

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
People's Democratic Republic of Algeria
The Minister of Higher Education and Scientific Research
ⵜⴰⴳⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⵎⴳⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⵏⵔⴰⵢⵜ ⵜⴰⵎⴳⴷⴰⵢⵜ ⵜⴰⵏⵔⴰⵢⵜ ⵜⴰⵎⴳⴷⴰⵢⵜ

ABOU BEKR BELKAID UNIVERSITY
TLEMCEN
FACULTY OF MEDICINE- Dr. B. BENZERDJEB
PHARMACY DEPARTMENT



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان
كلية الطب - د. ب. بن زرجب
قسم الصيدلة

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR
L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

THÈME :
**Étude de la qualité des farines infantiles commercialisées dans la wilaya de
Tlemcen durant l'année 2024-2025**

Présenté par :

**MEHIAOUI DOUNIA
MEKSALI WALAA**

Soutenu le

04 Juin 2025

Jury

Président :

Pr Chabni.N

Professeure en Épidémiologie

Membres :

Dr Nouredine.Z

Maitre-assistant en Chimie Analytique

Dr Benhaddouche. I

Maitre assistante en Hydrobromatologie

Dr Mesli.I

Assistante en Hydrobromatologie

Encadrant :

Dr Hadjila.A

Maitre assistante en Hydrobromatologie

Année universitaire :2024-2025

REMERCIEMENTS

Avant toute chose, nous remercions Allah le tout puissant et miséricordieux;

De nous avoir donné

La force, le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Tout d'abord, nous remercions sincèrement notre encadrante,

Dr Hadjila Amina,

Maître-assistante en Hydrobromatologie

À l'université Abou Bekr Belkaid,

Pour la qualité de son encadrement, l'aide précieuse qu'elle nous a apportée, ses conseils éclairés et les remarques constructives tout au long de la préparation de ce mémoire.

Pr Chabni Nafissa,

Pour l'acceptation de la présidence du jury.

Qu'elle trouve ici nos sincères impressions de gratitude et de respect.

Dr Noureddine Zakaria, Dr Mesli Imene, Dr Benhaddouche Imène

Merci pour accepter de faire partie du jury de ce mémoire, pour l'intérêt que vous portez à notre travail et pour le temps consacré afin de l'évaluer.

Nous exprimons notre gratitude au

Pr Harek Yahia

Pour avoir mis son laboratoire à notre disposition afin de traiter ce sujet.

Enfin nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à l'ensemble des enseignants du département de pharmacie qui nous ont formé tout au long de notre parcours universitaire et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail.

DÉDICACES

C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude :

À mes chers parents,

Je vous dédie ce mémoire en signe de reconnaissance infinie pour votre amour inconditionnel, votre soutien indéfectible et votre présence constante dans ma vie.

Maman, tu es mon soleil, mon étoile guide tes encouragements et ton amour maternel m'ont accompagné tout au long de mon chemin, m'ont donné la force de me relever après les chutes et m'ont inspiré à toujours viser plus haut. Je suis reconnaissante pour chaque sacrifice que vous avez consenti pour moi, pour chaque larme versée et chaque sourire partagé.

Cher papa, Je ne pourrai jamais assez te remercier. Tu as toujours été ma force pour tout surmonter. Grâce à toi, papa, j'ai appris le sens de la responsabilité et de la paix. Je veux te rendre fier de moi.

Vous avez façonné la personne que je suis aujourd'hui, et je ne pourrais jamais vous remercier assez pour tout ce que vous avez fait pour moi. Ce mémoire est le fruit de votre amour, de votre soutien et de vos encouragements. Merci pour tout, je vous aime.

À mon cher frère et à mes petites sœurs Hadjer et Meriem

Je vous remercie, pour vos encouragements à mon égard et votre présence à chaque instant de ma vie, ainsi vous avez partagé ma joie et ma tristesse avec moi, je prie ALLAH de vous accorder le succès.

À mon cher oncle Mohammed et à toute ma famille

Je vous remercie, pour votre amour, votre soutien et votre présence précieuse dans ma vie

À ma binôme Walaa et mes copines Manel, Meriem

Vous êtes pour moi des sœurs sur lesquelles je peux compter, je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées.

Dounia

DÉDICACES

Tout d'abord, je veux remercier Allah, de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience

Réalisé ce travail de recherche.

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, qui est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite,

À ma mère Khadija le symbole de tendresse.

À mon cher père,

À celui à qui je dois tout, que dieu vous bénisse, vous apporte la santé et vous garde pour nous.

À ma sœur Manel,

Ma deuxième mère, merci pour tout ton soutien, ton courage et ton amour Grace à toi, j'ai pu surmonter tous les obstacles, avancer dans mes études et ma vie avec confiance. Tu as toujours été là pour moi .je suis infiniment reconnaissante pour tout ce qui tu m'a apporté.

À mon cher frère Omar Mohammed

À ma deuxième sœur Meriem,

Merci pour ton aide et ta présence. Tu m'accompagne à chaque étape de mon parcours.

À ma chère amie Dounia,

Merci pour ton soutien et ta collaboration tout au long de ce travail. Ton sérieux et ta patience ont rendu cette expérience plus motivante.

Walaa

Table des matières

Liste des abréviations.....	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des annexes	

INTRODUCTION GENERALE	1
-----------------------------	---

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE 1 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

I.1. Définition des besoins nutritionnels.....	3
I.1.1. Les besoins en eau.....	3
I.1.2. Les besoins énergétiques.....	3
I.1.3. Les besoins glucidiques.....	5
I.1.4. Les besoins lipidiques.....	5
I.1.5. Les besoins protéiques.....	6
I.1.6. Les besoins en minéraux.....	7
I.1.7. Les besoins vitaminiques.....	7
I.2. L'alimentation chez l'enfant.....	9
I.2.1. Définition.....	9
I.2.2. L'évolution de l'alimentation chez l'enfant.....	9
I.2.2.1. La phase de lactation.....	9
I.2.2.2. La phase de diversification.....	10

CHAPITRE 02 : GÉNÉRALITÉS SUR LES CÉRÉALES

II. Généralités sur les céréales.....	14
II.1. Le blé.....	14
II.2. Le riz.....	16
II.3. Le maïs.....	16
II.4. L'avoine.....	17
II.5. Le soja.....	17
II.6. Quinoa.....	18

Table des matières

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

III.1. Définition.....	19
III.2. Classification des farines infantiles.....	19
III.2.1. Selon le mode de préparation.....	19
III.2.2. Selon l'âge.....	19
III.3. Valeur nutritionnelle des farines infantiles.....	20
III.4. La préparation des farines infantiles.....	21
III.4.1. La technologie de fabrication.....	22
III.4.2. Les étapes et les équipements.....	22
III.4.2.1. L'entreposage des matières premières.....	23
III.4.2.2. La transformation des matières premières.....	24
III.5. L'impact d'administration des farines sur la santé des nourrissons.....	26
III.6. Caractéristique d'une bonne farine infantile et normes associées.....	27
III.6.1. Normes du CODEX ALIMENTARIUS.....	27
III.6.2. Normes du JOURNAL OFFICIEL	29

PARTIE PRATIQUE

I. MATERIELS ET METHODES

I.1. Objectifs de l'étude	30
I.2. Type d'étude.....	30
I.3. La durée d'étude.....	30
I.4. Lieu d'étude.....	30
I.5. Facteurs étudiés	31
I.6. Critères de jugements	31
I.7. Echantillon étudié.....	31
I.8. Echantillonnage	32
I.8.1 Prélèvement	32
I.8.2. La conservation des échantillons	32
I.9. Mode opératoire.....	32
I.9.1. Matériels utilisés	32
I.9.2. Réactifs utilisés	32
I.9.3. Analyse de la qualité physicochimique.....	33

Table des matières

I.9.3.1. Humidité.....	33
I.9.3.2. Acidité et pH.....	34
I.9.3.3. Lipides.....	35
I.9.3.4. Cendres.....	36
I.9.4. Analyse de la qualité microbiologique.....	37
I.9.4.1. Préparations de la solution mère et des dilutions décimales.....	37
I.9.4.2. La recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.....	37
I.9.4.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux.....	39
I.9.4.4. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	40
I.9.4.5. La recherche d' <i>E. coli</i>	41
I.9.4.6. La recherche des levures et moisissures.....	42
I.10. Traitement statistique des données.....	43
I.11. Considérations éthiques.....	43

II. RESULTATS

II.1. Description de l'échantillon étudié.....	44
II.1.1 descriptions selon la marque étudiée.....	44
II.2. Présentation des résultats de l'étude.....	44
II.2.1. Résultats d'humidité.....	44
II.2.3. Résultats de pH.....	45
II.2.4. Résultats d'acidité.....	46
II.2.5. Résultats des lipides.....	47
II.2.6. Résultats des Cendres.....	48
II.2.7. Résultats des germes aérobies mésophiles totaux.....	48
II.2.8. Résultats des Coliformes Totaux.....	49
II.2.9. Résultats des Coliformes fécaux.....	50
II.2.10. Résultats d' <i>E. coli</i>	52
II.2.11. Résultats des Levures et Moisissures.....	52
II.3. Analyse des résultats.....	53

DISCUSSION

III. Discussion des résultats.....	56
------------------------------------	----

Table des matières

Conclusion générale	62
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des abréviations

ADN : acide désoxyribonucléique

ANOVA : analysis of variance

Coli_F : coliformes fécaux

Coli_T : coliformes totaux

E. Coli : Escherichia coli

EFA : équivalent folate alimentaire

EN : énergie

FAO : food and agriculture organisation

GAMT : germes aérobies mésophiles totaux

HPLC : chromatographie liquide haute performance

Kcal : kilocalorie

Kg : kilogramme

Km² : kilomètre carré

MG : matière grasse

mg : milligramme

MICI : maladie inflammatoire de l'intestin

MJ : mégajoule

mL : millilitre

N : normalité

OMS : organisation mondiale de la santé

PCA : plate count agar

PE : prise d'essais

pH : potentiel d'hydrogène

SCI : syndrome du côlon irritable

SPSS : statistical package for the social sciences

Liste des abréviations

UFC : unité formant colonies

UNICEF : united nations children's fund

UNU : université des nations unies

VRBL : violet red bile lactose agar

Liste des tableaux

Tableau I : Apports énergétiques conseillés.....	4
Tableau II : Les besoins lipidiques moyens chez l'enfant selon l'âge.....	6
Tableau III : Les besoins protéiques chez l'enfant.....	7
Tableau IV : Les besoins en sels minéraux en (mg /j) chez l'enfant selon l'âge.....	7
Tableau V : Les besoins en vitamines chez l'enfant.....	9
Tableau VI : Repères d'introduction des aliments chez l'enfant de 0 à 3 ans.....	12
Tableau VII : La classification des farines infantiles selon l'âge.....	19
Tableau VIII : Recommandation du mode de préparation d'une farine (exemple de la Superamine®)	21
Tableau IX : : Les opérations de fabrication et les équipements utilisés.....	23
Tableau X : Recommandation du Codex Alimentarius pour quelques nutriments dans la formulation des farines infantiles.....	28
Tableau XI : Les critères microbiologiques applicables aux aliments destinés aux nourrissons de plus de six mois et enfants en bas âge.....	29
Tableau XII : Description de l'échantillon selon la marque étudiée.....	44
Tableau XIII : Humidité des farines infantiles analysées.....	44
Tableau XIV : Taux d'humidité par marque.....	44
Tableau XV : pH des farines infantiles analysées.....	45
Tableau XVI : Acidité des farines infantile analysées.....	46
Tableau XVII : Taux des lipides des farines infantiles analysées.....	47
Tableau XVIII : Taux des cendres des farines infantiles analysées.....	48
Tableau XIX : Nombre des GAMT des farines infantiles analysées.....	48
Tableau XX : Les coliformes totaux des farines infantiles analysées.....	49
Tableau XXI : Taux des coliformes totaux par marque.....	49
Tableau XXII : Le taux des coliformes fécaux des farines infantiles analysées.....	50

Liste des tableaux

Tableau XXIII : Taux des coliformes fécaux par marque.....	51
Tableau XXIV : Le taux d' <u>E. coli</u> des farines infantiles analysées.....	52
Tableau XXV : Levures et moisissures des farines infantiles analysées.....	52
Tableau XXVI : résultats de la comparaison des moyennes des différentes paramètres étudiés entre les marques par le test d'ANOVA.....	53
Tableau XXVII : résultats de la comparaison des pourcentages de conformité des marques étudiées par le test de KHI-DEUX.....	54

Liste des figures

Figure 1 : Les produits traditionnels du blé dur.....	15
Figure 2 : La situation géographique de la wilaya de Tlemcen.....	31
Figure 3 : L'humidité des farines infantiles.....	33
Figure 4 : L'extraction éthéro-acétique des lipides des farines infantiles.....	35
Figure 5 : Le dosage des cendres des farines infantiles.....	36
Figure 6 : Préparation de la solution mère et les dilutions décimales.....	37
Figure 7 : Colonies des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) et leur milieu de culture d'isolement.....	38
Figure 8 : Milieu de culture des coliformes totaux.....	39
Figure 9 : Les colonies des coliformes totaux.....	40
Figure 10 : Les colonies des coliformes fécaux.....	40
Figure 11 : Réactif de Kovacs.....	41
Figure 12 : Recherche et dénombrement des levures et moisissure dans les farines infantiles.....	42
Figure 13 : Répartition de l'échantillon selon la conformité d'humidité aux normes.....	45
Figure 14 : Répartition des farines infantiles selon la conformité d'acidité aux normes.....	46
Figure 15 : Répartition des farines infantiles selon la conformité du taux des lipides à l'étiquette.....	47
Figure 16 : Répartition des farines infantiles selon la conformité des GAMT aux normes.....	49
Figure 17 : Répartition des farines infantiles selon la conformité des coliformes totaux aux normes.....	50
Figure 18 : Répartition des farines infantiles selon la conformité des coliformes fécaux aux normes.....	51

Liste des annexes

Annexe I : Les normes de qualité nationales et internationales

Annexe II : Préparation de la solution de NaOH 0,05N

Annexe II : Les composants des milieux de cultures

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'alimentation de l'enfant joue un rôle essentiel dans les différents processus de son développement en choisissant progressivement des aliments et en fournissant des apports qualitatifs et quantitatifs adaptés à ses besoins évolutifs(1).

Au cours des 6 premiers mois de sa vie, le lait maternel assure la satisfaction des besoins nutritionnels du bébé. C'est pourquoi l'organisation mondiale de santé OMS préconise un allaitement exclusivement maternel pendant cette période. Cependant, après six mois, l'alimentation exclusivement lactée ne satisfait plus les besoins du nourrisson qui évoluent constamment. Pendant cette période appelée « sevrage », le nourrisson nécessite une alimentation spécifique qui lui procure une quantité adéquate d'énergie, de protéines et d'autres nutriments tels que des vitamines, des minéraux et des oligo-éléments(1).

Il est essentiel d'incorporer dans son régime alimentaire de nouveaux aliments sous forme liquide ou semi-liquide afin de compléter les apports du lait maternel(2).

L'importance de la qualité des farines infantiles utilisées pendant cette période est donc primordiale.

Selon un rapport publié par le fonds des nations unies pour l'enfance UNICEF en 2018, la production totale des farines infantiles était d'environ 2 300 tonnes dans six pays africains voisins de l'Algérie, un chiffre qui reste relativement modeste. Pour mettre en perspective, il faudrait environ 97 000 tonnes de produit par an, soit une multiplication par 40 du volume actuel, pour assurer à chaque enfant âgé de 6 à 23 mois dans les six pays la consommation quotidienne de 50 g de farine (3).

En 2018 une hypothèse a été formulée concernant la demande globale des marchés commerciaux qui pourrait atteindre 10 000 tonnes par an en 2025, ce qui représente une augmentation de cinq fois (3).

En 1963, à Alger, une équipe d'experts menées par A. Raoult et A. Buffa a convaincu le gouvernement algérien de fabriquer industriellement une farine de sevrage riche en protéines, nommée Superamine®. Sa production industrielle a débuté en 1969, d'abord à Blida puis à Sétif. Les tests cliniques débutés en 1966 dans les départements de pédiatrie d'Alger ont démontré que celle-ci était bien reçue par les enfants et favorisait une augmentation de poids satisfaisante. La production annuelle, qui s'élevait à 800 tonnes lors de la première année, a ensuite augmenté à 1200 tonnes et atteint 3000 tonnes suite au lancement d'une nouvelle ligne

INTRODUCTION GENERALE

de production à l'établissement de Sétif. Malheureusement sa production a été interrompue en 1984 (4).

Les farines infantiles commercialisées maintenant en Algérie sont tous importées et il existe peu d'études scientifiques et de données sur ce sujet. Dans cette perspective, nous avons proposés de réaliser cette étude et nous avons posé les questions suivantes : **Quelle est la qualité des farines infantiles commercialisées dans la wilaya de Tlemcen ? Est ce qu'elles respectent les critères de qualités nationales et internationales ?**

Dans le but de sensibiliser les autorités et le consommateur sur la qualité des farines infantiles commercialisées en Algérie, nous avons réalisés cette étude. L'objectif principal est d'analyser leurs qualités physicochimiques et microbiologiques, l'objectif secondaire est d'étudier la conformité des critères de qualité retrouvés par rapport aux normes nationales et internationales. Notre mémoire se divise en deux parties : une partie théorique dans laquelle nous avons abordé les sujets de l'alimentation chez les nourrissons ainsi que la fabrication des farines infantiles. La partie pratique concerne les méthodes d'analyses de qualités utilisées, expose les principaux résultats trouvés et propose des recommandations pour améliorer la situation.

PARTIE THÉORIQUE

**CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS
ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT**

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

I.1. Définition des besoins nutritionnels :

Les besoins nutritionnels désignent la quantité de nutriments, de macronutriments, de micronutriments et d'énergie nécessaires pour répondre aux besoins nets en prenant en compte la quantité réellement absorbée. Ce sont les quantités requises pour maintenir des fonctions physiologiques et un état de santé normal et faire face à certaines phases de la vie, comme la croissance et l'activité physique (5).

Par rapport à ces besoins, on définit :

- **Le besoin minimal** : est la quantité minimale d'un nutriment qui maintient les fonctions et un état physiologique normal, assurant une croissance optimale chez l'enfant et un poids stable chez l'adulte (5).
- **Le besoin moyen** : est obtenu en observant la consommation spontanée d'un groupe de personnes en bonne santé (5).
- **Les apports nutritionnels conseillés** : sont destinés à couvrir les besoins de 97,5% d'une population donnée (5).

Les besoins alimentaires doivent couvrir : les besoins en eau, les besoins énergétiques, glucidiques, protéiques, et les besoins minéraux et vitaminiques (5).

I.1.1. Les besoins en eau :

L'eau est le principal constituant de l'organisme, qui constitue 60 à 70% du poids de l'enfant pendant la première année de vie. Les nouveaux nés ont besoin de 200 à 150 ml/kg, 125 ml/kg de 1 à 6 mois et 100 ml/kg de 6 à 18 mois. Chez l'enfant plus âgé, les besoins sont de 1 litre par jour. Ces exigences s'accroissent face à des pertes excessives (diarrhées, vomissements, transpiration) (6).

I.1.2.les besoins énergétiques :

Le besoin énergétique se définit comme : la quantité d'énergie requise pour maintenir l'organisme en bonne santé et en ayant un niveau d'activité physique adéquat. Chez les adultes, on utilise la mesure de la dépense énergétique pour estimer ce besoin ; chez les nourrissons, on estime le besoin en se basant sur l'énergie du lait maternel consommé en moyenne par des enfants en bonne croissance (FAO/OMS/UNU, 1986) (7).

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

D'un point de vue qualitatif, la répartition des nutriments à partir de 3 ans est similaire à celle de l'adulte : 50 à 55 % de glucides, 30 à 35 % de lipides (graisses saturées à 8 à 12 % de la ration calorique, cholestérol à 300 mg/j) et 10 à 12 % de protides. De 1 à 3 ans, en raison des exigences nutritionnelles élevées, notamment énergétiques, il n'est pas nécessaire de limiter les apports en lipides (5).

Il doit prendre en compte la consommation d'énergie pendant le repos, la régulation de la température et garantir le coût énergétique lié à la croissance et au métabolisme des nutriments (turnover des nutriments). Plus précisément, il est nécessaire d'augmenter l'apport énergétique en cas d'augmentation de l'apport protéique. Étant donné la croissance rapide au cours de la première année, la demande en énergie est significative et représente 25 % des consommations d'énergie, avec une consommation de 100 kcal/kg/j jusqu'à 1 an, puis diminuant après la première année (8).

Les besoins énergétiques en fonction de l'âge sont rapportés dans le **tableau I**.

Tableau I : apports énergétiques conseillés (9).

Age	Les besoins énergétiques
Enfant prématuré	130 Cal /kg/j
Enfant de 0 à 3 mois	120 Cal /kg/j
Enfant de 3 à 9 mois	110 Cal /kg/j
La seconde enfance	70 à 80 Cal /kg/j
La puberté	50 à 55 Cal /kg/j
L'adulte	40 Cal /kg/j

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

I.1.3.les besoins glucidiques :

On trouve des glucides dans de nombreux aliments, principalement végétaux, et ils sont la principale source d'énergie (calories) dans l'alimentation de nombreuses personnes (9).

La source la plus bénéfique pour le nourrisson est le lactose, qui est composé de glucose (qui est absorbé activement par l'intestin) et de galactose (qui est essentiel pour les structures cérébrales). Son absorption nécessite la catalase présente dès la naissance chez le nourrisson à terme (10).

L'amidon est la principale source de glucide dans les plantes, que ce soit dans les tubercules (pomme de terre) ou les grains (riz, maïs). Au début de la vie, l'enfant a une faible capacité de digestion pour ces glucides plus complexes (rôle de l'amylase pancréatique), mais elle se développe rapidement (7).

Les fibres alimentaires sont issues des plantes et se composent d'un complexe de polymères. Elles ne peuvent pas être digérées et assimilées, mais ont des fonctions biologiques essentielles, notamment en raison de leur capacité à retenir l'eau, et encourager la croissance bactérienne (fibres fermentescibles) sous l'influence de la flore intestinale (9).

De la naissance à 1 an, les besoins en glucides varient de 10 à 15 g/kg et représentent entre 50 et 58 % de l'apport énergétique total à partir de 3 ans (11).

I.1.4.les besoins lipidiques :

Les lipides jouent un rôle énergétique et de réserve : les acides gras insaturés (dont certains sont indispensables car non synthétisés par l'organisme) doivent représenter plus de 40 à 50% des lipides. Parmi ces acides gras insaturés, l'acide linoléique doit fournir 3 à 6% de l'apport calorique global (10).

De plus, ils jouent un rôle plastique en synthétisant les lipides membranaires, notamment ceux du cerveau, aussi ils sont les précurseurs des hormones stéroïdiennes et fournissent les vitamines liposolubles (12).

Les besoins lipidiques chez l'enfant sont rapportés dans le **tableau II**.

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

Tableau II : les besoins lipidiques moyens chez l'enfant selon l'âge (12).

Age	0-3 mois	3-6 mois	6-9 mois	9-12mois	1 an	1-4 ans
Lipides (Kcal /Kg/j)	36	34,5	33	31,5	33,6	30,3
G/Kg/j	4	3,83	3,66	3,5	3,73	3,36

I.1.5.les besoins protéiques :

Les protéines font partie des trois grandes familles de macronutriments, avec les glucides et les lipides, c'est-à-dire l'un des composants des aliments qui jouent un rôle dans l'apport d'énergie. Elles ont une fonction structurelle et contribuent au renouvellement des tissus musculaires, des phanères (cheveux, ongles, poils), de la matrice osseuse, de la peau, etc. Elles jouent un rôle dans de multiples phénomènes physiologiques, comme les enzymes digestives, l'hémoglobine, les hormones, les récepteurs ou les immunoglobulines (anticorps). De plus, elles sont la seule source d'azote de l'organisme (13).

Cela explique la diversité considérable des protéines recommandées. Les besoins en protéines selon l'âge sont mentionnés dans le **tableau III**.

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

Tableau III : les besoins protéiques chez l'enfant (9).

Âge d'enfant	L'apport protéique en g/Kg/24h
1-3 mois	2-2,2
3-6 mois	1,8-2
6-9 mois	1,5-1,8
9-12 mois	1,4-1,7
1-4 ans	1,2
4-6 ans	1,1
7-9 ans	1

I.1.6.les besoins en minéraux :

Les minéraux constituent environ 4 % de la masse corporelle, mais jouent un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions : minéralisation, régulation de l'équilibre hydrique, systèmes enzymatiques et hormonaux, systèmes musculaires, nerveux et immunitaires. Par exemple, la production d'hormone thyroïdienne ne peut pas être réalisée sans iode, pas de production d'hémoglobine sans fer et pas de contraction musculaire sans calcium, potassium et magnésium (14). Les besoins en sels minéraux chez l'enfant sont résumés dans le **tableau IV**.

Tableau IV : les besoins en sels minéraux en (mg /j) chez l'enfant selon l'âge (15).

Âge	Ca	Mg	Zn	Fer	K	Na	Cl	Cu
0-6 mois	200	25	2	0,3	400	110	170	0,3
6 mois-1 an	280	80	2,9	8	750	370	570	0,5
1-3 ans	390	180	3,6	4	800	800	1200	0,8
4-10 ans	680	225	5,4	5	1450	1100	1700	1,1
Adulte	960	265	6,2	8	2700	1500	2300	1,3

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

I.1.7.les besoins vitaminiques :

Les vitamines sont des éléments non énergétiques mais néanmoins indispensables pour le corps. Effectivement, ces substances jouent un rôle essentiel dans de nombreux processus physiologiques. En dehors de deux d'entre elles (vitamines K et D), le corps humain ne peut pas les produire. Ainsi, leur apport alimentaire est essentiel pour assurer un bon fonctionnement de notre corps tels que : la construction de l'organisme (croissance, développement du squelette...), le fonctionnement et l'entretien du corps (transformation et utilisation des macronutriments, vision, coagulation du sang, systèmes musculaire, nerveux, immunitaire, production d'ADN...)
(16).

Les vitamines sont réparties en deux types **(16)** :

- **Les vitamines liposolubles** (c'est-à-dire solubles dans les graisses) comprennent les vitamines **A, D, E et K.**
- **Les vitamines hydrosolubles** (ou solubles dans l'eau) du groupe **B (B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9 et B12)** et **C.**

Le **Tableau V** résume les valeurs moyennes des besoins journaliers chez le nourrisson et l'enfant.

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

Tableau V : les besoins en vitamines chez l'enfant (15).

	Nourrisson Moins 6 mois	Nourrisson Plus 6 mois	Enfant 1-3 ans	Enfant 4-10 ans	Adulte
Vit A µg/j	350	190	205	282	480
Vit E mg/j	4	5	7	8	9
Vit D µg/j	10	10	15	15	15
Vit K µg/j	5	10	29	43,5	45
Vit B1 mg/MJ	0,2 mg/j	0,072	0,072	0,072	0,072
Vit B2 mg/j	0,3	0,4	0,5	0,7	1,1
Vit B3 mg EN/MJ	2	1,3	1,3	13	1,3
Vit B5	2	3	4	5	6
Vit B6 mg/j	0,1	0,3	0,5	0,8	1,2
Vit B8 µg/j	4	6	20	25	35
Vit B9 µg EFA/j	65	80	90	135	210
Vit B12 µg/j	0,4	1,5	1,5	1,5	2,5

EFA : Equivalent Folate Alimentaire ; EN : Energie ; MJ : Mégajoule

I.2. L'alimentation chez l'enfant :

I.2.1. Définition :

Il est essentiel que le régime alimentaire de l'enfant soit harmonieux et diversifié. Il doit contenir des composants glucidiques, protéiques, lipidiques, vitaminiques, minéraux et hydriques (17).

Les aliments apportés jouent un rôle crucial dans le développement et la croissance de l'enfant, tout en prévenant des affections nutritionnelles telles que l'obésité, l'athérosclérose et les déficits nutritifs (12).

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

I.2.2. L'évolution de l'alimentation chez l'enfant :

L'alimentation du nourrisson change selon son âge. On distingue deux phases :

La période lactée et la période de diversification (12).

I.2.2.1. La phase de lactation :

- **Le lait maternel :**

Le lait maternel est idéalement adapté à la physiologie du nourrisson et irremplaçable durant les 4 premiers mois (12).

Au-delà de la fourniture de protéines, de glucides, de lipides, d'ions et de vitamines essentielles pour le développement, il garantit également la production d'anticorps maternels capables de préserver le nourrisson contre les infections et les agressions microbiennes (12).

- **Le lait de vache :**

En raison de sa forte teneur en nutriments, le lait de vache est déconseillé avant l'âge d'un an. Effectivement, la quantité de protéines, de lipides, de métaux lourds et de minéraux dépasse largement les capacités métaboliques du nourrisson et sa capacité de purification (18).

À titre d'exemple le lait de vache est deux fois plus abondant en matières grasses, quatre fois plus en calcium et en sodium, et six fois plus en phosphore (19).

Par conséquent, le lait de vache fraîchement prélevé nécessite soit une ébullition, soit une pasteurisation ou une stérilisation pour combattre la pollution microbienne (20).

Par la suite, l'évaporation et le sucrage ont favorisé une stabilité des lipides. Enfin, l'acidification et l'écémage partiel ont amélioré la digestibilité (20).

- **Les laits artificiels :**

Les laits artificiels conçus pour l'alimentation des enfants proviennent du lait de vache et leur composition est régulée par les arrêtés ministériels. Chaque catégorie possède ses propres spécificités, et en fonction de l'âge de l'enfant, on distingue deux types de lait (21) :

Les produits lactés de 1^{er} âge et les produits lactés de 2^{ème} âge.

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

- Les produits lactés 1^{er} âge : (de la naissance à 4 mois)

Les produits lactés sont fabriqués à partir du lait de vache qui a subi plusieurs transformations. Cependant, malgré les progrès effectués, la qualité demeure inférieure à celle du lait maternel (21).

- Les produits lactés 2^{ème} âge : (de 5 à 12 mois)

Concernent la phase de transition liée à l'introduction progressive d'une alimentation variée, dès l'âge le plus précoce possible de 4 mois, généralement autour de 6 mois (22).

I.2.2.2. La phase de diversification :

La diversification offre l'opportunité d'introduire progressivement des aliments, des textures, des saveurs et des modes d'alimentation variés (22).

L'adaptation à l'alimentation variée exige une maturation psychomotrice, digestive, métabolique et sociale qui ne se fait pas avant 4 voire 6 mois.

Avant l'âge de 4 mois, une diversification précoce peut entraîner un risque d'allergie alimentaire. Cependant, après six mois, l'alimentation exclusivement lactée ne satisfait plus les besoins du bébé (22).

Donc, même si l'introduction d'autres aliments que le lait peut différer selon les nourrissons en fonction des traditions culturelles familiales et de la maturation physiologique de l'enfant, tous les arguments nutritionnels et physiologiques sont en faveur d'une diversification alimentaire après de 6 mois et jamais avant 4 mois (22).

Le tableau VI, publié dans le cadre du « guide alimentaire de l'enfant », précise les repères d'introduction des aliments.

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

Tableau VI : repères d'introduction des aliments chez l'enfant de 0 à 3 ans (22).

Mois	1 à 4 mois	5 à 6 mois	7 à 12 mois	2 à 3 ans
Lait	Lait maternel exclusif		Lait maternel Où	Lait 2ème âge où « Croissance »
	Lait de 1er âge	Lait de 1 ^{er} ou 2ème âge	Lait 2ème âge ≥ 500 ml/j	
Produits laitiers		Yaourt	Ou fromage blanc, nature	
Fruits		Tous	Très mûrs, ou cuits, mixés Texture homogène, lisse : crus, écrasés*	Morceaux, à croquer
Légumes		Tous	Purée, lisse " petits morceaux*	Écrasés, morceaux*
Légumes secs				15-18 mois : en purée*
Farines infantiles (céréales)		Céréales (farines) sans gluten	Céréales (farines) avec gluten	
Pain, produits céréaliers			Pain, pâtes fines, semoule, riz*	
Viandes, poissons.		Tous**	Mixés : 10 g/j (2cc) Hachés : 20 g/j (4cc)	30 g/j (6 cc)
Œufs			1/3	1 /2
Matières grasses ajoutées			Huile (olive, colza...) ou beurre	
Sel				Peu pendant la cuisson ; ne pas resaler à table
Produits sucrés***			Sans urgence ; à limiter	
Boissons	Eau pure : proposer en cas fièvre ou de forte chaleur		Eau pure	

CHAPITRE 01 : LES BESOINS NUTRITIONNELS ET L'ALIMENTATION CHEZ L'ENFANT

N.B

* À adapter en fonction de la capacité de mastication et de déglutition et de la tolérance digestive de l'enfant.

** Limiter les charcuteries, sauf le jambon blanc.

*** Biscuits, bonbons, crèmes desserts, desserts lactés, chocolats, boissons sucrées, confiture, miel...

Couleur la plus foncée : pas de consommation ; **couleur grise** : début de consommation possible ; **couleur la plus claire** : début de consommation recommandée.

CHAPITRE 02 : GÉNÉRALITÉS SUR LES CÉRÉALES

CHAPITRE 02 : GÉNÉRALITÉS SUR LES CÉRÉALES

II. Généralités sur les céréales :

Les céréales constituent la source principale de calories pour toute la population, quel que soit leur niveau de vie. Elles sont constituées majoritairement d'amidon (23).

Les céréales sont des angiospermes principalement cultivées pour leurs graines, et sont des aliments pour les êtres humains et les animaux. Ce sont des plantes herbacées de la famille des graminées, monocotylédone (24).

Les graines des céréales murs contiennent principalement :

- **Des glucides**, qui représentent **70 à 80 %**, sont principalement constitués d'amidon ; du gluten associé à l'amidon ; d'hémicelluloses (des parois cellulaires), de sucres solubles et de protides.
- **Des protéines** environ **9 à 15 %**, sont principalement des protéines de réserve.
- **Des lipides**, qui représentent **1,5 à 2 %**, comprennent 60 % de lipides libres apolaires et 40 % de lipides polaires.
- **Des enzymes** comme les amylases α et β , les protéases, les lipases et les lipoxygénases (25).

Au niveau mondial, les cinq céréales les plus répandues sont le maïs, le blé dur, le blé tendre, le riz, l'orge et le sorgho (24).

Les céréales se décomposent en deux groupes :

- Céréales contenant du gluten : blé, avoine, orge, seigle.
- Céréales ne contenant pas de gluten : riz, maïs (26).

II.1. Le blé :

Le blé figure parmi les céréales les plus répandues et les plus consommées à travers le monde. Il joue un rôle important dans l'agriculture et la nutrition humaine (23).

Le blé est classé en différents types en fonction de divers facteurs tels que la couleur du grain, la dureté et la teneur en protéines.

CHAPITRE 02 : GÉNÉRALITÉS SUR LES CÉRÉALES

On distingue deux types de blé :

- **Blé tendre (*Triticum aestivum*)** : est une céréale principalement moulue en farine pour la fabrication de pain, de pâtes, de pâtisseries et d'autres produits de boulangerie à cause de sa faible concentration en gluten.
- **Blé dur (*Triticum durum*)** : est utilisé pour fabriquer des pâtes alimentaires, du couscous et d'autres produits tels que le pain. Il possède une grande quantité de protéines ce qui confère une texture exceptionnelle pour les pâtes (23).

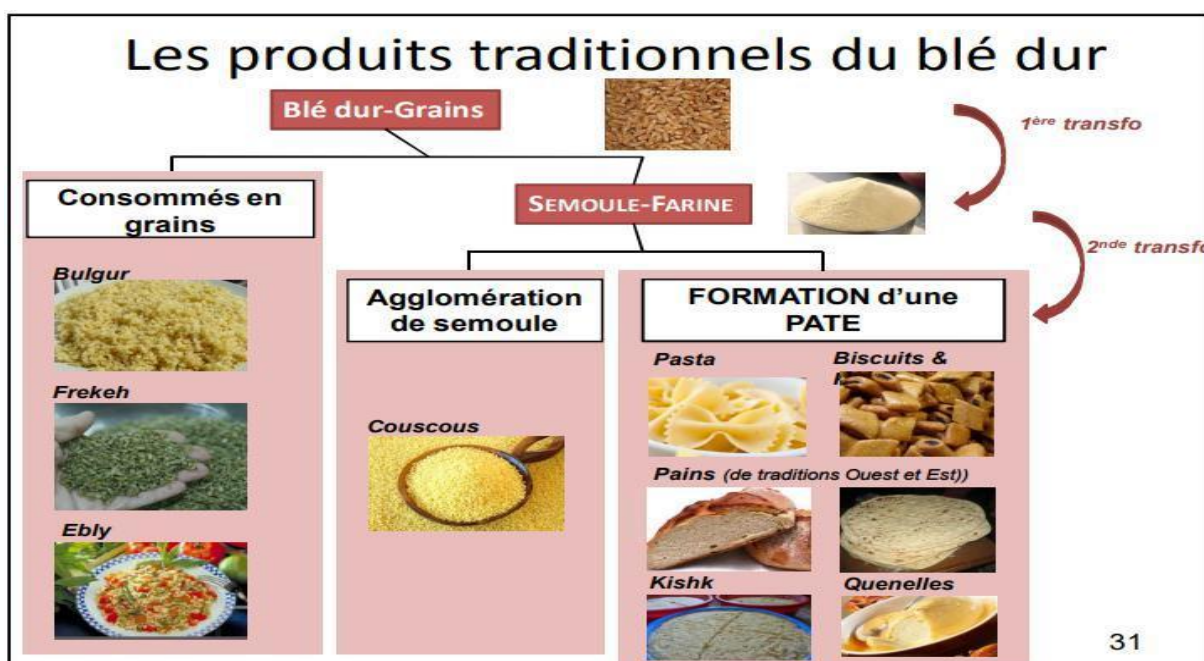


Figure 01 : les produits traditionnels du blé dur (23).

Le gluten est une protéine de réserve présente dans le grain de blé. Il a été décrit pour la première fois en 1745, par le professeur Giacomo Beccari en Italie, comme « une masse dense obtenue après lavage de la farine de blé avec de l'eau ». Quelques années après, on a défini le gluten comme un groupe de protéines. Il fait partie des plus complexes familles de protéines du règne végétal (23).

CHAPITRE 02 : GÉNÉRALITÉS SUR LES CÉRÉALES

On regroupe les protéines du blé en deux grandes catégories : les gliadines et les gluténines (23).

- **Les gliadines** : sont de petites molécules de protéines monomériques.
- **Les gluténines** : constituent entre 40 et 50 % des protéines disponibles dans le blé.

Les gluténines, à la différence des gliadines, sont des protéines polymériques à poids moléculaire élevé. L'augmentation de la quantité de gluténines favorise la ténacité, tandis que celle de gliadines favorise l'extensibilité et le gonflement de la pâte. Les gliadines présentent une viscosité moindre à celle des gluténines (23).

II.2. Le riz :

Le riz « *Oryza sativa L* » est la principale culture céréalière dans les pays en développement et constitue l'aliment essentiel de plus de la moitié de la population mondiale. On considère le riz comme une graminée annuelle semi-aquatique (27).

Trois types de riz existent : grain long, grain court et grain moyen. La farine de riz est une poudre blanche obtenue par la mouture des grains décortiqués et surtout de leurs brisures. Elle est principalement utilisée dans les aliments pour nourrissons, les mélanges de crèmes cuites, les céréales pour le déjeuner et les produits de boulangerie (28).

Parmi les grains de riz brisés pendant la mouture, les grains les plus longs, connus sous le nom de « second heads », sont employés pour la préparation de mélanges avec d'autres grains entiers et de farine de riz, tandis que les grains les plus courts sont utilisés uniquement pour le brassage de la bière. Le riz est principalement consommé en grain entier, en grain étuvé et en amande entière (28).

II.3. Le Maïs :

Le maïs est un grain de céréale « *Zea mays L* » de la famille des graminées. Au moment de l'arrivée des colons anglais et français, le maïs s'est répandu dans toutes les parties des États-Unis et à la frontière Canado-Américaine. La majorité de la production du maïs au Canada est destinée à l'alimentation animale (Maïs vulgare dente ou maïs normal), tandis qu'environ le tiers de la production est destinée à l'alimentation humaine. Dans cette dernière situation, on

CHAPITRE 02 : GÉNÉRALITÉS SUR LES CÉRÉALES

l'utilise sous la forme de grains bouillis avant de les consommer (maïs sucrés) ou éclatés (maïs soufflés ou maïs à pop-corn) (28).

Les maïs jaunes produisent beaucoup plus de farine que les maïs blancs, mais ceux-ci produisent une farine plus fine et blanche qui est parfois mélangée à celle du blé pour la fabrication des pains (28).

La farine jaune est généralement utilisée dans les gâteaux, les biscuits et les céréales pour le déjeuner (28).

II.4. L'avoine :

L'avoine « *Avena sativa* » est une plante de la famille des graminées. Les individus exploitent la graine (avoine), les feuilles et la tige (paille d'avoine) ainsi que le son (la couche externe de l'avoine entière) pour fabriquer des médicaments. Il est recommandé d'utiliser le son d'avoine et l'avoine entière pour traiter l'hypertension artérielle, le taux élevé de cholestérol, le diabète, ainsi que des problèmes digestifs tels que le syndrome du côlon irritable (SCI), la diverticulose, la maladie inflammatoire de l'intestin (MICI), la diarrhée et la constipation. Ils sont aussi employés pour éviter les affections cardiaques, les problèmes biliaires, le cancer du côlon et le cancer de l'estomac (29).

II.5. Le soja :

Le soja, également connu sous le nom de (*Glycine max*), est une espèce de plantes de la famille des Fabaceae. Les légumineuses de cette famille incluent l'arachide, les lentilles, les pois chiches, les haricots, le fenugrec, les fèves, ainsi que la gomme guar et le baume du Pérou (30).

II.5.1. La composition biochimique :

- **Les Protéines du soja :**

L'une des caractéristiques des graines de légumineuses est leur richesse en protéines, ce qui est particulièrement vrai pour les graines de soja (31).

Les graines de soja ont la composition en acides aminés la plus élevée de toutes les légumineuses (31).

CHAPITRE 02 : GÉNÉRALITÉS SUR LES CÉRÉALES

- **Les lipides du soja :**

Environ 20% des lipides présents dans la graine de soja sont des acides gras mono et polyinsaturés. Les acides gras linoléiques (Oméga 3) et linoléiques (Oméga 6) ne sont pas parfaitement équilibrés. Les concentrations d'acides gras polyinsaturés sont aussi nettement supérieures à celles des acides gras monoinsaturés (31).

- **Les glucides et fibres :**

Le soja présente un taux de glucides complexes inférieur à celui des autres légumineuses. Cette distinction résulte de la présence de protéines et de lipides plus élevées que dans d'autres légumineuses, ce qui explique pourquoi le soja est employé dans la fabrication de tofu et d'huile de soja (31).

II.5.2. Action hypocholestérolémiante du soja :

L'hypercholestérolémie joue un rôle crucial dans le risque des maladies cardiovasculaires : une diminution de 10% du taux de cholestérol sanguin diminuerait de 20% ce risque. En règle générale, les patients atteints d'hypercholestérolémie sont recommandés de suivre un régime sans acides gras saturés et contenant peu de cholestérol. Naturellement, le soja ne contient pas de cholestérol. De plus, il est riche comme certains autres produits végétaux en stérols végétaux ou phytostérols et en isoflavones, qui peuvent restreindre l'assimilation du cholestérol alimentaire. Le potentiel hypocholestérolémiant du soja et de ses dérivés est renforcé de manière significative par les qualités conjointes des protéines et des lipides, ce qui constitue un avantage majeur (31).

II.6. Quinoa :

Les protéines, le calcium, le magnésium, le potassium, le fer et le zinc, ainsi que les vitamines A et E, sont bien plus présentes dans le quinoa que dans le blé, le maïs, l'orge, le riz et l'avoine. De plus, le quinoa ne contient aucun gluten et est la seule plante comestible connue à fournir les acides aminés essentiels. La plante de quinoa revêt une importance capitale pour les individus sensibles aux glutens, car elle est dépourvue de cette protéine. Cela représente une solution sanitaire pour ces individus et une source de revenus pour l'économie nationale en fournissant des revenus provenant de l'importation de produits dépourvus de gluten (32).

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

III.1. Définition :

Dès l'âge de 6 mois, la diversification alimentaire débute, avec l'introduction d'aliments solides contenant du fer, de sucres à digestion lente et de produits riches en fibres (comme les fruits et les légumes) ainsi que de protéines différentes de celles du lait afin de répondre aux besoins évolutifs de l'enfant (33).

Les farines pour bébés sont des aliments qui sont fournis aux jeunes enfants afin de répondre à leurs besoins nutritionnels en plus du lait (33).

III.2. Classification des farines infantiles :

III.2.1. Selon le mode de préparation :

Deux types de farines infantiles sont présents sur le marché, selon la technologie de production et le mode de préparation, à savoir les farines à cuire et les farines instantanées. Ces farines font référence à des méthodes de transformation distinctes (34).

En général, on obtient des farines à cuire en utilisant des méthodes qui ne modifient pas significativement leurs principaux composants (torréfaction, grillage, broyage et mélange de diverses matières premières). Cependant, pour fabriquer des farines instantanées, il est souvent nécessaire d'utiliser des méthodes plus complexes telles que la cuisson au four (comme pour un biscuit), le séchage sur rouleau et la cuisson (34).

III.2.2. Selon l'âge :

On distingue 3 catégories déterminées dans le tableau suivant :

Tableau VII :la classification des farines infantiles selon l'âge (33).

Les farines d'introduction	Les farines de transition	Les farines junior
Les farines infantiles de première année (à partir de 4 mois) sont sans gluten et contiennent de l'amidon hydrolysé pour faciliter la digestion du bébé.	Les farines destinées aux enfants du deuxième âge (à partir de 6 mois). Leur contenu en gluten est traité afin de les rendre plus digestes.	Les enfants de 1 à 3 ans qui ont déjà commencé la diversification sont recommandés.

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

III.3. Valeur nutritionnelle des farines infantiles :

Les farines infantiles sont administrées comme un complément de lait maternel car elles comprennent quatre catégories d'ingrédients **(35)** :

- Un aliment de base : il s'agit de l'ingrédient principal, idéalement un produit céréalien comme le mil, riz, maïs, sorgho, ou bien le manioc, l'igname, la banane.
- Un élément riche en protéines : lait en poudre, haricots secs, soja.
- Un apport en énergie : des matières grasses, de l'huile.
- Un complément en vitamines et minéraux.

Elles contiennent du fer, des glucides à absorption lente ainsi que des aliments riches en fibres (fruits et légumes) et en protéines autres que celle du lait **(33)**.

La farine de premier âge (dès 4 mois) contient de l'amidon hydrolysé et elle est sans gluten pour faciliter la digestion par le système digestif du bébé **(33)**.

L'utilisation des technologies permettant de diminuer la viscosité des bouillies, comme l'ajout d'enzymes amylolytiques, le maltage d'une partie des matières premières, la cuisson-extrusion pour facilement avaler par l'enfant **(34)**.

La composition idéale en nutriments des farines doit être déterminée en fonction de leur valeur énergétique et exprimée en grammes, milligrammes ou microgrammes pour 100 Kcal **(35)**.

La composition nutritionnelle typique pour chaque 100 g d'aliment de sevrage est la suivante **(35)** :

- Glucides 68%
- Protéines 13%
- Matières grasses 7%
- Eau 5%
- Fibres 5%
- Cendres 2%

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

III.4. La préparation des farines infantiles :

Les modalités de préparation des farines infantiles variaient en fonction de l'âge de l'enfant et si la farine enrichie était présentée ou non comme une nourriture exclusive destinée aux enfants souffrant de malnutrition (36).

Ces modalités sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau VIII : recommandation du mode de préparation d'une farine (exemple de la Superamine®) (36).

Age en mois	Quantité de farine		Quantité d'eau par bouillie en (cm ³)	Nombre de bouillies par jour
	En nombre de cuillères à soupe rase	En g		
En complément du lait maternel				
3-4-5	3	30	150	1
6-7	5	50	180	2
8-9-10	5	50	200	3
11-30	6	60	200	3
En utilisation exclusive				
3-4-5	2	20	150	5
6-7	3	30	180/200	4
8-9-10	4	40	200	4
11-15	5	50	200	4
16-30	6	60	200	4

On devait mélanger la farine dans de l'eau tiède, puis faire bouillir le mélange pendant une durée allant de 3 à 5 minutes (37).

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

III.4.1. La technologie de fabrication :

L'établissement d'un atelier de production de farine infantile nécessite une étude approfondie de la population ciblée et de son contexte environnemental (36).

Une installation de production de farines de sevrage peut être réalisée dans des infrastructures très diverses et leur diffusion associée à une information spécialisée et adaptée à chaque situation en termes de nutrition. Le type de matériel choisi est partiellement déterminé par le type de matières premières à traiter, ainsi que leur volume. Pour réduire les problèmes liés au transport de l'aliment de sevrage et les dommages potentiels à l'emballage lors des manipulations, il est recommandé d'implanter l'unité de production à proximité des zones de consommation (37).

III.4.2. Les étapes et les équipements :

La fabrication de farine implique plusieurs étapes (**voir tableau IX**) qui se déroulent sur divers matières premières (céréales, légumineuses). Ces étapes incluent :

- l'entreposage des matières premières.
- la transformation (trilage, lavage, séchage, grillage, concassage, mouture, refroidissement).
- le conditionnement (pesage et emballage de la farine).
- le stockage du produit fini (37).

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

Tableau IX : les opérations de fabrication et les équipements utilisés (36).

Opérations	Equipements
Triage	Table de tri, van manuel, van électrique
Lavage	Bac
Séchage	Aire de séchage, séchoir solaire, séchoir électrique
Grillage	Grilloir à tambour, torrificateur, four traditionnel, canari
Refroidissement	Bassin
Pesage et mélange	Balance, tonneau mélangeur
Mouture	Moulin à meules, broyeur à marteaux
Refroidissement	Bassin
Pesage	Balance
Conditionnement	Thermosoudeuse électrique

III.4.2.1. L'entreposage des matières premières :

Dès réception des matières premières (céréales, légumineuse) il est nécessaire de conserver dans un endroit propre et sec (37).

Un tri préalable au stockage ainsi qu'un séchage s'avère être des mesures efficaces pour prévenir les attaques liées aux moisissures, Pour empêcher la germination ou l'infestation de moisissures sur les grains, il est conseiller de réaliser un séchage à l'air libre sur des aires appropriées ou des nattes. Cependant, il est possible de prévenir en partie le séchage en contrôlant le niveau d'humidité lors de l'achat (36).

L'utilisation de bidons à essence soigneusement nettoyés et scellés constitue une solution économique, accessible et efficace pour protéger les ingrédients contre les rongeurs, les insectes et l'humidité (37).

Le stockage peut se faire dans des conteneurs ou dans une pièce destinée à cette utilisation dont les ouvertures sont protégées des insectes (36).

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

III.4.2.2. La transformation des matières premières :

- Nettoyage et lavage :

Un triage et un nettoyage à sec servent à éliminer les cailloux, les graines endommagées, les éléments métalliques et d'autres matières solides contenues dans les graines. Cette phase nécessite généralement une intervention manuelle et demande une main d'œuvre importante. Nous utilisons également des vans, des vanneuses électriques ou une table de tri (36).

Le lavage sert à éliminer la poussière ou les produits de traitement comme les insecticides qui ont pu être appliqués lors de l'entreposage sur les grains. Le lavage peut être effectué dans des bassins ou de grands bacs : le fond de ces derniers est équipé d'un tamis qui retient les particules (36).

- Séchage :

Le séchage des grains après leur nettoyage se réalise soit sur des nattes, soit sur des aires de séchage en ciment, soit dans des séchoirs solaires. En fonction des conditions météorologiques, ce processus de séchage peut s'étendre sur une période de 3 à 8 heures. On peut également utiliser à des séchoirs électriques, selon la disponibilité énergétique et le coût associé. Un séchage adéquat est indispensable pour une bonne torréfaction (36).

- Le décortilage :

Le décortilage nécessite une technologie particulière pour chaque type de céréale ou légumineuse. Le processus de décortilage consiste à éliminer l'enveloppe du grain (péricarpe) ainsi qu'une portion du germe. Le péricarpe, riche en fibres cellulosiques non digestibles, peut contenir des tanins astringents susceptibles de détériorer l'absorption des nutriments. La farine contient des matières grasses présentes dans le germe qui sont responsables de son rancissement. La qualité de la farine produite après broyage dépend de la qualité du décortilage. La qualité nutritionnelle des grains décortiqués varie en fonction des méthodes utilisées (36).

Le processus de décortilage doit préserver autant que possible les protéines dans la farine et éliminer un maximum de cellulose et de graisses du grain. Un bon décortilage se définit par un taux de récupération variant entre 75 et 85%, une faible proportion de grains brisés (mil et sorgho), et le fait que plus de 90% des grains sont réellement décortiqués (36).

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

L'appareil requis est soit un décortiqueur polyvalent (pour le mil, le sorgho, le riz) soit un broyeur à meules qui permet d'ajuster l'écartement des meules. La méthode mécanique repose sur le principe de l'abrasion : le grain est progressivement utilisé du l'extérieur vers l'intérieur afin de retirer l'enveloppe (36).

- La torréfaction :

Le processus de torréfaction est indispensable dans la production de farine, car s'il est bien exécuté, il améliore la valeur nutritionnelle du produit final comparée aux matières premières. C'est une transformation significative en termes de saveur. La torréfaction a pour effet de détruire les éléments antitrypsiques présents dans le soja, d'éliminer les bactéries, de réduire l'humidité et de précurer les produits. Elle peut être réalisée dans des fours traditionnelles ou des fours électriques ventilés pour le soja, des grilloirs à tambour pour les arachides ou dans des canaris (36).

Il faut éviter le grillage excessif et prolongé (trop de noir) ; cela rend les protéines moins digestes, diminue la valeur nutritive du produit, détruit les tocophérols qui Prévenir le rancissement de la farine et contribuent à sa meilleure conservation (37).

La torréfaction doit être obligatoirement suivi d'une phase de refroidissement qui effectué dans des bassins métalliques munis d'un fond troué (36).

- Pesage des ingrédients :

Avant mouture, les divers composants (céréales, légumineuses, lait en poudre, sucre...) destinés à la fabrication de la farine pour bébés sont pesés individuellement et mélangés avant d'être moulus (36).

- La mouture :

Pour une conservation optimale, les farines pour bébés nécessitent une mouture fine et sèche. L'humidité présente dans la farine, et donc dans les grains, a un impact significatif sur la durée de vie et le goût du produit final. Une farine plus sèche se conserve mieux. Il est donc essentiel de se servir d'un matériel approprié pour le broyage des grains secs. Un niveau d'humidité de 16 % est considéré comme acceptable. On distingue principalement deux types de moulins : les moulins ou broyeurs à marteaux, et les moulins à meules (36).

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

La précision de cette mouture contrôlée par un tamis est primordiale puisque plus la farine possède une granulométrie fine, mieux elle sera assimilée par l'enfant. Selon le type de moulin, la mouture peut nécessiter 2 ou 3 passages consécutifs pour obtenir une granulométrie satisfaisante. On laisse ensuite la farine refroidir dans des bassins couverts (36).

Les meules de broyage sont utilisées pour écraser les grains entre deux surfaces rugueuses. L'ajustement de l'écart entre les meules conditionne la texture de la farine. Plus les meules sont proches, plus la farine obtenue est fine et le débit s'avère faible (36).

- Le conditionnement :

L'emballage est effectué dans des sachets généralement en polyéthylène produits localement. Si vous employez un seul sachet, l'épaisseur minimale recommandée est de 0,35 mm ; si deux sachets sont utilisés, elle doit être de 0,20 mm. On déconseille l'utilisation de sacs en papier en raison des risques associés à l'humidité. L'équipement de base inclut une balance et une thermosoudeuse pour la fermeture des sacs (36).

Un second emballage permet de renforcer la protection de la farine et l'ajout d'une étiquette et la notice d'utilisation (37).

III.5. L'impact d'administration des farines sur la santé des nourrissons :

Une consommation excessive de farine peut provoquer des problèmes digestifs tels que la diarrhée, les douleurs abdominales et le ballonnement. C'est ce qu'on appelle la dyspepsie des farineux. De plus, elle peut conduire à une courbe de poids flatteuse qui pourrait favoriser plus tard l'apparition d'une obésité chez l'enfant (38).

Quelques semaines après l'introduction des farines infantiles avec gluten, l'enfant peut développer une intolérance au gluten et peut être permanente (maladie cœliaque) (39).

La maladie cœliaque est une hypersensibilité intestinale, entraînant une réaction immunitaire muqueuse inadéquate aux prolamines du blé, de l'orge et du seigle. Elle peut affecter des individus de tous âges ayant une prédisposition génétique (39).

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

Les formes classiques sont les plus reconnues et les plus rapidement identifiées. L'apparition typique survient généralement quelques semaines suite à l'introduction du gluten dans le régime alimentaire. L'enfant est atteint de diarrhée, il s'attriste, devient anorexique, apathique avec une cassure de sa courbe de croissance en poids puis en taille (39).

L'abdomen est gonflé, le tissu adipeux semble presque absent, donnant l'apparence d'une « fesse triste ». Une décompensation sur le mode aigu est envisageable, accompagnée de diarrhée, de vomissements et de déshydratation, également appelée « crise cœliaque » (39).

III.6. Caractéristique d'une bonne farine infantile et normes associées :

III.6.1. Normes du CODEX ALIMENTARIUS :

Les enfants reçoivent une farine infantile sous forme de bouillie à partir de l'âge de 4 ou 6 mois en complément du lait maternel. Il est essentiel qu'elle satisfasse à plusieurs critères de qualité, tels qu'une granulométrie fine, une valeur nutritionnelle élevée, une consistance et une densité énergétique optimales de la bouillie, ainsi qu'une qualité sanitaire acceptable, en prenant en compte les apports de lait maternel et la fréquence quotidienne des repas (40).

Différents nutriments tels que l'énergie, les matières grasses, les sucres, les protéines, les minéraux et les vitamines sont essentiels pour assurer la croissance optimale de l'enfant (40).

Les normes régissent la formulation des aliments de complément pour les enfants en bas âge, telles que la norme du codex pour les aliments à base de céréales traités pour les enfants en bas âge et les jeunes enfants (STAN de CODEX 074-1981, révisées en 2006) (Cac/stan-074, 1981) et la directive sur les aliments de complément formulés pour les enfants en bas âge et les jeunes enfants (CAC/GL 08. 1991, révisé en 2013) (CAC/GL8, 1991). Cependant, la valeur nutritionnelle d'une bouillie est conditionnée par sa densité énergétique, sa composition en nutriments essentiels et la biodisponibilité de ces nutriments, c'est-à-dire leur capacité à être réellement libérés lors des processus digestifs et à être correctement absorbés puis utilisés de manière efficace au niveau métabolique. La sélection des matières premières de départ et des traitements technologiques utilisés jouent un rôle crucial dans la fabrication de farines infantiles. Pour préparer une bouillie énergétique et répondre aux besoins en énergie de l'enfant,

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

il est nécessaire d'utiliser des technologies qui réduisent la viscosité. Selon l'OMS et l'UNICEF, il est recommandé que les bouillies de sevrage contiennent au moins 30% de matières sèches et des densités énergétiques proches de 120 kcal / 100 ml, afin que la consommation de deux bouillies par jour puisse répondre aux besoins énergétiques quotidiens (40).

Tableau X : recommandation du Codex Alimentarius pour quelques nutriments dans la formulation des farines infantiles (40).

Nutriment	Normes	Unités
Macronutriments		
Protéines	15	G /100g de farines
Lipides	10-25	G /100g de farines
Energie	400	Kcal/100g de farines
Vitamines		
Vitamines A	140	µg/100g de farine sèche
Vitamines C	9,2	mg/100g de farine sèche
Vitamines D	10	µg/100g de farine sèche
Minéraux		
Sodium	296	mg/100g de farine sèche
Fer	16	mg/100g de farine sèche
Zinc	3,2	mg/100g de farine sèche
Cuivre	0,34	mg/100g de farine sèche
Calcium	500	mg/100g de farine sèche

Source : CODEX CAC/GL 08. 1991, mis à jour en 2010. Guide pour la création de préparations alimentaires supplémentaires pour les nourrissons du deuxième âge et les enfants précoces (40).

De plus, il est essentiel d'opter pour une farine infantile saine, dépourvue de germes pathogènes, de toxines ou de résidus chimiques qui pourraient avoir des conséquences néfastes sur la santé du jeune nourrisson. En aucun cas, la farine destinée aux enfants ne doit causer de diarrhée. Selon le codex alimentaire, la norme codex Stan 74-1981 établit les exigences de préparation, d'emballage et de conservation des farines destinées aux enfants.

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉS SUR LES FARINES INFANTILES

Il est important qu'elles se conforment aux règles du « code d'usages en matière d'hygiène pour les aliments destinés aux bébés et aux enfants en bas âge » (40).

III.6.2. Normes du JOURNAL OFFICIEL algérien :

Le journal officiel N°39 précise les critères de qualités des aliments pour enfants comme le montre le **tableau XI** :

Tableau XI : les critères microbiologiques applicables aux aliments destinés aux nourrissons de plus de six mois et enfants en bas âge (41)

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (UFC/g ou UFC/ml)	
		n	c	m	M
Aliments destinés aux nourrissons de plus de six mois et enfants en bas âge	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ³	10 ⁴
	Bacillus cereus	5	1	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	0	Absence	
	Enterobacteriaceae	5	0	10	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25g	
	Listeria monocytogenes	5	0	Absence dans 25g	

PARTIE PRATIQUE

I. MATRIELS ET METHODES

I. MATERIELS ET METHODES

1. Objectifs de l'étude :

Objectif principal :

-Analyser la qualité physicochimique et microbiologique des farines infantiles consommées dans la wilaya de Tlemcen.

Objectif secondaire :

-Etudier la conformité des critères de qualité des farines infantiles disponibles dans la wilaya de Tlemcen par rapport aux normes nationales et internationales.

2. Type d'étude :

Notre étude est descriptive transversale expérimentale portant sur l'analyse de la qualité physicochimique et microbiologique des farines infantiles consommées dans la wilaya de Tlemcen.

3. La durée d'étude :

La durée de notre étude est 9 mois (du Septembre 2024 jusqu'au Mai 2025).

4. Lieu de l'étude :

Pour l'enquête expérimentale, elle a été réalisée dans la wilaya de Tlemcen. L'analyse a été faite dans le laboratoire d'hydrobromatologie de la faculté de médecine de Tlemcen et le laboratoire de recherche de chimie de la faculté des sciences.

I. MATERIELS ET METHODES

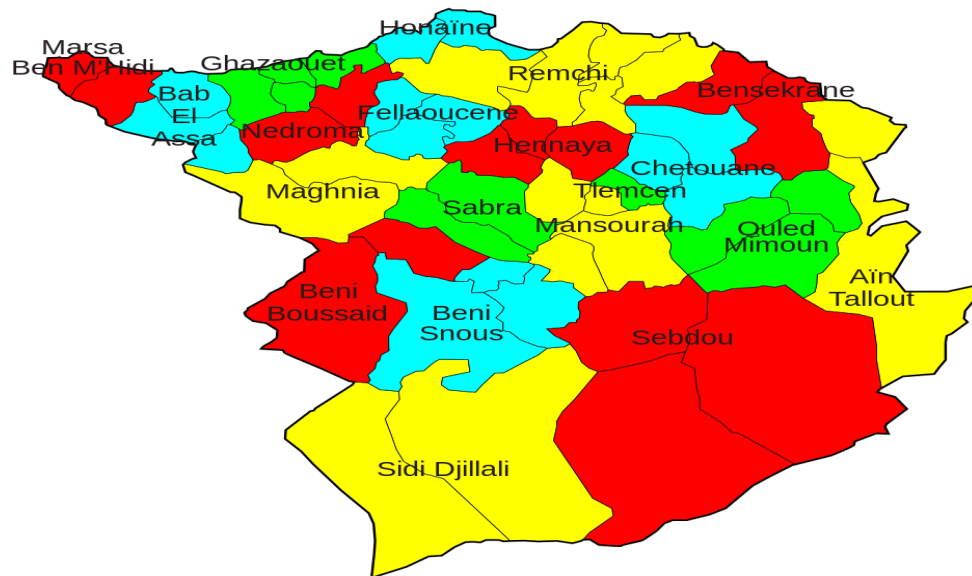


Figure 02 : la situation géographique de la wilaya de Tlemcen (42,43,44).

5. Facteurs étudiés :

La qualité physico-chimiques et microbiologique des farines infantiles.

6. Critères de jugements :

La qualité a été étudiée à travers l'ensemble des paramètres : l'acidité, lipides, pH, cendres, humidité, germes totaux GAMT, coliformes totaux, coliformes fécaux, *E. coli*, levures et moisissures. La comparaison a été faite avec la réglementation nationale (journal officiel algérien) et les recommandations internationales (voire l'annexe 1).

7. Echantillon étudié :

L'étude a été réalisée sur des échantillons de farines infantiles collectées à partir des différentes pharmacies de la wilaya de Tlemcen. Nous avons choisi trois marques différentes pour analyser la qualité de ces farines.

- Les critères d'inclusion :

Les marques ont été choisies après un entretien direct avec des pharmaciens de la wilaya de Tlemcen visant à identifier les marques les plus consommées.

I. MATERIELS ET METHODES

- Les critères de non-inclusion :

Vu de la non disponibilité des réactifs nous n'avons pas pu étudier plus de 3 marques.

Les préparations lactées de 1^{er} et 2^{ème} âge n'ont pas été analysées car elles ne contiennent pas de farines dans leurs compositions.

8. Échantillonnage :

8.1 Prélèvement :

La collecte des échantillons des farines infantiles pour l'analyse physico-chimique et microbiologique a été faite au hasard à partir des différentes pharmacies de la wilaya de Tlemcen.

8.2 La conservation des échantillons :

Les échantillons ont été conservés à température ambiante. L'analyse a été faite dans les 2 jours qui suivent le prélèvement au niveau du laboratoire d'hydrobromatologie de la faculté de médecine de Tlemcen ainsi qu'au niveau du laboratoire de recherche de chimie de la faculté des sciences.

9. Mode opératoire :

9.1. Matériels utilisés :

Bécher, erlenmeyer, ampoule à décanter, pipette, micropipette, spatule, bain marie, cristalliseur, portoirs, pissette de l'eau distillée, vortex, tube de centrifugeuse, balance analytique, centrifugeuse, burette graduée, four à moufle, creuset, étuve, bain de sable, tubes stériles, coton, seringue, pH-mètre, boîtes de Pétri, les écouvillons, bec benzène, dessiccateur en porcelaine perforé, pince métallique.

9.2. Réactifs utilisés :

Phénophtaléine, NaOH, éthanol (alcool éthylique) 95°, eau distillée, eau physiologique stérile, éther éthylique, réactif de Kovacs.

Milieu de culture : la gélose PCA (Plate Count Agar), Sabouraud-Chloramphénicol, milieu de Schubert, VRBL (Violet Red Bile Lactose Agar).

I. MATERIELS ET METHODES

9.3. Analyse de la qualité physicochimique :

9.3.1. Humidité :

Elle a été analysée selon la méthode décrite dans le JOURNAL OFFICIEL N°8 (45).

- Avant l'utilisation, nous avons séché les cristallisoirs à l'étuve durant 15 min à 130° et les refroidir dans le dessiccateur jusqu'à la température du laboratoire (entre 30 min et 45 min).
- Nous avons pesé rapidement à 1 mg près, une quantité de farine d'environ 5 g dans le cristallisoir taré.
- Nous avons introduit le cristallisoir contenant la farine dans l'étuve à 130 °C et l'avons laissé séjourner pendant 90 min.
- À la fin d'étuvage, nous avons retiré rapidement le cristallisoir de l'étuve et l'avons placé dans le dessiccateur où il est resté jusqu'à atteindre la température de laboratoire (en générale entre 30 à 45 min).
- Nous avons pesé ensuite à 1 mg près.

L'humidité exprimée en pourcentage en masse du produit tel quel est donnée par la formule ci-après :

$$\frac{m1-m2}{m1-m0} \times 100$$

m0 : est la masse, en grammes, du cristallisoir vide.

m1 : est la masse, en grammes, du cristallisoir et de la prise d'essai avant séchage.

m2 : est la masse, en grammes, du cristallisoir et de la prise d'essai après séchage.

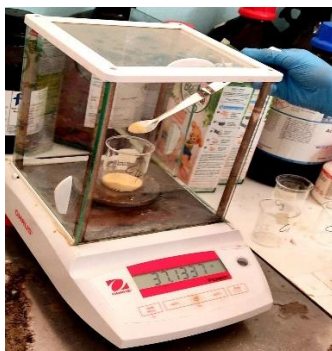


Figure 03 : détermination de l'humidité des farines infantiles (photos originales).

I. MATERIELS ET METHODES

9.3.2. Acidité et pH :

Ils ont été analysés selon la méthode décrite dans le JOURNAL OFFICIEL N°35 (46).

- Nous avons pesé à 0,01g près environ 5g de l'échantillon pour essai, après l'avoir bien homogénéisé.
- Nous avons introduit la prise d'essai dans le tube de centrifugeuse, puis ajouté 30ml d'éthanol et fermé le tube hermétiquement.
- Nous avons agité pendant 1 heure à l'aide d'un agitateur en opérant à une température de $20^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$, ensuite nous avons centrifugé à deux reprises et successivement pendant 2 min.
- Nous avons prélevé à la pipette 20ml du liquide surnageant limpide et les versé dans un erlenmeyer
- Ajouter 5 gouttes de phénophtaléine.
- Nous avons titré par une solution NaOH (0,05N), jusqu'au virage au rose pâle persistant quelques secondes.

Essai à blanc : nous avons introduit dans un erlenmeyer 20ml d'alcool à 95°, ajouté 5 gouttes de phénophtaléine et titré par le NaOH 0,05N (le but est de titrer l'acidité apporté par le solvant).

La préparation de la solution de NaOH 0,05N figure en **annexe 1**.

Acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100 g de farine est de :

$$\frac{(n-n') \times 0,00245 \times 100}{PE}$$

n : est le nombre de ml de soude 0,05N ayant servi au dosage de l'acidité de la farine.

n' : est le nombre de ml de soude 0,05N ayant servi au dosage de l'acidité du solvant.

PE : la prise d'essai.

- Pour la mesure du pH, nous avons dissous 1g de farine dans un volume de 10ml d'eau distillée et mélangé bien à l'aide d'un vortex jusqu'à l'obtention d'une solution homogène.

- Nous avons plongé l'électrode du pH-mètre dans la suspension.

- Après quelques secondes, nous avons noté la valeur du pH enregistré sur l'écran de l'appareil.

I. MATERIELS ET METHODES

9.3.3. Lipides :

Ils ont été analysés selon la méthode d'extraction éthéro-acétique décrite dans le PELLERIN (47).

- Nous avons pesé les ballons vides avant l'extraction(m_0) et déposé du coton imbibé d'éther éthylique dans l'ampoule à décanter.
- À l'aide d'une balance analytique nous avons pesé 1g de farine infantile puis l'avons versé dans l'ampoule et déposé un autre coton imbibé par-dessus.
- Nous avons complété par l'éther éthylique jusqu'au trait de l'ampoule à décanter puis ouvert le robinet et laissé l'extraction se dérouler.
- Nous avons refait une deuxième extraction de la même manière puis évaporé le solvant après extraction sur une plaque chauffante. Nous avons ensuite séché le ballon dans l'étuve à 100°C pendant 30 min.
- À la fin, nous avons pesé le ballon après extraction(m_1).

Le taux de matière grasse exprimé en g pour 100g de farine est de :

$$MG=(m_1-m_0) \times 100$$



Figure 04 : l'extraction éthéro-acétique des lipides des farines infantiles (photos originales).

I. MATERIELS ET METHODES

9.3.4. Cendres :

Ils ont été analysés selon la méthode décrit dans le PELLERIN (47).

-Nous avons calciné les creusets et l'avons laissé dans le dessiccateur.

-Nous avons pesé 5g de farine dans chaque creuset et l'avons introduit dans le four à moufle.

-nous avons chauffé progressivement le creuset dans le four à 550-650°C en évitant la fusion des cendres. Lorsqu'il ne reste plus de matières charbonneuses, nous avons porté rapidement la température à 900-950°C pendant 15 minutes.

- Nous avons laissé refroidir les creusets dans le dessiccateur et nous les avons pesés à poids constant à 0,0001g près.

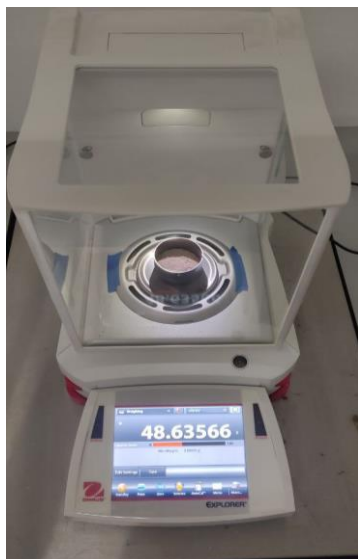
Le taux des cendres exprimée en g pour 100g de farine est de :

$$\text{Taux de cendre}(g\%) = \frac{(m3 - m0)}{(m2 - m0)} \times 100$$

m0 : la masse du creuset à vide

m2 : la masse du creuset rempli avant l'incinération

m3: La masse du creuset rempli après l'incinération



a. Balance analytique



b. Four à moufle



c. L'incinération

Figure 05 : le dosage des cendres des farines infantiles (photos originales)

I. MATERIELS ET METHODES

9.4. Analyse de la qualité microbiologique :

9.4.1. Préparations de la solution mère et des dilutions décimales :

Nous avons suivi la méthode décrite dans le JOURNAL OFFICIEL N° 38 (48) :

- Dans un tube conique stérile, nous avons pesé 1g de farine, avec une incertitude de mesure de $\pm 5\%$.
- Ensuite, nous avons ajouté à l'aide d'une pipette graduée stérile une quantité de 9 ml de diluant (eau physiologique stérile) et l'avons homogénéisé par un vortex jusqu'à l'obtention d'une solution mère ou la dilution (10^{-1}).
- À l'aide d'une pipette graduée stérile de 10ml, nous avons transvasé 9 ml d'eau physiologique stérile dans six tubes stériles.
- Nous avons prélevé 1 ml de la dilution (10^{-1}) et introduit dans le tube qui contient 9 ml de diluant et l'avons mélangé soigneusement par le vortex pendant 5 à 10 secondes pour obtenir la dilution (10^{-2}).
- Nous avons continué de la même manière jusqu'à l'obtention de la dilution (10^{-6}).

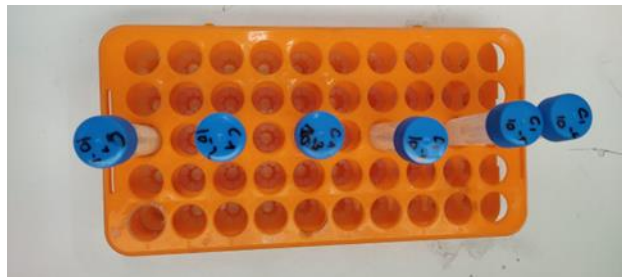
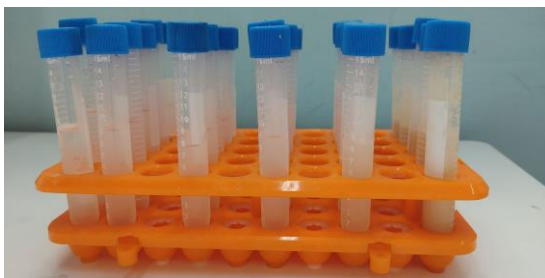


Figure 06 : préparation de la solution mère et les dilutions décimales (photos originales).

9.4.2. La recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux GAMT :

La recherche et le dénombrement de ces germes permet d'estimer le degré de la contamination microbienne et la qualité hygiénique du produit.

Nous avons suivi la méthode décrite dans le JOURNAL OFFICIEL N°32 (49).

I. MATERIELS ET METHODES

- Nous avons fondu la gélose « PCA » dans un bain marie à 100°C puis la refroidir à 45°C.
- À l'aide d'une pipette stérile, nous avons prélevé 1 ml de la dilution 10^{-4} de chaque échantillon et l'avons introduit dans la boîte de Pétri.
- Nous avons incorporé la première couche de gélose et l'avons laissée se solidifier partiellement, ajouté la deuxième couche de gélose et laissé gélifier puis l'avons incubé dans l'étuve à 30° pendant 72h.
- Nous avons préparé également une boîte témoin avec environ 15 ml du milieu pour contrôler sa stérilité.
- Après l'incubation nous avons directement dénombré les colonies caractéristiques dans les boîtes de Pétri, multiplié par l'inverse du facteur de dilution les résultats trouvés.
- Les colonies caractéristiques apparaissent sous une couleur blanche en forme lenticulaire et en masse.

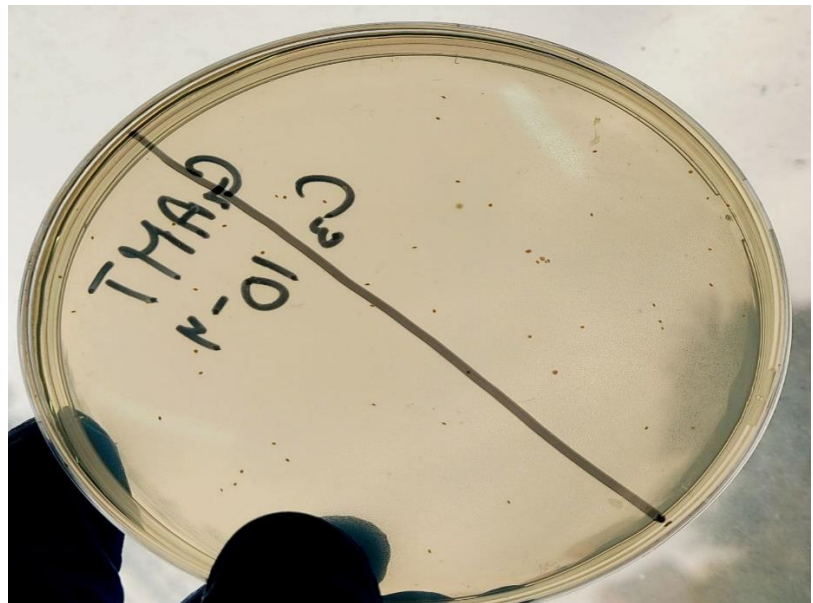


Figure 07 : colonies des germes aérobies mésophiles totaux (GAMT) et leur milieu de culture d'isolement (photos originales).

I. MATERIELS ET METHODES

9.4.3. Recherche et dénombrement des coliformes totaux :

Nous avons suivi la méthode décrite dans le JOURNAL OFFICIEL N° 72 (50)

- Nous avons inoculé 1 ml de la dilution (10^{-2}) de chaque échantillon au centre des boîtes de Pétri stérile.
- Nous avons versé environ 15 ml du milieu « VRBL » dans chaque boîte (le temps qui s'écoule entre la fin de la préparation de la dilution et le moment où le milieu est versé dans les boîtes ne doit pas dépasser 15 min).
- Nous avons mélangé soigneusement l'inoculum au milieu de culture et l'avons laissé se solidifier sur une surface horizontale.
- Nous avons préparé également une boîte témoin avec environ 15 ml du milieu pour contrôler sa stérilité.
- Après solidification complète, nous avons coulé à la surface du milieu ensemencé environ 4 ml du milieu « VRBL » et l'avons laissé se solidifier à nouveau.
- Nous avons incubé les boîtes dans l'étuve réglée à 37 °C pendant 24 h ± 2 h.
- Après l'incubation nous avons directement dénombré les colonies caractéristiques (couleurs rouge-violacées parfois entourées d'une zone brillante due à la précipitation de la bile). Ces colonies sont considérées comme des colonies typiques de coliformes.
- Les résultats retrouvés sont multipliés par l'inverse du facteur de dilution.



Figure 08 : milieu de culture des coliformes totaux (photo originale).

I. MATERIELS ET METHODES



Figure 09 : les colonies des coliformes totaux (photos originales).

9.4.4. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux :

Le dénombrement des coliformes fécaux permet de révéler la présence ou l'absence d'une contamination d'origine fécale.

Nous avons suivi la méthode décrite dans le JOURNAL OFFICIEL N° 72 : (50)

- Pour la recherche et le dénombrement de ces coliformes thermotolérants, nous avons suivi la même technique comme pour les coliformes totaux sauf que nous avons incubé les boites de Pétri à 44°C pendant 24 h.
- Après l'incubation, nous avons dénombré les colonies d'aspects caractéristiques : colonies rouges-violacées entourées parfois d'une zone brillante dû à la précipitation de la bile.
- Les résultats retrouvés sont multipliés par l'inverse du facteur de dilution.



Figure 10 : les colonies des coliformes fécaux (photo originale).

I. MATERIELS ET METHODES

9.4.5. La recherche d' *E. coli* :

La recherche d'*E. coli* indique la présence ou l'absence d'une contamination d'origine fécale.

Nous avons suivi la méthode décrite dans le JOURNAL OFFICIEL N° 72 :(50)

Les colonies caractéristiques retrouvées dans la recherche des coliformes fécaux font l'objet de la recherche d'*E. coli* :

- Nous avons fait un ensemencement de chaque colonie caractéristique retrouvée dans la recherche des coliformes fécaux, sur le milieu de Schubert, puis nous l'avons incubé à 44 C° pendant 24 heures.
- Après 24h, nous avons ajouté dans chaque tube du milieu Schubert quelques gouttes du réactif de « Kovacs ».
- S'il y a apparition d'un anneau rouge à la surface, cela signifie la présence d'*E. coli* présumées. S'il n'y a pas d'apparition, *E. coli* présumés est négative (il s'agit donc d'un coliforme thermotolérant mais non *E. coli*).



Figure 11 : réactif de Kovacs (photo originale).

I. MATERIELS ET METHODES

9.4.6. La recherche des levures et moisissures :

Nous avons suivi la méthode décrite dans le JOURNAL OFFICIEL N° 52 :(48)

- Nous avons coulé la gélose (Sabouraud Chloramphénicol) déjà fondu dans les boîtes de Pétri et l'avons laisser solidifier.
- À l'aide d'une pipette stérile, nous avons prélevé 1ml de la dilution 10^{-6} de chaque échantillon puis le déposer sur la surface de la gélose, ensuite nous l'avons étalé par un écouvillon.
- Nous avons fermé la boîte et incubé à 25°C pendant 4 à 5 jours.
- Nous avons préparé également une boîte témoin avec environ 15 ml du milieu pour contrôler sa stérilité.
- Après 5 jours le dénombrement des colonies caractéristiques a été réalisé :
- Les levures apparaissent sous formes de colonies crémeuses, lisses et humides, généralement de couleur blanche ou crème.
- Les moisissures apparaissent sous formes des colonies filamenteuses avec des couleurs variées allant du vert au noir en passant par le bleu au le jaune.
- Les résultats retrouvés sont multipliés par l'inverse du facteur de dilution

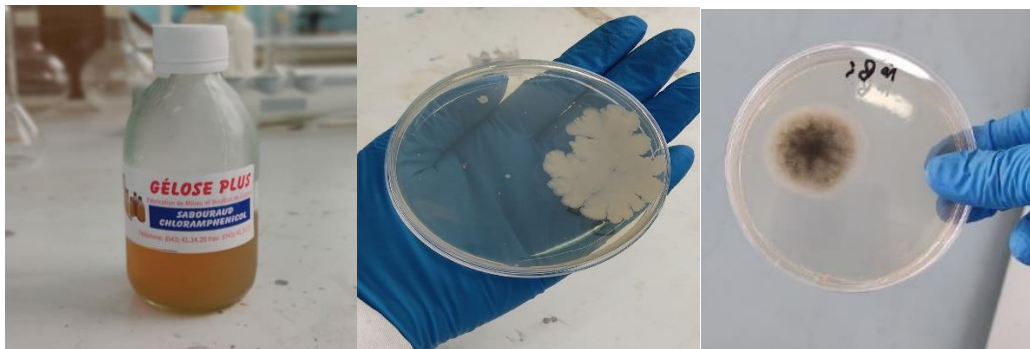


Figure 12 : recherche et dénombrement des levures et moisissures dans les farines infantiles (photos originale).

I. MATRIELS ET METHODES

10. Traitement statistique des données.

Nous avons utilisé le logiciel SPSS (version 27) et Excel 2019 pour l'analyse des résultats de l'étude.

Les variables qualitatives ont été exprimées en effectifs, en pourcentages, en tableaux et en figures (diagrammes à bandes, diagrammes à secteurs).

Les variables quantitatives ont été exprimées en moyenne plus ou moins écart-types.

L'analyse de variance ANOVA avec le test post hoc de Bonferroni ont été utilisés pour étudier la relation entre les variables quantitatives de notre étude.

Le test de Khi-deux, le test exact de Fisher et le test V de Cramer ont été utilisés pour étudier la relation entre les variables qualitatives de notre étude.

11. Considérations éthiques :

- Absence de conflit d'intérêt.

II. RESULTATS

II. RESULTATS

Quinze (15) échantillons ont été analysés dans cette étude.

II.1. Description de l'échantillon étudié :

II.1 .1 descriptions selon la marque étudiée :

Nous avons étudié 3 marques différentes à raison de 5 échantillons par marque appartenant à des lots différents comme le montre le tableau suivant :

Tableau XII : description de l'échantillon selon la marque étudiée

Marque	Effectif	Pourcentage %
Marque 1	5	33,3
Marque 2	5	33,3
Marque 3	5	33,3
Totale	15	100

II.2. Présentation des résultats de l'étude :

II.2.1. L'humidité :

L'humidité moyenne des farines infantiles analysées est de 3,78% avec un écart type de 2,55%. L'humidité minimale est de 1,86%, l'humidité maximale est de 8,84%. 50% des échantillon ont une humidité supérieure à 2,16% comme le montre le tableau suivant :

Tableau XIII : humidité des farines infantiles analysées.

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane	Mode
Humidité %	3,78	2,55	1,86	8,84	2,16	2,16

La marque 01 a le taux d'humidité le plus élevé comme le montre le tableau suivant :

Tableau XIV : taux d'humidité par marque.

Marque	M 01	M 02	M 03
Moyenne du taux d'humidité en %	7,18	2,10	2,06

II. RESULTATS

II.2.2. Conformité d'humidité aux normes :

La totalité des échantillons des farines sont conformes aux normes d'humidités comme le montre la figure suivante :

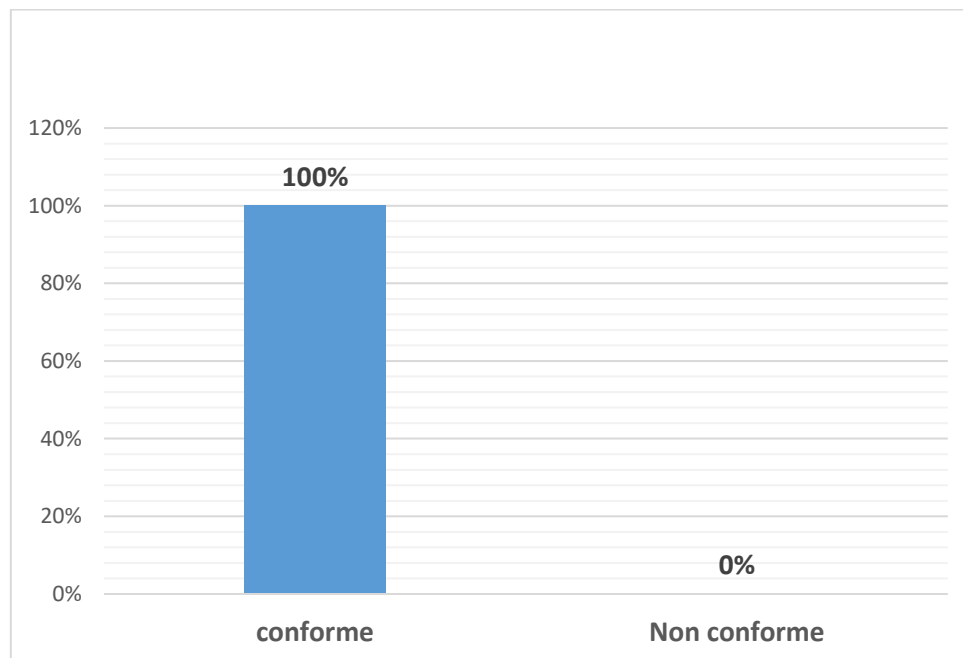


Figure 13 : répartition de l'échantillon selon la conformité d'humidité aux normes.

II.2.3. pH :

Le pH moyen des farines infantiles analysées est de 6,24 avec un écart type de 0,22. Le pH minimal est de 5,70, le pH maximal est de 6,46. La moitié des échantillons analysés ont un pH supérieur à de 6,33.

Tableau XV : pH des farines infantiles analysées.

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane	Mode
pH	6,24	0,22	5,70	6,46	6,33	6,43

II. RESULTATS

II.2.4. Acidité :

L'acidité moyenne des farines infantile analysées est de 0,06 g H₂SO₄ /100g avec un écart type de 0,03 g%, l'acidité minimale est de 0,03 g%, l'acidité maximale est de 0,12 g %/. La moitié des échantillons ont une acidité supérieure à 0,05g%.

Tableau XVI : acidité des farines infantile analysées.

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane	Mode
Acidité en g H ₂ SO ₄ /100g de farine	0,06	0,03	0,03	0,12	0,05	0,05

II.2.5. Conformité d'acidité aux normes :

Soixante-treize pourcent (n=11) des échantillons sont conformes aux normes d'acidité comme le montre la figure suivante :

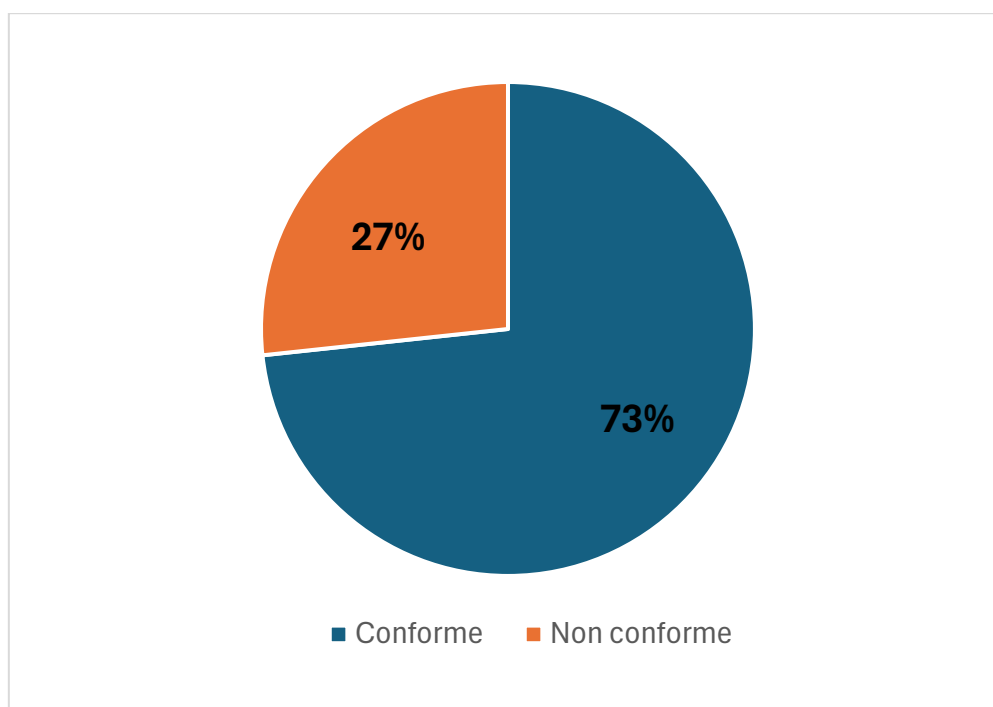


Figure 14 : répartition des farines infantiles selon la conformité d'acidité aux normes.

II. RESULTATS

II.2.6. Lipides :

La matière grasse moyenne des farines infantiles analysées est de 3,53g% avec un écart type de 2,42g%. Le taux minimal est de 1g%, le taux maximal est de 8 g%. La moitié des échantillons ont un taux de lipide supérieure à 2g%.

Tableau XVII : taux des lipides des farines infantiles analysées.

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane	Mode
Lipides g %	3,53	2,42	1	8	2	2

II.2.7. Conformité du taux des lipides à l'étiquette :

Soixante-six virgule sept pourcent (n=10) des échantillons analysés ont un taux de lipides non conforme à celui mentionné sur l'étiquète comme le montre la figure suivante :

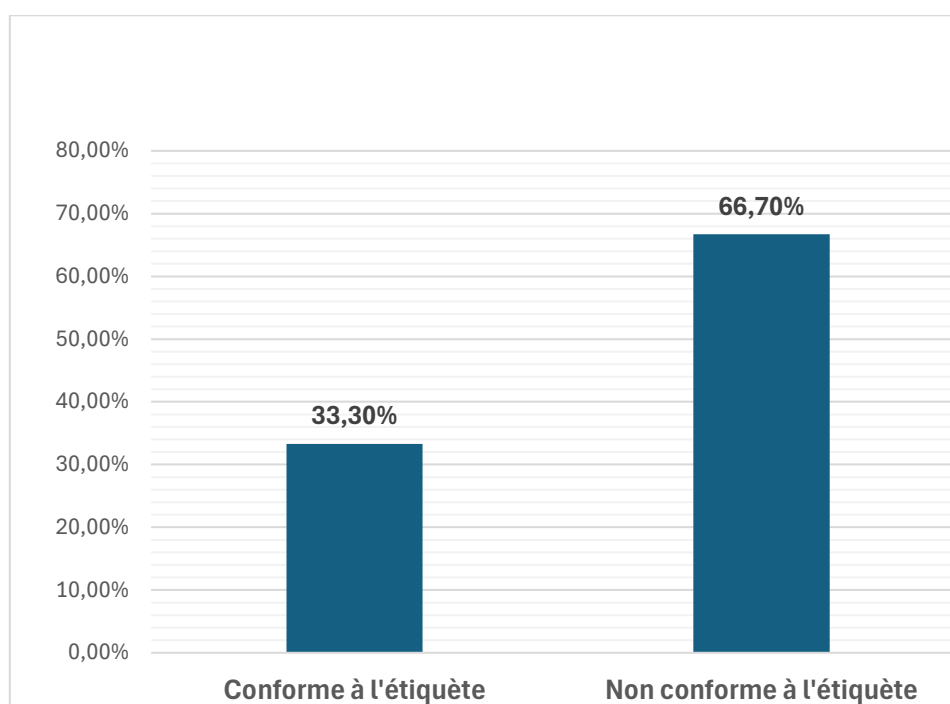


Figure 15 : répartition des farines infantiles selon la conformité du taux de lipides à l'étiquette.

II. RESULTATS

II.2.8. Les Cendres :

Le taux des cendres moyen est 2,2g% avec un écart type de 0,09g%. Taux de cendres minimal est de 1,98g%, le taux maximal est de 2,38g%. La moitié des échantillons ont un taux de cendres supérieure à 2,19g%.

Tableau XVIII : taux des cendres des farines infantiles analysées.

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane	Mode
Cendres en g%	2,2	0,09	1,98	2,38	2,19	2,19

II.2.9. Les germes aérobies mésophiles totaux GAMT :

Le taux moyen des germes aérobies mésophiles totaux des farines infantiles analysées est de $135,3 \times 10^3$ UFC/g avec un écart type de $227,15 \times 10^3$ UFC/g. Le taux maximal des GAMT est de 770×10^3 UFC/g. La moitié des échantillons ont un taux des GAMT supérieures à 20×10^3 UFC/g.

Tableau XIX : nombre des GAMT des farines infantiles analysées.

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane	Mode
GAMT ($\times 10^3$ UFC/g)	135, 3	227,15	10	770	20	10

II. RESULTATS

II.2.10. Conformité des GAMT aux normes algériennes :

Soixante-six virgule sept pourcent (n=10) de échantillons ont un nombre de GAMT supérieure aux normes algériennes comme le montre la figure suivante :

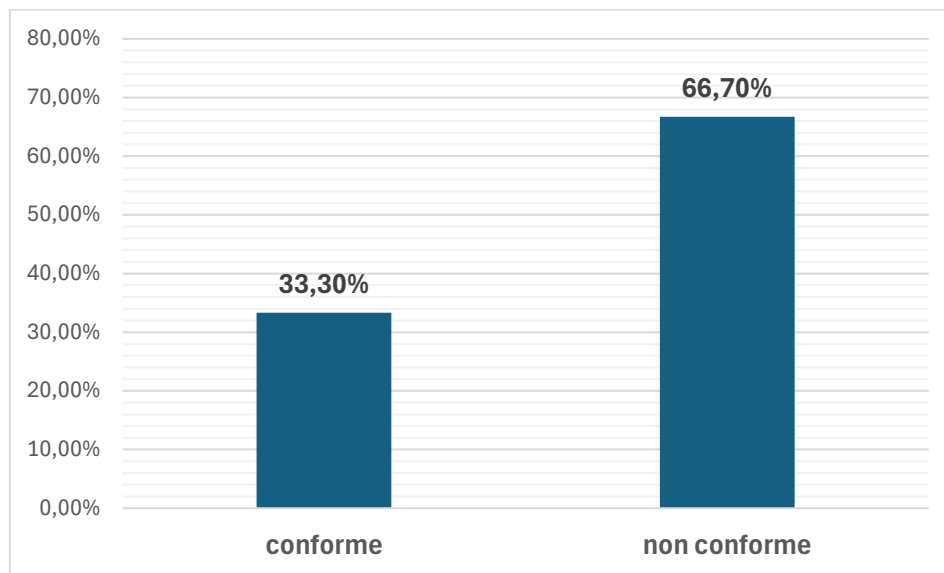


Figure 16 : répartition des farines infantiles selon la conformité des GAMT aux normes.

II.2.11. Les Coliformes Totaux :

Le nombre moyen des coliformes totaux des farines infantiles analysées est $3,62 \times 10^3$ UFC/g avec un écart type de $5,5 \times 10^3$ UFC/g. Le taux maximal est de 180×10^3 UFC/g. la moitié des échantillons ont un taux des coliformes totaux supérieure à $0,7 \times 10^3$ UFC/g.

Tableau XX : les coliformes totaux des farines infantiles analysées.

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane	Mode
Les coliformes totaux ($\times 10^3$ UFC/g)	3,62	5,5	0	180	0,7	0,025

II. RESULTATS

La marque M01 a le taux de coliformes totaux le plus élevé comme le montre le tableau suivant :

Tableau XXI : taux des coliformes totaux par marque.

Marque	M 01	M 02	M 03
Moyenne du taux des coliformes totaux ($\times 10^3$ UFC/g)	6,26	0,16	4,43

II.2.12. Conformité du taux des coliformes totaux aux normes algériennes :

Quatre-vingt-six virgule sept pourcent (n=13) des échantillons ont un taux de coliformes totaux supérieur aux normes algériennes comme le montre la figure suivante :

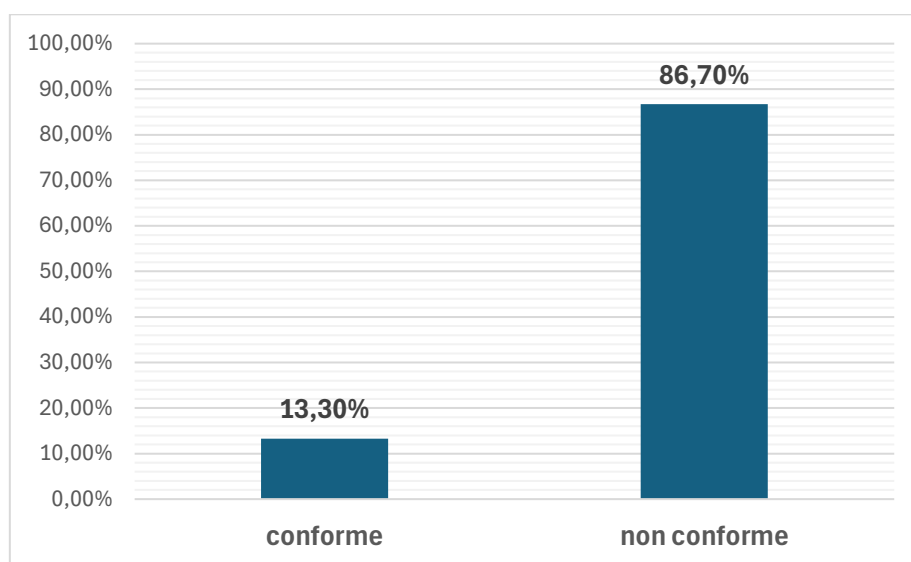


Figure 17 : répartition des farines infantiles selon la conformité des coliformes totaux aux normes.

II. RESULTATS

II.2.13. Les coliformes fécaux :

Le nombre moyen des coliformes fécaux des farines infantiles analysées est de $0,67 \times 10^3$ UFC/g avec un écart type de $1,03 \times 10^3$ UFC/g. Le taux maximal est de 3×10^3 UFC/g. La moitié des échantillons ont un taux des coliformes fécaux supérieure à $0,1 \times 10^3$ UFC/g.

Tableau XXII : le taux des coliformes fécaux des farines infantiles analysées.

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane	Mode
Les coliformes fécaux ($\times 10^3$ UFC/g)	0,67	1,03	0	3	0,1	0,025

La marque M01 est la plus contaminée par les coliformes thermotolérants comme le montre le tableau suivant :

Tableau XXIII : taux des coliformes fécaux par marque.

Marque	M 01	M 02	M 03
Moyenne du taux des coliformes fécaux ($\times 10^3$ UFC/g)	1,2	0,026	0,81

II. RESULTATS

II.2.14. Conformité des coliformes fécaux aux normes algériennes :

Quatre-vingt-six virgule sept pourcent (n=13) des échantillons ont un taux de coliformes fécaux supérieur aux normes algériennes comme le montre la figure suivante :

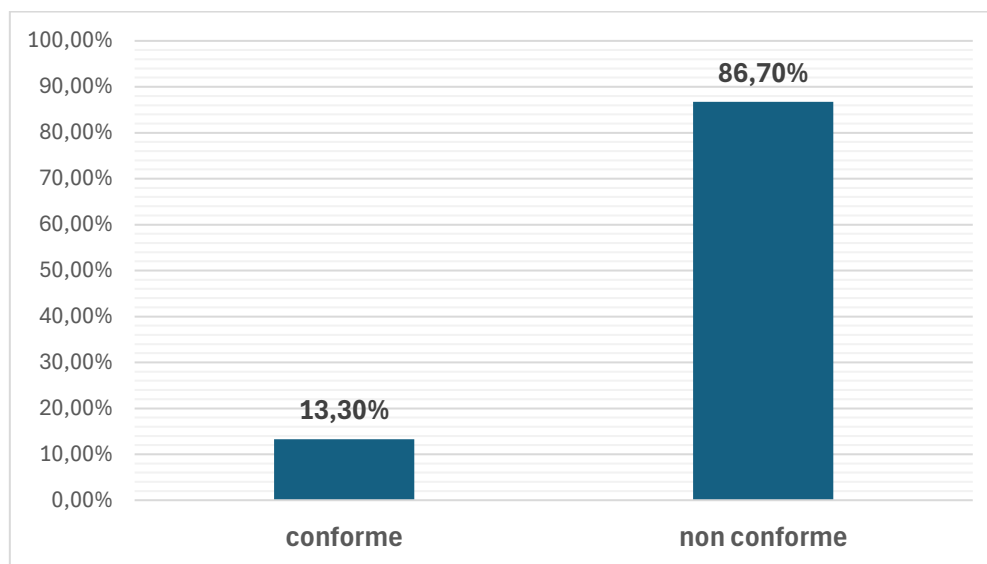


Figure 18 : répartition des farines infantiles selon la conformité des coliformes fécaux aux normes.

II.2.15. Résultats de la recherche d'*E. coli* :

Nous constatons l'absence d'*E. coli* dans tous les échantillons analysés.

Tableau XXIV : le taux d'*E. coli* des farines infantiles analysées.

Marque	M 01	M 02	M 03
Taux d' <i>E. coli</i> UFC/g	0	0	0

II. RESULTATS

II.2.16. Levures et moisissures :

Le nombre moyen des levures et moisissures des farines infantiles analysées est de $1,97 \times 10^5$ UFC/g avec un écart type de $1,61 \times 10^5$ UFC/g. Le taux maximal est de 6×10^5 UFC/g. La moitié des échantillons ont un taux des levures et moisissures supérieur à 2×10^5 UFC/g.

Tableau XXV : levures et moisissures des farines infantiles analysées.

	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum	Médiane	Mode
Levures et Moisissures ($\times 10^5$ UFC/g)	1,97	1,61	0	6	2	2

II.3. Analyse des résultats :

II.3.1. Etude de la relation entre les variables de l'étude par le test

ANOVA :

L'application de l'ANOVA a montré une relation statistiquement significative entre l'acidité et la marque de farine analysée ($p=0,003 < 0,05$). La marque 1 a l'acidité la plus élevée suivie de la marque 3 suivie de la marque 2.

L'application de l'ANOVA a montré une relation statistiquement significative entre le taux de la matière grasse et la marque analysée ($p < 0,001$). La marque 3 a le taux de lipide le plus élevé suivie de la marque 1 suivie de la marque 2.

L'application de l'ANOVA a montré une relation statistiquement significative entre le taux d'humidité et la marque analysée ($p < 0,001$). La marque 1 a le taux d'humidité le plus élevé suivie de la marque 2 suivi de la marque 3.

Les variables : pH, cendres, GAMT, coliformes totaux, coliformes fécaux, levures et moisissures n'ont pas montré une relation statistiquement significative avec la marque analysée ($p=0,06 ; 0,31 ; 0,15 ; 0,2 ; 0,19 ; 0,55 > 0,05$)

II. RESULTATS

Tableau XXVI : résultats de la comparaison des moyennes des différents paramètres étudiés entre les marques par le test d'ANOVA

Paramètre	Marque			Signification p
	M01	M02	M03	
pH	6,08	6,23	6,40	0,06
Acidité(g H ₂ SO ₄ /100g)	0,085	0,037	0,042	0,003
MG(g%)	2,60	1,80	6,40	<0,001
Humidité (g%)	7,18	2,10	2,06	<0,001
Cendre(g%)	2,22	2,22	2,14	0,31
GAMT (UFC/g)	0,14.10 ⁵	1,04.10 ⁵	2,88.10 ⁵	0,15
Coliformes totaux (UFC/g)	6,26.10 ³	0,16.10 ³	4,43.10 ³	0,2
Coliformes fécaux (UFC/g)	1,2.10 ³	0,02.10 ³	0,08.10 ³	0,19
Levures et moisissures (UFC/g)	2,20.10 ⁵	1,30.10 ⁵	2,40.10 ⁵	0,55

II.3.2. Etude de la relation entre les variables de l'étude par le test KHI-DEUX :

L'application du test de KHI-DEUX a montré une relation statistiquement significative entre la marque et la conformité de l'acidité des farines étudiées ($p=0,01 < 0,05$) avec une association forte (V de Cramer=0,85). La marque 1 a le taux de non-conformité d'acidité le plus élevé.

L'application du test de KHI-DEUX a montré une relation statistiquement significative entre la marque et la conformité du taux de lipide (MG) des farines étudiées ($p=0,05$) avec une association forte (V de Cramer=0,72). La marque 1 a le taux de conformité de matière grasse par rapport à l'étiquette de composition le plus élevé.

L'application du test de KHI-DEUX a montré une relation statistiquement non significative entre la marque et les variables suivantes : conformité du taux des coliformes totaux à la réglementation algérienne, conformité du taux des coliformes fécaux à la réglementation, conformité du taux des GAMT à la réglementation ($p=0,28 ; 0,28 ; 0,5 > 0,05$).

II. RESULTATS

Tableau XXVII : résultats de la comparaison des pourcentages de conformité des marques étudiées par le test de KHI-DEUX

Croissement	P	V de Cramer
Marque/conformité de l'acidité	0,01	0,85
Marque/conformité de MG	0,05	0,72
Marque/conformité des GAMT	0,5	/
Marque/conformité des Coli-T	0,28	/
Marque/conformité des Coli-F	0,28	/

III. DISCUSSION

III. DISCUSSION

III.1. Discussion des résultats :

Cette étude a pour objectif d'analyser la qualité physicochimique et microbiologique des farines infantiles commercialisées dans la wilaya de Tlemcen. Nous avons étudié 15 échantillons de farines infantiles appartenant à 3 marques, provenant de différents lots.

L'analyse microbiologique montre que **66,7%** des échantillons analysées sont non conformes aux normes de la réglementation algériennes pour les germes aérobies mésophiles totaux GAMT (**moyenne=135,3±227,15×10³ UFC/g**) ; **86,7%** taux de non-conformité des coliformes totaux (**moyenne= 3,62±5,5×10³ UFC/g**) ; **86,7%** taux de non-conformité des coliformes fécaux (**moyenne=0,67±1,03×10³ UFC /g**). Nous avons trouvé aussi que la moyenne du taux des levures et des moisissures des échantillons analysées est de **1,97±1,61x10⁵ UFC/g**. L'analyse physicochimique a montré que **73%** des farines sont conformes au taux d'acidité donnée par la réglementation (**moyenne=0,06±0,03g H₂SO₄ /100g**).

- pH :

L'étude des caractéristiques physicochimiques des farines infantiles a révélé que le pH de tous les échantillons analysés est légèrement acide (**5,70-6,46**). En comparant avec l'étude réalisée par **Ahmia. H et al en 2008 (51)** sur 14 échantillons de farines infantiles, nous trouvons une similitude (**pH=4,95-6,85**). La même remarque est faite avec l'étude réalisée par **Kermezli. A et al en 2021 (52)** sur 3 échantillons de farines infantiles (**pH=5,2-6,3**), et celle réalisée par **Sanogo. B en 2022 (53)** sur 102 échantillons (**pH=5,55-6,36**). La consommation des farines infantiles acidifiées en quantité élevée chez les nourrissons peut provoquer une intolérance et même la sélection des germes acidophiles au niveau de l'intestin comme *E. Coli* qui est considérée comme une bactérie commensale (si son nombre dépasse le seuil, elle se révèle entéropathogènes) (**51**).

- Acidité :

Dans notre étude nous avons trouvé que **73%** des échantillons de farines infantiles sont conformes aux taux d'acidité fixée par la réglementation (**moyenne=0,06±0,03g H₂SO₄ /100g**) avec une différence significative entre les 3 marques étudiées (**ANOVA p=0,003**). En comparant avec l'études réalisée par **Ahmia. H en 2008 (51)**, nous trouvons une concordance puisque cette dernière a rapporté aussi une différence significative de l'acidité des 5 marques

III. DISCUSSION

étudiées. L'intérêt de détermination de l'acidité est de nous renseigner sur l'état de conservation de la farine(47)

- Humidité :

Nous avons trouvé que le taux d'humidité moyen des échantillons analysés est de **3,78%**, ces résultats sont similaires à ceux de par **Ahmia. H et al en 2008 (51)** qui a trouvé un taux moyen de **3,09%**.

L'étude réalisée par **Kermezli. A et al en 2021(52)** a rapporté un taux d'humidité moyen de **5,37%** et celles réalisées par **Sanogo. B en 2022** et **Sanou. A et al en 2016 (53,54)** ont un taux moyen respectif de **4,29%** et **5,31%**. Ces trois résultats sont légèrement supérieurs aux valeurs trouvées dans notre étude. Cette différence est due à la variation de l'humidité des céréales utilisées comme matières premières ainsi qu'aux techniques de fabrication non standardisées et le milieu de conservation.

La totalité des échantillons sont conformes aux normes d'humidité fixées par la réglementation, ce faible taux d'humidité permet une bonne et longue durée de conservation sans prolifération microbienne.

- Lipides :

Le taux moyen des lipides obtenu dans notre étude est de **3,53 g%**, cette valeur est inférieure à celle de **11,53g%** obtenue dans l'étude réalisée par **Sanou. A et al en 2016 (54)**. Cette différence est expliquée par la composition des farines analysées (arachide, soja) qui sont riches en lipides.

Notre étude rapporte que **66,7%** des échantillons analysés ont un taux de lipides non conforme à celui mentionné sur l'étiquette des produits, ceci peut être expliqué par la technique de dosage utilisée.

- Cendres :

La teneur en cendre représente la composition en minéraux des farines infantiles. Le taux moyen retrouvé est de **2,2g%**, ce résultat se rapproche de celui de **Ahmia. H et al en 2008 (51)** qui ont rapporté un taux moyen de cendre de **1,21g%**. La même constatation est faite avec l'étude de **Sanou. A et al en 2016 (54)** qui a trouvé un taux de **2,15%**.

III. DISCUSSION

En analysant la composition des farines infantiles incluses dans l'étude nous remarquons que seulement la marque 3 respecte les recommandations du Codex Alimentarius (55), les autres marques ne les respectent pas.

En effet, les taux des composants dans ces deux dernières marques (M1 et M2) sont nettement inférieurs aux taux recommandés par les normes du Codex Alimentarius.

- GAMT :

Le taux moyen des GAMT obtenue dans notre étude est de $135,3 \times 10^3$ UFC/g avec un pourcentage de non-conformité de **66,70%**, indiquant une contamination microbienne. Ces résultats sont proches de ce qui a été retrouvé dans l'étude de **Ahmia. H et al en 2008 (51)** qui a donné une moyenne de $111,28 \times 10^3$ UFC /g avec un taux de non-conformité de **100%**. Les deux études ont en commun l'analyse de la marque 3 qui a été non conforme aux normes de la réglementation algérienne dans les deux cas.

Une étude réalisée par **Kermezli. A et al en 2021 (52)** a montré un taux moyen des GAMT de $4,22 \times 10^3$ UFC/g avec **100%** de conformité aux normes algériennes. L'analyse de la marque 2 et 3 qui a été faite dans cette étude et la nôtre montre une différence puisque nous avons trouvé un pourcentage de non-conformité de **80%** pour les deux marques contre **0%** dans l'étude de **Kermezli. A.**

Ces résultats sont aussi différents de ce qui a été retrouvé dans une étude réalisée par **Barengke Kahiwa. T et al en 2024(1)**, et qui a rapporté une moyenne de 3×10^3 UFC/g avec un taux de conformité **100%** en utilisant comme seuil les normes algériennes.

- Coliformes totaux :

Nous avons trouvé que le taux de coliformes totaux moyen est de $3,62 \times 10^3$ UFC/g, ce qui reflète une contamination importante. L'étude réalisée par **Ahmia. H et al en 2008 (51)** par la même méthode a montré une moyenne de $0,307 \times 10^3$ UFC /g ce qui est bien plus faible que le résultat de notre étude. En termes de pourcentage de non-conformité nous avons trouvé un pourcentage beaucoup plus élevé (**86,7% Vs 57,14%**). En ce qui concerne la marque 3, nous avons trouvé que la totalité des échantillons sont non conformes aux normes algériennes des coliformes totaux contre un seul échantillon non conforme dans l'étude de **Ahmia. H et al en 2008(51)**. D'autre part, les résultats de l'étude de **Ben Ali. D et al en 2023 (56)** ont démontré l'absence totale des coliformes totaux dans les farines infantiles analysées. La même remarque

III. DISCUSSION

est faite avec l'étude réalisée par **Kermezli. A et al en 2021**. En ce qui concerne la marque 2 et 3 nous avons noté un pourcentage de non-conformité de **60%** et **100%** respectivement contre **0%** dans l'étude de **Kermezli. A et al en 2021(52)**.

Cette déférence peut être expliquée par la qualité microbiologique de la matière première utilisée pour la fabrication des farines ainsi que la méthode de production qui ne respecte pas les règles d'hygiène.

- **Coliformes fécaux :**

Le taux moyen des coliformes fécaux obtenu dans notre étude est de **$0,67 \times 10^3$ UFC/g** avec un pourcentage de non-conformité de **86,7%** ce qui reflète une contamination d'origine fécale et une mauvaise qualité hygiénique de ces farines infantiles. Il faut rappeler que la réglementation algérienne exige l'absence totale de ces germes dans les aliments pour nourrissons. Ce résultat se rapproche de celui de l'étude de **Sanogo. B en 2022 (53)** qui a trouvé une valeur moyenne de **$9,8 \times 10^3$ UFC/g**.

D'autre part, les résultats de **Ahmia. H et al en 2008 (51)**, ont démontré l'absence totale des coliformes fécaux y compris dans la marque 3 que nous avons trouvé que la totalité sont contaminés par ces bactéries. La même remarque est faite avec l'étude de **Kermezli. A et al en 2021 (52)** qui a aussi conclue à l'absence des coliformes fécaux dans la marque 2 et 3 alors que nous avons trouvé un pourcentage de non-conformité de **60%** et **100%** respectivement pour ces deux marques .

Le dénombrement des coliformes thermotolérants est un bon indicateur sanitaire, il est réalisé pour mettre en évidence la contamination d'origine fécale d'aliments n'ayant pas subi de traitement destiné à détruire les entérobactéries (52). Leur présence peut être associée à une contamination par les germes pathogènes comme *Salmonella* ce qui constitue un danger pour la santé des nourrissons et des enfants en bas-âge.

- **E. Coli :**

Nous avons noté l'absence d'E. Coli dans tous les échantillons analysés. Ceci est identique à ce qui a été retrouvé dans l'étude de **Kermezli. A et al (52)** . Par contre l'étude de **Ahmia. H et al** a montré la présence de cette bactérie dans les farines infantiles (51).

La présence d'E. coli dans les aliments indique une contamination fécale d'origine humaine reflétant ainsi des mauvaises conditions de fabrications, manipulations et stockages des farines

III. DISCUSSION

et constitue un danger pour la santé des enfants car elle contient des souches pathogènes et entérotoxigènes.

La recherche de germes pathogènes comme Salmonella et Staphylocoque pour évaluer le danger sur la santé du consommateur de ces produits n'a pas pu être réalisée vu la non disponibilité des milieux de cultures nécessaires.

- Levures et moisissures :

Le taux moyen des levures et moisissures obtenu dans notre étude est de $1,97 \times 10^5$ UFC/g, cette valeur est supérieure à la valeur moyenne de $0,04 \times 10^5$ UFC/g obtenue dans l'étude de **Sanogo. B en 2022 (53)**. Cette différence pourrait être liée à des pratiques locales de stockage et de manipulation ou à des conditions environnementales distinctes. D'autre part les résultats de l'étude du **Barengeke Kahiwa. T et al en 2024(1)**, ont démontré l'absence totale des levures et moisissures ce qui pourrait refléter des normes de qualités microbiologiques plus strictes, ou des méthodes de productions et de conservations des farines infantiles plus rigoureuses.

L'analyse de variance ANOVA a montré une relation statistiquement significative entre la marque et les variables : acidité, humidité, lipide ($p=0,003$; $<0,001$; $<0,001$). Ces résultats sont proches de ceux rapportés dans l'étude de **Ahmia. H et al en 2008 (51)** et ceux de l'étude de **Sanou. A et al en 2016 et de Sanogo. B en 2022 (53,54)**.

Le même test a montré une relation non significative entre la marque et les paramètres : pH, cendre ($p=0,06$; $0,31$). Ces résultats diffèrent de ceux retrouvés dans l'étude de **Ahmia. H et al (51)** et celle de **Sanogo. B en 2022(53)** qui ont rapporté des relations significatives.

En ce qui concerne les GAMT, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les levures et les moisissures, nous n'avons pas révélé une différence significative ($p=0,15$; $0,2$; $0,19$; $0,55$). Toutefois, ces paramètres ont montré des variations significatives dans l'étude réalisée par **Ahmia. H et al en 2008(51)**.

Cette divergence pourrait être attribuée à des différences dans la taille et la nature des échantillons, dans les méthodes de conservation et d'analyses utilisées.

III. DISCUSSION

Biais et limites :

Notre étude a été soumise à des biais et des limites. Parmi ceux-ci, nous pouvons mentionner :

-La non disponibilité des réactifs nécessaires a constitué une limite importante de cette étude, entravant la réalisation de certaines analyses prévues comme le dosage des protéines totales et celui des fibres.

- Une taille faible d'échantillons influence la fiabilité des résultats en réduisant leur précision.

-Autre paramètres, tels que la recherche des germes pathogènes comme *Salmonella* et *Staphylocoque*, n'ont pas été étudiés en raison de l'indisponibilité des milieux de cultures nécessaires.

-Le dosage du gluten n'a pas été réalisé en raison de l'absence de l'appareil HPLC.

- La recherche de certains contaminants comme les mycotoxines n'a pas été réalisée à cause de l'absence de HPLC.

Malgré les biais et les limites, nous avons pu démontrer que les farines infantiles commercialisées dans la wilaya de Tlemcen sont de qualité microbiologique non satisfaisante. Ces résultats concordent avec ceux retrouvés dans d'autres études réalisées en Algérie

La présence des GAMT a un taux élevé est considéré comme inacceptable. En plus la présence des coliformes totaux et fécaux à des taux supérieurs aux normes algériennes, reflète un manque d'hygiène des matières premières destinées à la fabrication de ces produits pour nourrissons. L'absence de contrôle de qualité systématique de ces aliments par les autorités compétentes aggrave encore plus le risque de contamination.

La dégradation de la qualité de ces farines représente un danger pour la santé des nourrissons et des enfants en bas-âge. C'est pourquoi les organismes sanitaires doivent agir contre cette situation alarmante.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Notre étude a pour but d'étudier la qualité physico-chimique et microbiologique des farines infantiles commercialisées dans la wilaya de **Tlemcen**. Après plusieurs mois de travail, nous avons constaté que **86,7%** des échantillons analysés sont non conformes aux normes de réglementation algérienne en ce qui concerne les coliforme totaux et fécaux, avec une absence totale d'*E. coli*. Nous avons également noté une contamination importante par les germes aérobies mésophiles totaux (GAMT), ainsi que par les levures et moisissures. On estime donc que notre objectif est atteint.

Cette étude nous a permis d'établir les recommandations suivantes :

- Contrôlez systématiquement les farines infantiles commercialisées dans toute l'Algérie.
- Etablissez un cadre juridique pour organiser cette filière en Algérie.
- Respectez les normes d'hygiène et les bonnes pratiques lors de la fabrication, la manipulation, l'entreposage et le stockage de ces farines.
- Sensibilisez les consommateurs sur l'importance de choisir des farines infantiles conformes aux normes sanitaires.
- Respectez les recommandations internationales en termes de composition en nutriments de ces farines.
- Complétez les informations apparaissant sur l'étiquetage des farines infantiles pour garantir une meilleure compréhension par les consommateurs.

Pour enrichir et élargir notre étude, nous recommandons d'analyser le taux du gluten, des vitamines et des mycotoxines, d'effectuer la recherche des germes pathogènes, notamment *Salmonella* et *Staphylococcus* et de doser les fibres alimentaires.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Kahiwa T.B et Mapendo T. B. 2024, « Essai de formulation de la farine infantile instantanée à base de produits locaux (maïs, patates douces, soja et feuilles d'amarantes) » Université de Goma-Unigom, disponible sur : <https://pugoma.com/index.php/UNIGOM/article/view/385>
2. Sika A. E, Kadji B. R. L. 2019, « Qualité nutritionnelle, microbiologique et organoleptique de farines composées à base de maïs (*Zea mays*) et de safou (*Dacryodes edulis*) produites en Côte d'Ivoire », International Journal of Biological and Chemical Sciences.
3. Institut de Recherche pour le Développement (IRD), 2020, « La filière des farines infantiles produites localement dans 6 pays sahéliens ». Disponible sur: <https://www.unicef.org/wca/media/6941/file/R%C3%A9sum%C3%A9%20Etude%20IRD.pdf>.
4. Sanogo M, 1994, «La production artisanale de farines infantiles», Les éditions du Gret ministère de la coopération comité français pour l'UNICEF. Disponible sur: https://gret.org/wp-content/uploads/2021/11/GP-02_Production-artisanale-de-farines-infantiles.pdf
5. Gottrand F. et Turck D. 2006 « Alimentation et besoins nutritionnels du nourrisson et de l'enfant », université de Lille.
6. Eckart P.et Verine C. « Besoins en eau chez l'enfant sportif », Journal de Pédiatrie et de Puériculture, vol. 8, n° 8, p. 465-469, janv. 1995, doi : 10.1016/S0987-7983(95)80132-4.
7. Mazouni S.M. « Eléments de Pédiatrie - Tome I | PDF » Edition : Office des publications universitaires, Disponible sur : <https://www.scribd.com/document/657665466/Elements-de-Pediatrie-Tome-I>
8. Martin A. Apports nutritionnels conseillés pour la population française, 3 ed. Paris : Tec & Doc - Lavoisier, 2001.
9. Tounian P et Javalet M. 2024 « Alimentation de l'enfant de 0 à 3 ans », Éditeur : Elsevier Masson. Disponible sur : <https://www.vg-librairies.fr/accueil/11292-alimentation-de-l-enfant-de-0-a-3-ans.html>
10. Khiati M. 2015. « L'Essentiel en pédiatrie Tome 1 | Office des publications universitaires ». Disponible sur : <https://opu.dz/fr/livre/m%C3%A9decine/lessentiel-en-p%C3%A9diatrie-tome-1>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

11. Organisation Mondiale de la santé « Apport en Glucides Chez l'adulte et l'enfant » : Résumé de la Ligne Directrice de L'OMS, 1st ed. Geneva : World Health Organization, 2023. ISBN: 9240083413, 9789240083417(PDF).
12. Jacotot B. et Parco J.-C. L. « Nutrition Et Alimentation ». 2eme Edition. Elsevier Masson, 1992.
13. Vallet B. 2013. « Les protéines », Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/les-proteines>
14. Vallet B. « Les minéraux », Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/les-mineraux>
15. B. Vallet. « Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux », Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/les-references-nutritionnelles-en-vitamines-et-mineraux>
16. B. Vallet. « Que sont les vitamines ? », Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/content/que-sont-les-vitamines>
17. Collège national de Pédiatrie universitaire « Pédiatrie | Livre + Complément. | 9782294779831 », Elsevier Masson. Disponible sur : <https://www.elsevier-masson.fr/pediatrie-9782294779831.html>
18. Groupe de recherche en éducation nutritionnelle, « aliment alimentation et santé », comité française d'éducation pour la santé, p. 269-275, 2000.
19. Khiati. M . « Guide des soins infirmiers » Edition : Office des publications universitaires, Alger. 1994.
20. Lambert-Lagacé L. « Comment Nourrir Son Enfant. Du Lait Maternel Au Repas Complet », Edition 1999. Les Éditions de l'Homme, 2000.
21. Duclaux L. 2000« Conseils pratiques aux mères qui souhaitent allaiter », Archive pédiatrie, P :341. Disponible sur : <https://www.emconsulte.com/revue/ARCPED/presentation/archives-de-pediatrie>
22. Dupont C. « La diversification alimentaire », Cahiers de Nutrition et de Diététique, vol. 40, n° 5, p. 250-253, nov. 2005. Doi : 10.1016/S0007-9960(05)80495-X.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

23. Rania B.2023.Effet du stockage sur la qualité du grain de blé. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master, Université de Constantine 1.
24. Salsabil B. 2023.Contribution à l'étude de l'effet de l'association de légumineuses–céréales sur les rendements des céréales dans la wilaya de Tlemcen. Mémoire de master, université de Tlemcen.
25. Lorbi Z. 2022.Impact des pratiques culturales sur le rendement des céréales. Mémoire de master université de Biskra. Disponible sur :
http://archives.univ-biskra.dz/bitstream/123456789/22568/1/ZOHRA_LORBI.pdf
26. Barre A. Delplanque M. « Sécurité du maïs pour les patients souffrant de maladie cœliaque », Revue Française d'Allergologie, vol. 57, n° 5, p. 375-381, sept. 2017.
27. Juliano B. O.,1994. Le riz dans la nutrition humaine. Food & Agriculture Organisation.
28. Boudreau A. et Ménar G. Le Blé : éléments fondamentaux et transformation. Presses Université Laval, 1992.
29. Robert S., « L'avoine - Médicament - 2025 », Consumer Connection. Disponible sur :
<https://fr.cc-inc.org/814.html>
30. Gomez-Andre S.-A et Deschildre A. « Un allergène émergent : le soja », Revue Française d'Allergologie, vol. 52, n° 6, p. 448-453, oct. 2012, doi : 10.1016/j.reval.2012.03.005.
31. Collomb V. et Mayor M. 2007. « Le soja, la reine des légumineuses ». Disponible sur :
https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/soja/soja05.pdf
32. Boucetta O. et Khemis S. 2022 « Effets de différentes proportions de graines de luzerne sur la germination et post-germination des graines de quinoa : Cas de la mise en germination du quinoa après 1 jour de la luzerne », Thesis, Université Kasdi Merbah Ouargla, Disponible sur : <http://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/handle/123456789/35574>
33. Frid C. K et Cherifi D. 2022 « Contribution à l'évaluation des additifs alimentaires dans les produits destinés à l'alimentation infantiles commercialisés dans la région de Tizi-Ouzou », Disponible sur : <https://dspace.ummt0.dz/handle/ummt0/18338>
34. Bruce. A. C. C. et Kayode A. P. P. (2017). « Aptitude au stockage de quelques farines infantiles à base de ressources alimentaires locales du Benin », mémoire de master université d'Abomey-Clavi.
35. Mohammed D. Z.2020 « Etude de la thermorésistance de *Bacillus cereus* isolés à partir de la farine infantile », mémoire de master université d'Ain-Temouchent

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

36. Trèche S., Benoist B., Benbouzid D. et Delpuech F. 1994 « L'alimentation de complément du jeune enfant ». Éditions Orstom.
37. Sanogo M. 2005. « GP-02 Production-artisanale-de-farines-infantiles.pdf ». Editions du Gret. Ministère de la Coopération. Comité français pour l'Unicef. Disponible sur : https://gret.org/wpcontent/uploads/2021/11/GP-02_Production-artisanale-de-farines-infantiles.pdf
38. Machinot S et H. Cachia. 1985 « Diététique infantile » in Cahiers de puériculture. Editions Masson. Paris, New York, Barcelone. Disponible sur : <https://www.mediatheques-grandpoitiers.fr/Default/doc/SYRACUSE/833277/dietetique-infantile-par-marie-dominique-belliot-hylda-cachia-sylvine-machinot>.
39. Mouterde O. Dumant C. et Mallet E. 2013. « Les manifestations de la maladie cœliaque chez l'enfant », Pathologie Biologie, vol. 61, n° 3.
40. Ayosso.G.(2015) « Diversité et valeur nutritionnelle des ressources alimentaires locales pour l'alimentation des enfants de 6 - 24 mois » Mémoire de master université d'Abomey-Calavi.
41. Critères microbiologiques applicables aux aliments pour nourrissons et enfants en bas âge. Journal officiel de la république algérienne. Lois et décrets, N°39. 2 Juillet 2017 ; P 22.
42. Carte des monographies des wilaya, population et emploi. Disponible sur : https://interieur.gov.dz/Monographie/article_detail.php?lien=1825&wilaya=13
43. Découpage administratif de l'Algérie & Monographie : Monographie de la wilaya de Tlemcen. Disponible sur : <http://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/09/monographie-de-la-wilaya-de-tlemcen.html>.
44. Situation géographique de la wilaya de Tlemcen. Recherche Gate. Disponible sur : https://fr.wikipedia.org/wiki/Daïras_de_la_wilaya_de_Tlemcen
45. Méthode de détermination de la teneur en eau dans les céréales et les produits céréaliers, Journal officiel de la république algérienne, Lois et décrets, N°08 , P 34, 6 Février 2013.
46. Méthode de détermination d'acidité grasse dans les farines et les semoules de blé , Journal officiel de la république algérienne, Lois et décrets, N°35, Algérie, P15, 7 Juillet 2013.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

47. F. Pellerin, J. A. Gautier, et J. Renault, Fiches technique d'analyse bromatologique, Société d'édition d'enseignement supérieur. Paris.
48. Préparation de la solution mère et des dilution décimales en vue de l'examen microbiologique, la méthode horizontale pour le dénombrement des levures et moisissures par comptage des colonies dans les produits dont l'activité d'eau est inférieure ou égale à 0,95. Journal officiel de la république algérienne, Lois et décrets, N°38,52 P 12-22, 2014,2015.
- 49 Méthode de dénombrement des germes à 30°C dans le lait en poudre et lactosérum, Journal officiel de la république algérienne, Lois et décrets, N°32 , P 14, 23 Mai 2004.
50. Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes, Journal officiel de la république algérienne, Lois et décrets, N°72 P 18, 13 Décembre 2017.
51. Ahmia H, Bougeurioune H, Latrèche M. La qualité physicochimique et microbiologique de la farine infantile importée . [Jijel]: Faculté des Sciences Département de biologie moléculaire et cellulaire; 2008.
52. Kermezli A, Boukhelkhal C, Belhamidi A. Evaluation de la qualité microbiologique de quelques marques de lait en poudre et quelques préparations destinées aux nourrissons. [master en biologie]. [Médéa]: 2021.
53. Sanogo B. Evaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de quelques farines infantiles locales vendues à Ouagadougou, Burkina Faso .Disponible sur: <https://www.one-health.panafrican-med-journal.com/content/article/9/25/full>
54. Aminata S, Tapsoba F. Etude de la qualité nutritionnelle et microbiologique des farines infantiles de quatre unités de production : CMA saint Camille de Nanoro, CSPS Saint Louis de Temnaoré, CM saint Camille d'Ouagadougou et CHR de Koudougou. [Burkina Faso]: 2016.
55. Ayosso J. Diversité et valeur nutritionnelle des ressources alimentaires locales pour l'alimentation des enfants de 6-24 mois. Mémoire de master université d'Abomey-Calavi.
56. Ben Ali D, Chacknan F. Evaluation de la qualité microbiologique de quelques échantillons d'aliments pour nourrissons et enfants en bas âge. Mémoire de Master, université Amar Telidji. Laghouat.2023
57. Géluse PCA.pdf . Disponible sur : <https://www.humeau.com>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

58. Géluse VRBL pdf . Disponible sur : www.indicia.fr
59. Sabouraud- Chloramphénicol géluse. Disponible sur : www.indicia.fr
60. Bouillon Schubert S/C ET D/C . Disponible sur : <https://biomest-dz.com/bouillon-shubert-s-d-concentration-2/>
61. Kovacs' Reagent. FDA . Disponible sur : <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-r38-kovacs-reagent>

ANNEXES

ANNEXE I

Annexe I : Les normes de qualité nationales et internationales :

1. Les normes physicochimiques : nous avons utilisé les normes de farine pour adulte

1.1. Acidité <0,05g%

1.2. Humidité [12% -16%]

2. Les normes microbiologiques : journal officiel algérien N°39

Tableau : les critères microbiologiques applicables aux aliments destinés aux nourrissons de plus de six mois et enfants en bas âge

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (UFC/g ou UFC/ml)	
		n	c	m	M
Aliments destinés aux nourrissons de plus de six mois et enfants en bas âge	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ³	10 ⁴
	Bacillus cereus	5	1	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	0	Absence	
	Enterobacteriaceae	5	0	10	
	Salmonella	5	0	Absence dans 25g	
	Listeria monocytogenes	5	0	Absence dans 25g	

3. Normes internationales : nous avons utilisé les recommandations du Codex Alimentarius (voir chapitre 3)

ANNEXE II

Annexe II : Préparation de la solution de NaOH 0,05N :

1. Calcul de la masse de NaOH :

- La masse molaire de NaOH=40g/mol
- Pour préparer 1 litre de NaOH 0,05N :

$$0,05 \text{ mol} \times 40 \text{ g/mol} = 2 \text{ g de NaOH}$$

2. Dissolution :

- Nous avons pesé 2g de NaOH solide par une balance de précision.
- Nous avons versé environ 500 ml d'eau distillée dans une fiole de 1 L.
- Puis, nous avons ajouté lentement le NaOH tout en agitant pour dissoudre.
- Une fois dissous nous avons complété avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et nous avons bien homogénéisé la solution.

ANNEXE III

Annexe III : Les composants des milieux de cultures :

1. Eau physiologique stérile 9% (51)

- NaCl..... 9g
- Eau distillée..... 1000ml

2. PCA : Plate Count Agar (57).

- Peptone de caséine..... 5g
- Extrait de levure..... 2,5g
- Glucose (dextrose)..... 1g
- Agar.....15g
- Eau distillée..... 1L

3. VRBL : Violet Red Bile Lactose Agar (58).

- Peptone tryptique..... 7g
- Extrait de levure..... 3g
- Lactose.....10g
- Chlorure de sodium (NaCl)..... 5g
- Sels biliaires..... 1,5g
- Cristal violet..... 0,002g
- Rouge neutre..... 0,03g
- Agar..... 15g
- Eau distillée..... 1L

4. Sabouraud Chloramphénicol (59).

- Peptone de caséine..... 5g
- Peptone de viande.....5g
- Glucose monohydraté..... 20g
- Chloramphénicol..... 0,05g
- Agar..... 15g

ANNEXE III

5. Milieu de Schubert (60).

- Sulfate d'Ammonium
- L- Acide glutamique
- Sulfate de Magnésium
- Mannitol
- Peptone
- Chlorure de sodium
- Citrate de sodium
- Tryptone
- Tryptophane

6. Réactif de Kovacs (61).

- P -diméthylaminobenzaldéhyde.....5g
- Alcool amylique (normal seulement)75 ml
- HCl (concentré).....25 ml

Résumé :

Introduction :

Les farines infantiles sont des aliments destinés aux nourrissons et enfants en bas-âge et qui sont largement consommées dans le monde entier.

Matériel et méthode :

Dans le but d'analyser la qualité physico-chimique et microbiologique des farines infantiles commercialisées dans la wilaya de **Tlemcen**, une étude descriptive, transversale et expérimentale a été menée sur 15 échantillons de farines appartenant à 3 marques différentes.

Résultats :

Nos résultats d'analyse physico-chimique ont montré que le taux **d'humidité moyen** est de **(3,78±2,55) %**, le **pH** moyen est de **(6,24±0,22)**, l'**acidité moyenne** est de **(0,06±0,03) g H₂SO₄/100g**, le taux des **lipides** moyen **(3,53±2,42) g %** et le taux des **cendres** moyen **(2,2±0,09) g%**. Par ailleurs, l'analyse microbiologique a révélé que le taux moyen de **GAMT** est de **(135,3±227,15).10³ UFC/g** avec un taux de non-conformité de **66,7%**, le taux moyen des **coliformes totaux** est de **(3,62±5,5).10³ UFC/g** avec un taux de non-conformité de **86,7%**, les **coliformes fécaux** **(0,67±1,03).10³ UFC/g** avec un taux de non-conformité de **86,7%**. L'absence totale **d'E. coli** a été constatée dans l'ensemble des échantillons analysés. Pour les **levures et moisissures**, la moyenne **(1,97±1,61)10⁵UFC/g**. L'application du test d'ANOVA a montré une relation statistiquement significative entre la marque et les variables suivantes (acidité p=0,003 ; lipide p<0,001 ; humidité p<0,001). Les autres paramètres n'ont pas montré de relation.

Discussion :

Ces résultats rejoignent ce qui a été retrouvé dans plusieurs études réalisées sur le plan national et international.

Conclusion :

Nous avons trouvé que les farines infantiles commercialisées dans la wilaya de Tlemcen sont de qualité microbiologique non satisfaisante ce qui constitue un danger pour la santé des nourrissons et des enfants en bas- âge. Ceci oblige les autorités règlementaires à agir pour corriger cette situation alarmante.

Mots clés : farine infantile, analyse de qualité, contamination, coliformes, *E. coli*, composition.

Abstract:

Introduction:

Infant flours are foods destined for infants and young children and are widely consumed around the world.

Materials and methods:

In order to analyze the physicochemical and microbiological quality of infant flours marketed in **Tlemcen** city, a descriptive, cross-sectional, and experimental study was conducted on 15 samples of flour belonging to 3 different brands.

Results:

Our results from the physicochemical analysis showed that **the average moisture** content is $(3,78\pm 2,55)\%$; **the average pH** is $(6,24\pm 0,22)$; **the average acidity** is $(0,06\pm 0,03)$ g $\text{H}_2\text{SO}_4/100\text{g}$, **the average lipid content** is $(3,53\pm 2,42)\text{g}\%$, and **the mineral** content is $(2,2\pm 0,09)$ g%. Furthermore, the microbiological analysis of our samples revealed that the average rate of **the total mesophilic aerobic bacteria** is $(135,3\pm 227,15) \cdot 10^3$ CFU/g with a **non-compliance** rate of 66,7%, as well as an average rate of **total coliforms** of $(3,62\pm 5,5) \cdot 10^3$ CFU/g with a **non-compliance** rate of 86,7%. **The average rate of fecal coliforms** is $(0,67\pm 1,03) \cdot 10^3$ CFU/g with a **non-compliance** rate of 86,7%. **The complete absence of *E. coli*** was observed in all the analyzed samples, with an **average rate of yeasts and molds** $(1,97\pm 1,61) \cdot 10^5$ CFU/g. The application of the ANOVA test showed a statistically significant relationship between the brand and the following variables (**acidity $p=0,003$; lipid $p<0,001$; moisture $p<0,001$**). The other parameters showed no relationship.

Discussion:

These results align with what has been found in several studies conducted both nationally and internationally.

Conclusion:

We found that the infant flours marketed in Tlemcen city have an unsatisfactory microbiological quality, which expose the health of infants and young children to risk. Regulatory authorities must take action to correct this alarming situation.

Keywords : infant formula, quality analysis, contamination, coliforms, *E. coli*, composition.

الملخص :

مقدمة :

يعد طحين الأطفال من الأطعمة المخصصة للرضع والأطفال الصغار وتستهلك على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم.

المواد والمنهجية :

يهدف تحليل الجودة الفيزيائية-الكيميائية والميكروبيولوجية لطحين الأطفال المروج لها في ولاية تلمسان، تم إجراء دراسة وصفية تجريبية على 15 عينة من الطحين تنتمي إلى 3 علامات تجارية مختلفة.

النتائج :

أظهرت نتائج تحليلنا الفيزيائي-الكيميائي أن معدل الرطوبة المتوسط هو $(2,55 \pm 3,78)$ %، متوسط درجة الحموضة $(0,22 \pm 6,24)$ ، متوسط الحموضة هو $(0,03 \pm 0,06)$ g / $100/H_2SO_4$ ، متوسط معدل الدهون هو $(2,42 \pm 3,53)$ % و متوسط معدل المعادن هو $(0,09 \pm 2,2)$ %g. علاوة على ذلك، أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية أن المعدل المتوسط ل $GAMT$ هو $(227,15 \pm 135,30)$ $g/UFC10^3$ بمعدل عدم التطابق بنسبة 66,7 % مقارنة مع معايير الجودة الجزائرية. المعدل المتوسط لمجموع البكتيريا القولونية هو $(5,5 \pm 3,62)$ $g/UFC10^3$ بمعدل عدم التطابق بنسبة 86,7 %، القولونيات البرازية $(1,03 \pm 0,67)$ $g/UFC10^3$ بمعدل عدم التطابق 86,7 %. تمت ملاحظة الغياب التام لبكتيريا *E. coli* في جميع العينات التي تم تحليلها. بالنسبة لمتوسط العفن والخمائر $(1,61 \pm 1,97)$ $g/UFC10^5$. بالنسبة لاختبار ANOVA أظهر علاقة ذات دلالة إحصائية بين العلامة التجارية والمتغيرات التالية (الحموضة $p=0,003$; الدهون $p>0,001$; الرطوبة $p>0,001$). لم تظهر المتغيرات الأخرى أي علاقة.

المناقشة :

تتوافق هذه النتائج مع ما تم العثور عليه في عدة دراسات أجريت على الصعيدين الوطني والدولي.

الخاتمة :

في الختام، وجدنا أن دقيق الأطفال المستهلك في ولاية تلمسان ذو جودة ميكروبيولوجية غير مرضية مما يشكل خطراً على صحة الرضع والأطفال الصغار. هذا يلزم السلطات التنظيمية بالتحرك لتغيير هذا الوضع المقلق .

الكلمات المفتاحية : دقيق الأطفال، تحليل الجودة، التلوث، القولونيات، *E. coli*، التركيب.

Résumé :

Introduction : Les farines infantiles sont des aliments destinés aux nourrissons et enfants en bas-âge et qui sont largement consommées dans le monde entier.

Matériel et méthode : Dans le but d'analyser la qualité physico-chimique et microbiologique des farines infantiles commercialisées dans la wilaya de Tlemcen, une étude descriptive, transversale et expérimentale a été menée sur 15 échantillons de farines appartenant à 3 marques différentes.

Résultats : Nos résultats d'analyse physico-chimique ont montré que le taux d'humidité moyen est de (3,78±2,55) %, le pH moyen est de (6,24±0,22), l'acidité moyenne est de (0,06±0,03) g H₂SO₄/100g, le taux des lipides moyen (3,53±2,42) g % et le taux des cendres moyen (2,2±0,09) g%. Par ailleurs, l'analyse microbiologique a révélé que le taux moyen de GAMT est de (135,3±227,15).10³ UFC/g avec un taux de non-conformité de 66,7%, le taux moyen des coliformes totaux est de (3,62±5,5).10³ UFC/g avec un taux de non-conformité de 86,7%, les coliformes fécaux (0,67±1,03).10³ UFC/g avec un taux de non-conformité de 86,7%. L'absence totale d'*E. coli* a été constatée dans l'ensemble des échantillons analysés. Pour les levures et moisissures, la moyenne (1,97±1,61).10⁵UFC/g. L'application du test d'ANOVA a montré une relation statistiquement significative entre la marque et les variables suivantes (acidité p=0,003 ; lipide p<0,001 ; humidité p<0,001). Les autres paramètres n'ont pas montré de relation.

Discussion : Ces résultats rejoignent ce qui a été retrouvé dans plusieurs études réalisées sur le plan national et international.

Conclusion : nous avons trouvé que les farines infantiles commercialisées dans la wilaya de Tlemcen sont de qualité microbiologique non satisfaisante ce qui constitue un danger pour la santé des nourrissons et des enfants en bas- âge. Ceci oblige les autorités règlementaires à agir pour corriger cette situation alarmante.

Mots clés : farine infantile, analyse de qualité, contamination, coliformes, *E. coli*, composition.

Abstract:

Introduction: Infant flours are foods destined for infants and young children and are widely consumed around the world.

Materials and methods: In order to analyze the physicochemical and microbiological quality of infant flours marketed in Tlemcen city, a descriptive, cross-sectional, and experimental study was conducted on 15 samples of flour belonging to 3 different brands.

Results: Our results from the physicochemical analysis showed that the average moisture content is (3,78±2,55)% ;the average pH is (6,24±0,22) ; the average acidity is (0,06±0,03) g H₂SO₄/100g, the average lipid content is (3,53±2,42)g%, and the mineral content is (2,2±0,09) g%. Furthermore, the microbiological analysis of our samples revealed that the average rate of the total mesophilic aerobic bacteria is (135,3±227,15) .10³ CFU/g with a non-compliance rate of 66,7%, as well as an average rate of total coliforms of (3,62±5,5).10³ CFU/g with a non-compliance rate of 86,7%. The average rate of fecal coliforms is (0,67±1,03).10³ CFU/g with a non-compliance rate of 86,7%. The complete absence of *E. coli* was observed in all the analyzed samples, with an average rate of yeasts and molds (1,97±1,61). 10⁵ CFU/g. The application of the ANOVA test showed a statistically significant relationship between the brand and the following variables (acidity p=0,003 ; lipid p<0,001; moisture p<0,001). The other parameters showed no relationship.

Discussion: These results align with what has been found in several studies conducted both nationally and internationally.

Conclusion: we found that the infant flours marketed in Tlemcen city have an unsatisfactory microbiological quality, which expose the health of infants and young children to risk. Regulatory authorities must take action to correct this alarming situation.

Keywords : infant formula, quality analysis, contamination, coliforms, *E. coli*, composition.

المخلص :

مقدمة: يعد طحين الأطفال من الأطعمة المخصصة للرضع والأطفال الصغار وتستهلك على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم.

المواد والمنهجية: بهدف تحليل الجودة الفيزيائية-الكيميائية والميكروبيولوجية لطحين الأطفال المروج لها في ولاية تلمسان، تم إجراء دراسة وصفية تجريبية على 15 عينة من الطحين تنتمي إلى 3 علامات تجارية مختلفة .

النتائج: أظهرت نتائج تحليلنا الفيزيائي-الكيميائي أن معدل الرطوبة المتوسط هو (2,55±3,78) %، متوسط درجة الحموضة (0,22±6,24)، متوسط الحموضة هو (0,03±0,06) g 100/H₂SO₄، متوسط معدل الدهون هو (2,42±3,53) % و متوسط معدل المعادن هو (0,09±2,2) g%. علاوة على ذلك، أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية أن المعدل المتوسط ل GAMT هو (135,3±227,15).10³UFC/g بمعدل عدم التطابق بنسبة 66,7 % مقارنة مع معايير الجودة الجزائرية. المعدل المتوسط لمجموع البكتيريا القولونية هو (3,62±5,5).10³UFC/g بمعدل عدم التطابق بنسبة 86,7 %، القولونيات البرازية (1,03±0,67).10³UFC/g بمعدل عدم التطابق 86,7%. تمت ملاحظة الغياب التام لبكتيريا *E. coli* في جميع العينات التي تم تحليلها. بالنسبة لمتوسط العفن والخمائر (1,61±1,97).10⁵UFC/g. بالنسبة لاختبار ANOVA أظهر علاقة ذات دلالة إحصائية بين العلامة التجارية والمتغيرات التالية (الحموضة p=0,003; الدهون p>0,001; الرطوبة p>0,001). لم تظهر المتغيرات الأخرى أي علاقة.

المناقشة: تتوافق هذه النتائج مع ما تم العثور عليه في عدة دراسات أجريت على الصعيدين الوطني والدولي.

الخاتمة: في الختام، وجدنا أن دقيق الأطفال المستهلك في ولاية تلمسان ذو جودة ميكروبيولوجية غير مرضية مما يشكل خطراً على صحة الرضع والأطفال الصغار. هذا يلزم السلطات التنظيمية بالتحرك لتغيير هذا الوضع المقلق .

الكلمات المفتاحية دقيق الأطفال، تحليل الجودة، التلوث، القولونيات، *E. coli*، التركيب.