lait A	Lait B
Ph à 20°C	7,42	6,5	6,6
Acidité titrable (°D)	10,2	17,9	17,3
Densité	1,0284	1,0520	1,0693
Conductivité à 25°C (mS/cm)	3,30	4,84	4,56

III. 2.1. pH

Les valeurs recueillies pour le pH de l'échantillon du lait maternel sont d'une moyenne de 7.42. Les valeurs du pH pour les échantillons des laits infantiles A et B sont respectivement évaluées à 6,5 et 6,6 (figure 4)

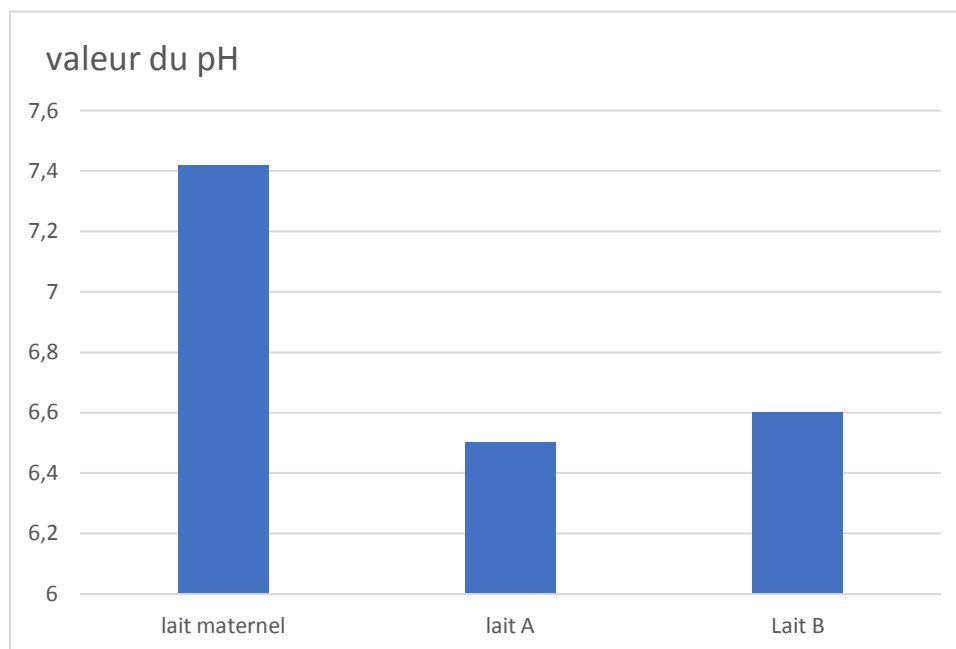


Figure 4: Histogramme représentatif des variations du pH

En comparant le PH du lait maternel étudié, notre valeur de 7,42 est proche de celle rapportée par **Sboui et al., 2009** et **Lawrence, 2011** qui ont travaillé sur le lait humain et qui

ont trouvé une valeur de 7,01. En revanche les autres auteurs signalent une valeur qui varie entre 6,6 et 6,95 dans le lait mature (**Pons et Rey, 1994**).

Les résultats des valeurs du pH des échantillons des laits infantiles A et B après reconstitution se rapprochent et les valeurs révélées se situent dans la norme Algérienne qui exige une fourchette de 6,66 à 6,68.

Le pH du lait maternel légèrement basique pourrait s'expliquer par la teneur faible en caséines, par l'alimentation ou par l'état physiologique de la femme.

Vignola (2002) signale que le pH du lait dépend principalement de la présence de caséines et des anions phosphoriques et citriques.

III.2.2. L'acidité titrable

Les échantillons du lait infantile analysés après reconstitution présentent une acidité titrable de l'ordre de (17,9°D) pour le lait A et (17,3°D) pour le B, cependant le lait maternel a une acidité titrable très faible qui est (10,2°D) par rapport aux deux échantillons infantiles (**figure5**)

- D'après (**Berlin, 1962**), l'acidité du lait humain est (5,5°D), nos résultats sont deux fois plus supérieurs, et cela est dû à l'alimentation de la mamans qui consomme des aliments contenant une acidité élevée tel que les jus de citrons, la tomate ainsi que un faible apport en eau.
- En revanche selon (**Iaskara de vale pereira et al., 2016**), notre valeur mesurée pour l'échantillons du lait maternel est légèrement supérieure aux valeurs recommandées pour les nouveaux nés qui est de 8°D.
- En ce qui concerne les résultats obtenus pour les laits infantiles, ils apparaissent très supérieurs à la norme algérienne fixant la valeur de l'acidité Dornic d'un lait en poudre qui entre 11 et 15 °D. En effet, cette acidité élevée est due principalement à la composition du lait infantile (enrichis en vitamines, sels minéraux ...).

La moyenne de l'acidité Dornic obtenue dans cette étude pour les deux échantillons infantiles est aussi comparé à d'autres résultats qui sont déterminés lors de l'arrêté interministériel du 27 octobre 1993 modifiant et complétant l'arrêté du 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation (JORA N°69, 1993) dont l'acidité est entre 15 et 18°D ; Notre valeur se situe presque dans la fourchette de ses travaux rapportés. Ainsi **Rezkellah et Mekhnache, (2013)**, ont démontré, lors d'une étude réalisée sur la poudre du lait, la conformité du produit aux normes nationales recommandées par JORA N° 69, (1993) dont l'acidité Dornic est inclus. Cette similitude avec nos résultats prouve que les

échantillons étudiés sont frais et de bonnes qualités sachant que l'acidité est un facteur important de détermination de l'état de fraîcheur du produit.

L'acidité Dornic généralement est plus sensible à la teneur totale en solutés (protéines, phosphates, citrates, dioxyde de carbone et acides organiques), celle-ci est inversement proportionnelle au pH. Il est suggéré que l'acidité est également directement influencée par la teneur en lipides de l'aliment, le lait présentant des concentrations élevées en graisses augmente les chances de développer une forte acidité (**Iaskara de vale pereira et al., 2006**).

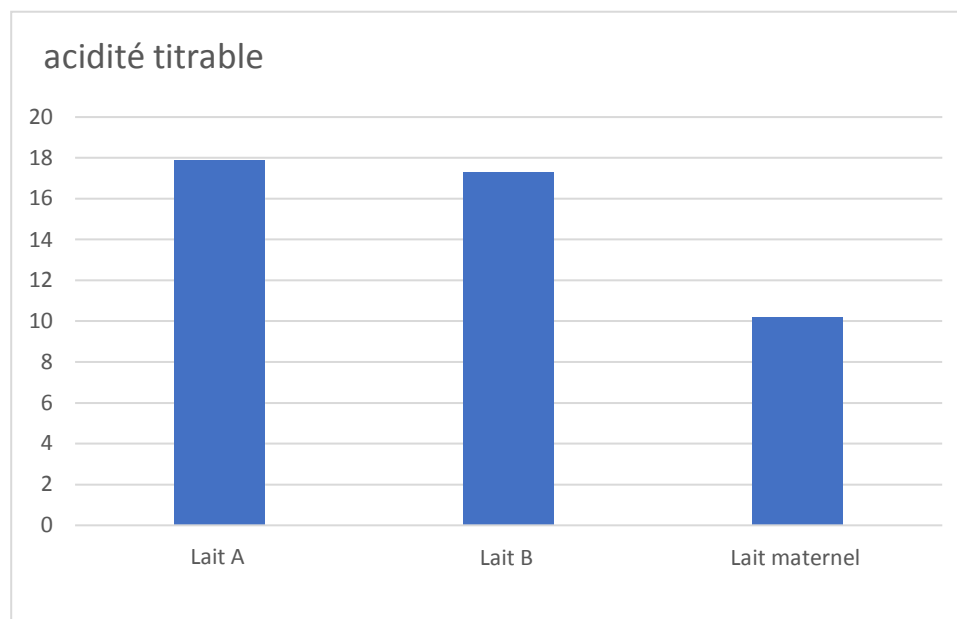


Figure 5: Acidité titrable du lait infantile et maternel

III. 2.3. La densité

Pour le lait maternel, le résultat que nous donne une moyenne de 1.0284 et celles des laits infantiles A et B qui sont respectivement 1.0520 et 1.0693. (Figure 6)

Pour le lait maternel, le résultat que nous avons enregistré est proche de celui rapporté par (**Berlin,1962**) qui avance une de valeur à 1.030, et également comprise dans les normes citées par (**Lenter,1981**) qui est 1.026-1.037. Quant au lait infantile A et B une différence significative été observée entre les deux et cela peut être dû à la teneur faible en matière sèche du lait B par rapport au lait A. Nos résultats sont en concordance avec **Siboukeur, 2007** qui a rapporté que la densité dépend de la teneur en matière sèche. La densité dépend de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de la température et des disponibilités alimentaires (**Sbouï et al., 2009**).

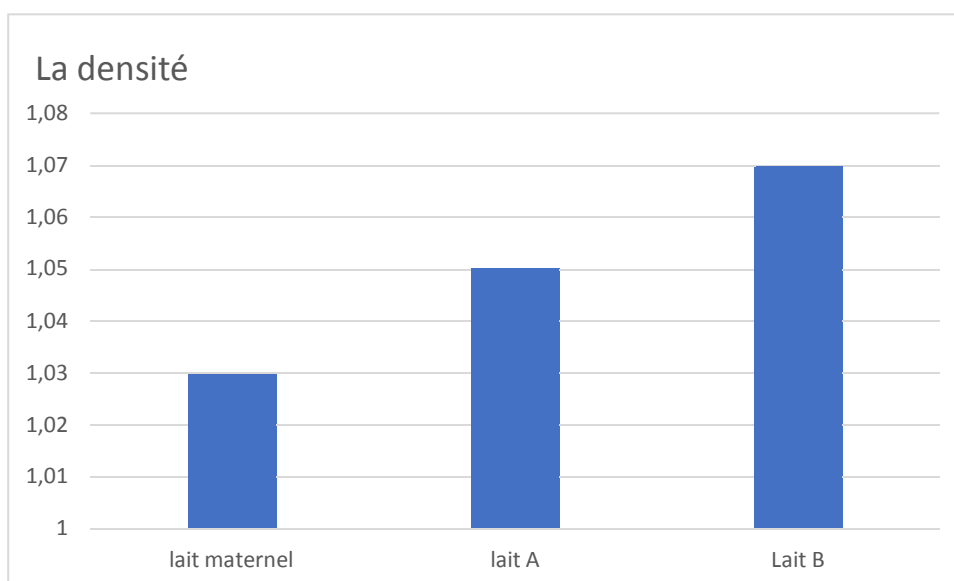


Figure 6 : représentation des variations de la densité

III. 2.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique est la mesure de la résistance d'un corps au courant électrique. Elle est définie comme l'inverse de la résistance et se mesure en milli-Siemens par centimètre (mS/cm) (**Anonyme-4, 2009**). Elle est due à la présence des ions, et reflète la teneur du lait en ces éléments, donc tout changement de concentration en ions, dans le lait, se traduit par une modification de sa conductivité.

Dans notre étude, on a enregistré les valeurs de 4.84 mS/cm pour le lait A et 4.56 mS/cm pour le lait B (Annexe 7), on a constaté qu'il n'y a pas une grande différence entre les résultats des deux échantillons analysés. En revanche la conductivité de lait maternel est inférieure avec une valeur de 3.30 Ms/cm (Figure 7).

La variation de la conductivité électrique du lait humain peut être causée par plusieurs facteurs tels que : la mastite et l'augmentation de la température de la mère ainsi que la présence de grains de lait et les caillots de sang (**Anonyme-5,1987**). La conductivité électrique joue un rôle important dans le diagnostic de l'état pathologique (**Auldist et Hubble, 1998**), comme dans le cas où la concentration de potassium est faible ou la concentration de chlore et sodium est élevée cela indique une présence d'infection. En outre, le pourcentage de la matière grasse influence la conductivité électrique du lait (**Morton, 1994**).

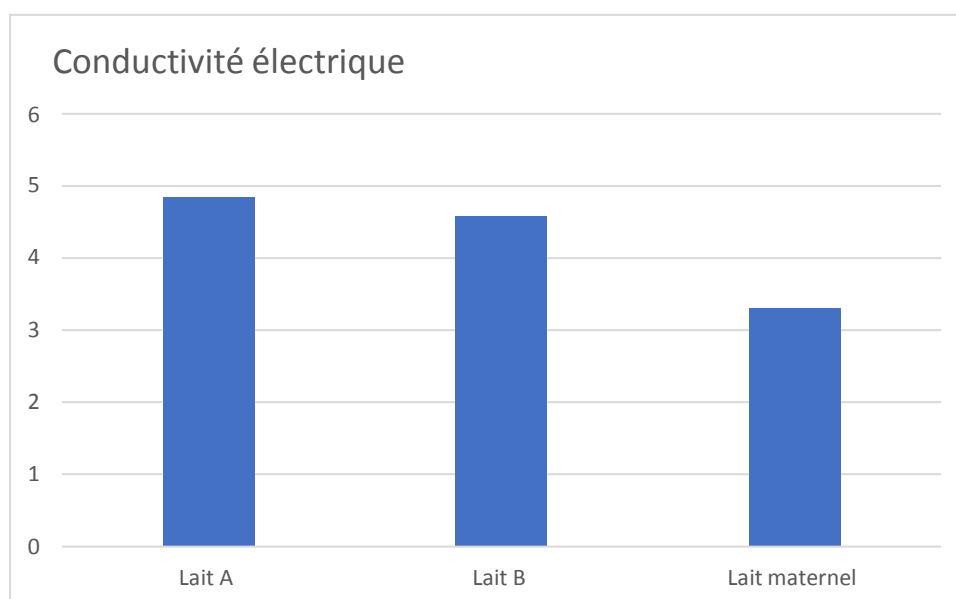


Figure 7 : Histogramme représentatif des variations de la conductivité.

III.3. Résultats et discussions des analyses chimique et biochimique

Le tableau suivant présente les résultats de notre analyse des composants chimiques et biochimiques du lait humain et les deux échantillons infantiles A et B

Tableau 9: comparaison entre les composants chimiques et biochimiques du lait maternel et le lait infantile

Composition chimique et biochimique	Lait maternel	Lait A	Lait B
Cendres (g/l)	2,28	3,28	3,22
Matière sèche totale (g/l)	156,24	197,73	198,38
Matière grasse (g/100g)	3,1	3,6	3,78
Protéines (g/l)	7,75	12,32	13,56

III. 3.1. Détermination du taux de cendre

Les résultats de la proportion en cendre des différents échantillons du lait maternel et laits infantiles varient entre 2,28 et 3,28 g/l ainsi démontrés dans la Figure 8

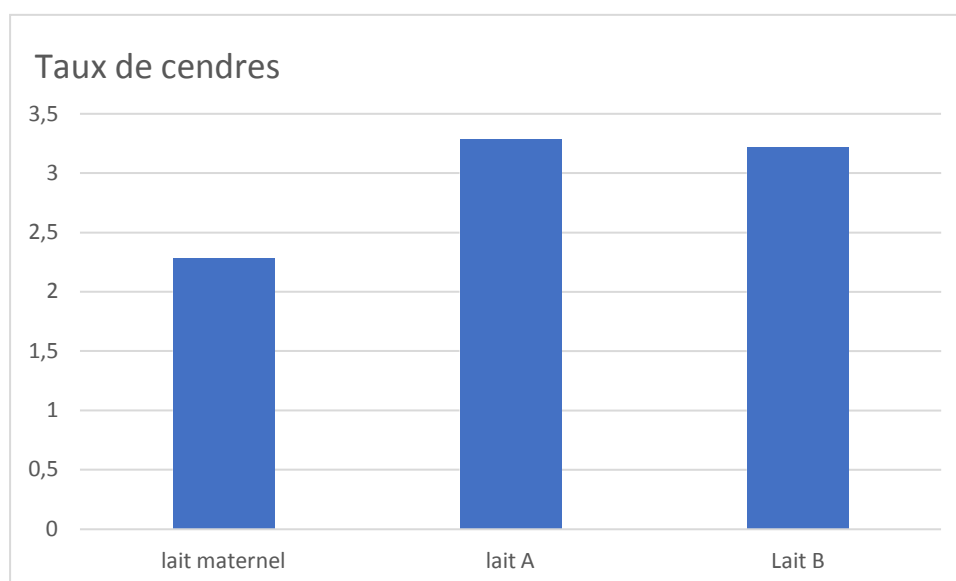


Figure 8 : Histogramme représentatif des variations de la teneur en cendre

La teneur en cendres des laits infantiles A et B sont de 3,28 g/l et de 3,22 g/l respectivement. Ces valeurs sont supérieures à celle de lait humain qui est de 2,28 g/l. Pour le lait maternel le résultat obtenu est compris dans la fourchette citée par **Mittaine , 1962** qui est entre 2-3g/l et proche de celle de **Alves de oliveira, 2007** qui est de 2g/l.

D'après YAGIL (1985), le taux de cendre du lait varie dans une large mesure selon l'apport alimentaire, et il diminue en cas de privation d'eau. Elle varie également en fonction du stade de lactation (**Farah, 1993**)

Les normes algériennes fixent la valeur du taux de cendre des laits en poudre à 8% au maximum, et les résultats de détermination du taux de cendre des laits infantile A et B sont proche à ceux indiquées sur les emballages des deux marques. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes.

III.3.2. Détermination du taux de Matière sèche totale (MS)

La teneur moyenne, en matière sèche des différents échantillons de la poudre du lait infantile et du lait maternel analysés varient de manière significative, nous avons obtenu une valeur moyenne de 156,24 pour le lait maternel et une valeur de 197,73 et de 198,38 pour les deux laits infantiles A et B (la figure 9)

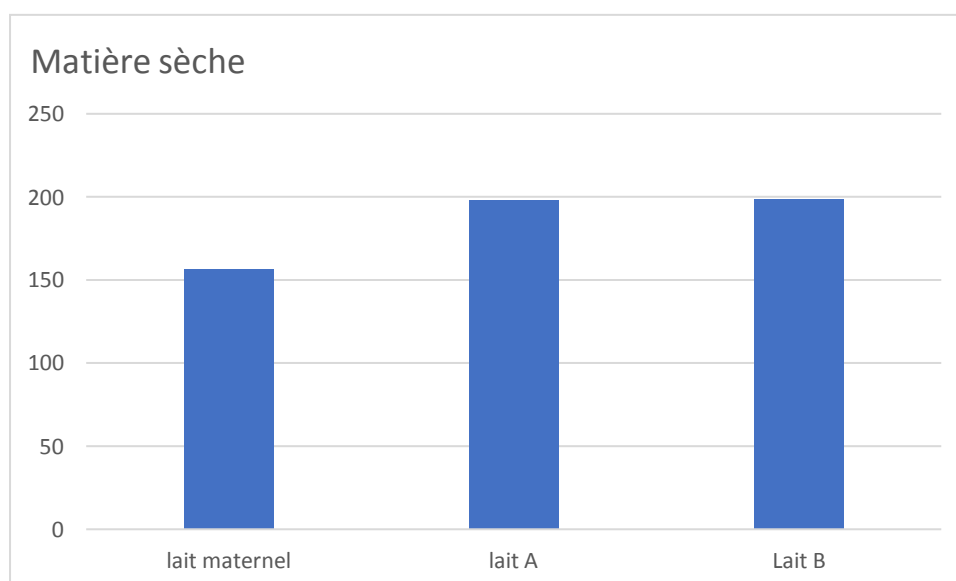


Figure 9 : Histogramme représentatif des variations de la matière sèche.

Nos résultats du lait maternel se rapproche de ceux rapporté par **Mittaine, 1962** qui indique que la matière sèche du lait maternel est entre 107 et 129 g/l. Il a été démontré que les femmes qui pratiquaient des massages mammaires ont un lait qui s'enrichit significativement de 12,3 à 13,6g/100 ml en EST (**Foda et al., 2004**).

La détermination de la teneur en matière sèche totale des deux échantillons de lait infantiles analysés A et B, a révélé des résultats supérieurs aux normes nationales, qui sont de (110 à 112 g/l) d'où la non-conformité de nos échantillons, ce sont des laits très enrichis.

III. 3.4 Dosage des protéines totales

Ce dosage est réalisé sur deux préparations infantiles plus un échantillon de lait maternel, afin de mesurer leurs concentrations en protéines totales. Les résultats du dosage sont présentés dans la figure 4.

Les résultats obtenus en se référant à la courbe d'étalonnage (Figure02) ont montré que la teneur en protéine totale dans le lait A et B sont successivement de (12,32g/l) et (13,56g/l) sont plus élevée que celui de lait humain (7,75g/l).

Ces valeurs sont similaires à celles rapportées par (**Chouraqui, 2005**) qui indique qu'une teneur de protéines pour les préparations infantiles doit être de 12 g/l, cette teneur en protéine est parfaitement adaptée aux besoins du nourrisson en raison d'une excellente absorption et d'une parfaite adéquation du profil de ses acides aminés.

Cependant le taux des protéines relevé dans l'étude sur le lait maternel ne rentre pas dans la fourchette variante entre 8g/l et 12 g/L selon (**Bocquet et al., 2005**) d'autres auteurs ont obtenu

des résultats plus élevés qui varient entre 10 g/l -17.5 g/l tel que (Hartmann,2000), (El Hakmaoui, 2008). La teneur en protéines du lait de femme, comprise entre 8 et 12 g/L est nettement inférieure à celle des autres mammifères (Bocquet et al., 2005).

Les préparations infantiles ont une teneur plus élevée en protéines parce que le taux de protéines dans le lait infantile a été modifié en qualité et en quantité afin d'adapter l'apport en protéines aux besoins du bébé et pour avoir un taux plus proche du lait maternel. Des acides aminés ont été rajoutés, car ils sont de meilleure qualité et sont facilement digérés par les nourrissons.

Certains auteurs affirment qu'un apport élevé en protéines reste le premier facteur en cause des obésités infantiles. Le taux de protéines dans les laits infantiles doit être réduit jusqu'à 12g/l afin de se rapprocher plus de celui du lait maternel qui ne dépasse pas 10g/l.

Il a été démontré que la teneur en protéine du lait humain diminue au cours des 6 premiers mois de la lactation, puis demeure stable de 6 à 24 mois après l'accouchement mais le taux de protéines augmentait de 50% durant une tétée, tout en indiquant que l'importance de ces modifications variait selon les femmes. Toutefois, il a été observé une plus faible concentration de protéines dans le lait des femmes malnutries (Anonyme-1, 1987).

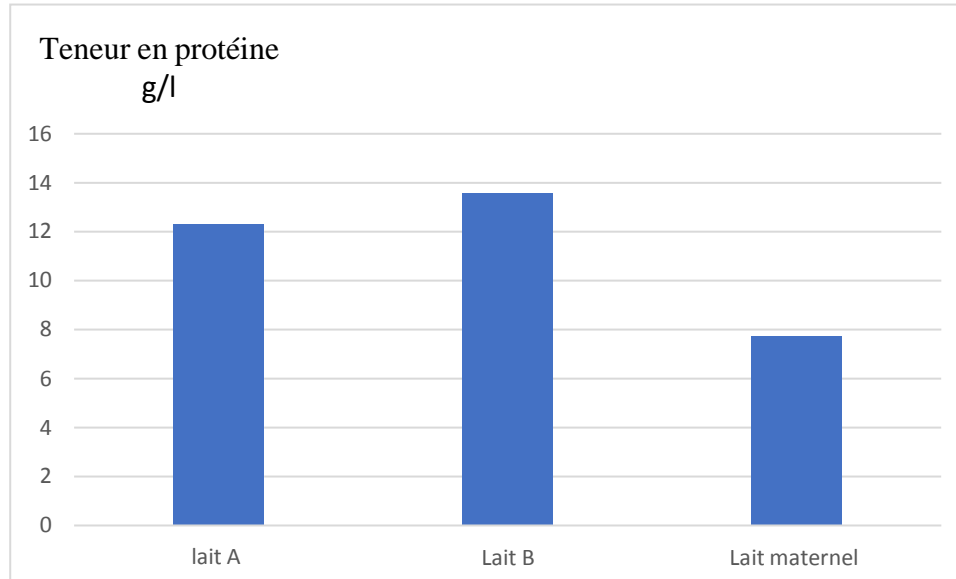


Figure 10: Histogramme représentatif de la teneur en protéine total

III.3.5 Matière grasse

La teneur moyenne en matière grasse du lait maternel analysé est de 3,10g pour 100g. Elle semble plus faible que celle du lait infantile après reconstitution qui est de : 3.6g pour 100g pour l'échantillon A et 3.78g pour 100g pour l'échantillon B.

Au cours de notre étude nous avons eu des résultats similaires par rapport aux valeurs désignées par l'**USDA** (Département Américaine de l'agriculture) en teneur de matière grasse dans les laits infantiles qui sont de 3,6g par 100g. La teneur en matière grasse est plus élevée dans les fabrications infantiles par rapport au lait maternel parce qu'elle peut être ajustée par addition d'autres composants (végétal, Animal), d'une manière telle que cela ne modifie pas les apports du lait (**Codex Alimentarius, 2011**).

Néanmoins pour **Isabelle Le Huërou et al. (2019)**, le lait maternel est une source équilibrée de nutriments et de matière grasse. Sa composition évolue durant la période de lactation, du moment de la journée et également au cours de la tétée tout en répondant aux besoins des nourrissons. La moyenne de la teneur en matière grasse a été déterminée entre 1.2/100g et 5.2/100g. Notre valeur qui est de 3.10g/100g est incluse dans le champ déterminé cela parce que la maman prend une bonne alimentation et son lait est riche en matière grasse (figure1).

D'après l'**OMS 1987**, la teneur en matière grasse du lait maternel est influencée par un certain nombre de facteurs tels que :

- Le moment de la journée (cette teneur augmente entre 5h et 10h puis diminue progressivement) ; La fréquence des tétées (intervalle entre les tétées) car plus l'intervalle est long plus la matière grasse diminue ;
- L'alimentation de la femme (si riche en graisses polyinsaturées aura une teneur élevée en graisses polyinsaturées, alors que le taux global de graisses demeurerait le même) ;
- L'Age du bébé : la teneur en matière grasse est plus importante quand le bébé tète fréquemment et efficacement, cela augmente la production du lait. Mais généralement Le contenu en graisses du lait varie considérablement d'une femme allaitante à l'autre

(NEVILLE

et

al.,1984).

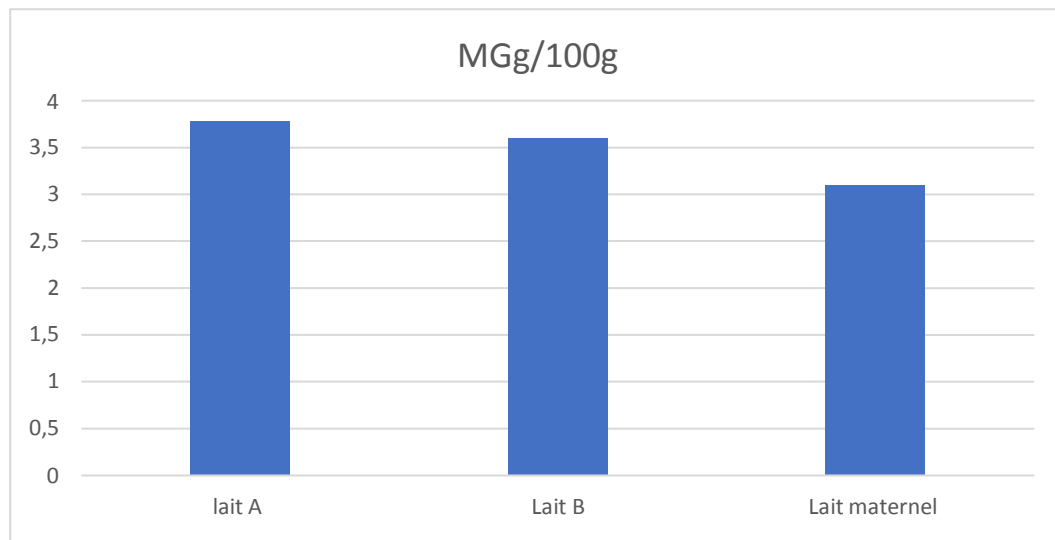


Figure 11 : Histogramme représentatif de la teneur en matière grasse par 100g

Conclusion

Le lait maternel est un aliment idéal pour les bébés. Il contient des éléments nutritifs équilibrés, et fournit la quantité parfaite de protéines, de glucides, de graisses, de vitamines et de fer, qui aideront le bébé à assurer une croissance saine sans avoir de problèmes de digestion. En revanche c'est un aliment très spécifique par rapport à la variation de sa composition selon les besoins de l'enfant au cours de son développement.

Malgré tous ses avantages et ses richesses en vitamines et nutriments, le lait maternel peut être parfois insuffisant pour satisfaire les besoins de l'enfant. C'est pourquoi les laits infantiles sont devenus aujourd'hui indispensables pour nourrir leurs nourrissons non allaités par leur mère ou allaités mais dont le lait n'est pas suffisant pour subvenir à ses besoins.

Le lait infantile même s'il n'est pas naturel, il reste bénéfique pour la santé des nourrissons et les protège des virus, des infections ou des maladies inflammatoires. En effet, ces formules ont été élaborées par des professionnels de l'alimentation et de la santé, depuis plusieurs années, la qualité n'a cessé de s'améliorer tant pour la sécurité que pour la composition. Tout est fait pour que la composition se rapproche au maximum du lait maternel.

Au cours de cette étude, les paramètres physicochimiques étudiés montrent que le lait maternel présente un pH neutre de 7.42, plus élevé que celui du lait infantile : 6.5, 6.6 pour les deux échantillons (A et B). Aussi, le lait maternel est moins dense et moins riche en protéine totales que les laits infantiles A et B étudiés. Enfin une différence est à signaler dans les valeurs de la conductivité électrique qui est de (4.84 mS/cm), (4,58mS/cm) pour les deux laits infantiles contre (3.30 mS/cm) pour le lait de femme.

Les analyses biochimiques ont révélé que le lait infantile est plus riche en matière grasse que le lait maternel. Pour ce qui concerne la matière sèche, celle du lait infantile est plus élevée pour les deux laits A et B, par rapport au lait maternel. Concernant le taux de cendre dans les laits infantiles est légèrement plus élevée que celle du lait maternel.

Enfin, les résultats de ce travail ont contribué à la connaissance des principaux constituants du lait maternel et infantile. Nous avons constaté une similarité entre les deux préparations infantiles traitées. La plupart des résultats obtenus sont comparables aux normes internationales, donc ces produits sont de bonne qualité nutritionnelle et sont adaptés pour nourrir les enfants. En revanche le lait maternel n'est pas assez riche en nutriments par rapports aux résultats conçus c'est pourquoi, la maman doit introduire le lait infantile (procéder à un

allaitement mixte) pour nourrir son bébé en lui assurant une meilleure croissance et un bon développement.

Références Bibliographiques

- **ABOUTAYEB, R. (2009).** Technologie du lait et dérivés laitiers. <http://www.azaquar.com>.
- **ALVES DE OLIVEIRA L, (2007).** Composition chimique du lait, [en ligne], Cours de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Alimentation des Animaux, [<http://www2.vet-lyon.fr/ens/nut/webBromato/cours/cmlait/compolai.html>] (consulté le 26/06/09).
- **Amélie Deglaire, Olivia Ménard, Didier Dupont.** Impact des procédés de transformation sur la digestion du lait maternel et des formules infantiles par le nouveau-né. Innovations Agronomiques, INRAE, 2018, 65, pp.29-40. <10.15454/1.5408034597556658E12>. <hal-01899847>.
- **Ancel, A. (2021, 23 juillet).** Pratiques des médecins généralistes et des pédiatres libéraux de Moselle en matière d'allaitement et de diversification alimentaire dans la première année de vie. HAL. <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03297665>
- **Andreas NJ, Kampmann B, Mehring Le-Doare K.** Human breast milk: a review on its composition and bioactivity. *Early Hum Dev* 2015;91:629-35
- **ANONYME-4, (2009).** Traite des vaches laitières : matériel, installation, entretien. Institut de l'Elevage. Produire mieux. France Agricole Editions, 555 p.
- **ANONYME-5, (1987).** Current Concepts of Bovine Mastitis. N. M. C. The National Mastitis Council. Third edition. Oshima, M. 1977. Detection of abnormal quarter milk by the quarter difference of the electrical conductivity and it's theoretical basis *JARO* 11:239-242.
- **ANSES. (2022, mars).** Comprendre la composition du lait infantile. Popote Bébé. <https://www.popote-bebe.fr>
- **Aquaportail. (2020, 21 mai).** **Choline** : définition, explications. Aquaportail. <https://www.aquaportail.com/definition-4537-choline.html#definition>
- **AULDIST M. J., HUBBLE, I. B, (1998).** Effect of mastitis on raw milk and dairy products. *The Australian Journal of Dairy Technology*, 53: 28-36.
- **Balis J.A, Boulet M, Julien P, 1984** : « lait concentrés et lait en poudre » science et technologie du lait, de la fondation de technologie laitière, Quebec
- **BEAUDRY M. Biologie de l'allaitement** : le sein, le lait, le geste. Québec (Québec), Canada
- **BERLIN P, (1962).** Le koumiss. *Intern. Dairy Fed. Ann. Bull.*, 1962, 4, 4-16; [une version en langue anglaise de cet article (avec comme titre "Kumiss") est parue la même année dans ce périodique, avec la même pagination].
- **Berroca, C. (2020, novembre).** Laites infantiles : tout comprendre pour mieux choisir. Nutrition-Infantile. <https://nutrimarketing.eu/wp-content/uploads/2020/11/109-Nutrition-Infatile.pdf>
- **BOCQUET A et al, (2002).** Allaitement maternel : Les bénéfices pour la santé de l'enfant et de sa mère. Comité de nutrition de la Société française de pédiatrie.
- **Bocquet A., Bresson J.L., Briend A., Chouaqui J.P., Darmaun D., Dupont C., Frelut M.L.**

Références bibliographiques

- (2002). Traitement nutritionnel des diarrhées aiguës du nourrisson et du jeune enfant. Comité de nutrition de la Société française de pédiatrie. Archives de Pédiatrie. 9, P : 610- 619
- **BOCQUET, A. & THIEBAULT, G. (2022, septembre 12)**. Quel lait infantile choisir ? mpe-dia.Spécialité de l'enfant . <https://www.mpedia.fr/art-choix-lait-infantile/#article>
 - **Bocquet, A. (2015)**. Les préparations pour nourrissons dénommées « en relais de l'allaitement maternel » sont-elles utiles ? Sciencedirect. <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2015.09.020>
 - **Boquien C-Y. Le lait maternel : un aliment idéal pour la nutrition du nouveau-né (En lien avec sa croissance et son devenir neuro-moteur)**. Cahiers de nutrition et de diététique (2018), doi.org/10.1016/j.cnd.2018.07.003
 - **Braegger, C. P. (2017, 20 mai)**. Recommandations pour l'alimentation des nourrissons. Pédiatrie suisse. <https://www.paediatricschweiz.ch/fr/>
 - **Butte NF, Hopkinson JM**. Body composition changes during lactation are highly variable among women. J Nutr 1998;128(Suppl 2):381S–385S
 - **Coriolis. (2014)**. Understanding The Infant Formula Value Chain. Auckland, New Zealand. PO Box, 90-509. www.coriolisresearch.com
 - **Chouraqui. (2005)**. Les laits infantiles en 2005. ScienceDirect. [https://doi.org/10.1016/S0007-9960\(05\)80494-8](https://doi.org/10.1016/S0007-9960(05)80494-8)
 - **Chye F.Y., Abdullah A., Ayob M.K. 2004**. Bacteriological quality and safety of rawmilk in Malaysia. Food Microbiol 21: 535-541.
 - **Cirotte, C. (2021, 29 avril)**. Étude des usages et alternatives au lait de croissance, dit “ 3ème âge ”, destiné aux enfants de 1 à 3 ans : Étude LAIT DE CROY(SS)ANCE ? Dumas. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03212208>
 - **Claire, D. & BOINET, T. (2019)**. Les laits infantiles, de la naissance à 6 mois. Sciencedirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0515370019301971>
 - **Codex Alimentarius (2017)**. Code d'usage en matière d'hygiène pour le lait et les produits laitiers. Codex STAN 156-1987. Trente-neuvième session Berlin, Allemagne.
 - **Codex Alimentarius. (2017, décembre)**. PROGRAMME MIXTE FAO/OMS SUR LES NORMES ALIMENTAIRES COMITÉ DU CODEX SUR LA NUTRITION ET LES ALIMENTS DIÉTÉTIQUES OU DE RÉGIME. fao. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/%3Flnk%3D1%26url%3Dhttps%25253A%25252F%25252Fworkspace.fao.org%25252Fsites%25252Fcodex%25252FMeetings%25252FCX-720-39%25252Fnf39_04_Add1f.pdf
 - **Codex Alimentarius. (2007)**. STANDARD FOR INFANT FORMULA AND FORMULAS FOR SPECIAL MEDICAL PURPOSES INTENDED FOR INFANTS CXS 72-1981. Fao. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh->

Références bibliographiques

[proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B72-1981%252FCXS_072e.pdf](https://www.fao.org/252Fworkspace/252Fstandards/252FCXS/252FCXS_072e.pdf)

- **Codex Alimentarius. (2011).** Lait et produits laitiers. 2ème édition. Codex STAN 207-1999. Rome. Italie.
- **Comité de nutrition de la société française de pédiatrie.** Alimentation de l'enfant en situation normale et pathologique. 2eme édition. Doin éditeur ; 2012
- **Contarini G, Povolo M.** Phospholipids in milk fat: composition, biological and technological significance, and analytical strategies. *Int J Mol Sci* 2013;14:2808-31
- **Conzelmann, C. (2015, 26 octobre).** Nourrir son bébé au biberon : guide pratique. UNICEF. <https://www.unicef.ch/fr>
- **DABADIE. A., 2003.** Alimentation de l'enfant. Thèse pour obtenir le grade de docteur en pharmacie. Université Cheikh antadiop de Dakar, pp. 40-45
- **Déclaration innocenti :** sur l'alimentation du nourrisson et du jeune enfant, Florence (Italie), 2005, 6 pages, page 2, page 3.
- **Des grossesses. Mémoire :** Diplôme d'état de sage-femme. Ecole de Sages-femmes de Clermont- Ferrand. Université d'Auvergne – Clermont 1.
- **Dommer Schwaller, J. (2018).** Etapes de la vie : alimentation du nourrisson. *PharManuel18*. <https://www.pharmasuisse.org/data/docs/fr/10841/pharManuel-Artikel-S%25C3%25A4uglingsern%25C3%25A4hrung.pdf>.
- **DOUX E, (2012).** Traitement des crevasses : étude comparative entre le pansement de lait Maternel et la lanoline purifiée. Mémoire de fin d'études. Sous la direction Madame PICARD Anita, sage-femme.
- **EL HAKMAOUI A, (2008).** Cours de Contrôle de Qualité (analyses chimiques des produits alimentaires) - MST (TACQ). Université Hassan II-Mohammadia- FSTM, Dépt. Chimie. P67.
- **ESPGHAN Committee on Nutrition (2005).** *J Pediatr Gastroent Nutr* 41:584–599
- **FARAH Z, (1993).** Composition and characteristics of camel milk. *Journal of Dairy Research*, 60, 603-626.
- **FODA M.I., MERVAT I., KAWASHIMA T., NAKAMURA S., KOBAYASHI M. AND OKU T. (2004).** Composition of Milk Obtained From Unmassaged Versus Massaged Breasts of Lactating Mothers. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*. 38:484–487 © May 2004 Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
- **Follain, C. (2015).** Les laits infantiles : analyse comparatives et rôle du pharmacien. Dumas. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01264820>
- **FREDOT, E. (2005).** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la Diététique, Tec et Doc, Lavoisier :10-14 (397 pages).
- **Geddes, D. T., & Prescott, S. L. (2013).** Developmental Origins of Health and Disease. *Journal*

Références bibliographiques

of Human Lactation, 29(2), 123–127. doi:10.1177/0890334412474371

- **Guesnet, P. & Ailhaud, G. (2013).** Place des lipides dans l'alimentation du nourrisson. scienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2013.03.006>
- **HARTMANN P, (2000).** Régulation de la synthèse du lait chez les femmes. In : Les dossiers de l'Allaitement. (Hors-série), 4e journée internationale de l'allaitement. Paris : Unesco, 12-8.
- **Howlett & Ohlsson. (2019).** Inositol in preterm infants at risk for or having respiratory distress syndrome (Review). Cochrane Database of Systematic Reviews. <https://doi.org/10.1002/2F14651858.CD000366.pub4>
- **Iaskara de vale pereira et al., 2016** <https://www.scielo.br/j/jped/a/5ykjkkkC73gK9CyPs-KkHcTF/?lang=en&format=pdf>
- **Innis. (2011, 30 avril).** Dietary triacylglycerol structure and its role in infant nutrition. pubmed. <https://doi.org/10.3945/an.111.000448>
- **ISO. (2018, September 5).** Publication d'une nouvelle norme internationale pour la détermination des ingrédients des formules infantiles. ISO.org. Retrieved August 14, 2022, from https://www.iso.org/fr/news/ref2320.html?fbclid=IwAR0P4OhWsYVEE2Wp1UHFDg-saVDXvo_VUz9K_5uaJSQvi9RDDIVAwIoZx6_c#:~:text=Le%20Codex%20Alimentarius%20est%20le,harmonis%C3%A9es%20relatives%20aux%20produits%20alimentaires
- **JORA. N° 69. (1993).** Arrêté interministériel du 29 Safar 1414, correspondant au 18 août 1993, relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation.
- **Kalyankar, SD et al., (2016).** Lait en poudre. Dans: Caballero, B., Finglas, PM et Toldrá, F., Eds., Encyclopedia of Food and Health, Elsevier, Amsterdam, 724-728. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00465-7>
- **Koletzko et al. (2012b).** Approche diagnostique et prise en charge de l'allergie aux protéines de lait de vache chez le nourrisson et l'enfant : orientations pratiques du Comité ESPGHAN IG. Pubmed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22569527/>
- **Kunz C, Rudloff S, Baier W, et al.** Oligosaccharides in human milk: structural, fonctionnal and metabolic aspects. Annu Rev Nutr 2000;20:699- 722
- **La micronutrition source de santé. (2019).** LES BIENFAITS DE L'INOSITOL. Laboratoire Lescuyer. https://www.laboratoire-lescuier.com/static/version1662621625/frontend/Lescuyer/default/fr_FR/images/logo.svg
- **Laurent.C , 2002.** Le lait maternel, aspects pratiques. Institut Co-Naître
- **LAWRENCE R.A., LAWRENCE R.M. (2011).** Breastfeeding: A Guide for the Medical Profession. éd. by mosby, an imprint of Elsevier inc. Maryland Heights, Missouri. p.126.
- **Le Hueron-Luron I., Bouzerzour K., Schuck P., Dupont D., 2014.** Les formules infantiles
- **Le Huërou-Luron, & al. (2019, mars).** Quels bénéfices pour la santé de la matière grasse laitière et des membranes des globules gras du lait (MFGM) dans les préparations pour nourrissons ? ScienceDirect. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2018.10.004>

Références bibliographiques

- **LENTNER C, (1981).** Body fluids, composition of the body, nutrition. Geigy scientific tables, volume 1: Units of measurement, P.213-216. Basel, Ciba Geigy. 8th ed.
- **LESCURE camille, 2014.** L'alimentation lactée du nourrisson (0 à 6 mois) L'accompagnement des mamans par le pharmacien d'officine. UNIVERSITE DE LIMOGES Faculté de Pharmacie. P57
- Lokomb. (2004, novembre). Nutrition du nourrisson et diversification alimentaire. ScienceDirect. [https://doi.org/10.1016/S0007-9960\(04\)94473-2](https://doi.org/10.1016/S0007-9960(04)94473-2)
- **Lonza. (2022).** Nutrition infantile. Carnipure. <https://www.carnipure.com/applications/nutrition-infantile/?lang=fr>
- **Maison Alfort. (2019, 12 juin).** AVIS de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Anses. <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0145.pdf>
- **MATHIEU, J. (1998).** Initiation à la physicochimie du lait. Guides Technologiques des IAA. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris : 3-190 (220 pages).
- **MAZAURIC L, (2013).** Etude qualitative auprès de 14 sages-femmes assurant le suivi médical des grossesses. Mémoire : Diplôme d'état de sage-femme. Ecole de Sages-femmes de Clermont- Ferrand. Université d'Auvergne – Clermont 1.
- **Michaelidou, A. M. 2008.** Factors influencing nutritional and health profile of milk and milk products. Small Ruminant Research, vol. 79, no. 1, p. 42-50.
- **MITTAINE J, (1962).** Milk other than cows' Milk. In: Milk Hygiene. WHO/FAO, p. 681-694.
- **MORTON A. J, (1994).** The clinical usefulness of breast milk sodium in the assessment of lactogenesis. Pediatrics 93 :802-806.
- **Nourrir son bébé au biberon.** Guide pratique d'UNICEF Suisse. Comité suisse pour l'UNICEF. Accessed 11.10.2017, at <https://www.unicef.ch/fr/shop/publikationen/nourrir-son-bebe-au-biberon>.
- **OMS. (2006).** Optimal feeding of low-birth-weight infants. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43602/9789241595094_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Organisation mondiale de la Santé (GENEVE)1987. Quantité et Qualité du lait Maternel. Rapport sur une Etude collective de l'OMS consacrée à l'allaitement au sein.
- **PONS G., REY E, (1994).** Passage des antibiotiques dans le lait maternel. Méd. Mal Infect, 24, Spécial : 1088-106.
- **Poudre de lait – processus de fabrication- disponible sur :** <http://www.maison-du-lait>
- **Prentice, A. (1996).** Constituents of Human Milk. Food and Nutrition Bulletin, 17(4), 1–10. doi:10.1177/156482659601700406.
- **Pubert C. (2013).** Le lait de vache dans l'alimentation du nourrisson, avantages et inconvé-

Références bibliographiques

nients. Thèse pour obtenir le diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Département de Pharmacie. 16, 50-61.

- **Rezkellah S. & Mekhnache F. (2013).** Etude de l'influence de la qualité microbiologique (lait cru, poudre du lait) sur le lait pasteurisé. Mémoire de fin de cycle en vue de l'Obtention du diplôme en Master Biotechnologies, Agro Ressources, Aliment, Nutrition. Option : Industrie Laitière. Université Abderrahmane Mira. Bejaia. Algérie, 17-18-20.
- **Romain R. (2017).** LA L-CARNITINE QU'EST-CE QUE LA L-CARNITINE ? OÙ LA TROUVE-T-ON ? sportfood-center à l'adresse <https://www.sportfood-center.com/fr/blog/complements/la-l-carnitine>.
- **S. Viola. (2012).** Traitement diététique de l'allergie aux protéines de lait de vache. EM Consulte. <https://www.em-consulte.com/article/671139>.
- **SBOUI A., KHORCHANI T., DJEGHAM M., BELHADJ O, (2009).** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien ; variation du pH et de l'acidité à différentes températures ; Afrique SCIENCE 05(2), 293 – 304.
- **Sevrin T, (2020).** « La production de lait maternel peut-elle être modulée par une supplémentation nutritionnelle en fenugrec ou en arginine ? Etude expérimentale chez la rate allaitante. Université de Nantes, Unité de recherche : UMR 1280 Physiopathologie des Adaptations Nutritionnelles.
- **SIBOUKEUR O, (2007).** Etude du lait camelin collecté localement : caractéristiques physicochimiques et microbiologiques ; aptitudes à la coagulation. Mémoire de Doctorat de l'institut national agronomique El-Harrach-Alger. Algérie. Soc. Pharm. Bordeaux, 148, 7-16.
- **SIMARD, K. (2001, 27 juin).** CONSEILS SUR LE CHOIX ET L'UTILISATION DES SUBSTITUTS DU LAIT MATERNEL. cfcopies. http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php.
- **Skibié AL, Downing LM, Orr TJ, Hood WR. (2013)** The evolution of the nutrient composition of mammalian milks. J Anim Ecol doi: 10.1111/1365-2656.12095.
- **ssociation nationale de défense des consommateurs et usagers. (2020, 4 mars).** Taurine dans le lait infantile. CLCV. <https://www.clcv.org/nutrition-sante/taurine-dans-le-lait-infantile>.
- **TACKOEN Marie, 2012.** Breast milk: its nutritional composition and functional properties. Centre Néonatal, C.H.U. Saint-Pierre.
- **USDA:** <https://www.usda.gov/>
- **VIDIALHET. M., 1999.** Laits pour nourrisson et laits de suite. Ed. Encycl medchir. Elsevier, Paris. pp. 1 - 5.
- **VIGNOLA C, (2002).** Sciences et technologies du lait : transformation du lait. Éd : ISBN. Paris. France.
- **Wikipédia. Vitamine (2014)** Disponible sur : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Vitamine>

Références bibliographiques

- **world health organisation, fao. (2007).** Codex Alimentarius. Fao.com.
<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh->

Références bibliographiques

[proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fco-
dex%252Fstandards%252FCXS%2B72-1981%252FCXS_072e.pdf](https://workspace.fao.org/sites/codex/standards/CXS%2B72-1981/CXS_072e.pdf).

Annexes

ANNEXE 1 : Questionnaire distribué pour la présente étude

Enquête

Nom et Prénom :

Adresse :

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'étude sur le lait maternel et les préparations infantile (lait maternisé), je vous prie de bien vouloir répondre à ce questionnaire.

Cette étude a pour but d'évaluer la composition physico-chimique des laits maternisés.

– Q1 : Dans quelle tranche d'âge vous vous situez ?

20-29 ans

30-39 ans

40-49 ans

>50 ans

– Q2 : Occupez-vous un poste de travail ?

Oui

Non

– Q3 : Combien d'enfants avez-vous ?

1

2

3

....

– Q4: Quel âge a votre plus jeune enfant ?

0 à 6 mois

7 à 12 mois

1ans a 3 ans

- Q5 : Votre accouchement états :
 - par voie basse
 - par voie haute(césarienne)

- Q6 : Vous allaitez ?
 - Oui
 - Non

- Q7 : Si oui durant combien de temps ?
 - depuis la naissance a 3 mois
 - depuis la naissance a 6 mois
 - depuis la naissance a 12 mois
 - depuis la naissance à l'arrêt de lactation
 - Autre

- Q8 : A partir de quel mois vous avez commencé l'allaitement mixte à votre enfant ?
 - Dès la naissance
 - A partir de 2 mois
 - A partir de 4 mois
 - A partir de 6 mois
 - A partir de 8 mois
 - Autres

- Q9 : Pourquoi avez-vous optez pour l'allaitement mixte ?
 - La montée du lait n'est pas suffisante
 - Votre bébé ne tète pas assez
 - Le stress ?
 - La reprise du travail
 - Pour des raisons personnelles

Autre

– Q10 : Quelle est le premier lait infantile que vous avez acheté ?

.....

– Q11 : Sur quelle base ce choix a été défini ?

Lait pour troubles fonctionnels (régulations, constipation, coliques, satiété insuffisante etc...)

L'impact sur le sommeil

lait thérapeutique (allergie aux protéines du lait de vache, intolérance au lactose, reflux gastroœsophagien. Etc.)

Recommandation du pédiatre,

Recommandation du pharmacien,

Les laits 1^{er} âge

La composition du lait infantile...

– Q12: Est-ce que l'enfant s'est adapté facilement au lait ?

Oui

Non

– Q13 : Quelles sont les différences que vous aviez constatées sur votre enfant lorsque vous avez introduit le lait infantile ?

Rassasiement

Moins de problèmes digestifs

sommeils réguliers

Prise de poids

Autres

– Q14 : Selon vous sur quel critère jugeriez-vous qu'un tel lait infantile est meilleur que l'autre ?



ANNEXE 2 : Liste des matériels utilisés dans les analyses physicochimiques et biochimie

Matériel utilisé pour les analyses physicochimique et biochimique	Référence
<ul style="list-style-type: none">• PH mètre• Balance analytique de précision• Conductimètre• Étuve ventilée à 103°C ± 2°C.• Lactodensimètre.• Vortex• Agitateur magnétique• Four à moufle à 500 °C.• Centrifugeuse• Dessiccateur• Spectrophotometre	AD1030 PH/Mv et temperature meter Santorius BP 121S EC 214 Conductivity meter Memmert - KMC6-1300V Raypa AG-2 Nabertherm more than heat SIGMA - Thermo scientific HELIOS EPSILON

ANNEXE 3 : liste du Petits matériels et réactifs utilisés dans les analyses physicochimiques et biochimique

➤ Produits chimiques et réactifs utilisés :

Solvants	Sels	Colorants et réactifs spécifiques
-hydroxyde de sodium (0,1N). - l'eau distillée.	-Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃). - sulfate de cuivre. - tartrate double de Sodium et de Potassium.	-Phénolphtaléine.

➤ Matériel biologique :

- Lait maternel
- Lait infantiles

- Albumine sérique bovine (BSA).

➤ Petit matériel :

- Micropipettes,
- Papier filtre,
- Spatule,
- Béchers,
- Fioles jaugées,
- Erlenmeyer,
- Pipettes graduées,
- Burettes,
- Tubes à essais en verre,
- Creuset,
- Entonnoirs,

ANNEXE 4 : Mesure du pH

Mode opératoire :

-Etalonner le pH à l'aide des deux solutions tampons HCl à pH 4 et NaOH à pH 7.

-Plonger l'électrode dans l'eau distillée et lire la valeur du pH.

-Introduire l'électrode dans le bécher contenant la poudre du lait reconstitué de l'échantillon A et B et du lait maternel à analyser dont la température doit être 20°C.

-A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

Lecture des résultats :

La valeur est indiquée sur le pH mètre

ANNEXE 5 : Détermination de l'acidité titrable

Dans un bécher de 50 ml, introduire :

- 10 ml de lait ;
- rajouter 3 à 5 gouttes de phénophtaléine à 1% ;
- titrer avec une solution sodique (NaOH, N/9) à l'aide d'une burette jusqu'au virage de couleur au rose pâle ;
- lire le volume sur la burette (en millilitre de NaOH titré).

La valeur en acidité titrable exprimée en degré Dornic (°D), est donnée par l'expression suivante :

$$\text{Acidité} = V * 10(D^\circ)$$

- V : Valeur (en ml) correspondant à la chute de la burette.

ANNEXE 6 : Mesure de la densité

Mode opératoire

- Rincer l'éprouvette avec du lait à analyser.
- Verser le lait reconstitué dans l'éprouvette ; tenue inclinée afin d'éviter la formation de la mousse ou des bulles d'air.
- L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette pleine de lait doit provoquer un débordement de liquide. Ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gênaient la lecture.
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en le maintenant dans l'axe de l'éprouvette et en le retenant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre.
- Attendre 30 secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation (Pointurier, 2003).

Lecture des résultats

Après stabilisation du lactodensimètre, lire la graduation apparente au niveau supérieur de la tige.

ANNEXE 7 : détermination de la conductivité électrique

1- Mode opératoire :

- Plonger l'électrode dans des tubes contenant 20 ml du lait pour chaque échantillon
- La valeur affichée sur l'écran de l'appareil correspond à la Conductivité électrique à 25°C.



Photo 1 : conductimètre



Photo 2 : valeur de la conductivité du lait B

ANNEXE 8 : Mesure du taux de cendres :

Mode opératoire :

Chauffer la capsule dans le four électrique réglé à $525\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$ durant 30 min. Placer la capsule dans le dessiccateur et l'y laisser refroidir à la température de la salle des balances.

Peser à 0.1 mg près.

Prise d'essai :

Peser à 0,1 mg près directement ou par différence, dans la capsule ainsi préparée, environ 5 g de l'échantillon pour essai.

Amener à dessiccation complète au bain d'eau bouillante.

Placer la capsule dans le four électrique réglé à $525\text{ °C} \pm 25\text{ °C}$, et chauffer durant 2 à 3 heures jusqu'à disparition complète des particules charbonneuses dans la capsule. Placer la capsule dans le dessiccateur et l'y laisser refroidir à la température de la salle des balances. Peser à 0,1 mg près.

Répéter les opérations de chauffage au four électrique, de refroidissement et pesée jusqu'à ce que la masse reste constante à 1 mg près ou commence à augmenter. Noter la masse minimale.

Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

Expression des résultats :

Mode de calcul et formule : Les cendres de l'échantillon, exprimées en pourcentage en masse, sont égales à :

$$M2 - M0 \times 100 / M1 - M0$$

Où

M0 est la masse, en grammes, de la capsule vide préparée.

M1 est la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai.

M2 est la masse, en grammes, de la capsule et des cendres obtenues.

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des résultats obtenus lors des déterminations si les conditions de répétabilité sont remplies. Dans le cas contraire, effectuer à nouveau les déterminations



Photo 3 : résultats des cendres des échantillons du lait.



Photo 4 : four a moufle.

ANNEXE 9 : Détermination de la matière sèche

Mode opératoire :

-Prise d'essai :

Dans la capsule séchée et tarée à 0,1mg près, introduire à la pipette 5 ml de lait ou peser à 1g près environ 5g de lait. Dans ce dernier cas, utiliser, de préférence, une capsule avec couvercle.

-Détermination :

Placer la capsule, découverte, pendant 30 minutes sur le bain-marie bouillant puis l'introduire dans l'étuve réglée à $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ et l'y laisser 3 heures. Mettre ensuite la capsule dans l'appareil de refroidissement et laisser refroidir jusqu'à la température ambiante. Peser à 0,1 mg près. Effectuer au moins deux déterminations sur le même échantillon préparé.

- Mode de calcul et formule :

La matière sèche, exprimée en grammes, par litre de lait, est égale à :

$$(M1 - M0) 1000/V.$$

La matière sèche du lait, exprimée en pour cent en masse est égale à

$$(M1 - M0) \times 100$$

$$(M2 - M0)$$

Où

M0 est la masse, en grammes, de la capsule vide,

M1 est la masse, en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

M2 est la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai,

V est le volume, en millilitres, de la prise d'essai.

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des résultats obtenus lors des déterminations si les conditions de répétabilité sont remplies. Dans le cas contraire, effectuer à nouveau les déterminations.



Photo 5 : Étuve ventilée

ANNEXE 10 : dosage des protéines par la méthode de Lowry

1- Préparations des Solutions :

- Solution alcaline A

- Soude 0,1 N..... 500 ml

- Carbonate de sodium anhydre (Na_2CO_3) 10 g

- Solution cuivrique B

- Sulfate de cuivre hydraté $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (0,32g / 100 ml) 2 ml

- Tartrate double de Sodium et de Potassium (1g / 100 ml)..... 2 ml

- Solution C

- Solution A... 50 ml

- Solution B 1 ml

- Solution mère de BSA

- BSA..... 10 mg

- Eau distillée..... 100 ml

- Gamme étalon

A partir de la solution mère de BSA, des dilutions sont préparées suivant le tableau

Ci-suivant :

BSA (μ l)	0	25	50	100	200	300	400	500
Eau distillé (μ l)	500	475	450	400	300	200	100	0
μ g/ml	0	2,5	5	10	20	30	40	50

2- Méthode :

A 0,5ml de la solution d'échantillon contenant entre 25 et 100 μ g des protéines :

- Prendre 1 ml de l'échantillon à doser ;
- ajouter 2,5 ml de solution C et mélanger ;
- laisser 10 mn à température ambiante ;
- ajouter 0,25 ml de réactif de Folin-Ciocalteu ;
- Homogénéiser rapidement et mettre les tubes 30 mn à l'obscurité ;
- lire la DO à 750 nm.

3- Expression des résultats

Une courbe étalon est tracé en portant sur l'axe des abscisses, les concentrations en BSA des dilutions (gamme étalon) préalablement préparées et sur l'axe des ordonnées, les DO mesurées respectivement pour chaque dilution.

La concentration en protéines inconnue des échantillons, est déterminée à partir de cette courbe par projection sur l'axe des abscisses.



Photo 6 : vortex



photo 7 : les dilutions pour le dosage des protéines



Photo 8 : spectrophotomètre pour mesurer la DO

ANNEXE 11 : détermination de la matière grasse

- Mode opérateur :
 - Mélanger soigneusement le lait afin d'obtenir une préparation homogène de la matière grasse dans l'échantillon. Ne pas agiter trop vigoureusement afin d'éviter la mousse ou le barattage de la matière grasse ;
 - A l'aide d'une pipete mesurer 5ml de chacun des échantillons et on les introduits dans des tubes marqués selon l'échantillon introduit, ensuite bien les bouchés à l'aide des bouchons appropriés ;
 - Centrifugation à $3500 \times g$ pendant 30 min à $4^{\circ}c$;
 - Retirer les tubes soigneusement de la centrifugeuse ;
 - À la fin de la centrifugation, la crème qui se trouve en surface est éliminée du lait à l'aide d'une spatule, le lait écrémé est ensuite filtré par un filtre ;
 - Le lait dégraissé est filtré et posé dans des coupelles qui sont ensuite placées dans une étuve réglée à $103 \pm 2^{\circ}C$ pendant 3 heures ;
 - Après refroidissement peser les échantillons et on détermine les valeurs.

Le taux de matière grasse est calculé par soustraction des valeurs de l'extrait sec dégraissé de celles de l'extrait sec total (**FIL 22B, 1987**).

Suivant la formule : (**MG= EST-ESD**).



Photo 9 : la centrifugeuse



Photo 10 : la crème à la surface des tubes après centrifugation

ANNEXE 12 : Tableau représentatifs des résultats du questionnaire

Questions	Réponses			
		20-29 ans	30-39 ans	40-49ans
Q1 : l'Age de la femme	40%	42%	16%	2%
Q2 : est que la femme travaille	Oui 47%		Non 53%	
Q3 : Nombre d'enfants de la maman	1 27 %	2 33%	3 17%	>3 13%

Q4 : l'âge de l'enfant le plus jeune	0 à 6mois		6 à 12 mois		1 à 3 ans			
	42%		18%		42%			
Q5 : Voie d'accouchement	Voie basse				Voie haute			
	51%				31%			
Q6 : Est-ce que la femme allaite son enfant	Oui				Non			
	72%				28 %			
Q7 : La période de l'allaitement	0 à 3 mois		0 à 6 mois		0 à 12 mois	Jusqu'à l'arrêt de lactation		
	34, 72%		13,88		15,27%	33,33%		
Q8 : L'âge de début de l'allaitement mixte	Dès la naissance		A partir de 2 mois		A partir de 4 mois	A partir de 6 mois	A partir de 8 mois	
	36,90 %		17,64%		11,76%	8,4%	6,72%	
Q9 : Les raisons de l'allaitement mixite	La montée du lait n'est pas suffisante		Le bébé ne tète pas assez		Le stresse de la maman	La reprise du travail	Pour des raisons personnelles	Autres raisons
	32,07%		17,9%		9,4%	19,4%	14,5%	7,7%
Q10 : Premier lait infantile utilisé	Lait A		Lait C		Lait B		Lait de vache	Autres laits
	29%		19%		22%		9%	21%
Q11 : Le choix du lait infantile	Recommandation du pédiatre	Recommandation du	Lait 1 ^{er} âge standard	Les laits pour trouble	Composition du lait infantile	L'impact sur le sommeil	Le coût	Autre

		pharmaci en		fonctio nnels				
	40,63%	19,53%	7,03%	10,16%	7,03 %	4,68%	3,9%	7,03%
Q12 : adaptation de l'enfant au lait infantile	Oui				Non			
	74,32%				25,67			
Q13 : les différences constatées après l'introductio n du lait infantile	Rassasiement	Moins de problème digestifs	Sommeil régulier	Prise de poids	Autre			
	36,92%	16,15%	22,30%	22,3 %	2,3%			
Q14 : les critères de changement du lait infantile	62% de femmes ont répondu à cette question							

Résumé

L'allaitement maternel est le moyen naturel et le plus adapté pour nourrir un enfant tout en assurant sa croissance, son développement et son bien-être, malheureusement dans certains cas, il s'avère être insuffisant pour satisfaire les besoins de l'enfant d'où la nécessité de l'utilisation des laits infantiles.

Les laits infantiles sont aujourd'hui devenus indispensables pour les nourrissons non allaités par leur mère. Une large gamme de marques et d'indications différentes s'offre aux mamans.

Notre étude consiste à caractériser et à comparer le lait de femme qui est un lait de référence au lait maternisé commercialisé en Algérie.

L'objectif de ce travail est de démontrer et de confirmer l'importance du lait maternel pour le nourrisson et la possibilité de l'utilisation des laits infantiles comme substituts à l'allaitement, dont la pratique ne cesse de régresser.

Cette étude comporte une étude transversale caractérisée par un questionnaire, distribué à 100 mamans allaitantes au niveau de la PMI de M'Douha, et la réalisation d'une analyse physico-chimique de trois échantillons de lait ; le lait maternel et deux échantillons de lait maternisé (préparations infantiles) qui ont été les plus répondus dans cette enquête.

Cette étude comparative, en se basant sur un certain nombre de paramètres physico-chimiques et biochimique, nous a permis de faire un rapprochement entre les trois laits étudiés avec une teneur plus élevée en protéines, minéraux, matière sèche et grasse ainsi que la densité et la conductivité dans les laits infantiles commercialisés (échantillons A et B), qui peut être justifiée par l'enrichissement de ces derniers.

Mots clés : lait, allaitement maternel, lait infantile, nourrissons, substitut.

Abstract

Breastfeeding is the most natural and appropriate way to feed a child while ensuring its growth, development and well-being. its growth, development and well-being, unfortunately in some cases it is not sufficient to meet the needs of the cases, it proves to be insufficient to satisfy the needs of the child, hence the need for the use of the use of infant formulas.

Infant formulas have become indispensable for infants who are not breastfed by their mothers. A wide range of brands and different indications are available to mothers. Our study consists in characterizing and comparing the woman's milk which is a reference milk to the infant formula marketed in Algeria.

The objective of this work is to demonstrate and confirm the importance of breast milk for the infant and the possibility of using infant formula as a substitute for breastfeeding, whose practice is constantly declining.

This study includes a cross-sectional study characterized by a questionnaire, distributed to 100 nursing mothers at the level of the PMI of M'Douha, and the realization of a physicochemical analysis of three milk samples; breast milk and two samples of infant formula (infant formulas) which were the most responded in this survey.

This comparative study, based on a number of physicochemical and biochemical parameters, allowed us to make a comparison between the three milks studied with a higher content of protein, minerals, dry matter and fat as well as density and conductivity in the infant milks marketed (samples A and B), which can be justified by the enrichment of the latter.

Key words: milk, breastfeeding, infant milk, infants, substitute.