

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة-الحراش-

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH-ALGER

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de magister en sciences agronomiques

Option : Sciences alimentaires

THEME

*Contribution à l'étude de la fréquence de la malnutrition
protéino-énergétique, l'anémie et l'anémie ferriprive chez de
jeunes enfants âgés de moins de deux ans.*

Présenté par : FEDALA Naziha

Jury:

Dr. MEKIMENE L.Président

Dr.ASSAMI M.K.Directeur de thèse

Dr.BITAM A......Examineur

Dr.AMIALI M......Examineur

Année universitaire 2010-2011

قال الله تعالى : بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"والوالدات يرضعن أولادهن حولين كاملين لمن أراد أن يتم الرضاعة"
صدق الله العظيم (البقرة آية 233)

*" Et les mères, qui veulent donner un allaitement complet, allaiteront
leurs bébés deux ans complets... " (Verset 233 / Sourate 2 ou la Génisse)*

"وَوَصَّيْنَا الْإِنْسَانَ بِوَالِدَيْهِ حَمَلَتْهُ أُمُّهُ وَهَنَا عَلَى وَهْنِ وَفَصَّالَهُ فِي عَامَيْنِ" (لقمان 14)

*" Nous avons commandé à l'homme [la bienfaisance envers] ses père
et mère; sa mère l'a porté [subissant pour lui] peine sur peine : son sevrage a lieu à
deux ans " (Verset 14 / Sourate 31ou Luqman)*

"وَوَصَّيْنَا الْإِنْسَانَ بِوَالِدَيْهِ"

إِحْسَانًا حَمَلَتْهُ أُمُّهُ كَرْهًا وَوَضَعَتْهُ كَرْهًا وَحَمَلَهُ وَفَصَّالَهُ ثَلَاثُونَ شَهْرًا" (الأحقاف 15).

*" Et Nous avons enjoint à l'homme de la bonté envers ses père et mère:
sa mère l'a péniblement porté et en a péniblement accouché et sa gestation et sevrage
durant trente mois... ". (Verset 15 / Sourate 46 ou Al Ahquaf)*

Remerciements

Je tiens à exprimer tout d'abord mes remerciements à mon directeur de recherche, le Docteur Mustapha Kamel ASSAMI, qui s'est toujours montré à l'écoute tout au long de la réalisation de ce travail, pour m'avoir fait bénéficier de son expérience, pour ses conseils sans réserve depuis le début du Magister, pour m'avoir initié avec rigueur et enthousiasme, à la recherche scientifique, et ses grandes qualités humaines.

Mes remerciements s'adressent aussi à Monsieur, MEKIMENE Lakhdar, Maître de conférence, pour ses encouragements, ses conseils judicieux, son aide sur le plan technique et scientifique, le temps et la grande patience dont il a su faire preuve malgré ses charges académiques et professionnelles qu'il a bien voulu me consacrer pour perfectionner ce document et d'avoir bien accepté de présider ce jury.

Ma reconnaissance respectueuse ira à Monsieur, AMIALI Malek, Ph.D, pour m'avoir fait profiter de ses connaissances, ses idées et conseils, pour sa disponibilité, ses grandes qualités humaines, et d'avoir bien accepté de siéger parmi le jury.

Au Docteur BITAM Arezki, pour m'avoir consacré de son précieux temps pour valoriser ce travail, pour ses orientations pertinentes, ses conseils enrichissants, et d'avoir bien accepté de juger ce travail.

À tous les enfants et leurs parents qui ont accepté de participer à l'enquête.

À toute l'équipe médicale pour leur contribution au bon déroulement de ce travail.



Dédicaces

À mes parents, à qui je dois tout ce que je suis. Pour m'avoir soutenue sans relâche tout le long de mes études, pour avoir été toujours présent, pour l'amour que vous m'avez toujours porté.

A mon cher frère Farouk et ma chère sœur Asma, pour votre amour, patience, et encouragement.

À toute ma famille.

À tous ceux qui me sont chers.



© OMI Printing Solutions 2008

Sommaire

Sommaire

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

Partie I : Recherche bibliographique

Chapitre1 : La malnutrition protéino-énergétique.....	4
--	----------

I.2 Définition et causes	3
--------------------------------	---

I.3 Physiopathologie	4
----------------------------	---

I.4 La malnutrition durant l'enfance et ses conséquences à long terme.....	4
--	---

I.4.1 Taille à l'âge adulte	4
-----------------------------------	---

I.4.2 Performances scolaires	4
------------------------------------	---

I.4.3 Niveau de vie	5
---------------------------	---

I.4.4 Poids à la naissance de la génération suivante.....	5
---	---

I.5 Critères anthropométriques et classification	5
--	---

I.5.1 Généralités	5
-------------------------	---

I.5.2 Signification des indices et mesures anthropométriques chez l'enfant	5
--	---

I.5.3 Valeurs normales des indices anthropométriques et classifications	6
---	---

I.6 Stratégies pour l'amélioration de l'alimentation des jeunes enfants.....	7
--	---

Chapitre2 : L'anémie ferriprive	8
--	----------

I.2 Définition	8
----------------------	---

I.2.1 Anémie.....	8
-------------------	---

I.2.2 Carence martiale	8
------------------------------	---

I.2.3 Anémie ferriprive.....	8
------------------------------	---

I.3 Répartition du fer dans l'organisme	8
---	---

I.3.1 Le fer héminique.....	9
-----------------------------	---

I.3.2 Le fer non héminique.....	9
---------------------------------	---

I.4 Métabolisme du fer.....	10
-----------------------------	----

I.5 Aliments riches en fer	11
----------------------------------	----

I.6 Le rôle du fer dans l'organisme	12
I.6.1 Le cerveau et l'insuffisance de fer	12
I.6.2 Développement cognitif et la carence en fer	12
I.7 Stratégie de lutte.....	13
I.7.1 Supplémentation	13
I.7.2 Enrichissement.....	13

Partie II : Matériel et Méthodes

II.1 Lieu et durée de l'étude.....	14
II.2 Critères d'inclusion et d'exclusion	14
II.3 Questionnaire	14
II.4 Mesure anthropométrique	14
II.4.1 Calcul des Z scores.....	15
II.4.2 Calcul de l'indice de masse corporelle de chaque l'enfant	15
II.5 Etude biologique.....	16
II.5.1 Prélèvements sanguins	16
II.5.2 Dosage hématologique	16
II.5.3 Dosage biochimique	17
II.6 Analyse des données	18

Partie III : Résultats et discussion

III.1 Etude descriptive	19
III.1.1 Répartition selon le sexe	19
III.1.2 Répartition selon l'âge	19
III.1.3 Répartition selon l'habitat.....	22
-Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique	23
III.1 Distribution des valeurs du poids et de la taille dans l'échantillon	23
III.2 Distribution des indices Z dans le groupe	24
III.3 Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique selon le sexe.....	27

III.4 Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique selon l'habitat	30
III.5 Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique selon l'âge.....	32
-Prévalence de l'anémie	39
III.1 Distribution des taux d'hémoglobine	39
III.2 Prévalence de l'anémie selon le sexe	41
III.3 Prévalence de l'anémie selon la zone d'habitat.....	43
III.4 Prévalence de l'anémie selon l'âge	44
-Prévalence de la déplétion des réserves de fer.....	49
III.1 Distribution des valeurs de la ferritine	49
III.2 Prévalence de la déplétion selon le sexe.....	50
III.3 Prévalence de la déplétion des réserves de fer selon l'habitat.....	51
III.4 Prévalence de la déplétion des réserves de fer selon l'âge	51
-Prévalence de l'anémie ferriprive.....	54
III.1 Prévalence de l'anémie ferriprive selon le sexe	54
III.2 Prévalence de l'anémie ferriprive selon l'habitat	55
III.3 Prévalence de l'anémie ferriprive selon l'âge	55
Conclusion générale	59
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des symboles et abréviations

Symbole	Désignation
BMI:	Body mass index
Cm :	Centimètre
CRP :	Protéine C réactive
dl:	Décilitre
DSSB :	Direction des Soins de Santé de Base
ESPAGHAN:	Europeen Society of Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition
FAO:	Food and Agriculture Organization
Ft:	Ferritine
g :	Gramme
Hb:	Hémoglobine
IMC:	Indice de masse corporel
INN :	Institut National de Nutrition (Tunisie)
INNTA :	Institut National de Nutrition et de Technologie Alimentaire
Kg :	Kilogramme
MdS :	Ministère de la Santé
MPE:	Malnutrition protéino-énergétique
OMS :	Organisation mondiale de la santé.
P/A :	Poids pour âge
P/T :	Poids pour taille
PED :	Pays en développement
T/A :	Taille pour âge
UNICEF :	Fond des Nations Unies pour l'Enfance
µg :	Microgramme

Liste des figures

Figure 1 : Modèle conceptuel des causes de malnutrition en situation d'urgence	3
Figure 2 : Dosage de l'hémoglobine	16
Figure 3 : Dosage d'un antigène par méthode sandwich (ELISA sandwich)	17
Figure 4: Répartition des enfants en fonction du sexe	19
Figure 5: Distribution des âges de l'ensemble des enfants	20
Figure 6 : Distribution des âges des garçons	20
Figure 7 : Distribution des âges des filles	20
Figure 8 : Répartition des garçons et filles selon l'âge	21
Figure 9: Répartition des garçons et filles en fonction de leur zone d'habitat	22
Figure 10 Distribution des valeurs des poids de l'ensemble du groupe(en Kg)	23
Figure 11 : Distribution des valeurs des longueurs (cm)	23
Figure 12 : Distribution des valeurs de Z scores du poids en fonction l'âge	25
Figure 13 : Distribution des valeurs de Z score de la longueur en fonction l'âge	25
Figure 14: Distribution des valeurs de Z score du poids en fonction la longueur	25
Figure 15: Distribution des valeurs de Z score du BMI en fonction l'âge	26
Figure 16 : Distribution des valeurs de Z scores du poids en fonction l'âge selon le sexe	27
Figure 17 : Distribution des valeurs de Z score de la longueur en fonction l'âge selon le sexe	28
Figure 18: Distribution des valeurs de Z score du poids en fonction la longueur selon le sexe	28
Figure 19: Distribution des valeurs de Z score du BMI en fonction l'âge selon le sexe	29
Figure 20: Répartition des différents types de malnutrition selon le sexe	20
Figure 21: Distribution des valeurs de Z score du poids en fonction de la longueur selon l'habitat	30
Figure 22: Distribution des valeurs de Z score du BMI en fonction de l'âge selon l'habitat	31
Figure 23 : Distribution des valeurs de Z score de la longueur en fonction de l'âge selon l'habitat	31
Figure 24 : Répartition des différents types de malnutrition selon l'habitat	32
Figure 25: Distribution des valeurs de Z score de la longueur en fonction de l'âge selon l'âge	33

Figure 26: Distribution des valeurs de Z score du poids en fonction de la longueur selon l'âge	33
Figure 27: Distribution des valeurs de Z score du BMI en fonction de l'âge selon l'âge	34
Figure 28 : Répartition des différents types de malnutrition selon l'âge	35
Figure 29 : Répartition des taux d'hémoglobine	39
Figure 30: Répartition du taux d'hémoglobine chez les filles (a) et chez les garçons (b)	40
Figure 31: Répartition des enfants en anémiés et non anémiés	
Figure 32: Répartition des filles et garçons en anémiés et non anémiés	41
Figure 33: Répartition des fréquences de l'intensité de l'anémie chez l'ensemble des enfants	42
Figure 34: Répartition des fréquences de l'intensité de l'anémie selon le sexe	42
Figure 35: Répartition des valeurs du taux d'hémoglobine selon le sexe en fonction de leur âge	44
Figure 36 : Répartition des fréquences de l'intensité de l'anémie par âge	45
Figure 37: Distribution des log valeurs de Ft	49
Figure 38: Répartition de l'ensemble en fonction de l'état de leurs réserves de fer	50
Figure 39: Distribution des valeurs du log Ft selon le sexe	50
Figure 40: Distribution des valeurs de Ft en fonction l'âge	51
Figure 41 : Fréquence de l'anémie ferriprive	54
Figure 42 : Fréquence de l'anémie ferriprive selon le sexe	54

Liste des tableaux

Tableau 1 : Seuils utilisés pour déterminer l'état nutritionnel des enfants de moins de 5 ans	7
Tableau 2 : Les différents compartiments du fer dans l'organisme	10
Tableau 3 : Quantité de fer pour 100 g d'un aliment	11
Tableau 4 : Principales caractéristiques des distributions de l'âge (en mois) des trois groupes (l'ensemble des enfants, les garçons, et les filles)	2-1
Tableau 5 : Proportion des filles et des garçons par tranche d'âge	2-1
Tableau 6 : Répartition des filles et des garçons selon l'habitat	2-2
Tableau 7 : Caractéristiques descriptives des distributions du poids et de la taille	2-2
Tableau 8 : Répartition des valeurs des Z scores (P/A, L/A, P/L, PB/A, BMI/A) de l'ensemble des enfants	26
Tableau 9: Principales caractéristiques des distributions du taux d'hémoglobine (en g/dl) de l'ensemble des enfants, des garçons, et des filles	2-2
Tableau 10: Répartition des anémiés et non anémiés par zone d'habitat	43
Tableau 11 : Répartition des fréquences de l'intensité de l'anémie par zone d'habitat	43
Tableau 12 : Répartition des fréquences de l'anémie en classe d'âge de 3 mois	2-3
Tableau 13: Caractéristiques descriptives des valeurs du taux de la ferritine (Ft) et du log Ft	2-3
Tableau 14 : Répartition des nourrissons selon l'état de leurs réserves en fer et leur zone d'habitat	51
Tableau 15 : Répartition des nourrissons selon l'état de leurs réserves en fer par tranche d'âge	2-3
Tableau 16 : Répartition des fréquences de l'anémie ferriprive par zone d'habitat	55
Tableau 17 : Répartition des fréquences de l'anémie ferriprive par selon l'âge	56

Résumé :

La fréquence de la malnutrition protéino-énergétique, de l'anémie, de la carence en fer et de l'anémie ferriprive a été déterminée dans un groupe de 128 enfants âgés de 06 à 24 mois recrutés dans divers P.M.I. de la région de Biskra.

La fréquence de la malnutrition protéino-énergétique déterminée par les paramètres anthropométriques (P/A, L/A, P/L, et BMI/A) est marginale sauf pour l'obésité (18,75%). L'anémie, évaluée par le taux d'hémoglobine, concerne 66,40%. La carence en fer, évaluée par le taux de la ferritine, concerne 56,25%.

44,53% présentent une ferritinémie et un taux d'hémoglobine inférieur aux normes de l'O.M.S (Ft < 12µg/l et Hb < 11g/dl respectivement), ces enfants ont donc atteint le stade de l'anémie ferriprive.

Mots clés : Enfants, Hémoglobine, Ferritine, Anémie, Carence en fer, Anémie ferriprive, Malnutrition protéino-énergétique.

Summary:

The frequency of the protein-energetic malnutrition, anemia, iron deficiency and iron deficiency anemia has been determined in a group of 128 children of 06 to 24 months old recruited in various P.M.I. of Biskra.

The protein-energetic malnutrition frequency, determined by anthropometrics parameters (W/A, L/A, W/L, and BMI/A), is marginal except for obesity (18,75%). Anemia, evaluated by the hemoglobin rate, concern 66,40%. Iron deficiency, evaluated by the ferritine rate, concern 56,25%.

44,53% present ferritinemy and hemoglobin rate low the O.M.S. norms (Ft < 12µg/l and Hb < 11g/dl respectively), these children reached iron deficiency anemia stage.

Key word: Children, Hémoglobine, Ferritine, Anemia, Iron deficiency, Iron deficiency anemia, Protein-energetic malnutrition.

ملخص:

لقد قمنا في هذه الدراسة بقياس نسب : سوء التغذية البروتينية والطاقة، فقر الدم، نقص الحديد، وفقر الدم الناتج عن نقص الحديد، لدى 128 طفلا تتراوح أعمارهم 6 و 24 شهرا في مراكز حماية الطفولة والأمومة التابعة لولاية بسكرة.

كانت نسب سوء التغذية التي تم حسابها باستعمال مؤشرات القياسات الجسمانية (P/A, L/A, P/L, BMI/A) ضئيلة جدًا، ما عدا نسبة السمنة والتي بلغت 18,75%.

بلغت نسبة فقر الدم المعرفة بمستوى الهيموغلوبين في الدم 66,40 بالمائة، أما نسبة نقص الحديد المعرفة بمستوى الفيريتين في الدم فقد بلغت 56,25 بالمائة.

بينما بلغت نسبة الأطفال الذين لديهم نقص في مستوى الهيموغلوبين والفيريتين; (Ft <12µg/l et Hb <11 mg/dl) 44,53% وبالتالي فهذه النسبة من الأطفال تعاني من فقر الدم الناتج عن نقص الحديد.

الكلمات الأساسية: الأطفال، هيموغلوبين، فيريتين، فقر الدم، نقص الحديد، فقر الدم الناتج عن نقص الحديد، نقص التغذية البروتيني الطاقوي.

Introduction générale

Introduction générale

L'importance de la nutrition dans le développement social et économique, notamment en raison de ses conséquences à long terme et de ses effets entre les générations est reconnue. Depuis des siècles, les civilisations savent qu'une bonne santé passe d'abord par une alimentation saine et une activité physique régulière (**WHO**, 2002).

La faim et la sous alimentation demeurent les fléaux auxquels sont confrontés les pauvres du monde. En 2009 ; 1,02 milliard de personnes souffre de la faim dans le monde, ce qui signifie que presque un sixième de l'humanité est victime de sous-alimentation (**FAO**, 2010).

Malgré l'amélioration remarquable des conditions du niveau de vie ces dernières décennies, la pauvreté est toujours considérée comme principale déterminant des problèmes nutritionnels dans les pays en voie de développement.

En ce début de 21^{ème} siècle, la malnutrition du nourrisson reste un problème majeur de santé publique dans plusieurs régions du monde, elle est à l'origine de beaucoup de désordres nutritionnels aussi bien chez les enfants que chez les adultes.

Globalement la malnutrition est la cause sous-jacente de 3,5 millions de décès chez les enfants de moins de 5 ans (**Black**, 2008 ; **Black**, 2003). Ceux qui survivent souffrent de conséquences néfastes sur leur développement moteur (**Victora**, 2008 ; **Pollitt**, 1991) et intellectuel (**Victora**, 2008 ; **Kuklina**, 2006 ; **Whaley**, 2003). Selon les dernières estimations (**Black**, 2008) 178 millions d'enfants de moins de 5 ans, soit environ un enfant sur trois dans les pays en développement (PED), sont touchés par le retard de croissance.

Les carences en micronutriments sont assez répandues dans les populations les plus défavorisées et accompagnent généralement la malnutrition protéino-énergétique. Selon l'OMS l'anémie est le problème de santé publique le plus fréquent dans le monde, elle touche tous les groupes d'âge (**Hall et al.**, 2001 ; **Paddle**, 2002 ; **OMS/UNICEF**, 2004).

L'Algérie n'échappe pas de cette situation, elle est sous l'emprise des problèmes de déficiences nutritionnelles dus, entre autres aux changements des styles de vie et des habitudes alimentaires, il n'existe pas d'études représentatives permettant d'estimer la prévalence de la malnutrition protéino-énergétique, de l'anémie, la carence en fer et de l'anémie ferriprive sur la base des seuils proposés par les divers organismes internationaux.

C'est dans ce contexte que s'insère notre travail dont les objectifs sont les suivants :

- L'analyse quantitative et qualitative des données anthropométriques d'un groupe d'enfants de 6-24 mois de la région des Zibans.
- L'évaluation de la prévalence de l'anémie, la carence en fer et de l'anémie ferriprive en fonction du sexe, de l'habitat et de l'âge.

Ce travail sera présenté en trois parties :

- La première partie est consacrée aux données générales de la littérature sur la MPE, l'anémie, la carence en fer et l'anémie ferriprive.
- La seconde présente les méthodes et techniques utilisées dans notre étude.
- La troisième partie concerne les résultats que nous avons obtenus et leurs discussions.

*Partie I : Etude
bibliographique*

Chapitre 1 :
La malnutrition
protéino-énergétique

I.2 Définition et causes

La malnutrition est la conséquence d'une alimentation mal équilibrée c'est-à-dire d'apports insuffisants en éléments nutritifs essentiels mais peut être aussi la conséquence d'un désordre métabolique. Elle se met en place progressivement suite à une carence en micronutriments puis véritablement par une dénutrition protéino-énergétique (**Bonnaire-Petrover, 2009**).

Les causes de la malnutrition sont complexes allant des causes directes à des causes indirectes (**Bounie, 2008 ; Latham, 2001**) (figure 1). Les causes sous-jacentes regroupent celles liées à l'insécurité alimentaire dans les ménages, aux mauvaises pratiques des parents au niveau des soins à donner aux enfants et souvent à l'insuffisance des soins de santé et aux mauvaises conditions hygiéniques et environnementales.

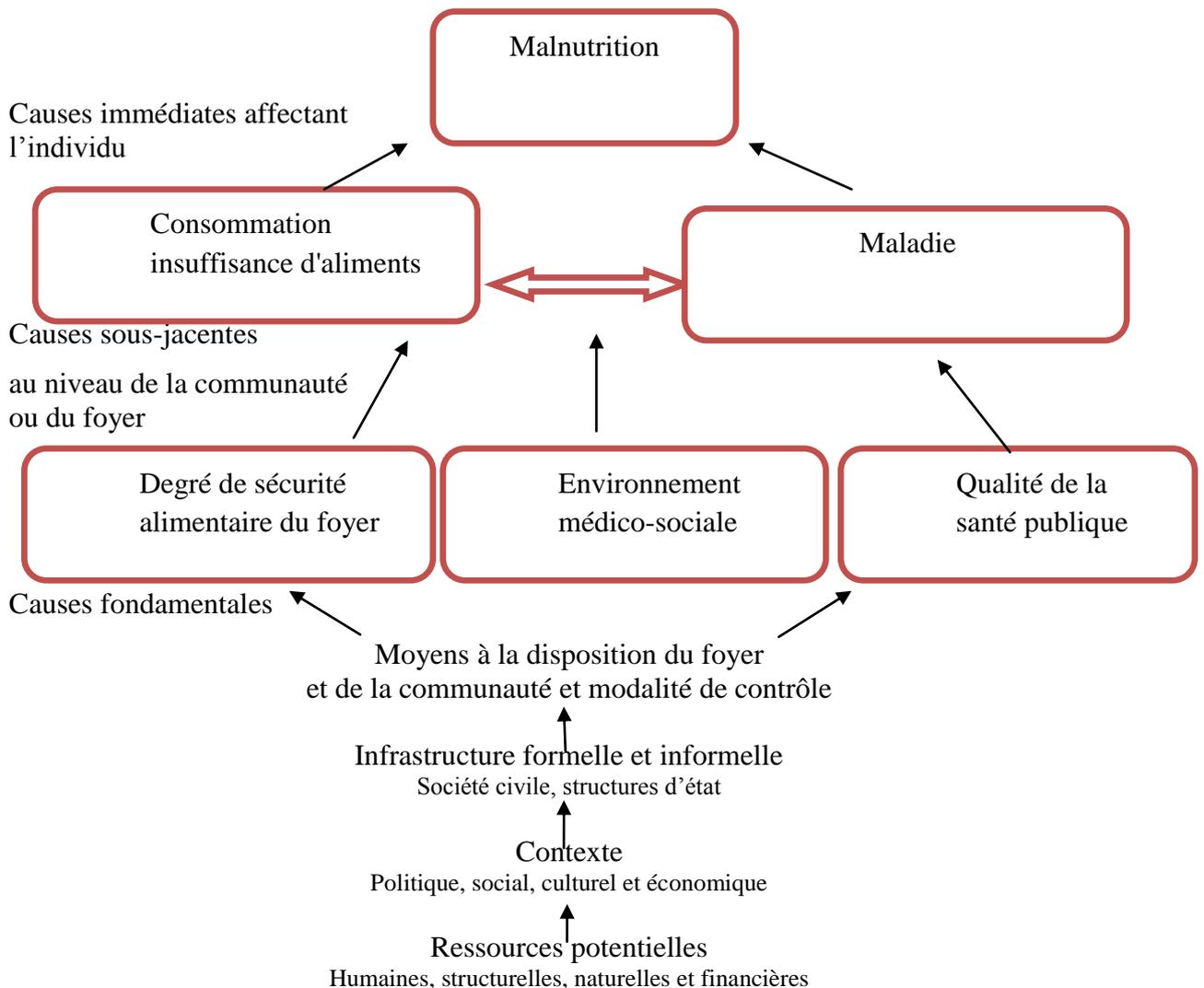


Figure 1 : Modèle conceptuel des causes de malnutrition en situation d'urgence (**Oxfam, 1997**).

I.3 Physiopathologie

Une carence énergétique et protéique entraîne la mobilisation et l'utilisation des réserves de l'organisme pour couvrir les dépenses énergétiques et assurer les synthèses protéiques prioritaires. Toute agression qui augmente la dépense énergétique de repos en cas de carence énergétique conduit au détournement du métabolisme protéique. Ceci entraîne une altération de la croissance pondérale (reflet de la masse grasseuse) ensuite staturale (reflet de la masse cellulaire active) (**Colomb**, 2004).

Il s'établit un cercle associant une redistribution de la masse corporelle par un déficit des masses musculaires et grasseuses, une augmentation de l'eau totale et du capital sodé, une diminution du capital potassique ainsi qu'une diminution du renouvellement de la synthèse des protéines. Ces mécanismes permettent une épargne de la dépense d'énergie mais comportent des conséquences nocives sur la synthèse de l'albumine, la synthèse enzymatique et le potentiel immunitaire (**Abély**, 2005).

I.4 La malnutrition durant l'enfance et ses conséquences à long terme

Une étude (**Shrimpton**, 2001) regroupant des données issues de 39 pays en développement montre que le retard de croissance s'installe dès la naissance et que les jeunes enfants accumulent ce retard jusqu'à environ l'âge de 2 ans.

I.4.1 Taille à l'âge adulte

Les individus qui naissent et demeurent dans un environnement défavorable à leur croissance ont tendance à devenir des adultes de petite taille (**Sachdev et al.**, 2005 ; **Dewey**, 2001). Si ce retard de croissance n'est pas comblé au cours des 2 premières années de la vie, il existe peu de chances qu'il puisse être compensé par la suite et cela même si les conditions de vie s'améliorent radicalement (**Victora et al.**, 2008).

I.4.2 Performances scolaires

Les quelques études longitudinales ayant suivi les sujets de l'enfance à l'âge adulte dans les PED montrent qu'il existe un lien entre le retard de croissance durant l'enfance et les performances scolaires et intellectuelles à des âges plus tardifs (**Victora et al.**, 2008). Le retard de croissance à 2 ans est associé à des taux de redoublement et d'abandons avant le niveau primaire ou secondaire (**Conlisk et al.**, 2004 ; **Li et al.**, 2003).

I.4.3 Niveau de vie

Il est reconnu que la prévention de la malnutrition lors de l'enfance est une stratégie très efficace pour augmenter la capacité productive des individus et par conséquent le niveau de productivité dans un pays, facilitant ainsi son progrès économique (**McGregor et al.** , 2007 ; **Alderman et al.**, 2006).

I.4.4 Poids à la naissance de la génération suivante

Les filles touchées par la malnutrition deviennent des femmes de petite taille et ont donc tendance à donner naissance à des nouveau-nés de petite taille et de poids inférieur à 2500 g (petit poids à la naissance) alimentant ainsi ce cercle. Dans les PED, le petit poids à la naissance touche environ 11% des nouveau-nés chaque année (**Black et al.**, 2008).

I.5 Critères anthropométriques et classification

I.5.1 Généralités

Les mesures anthropométriques permettent de suivre les changements des dimensions du corps (la taille « longueur », le poids, le périmètre brachial et crânien) et d'estimer l'état nutritionnel à partir de standards de croissance de l'enfant.

Les indices couramment utilisés pour suivre l'état nutritionnel de l'enfant sont le poids pour âge, la taille ou longueur pour âge, le poids pour taille ou pour longueur et l'indice de masse corporelle. D'autres mesures et indices existent et chacune a ses propres indications et applications (**Cogill**, 2003 ; **WHO**, 1995a ; **Maire**, 1991).

I.5.2 Signification des indices et mesures anthropométriques chez l'enfant

I.5.2.1 Poids pour âge (Z P/A)

Un faible indice poids pour âge permet de cerner l'insuffisance pondérale. Il a pour avantage de refléter à la fois la sous-alimentation passée (chronique) et/ou présente (aiguë).

Les enfants dont le poids pour âge se situe à moins de deux écarts type en dessous de la médiane de la population de référence sont considérés comme souffrant d'insuffisance pondérale, ceux se situant à moins de trois écarts type sont considérés comme souffrant d'insuffisance pondérale sévère (**El hioui**, 2008).

I.5.2.2 Taille pour âge (Z T/A)

Un faible indice taille ou longueur pour âge signale une malnutrition chronique. Cet indice permet de cerner le retard de croissance staturale ou rabougrissement.

Un enfant qui a une taille insuffisante pour son âge peut, cependant, avoir un poids en correspondance avec sa taille réelle; pour cette raison, cette forme de malnutrition n'est pas toujours visible dans une population (**El hioui**, 2008).

I.5.2.3 Poids pour taille (Z P/T)

Un faible poids pour taille ou pour longueur permet d'identifier les enfants souffrant d'émaciation qui est une malnutrition actuelle ou aiguë. Cet indice reflète la situation nutritionnelle actuelle (au moment de l'enquête).

Ce type de malnutrition est la conséquence d'une alimentation insuffisante durant la période ayant précédée l'observation ou d'une perte de poids consécutive à une maladie (diarrhée sévère ou anorexie, par exemple) (**El hioui**, 2008).

I.5.2.4 Body Mass Index ou Indice de masse corporelle (BMI)

L'indice de masse corporelle (IMC) ou indice de Quételet ou Body Mass Index (BMI), est une mesure simple du poids par rapport à la taille. Il correspond au poids divisé par le carré de la taille, exprimé en kg/m².

Le surpoids est défini par l'OMS comme un IMC supérieur ou égal à 25 et l'obésité comme un IMC égal ou supérieur à 30.

Le surpoids et l'obésité se définissent comme une accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui peut nuire à la santé.

I.5.3 Valeurs normales des indices anthropométriques et classifications

Les indices calculés sont interprétés par rapport aux valeurs de références nationales ou internationales (tableau 1).

Ces références doivent refléter la croissance d'une personne normale dans des conditions environnementales optimales et sont appliquées à toute personne, sans tenir compte de l'origine géographique, de l'ethnicité, du statut socio-économique et du type d'alimentation afin de déterminer le niveau de sévérité de la malnutrition de l'enfant (**WHO**, 2006 ; **Bruce**, 2003 ; **Maire**, 1991).

Tableau 1 : Seuils utilisés pour déterminer l'état nutritionnel des enfants de moins de 5 ans (Ngirabega, 2010).

Forme de malnutrition	Niveau de sévérité	Seuils
Émaciation	Malnutrition aiguë sévère	Indice de PPT < -3 Z-score % de la médiane du PPT < 70% Et/ou présence d'œdème bilatéral.
	Malnutrition aiguë modérée	-3 Z-score ≤ Indice de PPT < -2 Z-score 70% ≤ % de la médiane du PPT < 80%
	Absence de malnutrition aiguë	Indice de PPT ≥ -2 Z-score % de la médiane du PPT ≥ 80%
Retard de croissance staturale	Retard de croissance sévère	Indice de TPA < -3 Z-score % de la médiane de la TPA < 85%
	Retard de croissance modéré	-3 Z-score ≤ Indice de TPA < -2 Z-score 85% ≤ % de la médiane de la TPA < 90%
	Absence de retard de croissance	Indice de TPA ≥ -2 Z-score % de la médiane de la TPA ≥ 90%
Insuffisance pondérale	Insuffisance pondérale sévère	Indice de PPA < -3 Z-score % de la médiane du PPA < 70%
	Insuffisance pondérale modérée	-3 Z-score ≤ Indice de PPA < -2 Z-score 70% ≤ % de la médiane du PPA < 80%
	Absence d'insuffisance pondérale	Indice de PPA ≥ -2 Z-score % de la médiane du PPA ≥ 80%

I.6 Stratégies pour l'amélioration de l'alimentation des jeunes enfants

Mettre à disposition des populations des aliments de complément au lait maternel accessibles à tous qui signifie, d'une part, des prix de vente adaptés au pouvoir d'achat de toutes les familles, même les plus démunies, et d'autre part, une disponibilité régulière et large sur le marché local. Améliorer les connaissances nutritionnelles des mères, notamment aux niveaux des pratiques d'allaitement à la naissance, du calendrier de sevrage.

Sensibiliser les personnes en charge d'enfants de moins de deux ans à l'importance d'une alimentation équilibrée sur la santé et la croissance de l'enfant (Monvois *et al.*, 2003).

*Chapitre 2 : L'anémie
ferriprive*

I.2 Définition

I.2.1 Anémie

L'anémie du privatif an- et du grec ancien haimos, « sang » est une anomalie de l'hémogramme caractérisée par une diminution de la concentration en hémoglobine intra-érythrocytaire. Ce déficit entraîne une altération du transport de l'oxygène par le sang, responsable de la symptomatologie clinique (**Piednoir**, 2009).

L'anémie est définie lorsque la concentration d'hémoglobine est inférieure au seuil limite établi, tel qu'il est défini par l'Organisation Mondiale de la Santé. Ce seuil se situe dans une fourchette allant de 11g/dl pour les femmes enceintes et pour les enfants de 6 mois à 5 ans, à 12 g/dl pour les femmes non enceintes et à 13 g/dl pour les hommes (**OMS**, 2001).

I.2.2 Carence martiale

La carence martiale est définie par une ferritinémie < 12 µg/l. La ferritinémie est le premier élément qui diminue en cas de carence et le dernier qui se corrige suite à un traitement (**OMS**, 2001).

Certains auteurs suggèrent d'autres ferritinémie <10µg/l (**Male et al.**, 2001) ; ou bien ferritinémie, capacité de saturation de la transferrine, et les récepteurs de la transferrine (**Schneider et al.**, 2005).

I.2.3 Anémie ferriprive

L'anémie ferriprive est la troisième forme de carence en fer et c'est la plus grave. Cette anémie provient de réserves insuffisantes de fer pour la synthèse de l'hémoglobine, d'où des taux d'hémoglobine en dessous des valeurs limites fixées. Le diagnostic de l'anémie ferriprive est établi à l'aide de mesures de la carence en fer et des taux d'hémoglobine (**Nestel et al.**, 2003).

I.3 Répartition du fer dans l'organisme

Le fer se répartit entre plusieurs compartiments (fonctionnel, de transport, de réserve) sous deux formes : le fer héminique et le fer non héminique (**Broglia**, 2010). Le fer sous forme héminique est plus assimilable, son assimilation avoisine 25%. Quant au fer non héminique, il est absorbé à seulement 5%.

I.3.1 Le fer héminique

Il est retrouvé dans le compartiment fonctionnel. C'est le plus important, il représente 65% du fer de l'organisme et entre dans la composition de plusieurs protéines :

- **L'hémoglobine (Hb)** : molécule à 4 chaînes protéiques (2 alpha et 2 bêta) liées chacune à une molécule d'hème, renfermant un atome de fer. Il y a en tout environ 3 g de Fer dans l'hémoglobine totale d'un homme d'environ 70 kg.

- **La myoglobine** : est une protéine musculaire qui s'associe à une molécule d'hème. Elle sert au transport de l'oxygène et à sa mise en réserve dans les muscles et le restituer aux mitochondries (Lepporrier, 1999). Il y a en tout environ 0,3g de fer porté par la myoglobine.

- **De nombreuses enzymes cellulaires** : qui interviennent dans le métabolisme oxydatif. Toutes ces enzymes représentent aproximativement 0,3g de fer.

I.3.2 Le fer non héminique

Il existe sous plusieurs formes : forme de réserve et de transport.

A- Formes de réserves : Elles représentent 25% du fer total soit environ 1g (Lederer, 1988). Le fer est localisé dans le système réticulo-endothélial, c'est-à-dire dans le foie, la rate, la moelle osseuse et les muscles squelettiques.

- **La ferritine ou apoferritine** : Protéine fixant le fer, rapidement mobilisable, soluble, c'est une des principales réserves en fer de l'organisme. Sa synthèse augmente quand la quantité de fer dans le compartiment circulant augmente (Atul et al., 2003).

- **L'hémosidérine** : C'est une forme dénaturée de la ferritine, insoluble, elle contient une quantité plus importante de fer mais elle est plus difficilement mobilisable.

B- Formes de transport :

- **La transferrine** : C'est le compartiment de transfert entre le compartiment fonctionnel et le compartiment de réserve. Elle représente environ 0,1% du fer total soit 4mg. Elle transporte le fer sérique (Fe 3+) aux cellules (Atul et al., 2003).

- **La ferritine plasmatique**: Forme modifiée de la ferritine tissulaire. Elle est dosée au laboratoire pour avoir une idée des réserves.

La quantité de fer dans l'organisme est de 40 mg à 50 mg de fer par kilogramme, ce qui représente 3 à 4 g chez un adulte (**Dreyfus, 1992**) (Tableau 2). Chez les enfants âgés de 6 à 11 mois, l'apports recommandés en fer est de 9,3 mg/j , il est de 5,8 mg/j pour ceux âgés de 12-23 mois (**WHO, 2002**).

Tableau 2 : Les différents compartiments du fer dans l'organisme (d'après **Broglia, 2010**).

Type de fer		Concentration en mg de fer par Kg	
		Homme	Femme
Fonctionnel	Hémoglobine	31	28
	Myoglobine	5	4
	Enzymes héminiques	1	1
	Enzymes non héminiques	1	1
Transport	Transferrine	0,2	0,2
Réserve	Ferritine	8	4
	Hémosidérine	4	2
Total		50	40

I.4 Métabolisme du fer

Le fer apporté par l'alimentation se présente à l'étage gastrique sous forme ferrique (Fe^{3+}) ou d'hème.

Le fer sous sa forme ferreux (Fe^{2+}) est soluble, pouvant traverser les membranes cellulaires; la seconde forme (Fe^{3+}) est insoluble mais peu être transportée dans le sang sous forme liée à la transferrine. De ce fait, le métabolisme du fer est finement régulé. Il passe par les mécanismes régulant son absorption digestive et par le recyclage du fer héminique par les macrophages (**Piednoir, 2009**).

Le fer est éliminé par différentes voies : digestive, cutanée, urinaire et biliaire. Cependant, les pertes quotidiennes de fer sont très faibles de l'ordre de 1 mg à 2 mg par jour. Elles compensent exactement la quantité de fer absorbée. Le métabolisme du fer s'effectue en un véritable circuit fermé, le recyclage étant la principale source de fer (Allais, 2011).

I.5 Aliments riches en fer

L'alimentation joue un rôle important dans l'apport de fer. Certains aliments sont plus riches en fer que d'autres (Tableau 3). Seule une fraction du fer consommé est réellement absorbée (Allais, 2011).

Tableau 3 : Quantité de fer pour 100 g d'un aliment (Allais, 2011).

Aliments	Pour 100g
Foie	10 à 30 mg
Viandes rouges	2 à 4 mg
Viandes blanches	1 à 2 mg
Œufs	3 mg
Fruits secs	5 à 7 mg
Légumineuses (fèves, lentilles, pois chiche)	6 à 8 mg
Légumes à feuillage vert (légumes verts, persil, brocolis, épinards)	2 à 8 mg
Céréales à grains entiers (grains de sésame, farine de blé complète, biscottes complètes)	5 à 6 mg

I.6 Le rôle du fer dans l'organisme

Bien que présent en très faibles quantités dans l'organisme (0,005 % du poids corporel), le fer joue un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions biologiques (**Yip**, 2000 ; **Walter et al.**, 1997).

Il intervient dans la constitution de l'hémoglobine (protéine respiratoire des globules rouges qui assure les échanges gazeux avec le milieu extérieur), de la myoglobine (forme de réserve de l'oxygène du muscle) et d'enzymes jouant un rôle capital dans de nombreuses réactions métaboliques.

Le fer participe dans l'organisme à des processus biochimiques aussi importants que le transport des électrons au niveau mitochondrial, le métabolisme des catécholamines, la synthèse de l'ADN.

I.6.1 Le cerveau et l'insuffisance de fer

Le fer est l'oligoélément le plus présent dans le cerveau. Il participe au métabolisme neuronal et de ce fait il influence les fonctions cognitives et comportementales. Le tissu cérébral est riche en fer, avec des concentrations qui diffèrent selon la région du cerveau et le stade du développement (**Youdin**, 2000).

Parmi les nombreux effets biologiques du fer, son rôle dans le fonctionnement neuronal et le développement du cerveau est essentiel (**Beard**, 2001).

I.6.2 Développement cognitif et la carence en fer

Pour situer le rôle du fer dans le fonctionnement cognitif, il faut d'abord rappeler le niveau de son stock dans l'organisme à la naissance qui est de 250 mg environ à terme. Ce stock évolue aux cours des trois premières années de la vie puisqu'il passe à 900 mg à 3 ans. Rappelons enfin que le cerveau est un organe riche en fer et que le cortex ou l'hippocampe, importants dans le développement cognitif, sont très sensibles à un déficit en fer. Selon **Sungthong**, la fonction cognitive (IQ, langage et mathématique) est corrélée au taux d'hémoglobine quand la ferritine est normale (**Sungthong et al**, 2002).

I.7 Stratégie de lutte

Les programmes à mettre en œuvre pour contrôler les carences en micronutriments doivent intégrer différentes approches comme la supplémentation, les approches alimentaires telles que la diversification alimentaire et l'enrichissement d'aliments, et des mesures globales de santé publique et de contrôle des infections et pathologies (**Berger et al.**, 2002) .

I.7.1 Supplémentation

I.7.1.1 Supplémentation thérapeutique

Lorsque l'anémie, notamment l'anémie ferriprive, est très répandue, fournir des suppléments thérapeutiques est la seule façon d'améliorer la situation dans un délai raisonnable. La supplémentation est la seule solution possible, notamment pour les femmes enceintes chez qui il faut amener le taux d'hémoglobine à un niveau suffisant avant l'accouchement.

I.7.1.2 Supplémentation préventive

Lorsque les anémies sont moins répandues et moins grave des nutriments sont ajoutés à la ration alimentaire (en quantité moins grandes que pour le traitement de populations anémiques) afin de constituer des réserves corporelles et d'éviter l'anémie lorsque l'organisme sera sollicité.

I.7.2 Enrichissement

Le sulfate de fer a principalement été utilisé dans les aliments lactés pour nourrissons; le fumarate de fer est parfois utilisé pour enrichir les farines de céréales (**Hertrampf**, 2002; **García-Casal**. 2002). Le choix d'un "bon" composé en fer ne suffit pas à lui assurer une bonne absorption. La biodisponibilité du fer peut également être améliorée dans les aliments «véhicules» en diminuant l'effet des inhibiteurs notamment de l'acide phytique.

Des enquêtes alimentaires sont nécessaires afin de définir les aliments qui sont consommés régulièrement et en quantité suffisante par les populations cibles. Il est notamment judicieux de disposer de données de consommation d'aliments susceptibles d'être enrichis par les groupes les plus à risques comme les enfants de moins de 5 ans et les femmes en âge de procréer, enceintes ou non. Le prix de l'aliment enrichi est un élément important à considérer notamment lorsqu'il est destiné aux populations les plus défavorisées.

Partie II :
Matériel et Méthodes

Notre étude a été réalisée à Biskra, elle porte sur 128 enfants âgés de 6 à 24 mois, recrutés aux niveaux des centres de santé. L'échantillon dit tout venant ou occasionnel.

II.1 Lieu et durée de l'étude

L'étude a été réalisée en Novembre 2010 dans la région des Zibans, dans la région de Biskra.

II.2 Critères d'inclusion et d'exclusion

Après, examen clinique, mesure de poids et de la taille, tout enfant présentant une infection ou une inflammation infra-clinique décelée biologiquement est exclue. Tous les enfants en bonne santé apparente ont été inclus dans l'étude.

II.3 Questionnaire

Un questionnaire a été élaboré, pour le recueil des informations (Annexe 1). Il faut obtenir le consentement des participants avant de prendre les mensurations. Le caractère confidentiel de l'information collectée doit être garanti et maintenu. Les différentes sections sont résumées comme suit:

Section1 : identification du nourrisson et le lieu de recrutement ;

Section2 : Les antécédents médicaux et chirurgicaux du nourrisson ;

Section3 : Les données anthropométriques.

II.4 Mesure anthropométrique

Tout enfant inclus lors de la phase de recrutement à été pesé et sa taille ou sa longueur à été mesurée également. Le test de normalisation de la balance a été effectué dans le but de vérifier l'état de fonctionnement du matériel pour obtenir les mêmes performances lors de l'enquête.

- **Le poids**

L'enfant a été pesé pied nu à l'aide d'un pèse bébé de 16 Kg de porté et dont la précision est de 5 g.

- **la taille (ou longueur)**

A été mesurée en position couchée sur une table sur laquelle est fixée un mètre ruban graduée en cm (précision 0,5 cm).

II.4.1 Calcul des Z scores

Les indices ou Z scores (taille/âge (T/A), poids/taille (P/T), poids/âge (P/A) et BMI/Âge ont été calculés selon la formule suivante (système LMS).

$$Z = \frac{\left[\left(\frac{X}{M} \right)^L \right] - 1}{LS}$$

Les valeurs de M, L et S sont données par des tables de l'OMS (**OMS**, 1995b). Elles correspondent à :

M : moyenne (ou Médiane) du Z score de la population de référence de l'OMS.

S : écart type autour de la Moyenne du Z score de la population de référence.

L : facteur de correction.

X = valeur de la mesure effectuée sur l'enfant.

II.4.2 Calcul de l'indice de masse corporelle de chaque l'enfant

A partir du poids et de la taille de chaque enfant, l'Indice de sa Masse Corporelle (IMC) est calculé.

$$BMI = \frac{Poids (kg)}{Taille^2 (m)^2}$$

II.5 Etude biologique

II.5.1 Prélèvements sanguins

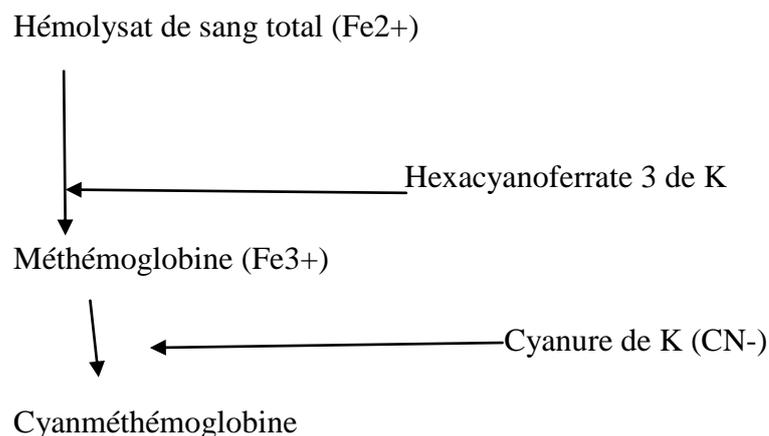
Pour chaque enfant, 5 ml du sang veineux sont prélevés par ponction veineuse au niveau du pli du coude. Les prélèvements sont ensuite réparti dans 2 tubes, l'un contenant de l'EDTA, pour le dosage de l'hémoglobine, et l'autre sans anticoagulant (tube sec), pour le dosage de la ferritine.

Les tubes contenant du sang prélevé sur EDTA sont envoyés pour le dosage de l'hémoglobine à l'aide d'un automate. Par contre, les tubes secs, après un repos de 5 à 6 heures à la température ambiante, sont centrifugés à 3000 tours par minutes pendant 3 minutes. Le sérum obtenu est ensuite conservé à -20°C pour effectuer le dosage ultérieur de la ferritine.

II.5.2 Dosage hématologique

II.5.2.1 Principe du dosage de l'Hémoglobine

Après lyse des globules rouges par une solution dite de Drabkin, l'hémoglobine est transformée en cyanméthémoglobine sous l'action d'une solution d'hexacyanoferrate 3 de potassium et de cyanure de potassium, contenus dans le réactif de Drabkin (figure 2).



La cyanméthémoglobine, stable et soluble, est dosé colorimétriquement à 540 nm.

Figure 2 : Dosage de l'hémoglobine.

II.5.3 Dosage biochimique

II.5.3.1 Principe du dosage de la ferritine sérique Technique ELISA (Enzyme Linked Immunosorbent Assay)

La ferritine est une protéine de stockage du fer, qui est surtout présente à l'intérieur des cellules. Elle ne fait que transiter dans la circulation sanguine. Elle permet de réguler l'absorption intestinale du fer en fonction des besoins. Son dosage permet d'apprécier les réserves en fer de l'organisme, il permet aussi de dépister très précocement une carence en fer et à l'opposé d'apprécier l'efficacité d'un traitement d'anémie par carence en fer (**Caquet**, 2001).

Le dosage de la ferritine se fait selon une technique immunologique utilisant des anticorps antiferritine humaine (antigène). La totalité de la ferritine à doser est prise en "sandwich" (méthode sandwich) entre les deux anticorps. L'un est fixé à une paroi solide (tubes ou microcupules). Sur l'autre est fixé de la peroxydase (anticorps marqué) (figure 3).

Après lavage pour enlever l'excès d'anticorps marqué non fixé et après addition d'eau oxygénée, l'intensité de la couleur qui se développe dans la solution est mesurée par spectrométrie.

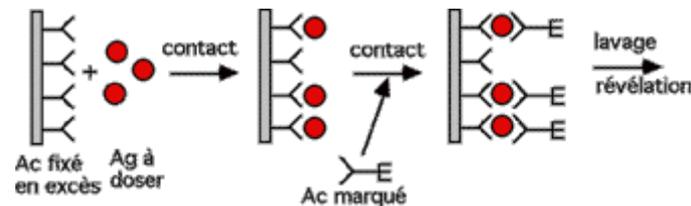


Figure 3 : Dosage d'un antigène par méthode sandwich (ELISA sandwich).

II.5.3.2 Principe du dosage de la Protéine C réactive (CRP)

C'est une protéine sécrétée par des cellules du foie, elle a pour rôle de mobiliser les défenses immunitaires de l'organisme, avec des mécanismes encore mal connus. Il s'agit d'une glycoprotéine qui reflète l'inflammation aiguë, elle s'élève très rapidement et est, de ce fait, un marqueur précoce de la réaction inflammatoire.

Sa demi-vie est de 6 à 8 heures. C'est une protéine de l'inflammation dont la concentration, en cas d'infection, peut augmenter d'un facteur de 100 en 24 heures. Elle s'élève dès la 6ème heure de l'inflammation.

En moyenne, elle est franchement pathologique 24 heures après le début de l'inflammation et se normalise rapidement après sa disparition (de 7 à 14 jours). Le retour de la CRP à une valeur usuelle permet de juger de l'efficacité du traitement.

Les particules de CRP-Latex sont recouvertes d'anticorps anti-CRP humaine. Le réactif CRP-Latex est standardisé pour détecter des taux de CRP dans le sérum aux environs de 6mg/L, taux considéré comme étant la plus petite concentration ayant une signification clinique. Le mélange du réactif latex avec le sérum contenant la CRP conduit à une réaction antigène-anticorps qui se traduit par une agglutination facilement visible dans les deux minutes. La présence ou l'absence d'agglutination visible indique la présence ou l'absence de CRP dans le spécimen.

II.6 Analyse des données

La saisie des données anthropométriques et la vérification de leur qualité sont effectuées sur le terrain et quotidiennement par les superviseurs des équipes. Les différents indices anthropométriques sont calculés par la suite grâce aux tables de l'OMS.

Le programme informatique utilisé pour la saisie des données anthropométriques et biochimiques est l'Excel, le traitement statistique s'est fait grâce au logiciel STATISTICA, version 6. Signalons une revérification lors de la saisie est appliquée, et ce pour éviter les erreurs de traitement des données. Le test de Kolmogorov Smirnov et du Chi2 sont utilisés pour l'analyse des distributions avec un seuil de signification $p < 0,05$. Si la valeur de la probabilité obtenue est supérieure au seuil de 0,05 (5 %). Il n'existe pas de différence significative entre la distribution uniforme et la distribution observée.

Partie III :
Résultats et discussion

III.1 Etude descriptive

III.1.1 Répartition selon le sexe

L'échantillon comprend 128 nourrissons, répartis comme suit : 77 garçons et 51 filles (figure 4). Il n'existe pas de différence significative entre la proportion des filles (39,84%) et celle des garçons (60,15 %) ($p=0,69$).

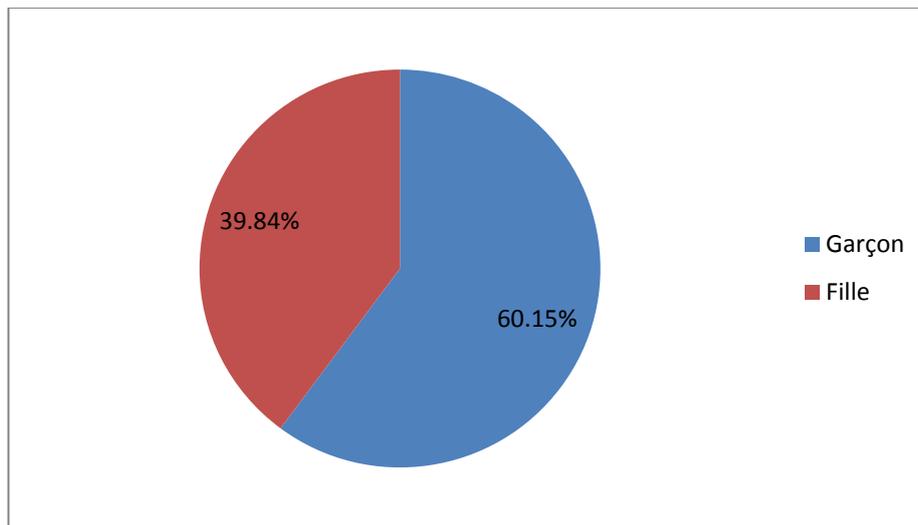


Figure 4: Répartition des enfants en fonction du sexe.

III.1.2 Répartition selon l'âge

Les distributions de l'âge des filles, des garçons et de l'ensemble sont significativement différentes d'une distribution normale ($p<0.05$). Les graphiques numéros 5, 6, 7 représentent respectivement la distribution de l'âge (exprimées en mois) pour l'ensemble des nourrissons, des garçons et des filles. Rappelons que la distribution représente la répartition de nos effectifs.

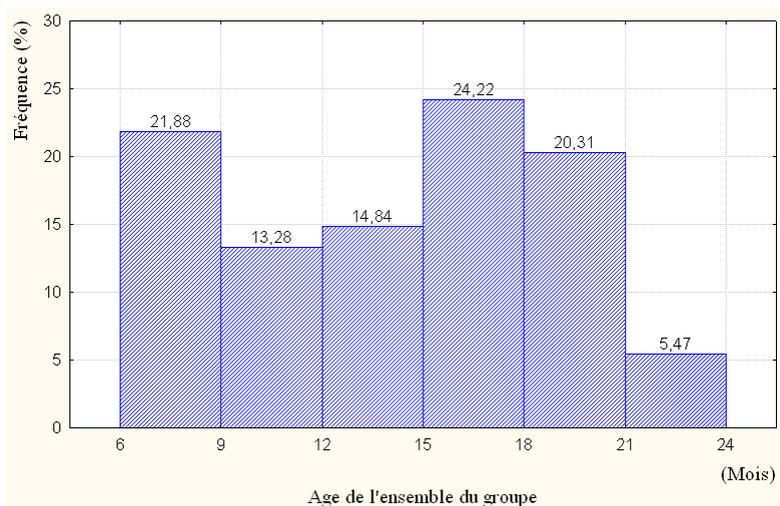


Figure 5: Distribution des âges de l'ensemble des enfants.

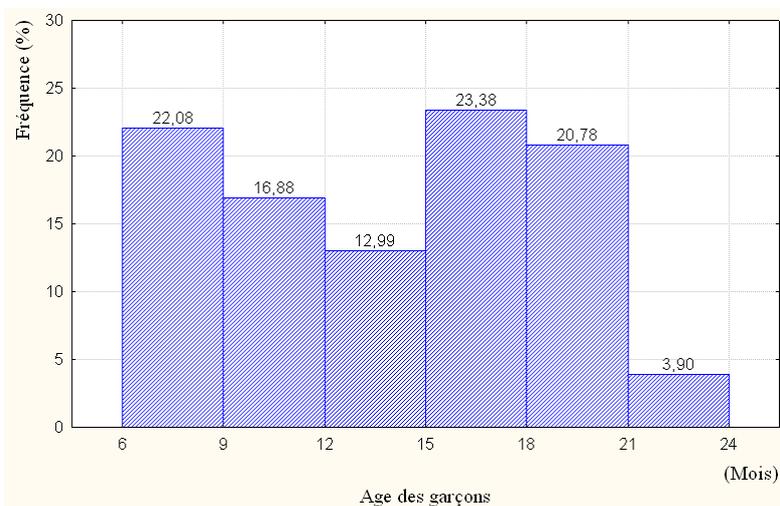


Figure 6 : Distribution des âges des garçons.



Figure 7 : Distribution des âges des filles.

Les principales caractéristiques statistiques de ces 3 distributions sont résumées dans le tableau 4 (Annexe 2). L'âge moyen de l'ensemble des enfants est $14,46 \pm 4,95$ mois, celui des garçons est de $14,06 \pm 4,90$ mois et celui des filles est de $15,07 \pm 5,02$ mois. Il n'y a pas de différence significative entre l'âge moyen des filles et celui des garçons $p > 0,05$.

La répartition des filles et des garçons par classes d'âge de 3 mois est représentée sur la figure 8. Les codes 1, 2, 3, 4, 5, 6, représentent les différentes catégories d'âge.

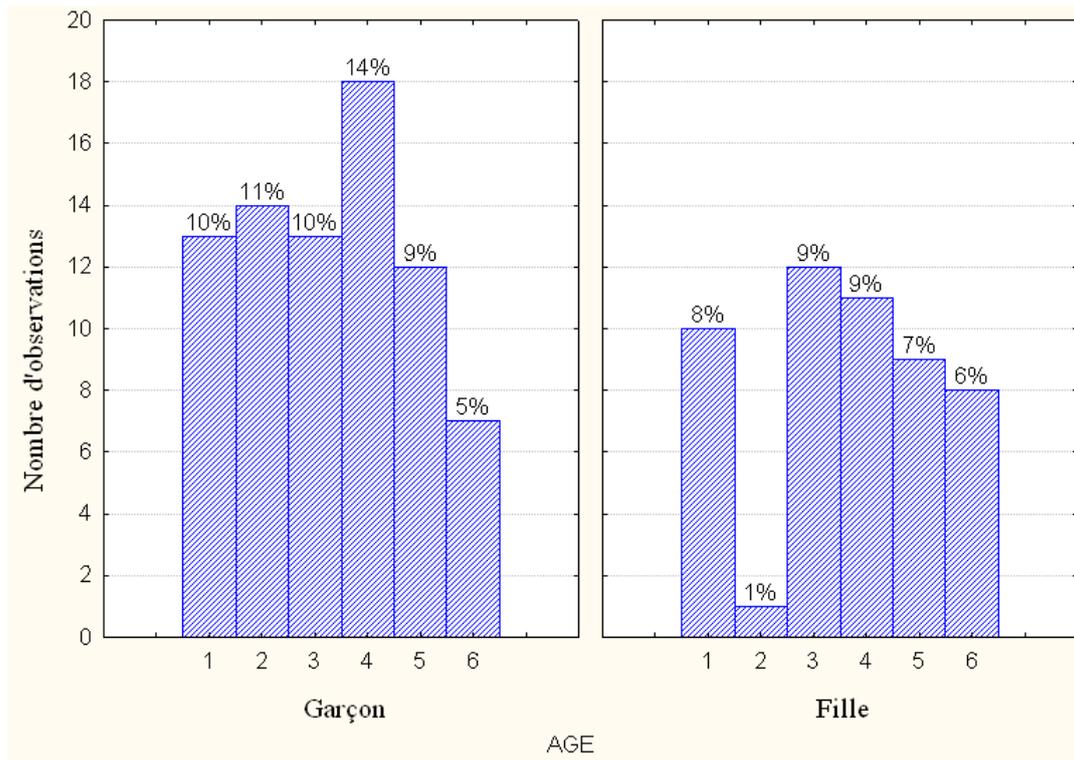


Figure 8 : Répartition des garçons et filles selon l'âge.

Les effectifs des deux sous groupes dans chaque classe d'âge sont résumés dans le tableau 5 (Annexe 2). La répartition des filles en fonction des classes d'âge n'est pas semblable à celle des garçons ($p > 0,05$) $p = 0,11$; $\chi^2 = 8,97$.

III.1.3 Répartition selon l'habitat

La Figure 9 montre la répartition des filles et des garçons en fonction de leur origine géographique (U : Urbaine, SR : semi-rurale, R : rurale), les pourcentages des garçons et des filles selon l'habitat sont résumés dans le tableau 6 (Annexe 2).

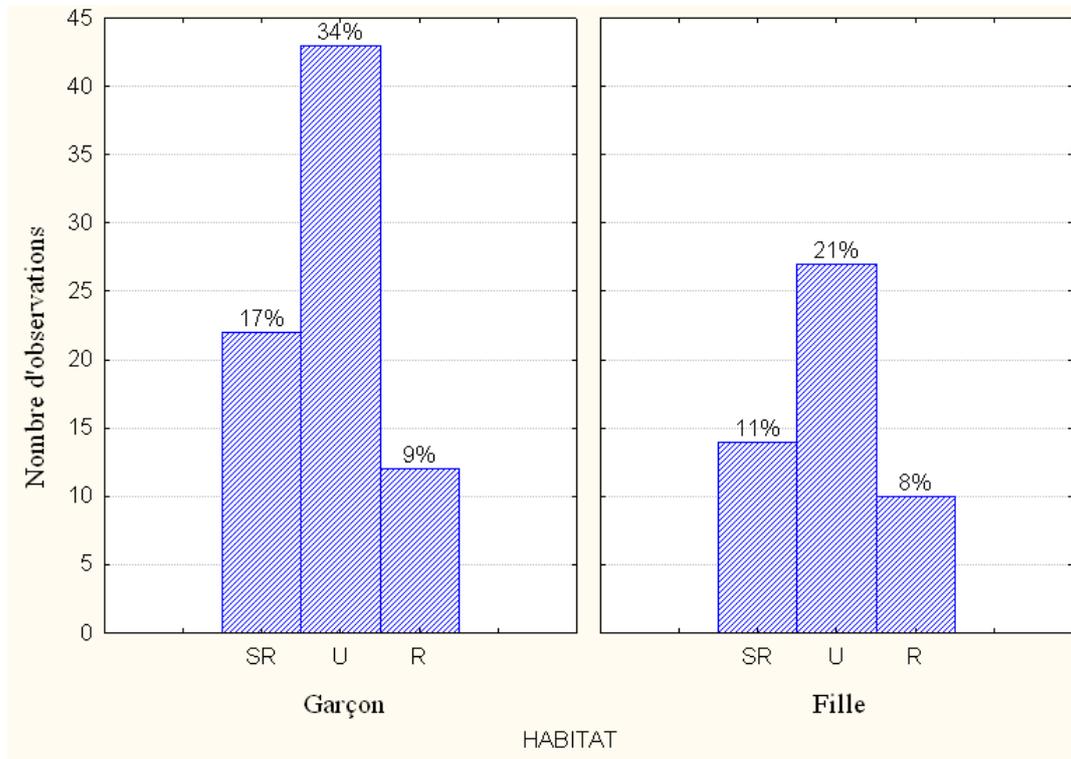


Figure 9: Répartition des garçons et filles en fonction de leur zone d'habitat.

D'après la figure ci-dessus ; 54,69% des nourrissons sont d'origine urbaine, 28,13% semi-rurale et enfin 17,19% vivent en zone rurale. La proportion des filles est semblable à celle des garçons selon la zone d'habitat ($p > 0.05$). $\chi^2 = 0,34$; $p = 0,83$.

- **Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique**

III.1 Distribution des valeurs du poids et de la taille dans l'échantillon

Pour estimer la prévalence de la malnutrition protéino-énergétique (MPE) dans notre échantillon. Nous avons mesuré, le poids et la longueur de chaque enfant et nous les avons combinées entre eux ensuite avec l'âge. Les distributions des valeurs des deux premiers paramètres sont représentées respectivement dans les graphiques 10 et 11.

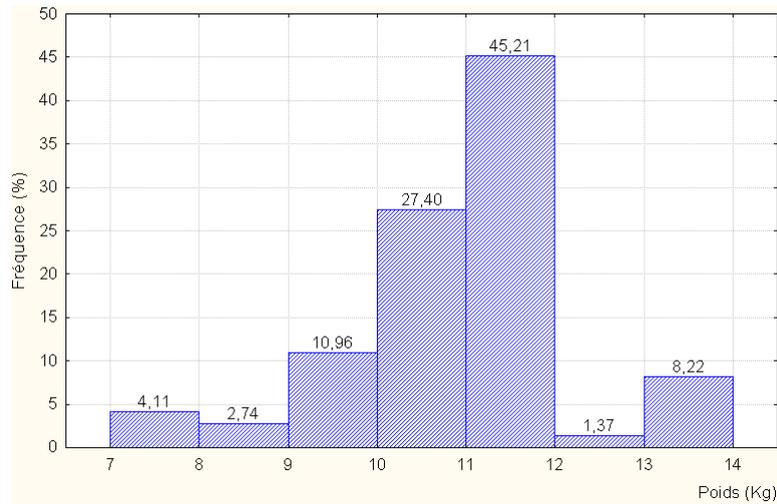


Figure 10 : Distribution des valeurs des poids de l'ensemble du groupe(en Kg).

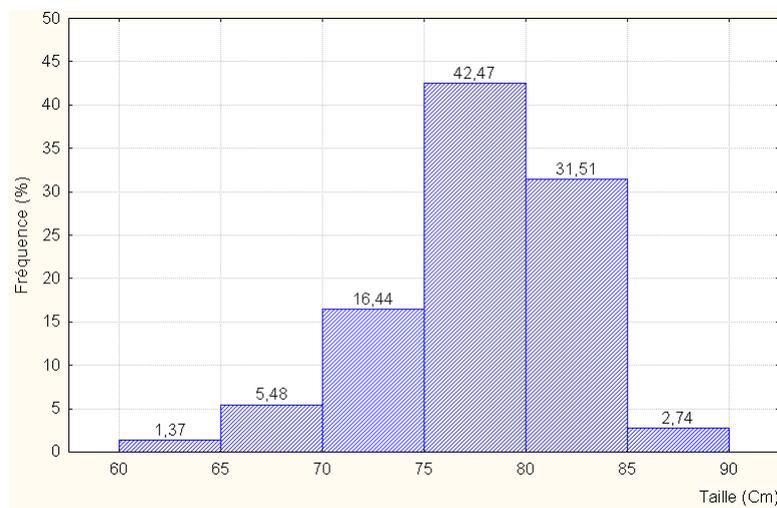


Figure 11 : Distribution des valeurs de la taille (cm).

Ces distributions ont été analysées par le test de Kolmogorov-Smirnov, ce dernier permet de comparer la répartition de nos données par rapport à des distributions théoriques. Elles sont significativement différentes de la distribution normale ($p < 0,05$).

Les caractéristiques des distributions des valeurs du poids et de la taille de l'ensemble des enfants sont résumées dans le tableau 7 (Annexe 2).

III.2 Distribution des indices Z dans le groupe

A partir des mesures du poids et de la longueur, nous avons calculé, pour chaque enfant, son BMI ainsi que les indices Z de son poids en fonction de son âge (P/A), sa longueur en fonction de son âge (L/A), son poids en fonction de sa longueur (P/L) et son BMI en fonction de son âge (BMI/A).

- *Le poids en fonction de l'âge ($Z=P/A$)* indique une insuffisance pondérale lorsque la valeur du Z score est < -2 .
- *La longueur en fonction de l'âge ($Z=T/A$)* indique un rabougrissement ou retard de croissance lorsque la valeur du Z est < -2 .
- *Le poids en fonction de la longueur ($Z=P/T$)* représente l'émaciation ou malnutrition aigue lorsque la valeur du Z est < -2 .
- *Le BMI (body mass index) ($Z=BMI/A$) en fonction de l'âge* qui indique la présence d'obésité lorsque la valeur du Z est < -2 .

Les distributions des valeurs de Z de chaque indice (poids en fonction de l'âge, longueur en fonction de l'âge, poids en fonction de la longueur, et BMI en fonction de l'âge) ont été analysées par le test de Kolmogorov-Smirnov, elles sont significativement non différentes de la distribution normale à l'exception de l'indice poids pour longueur ($p < 0,05$), leur représentation schématiques est donnée par les graphiques 12, 13, 14,15.

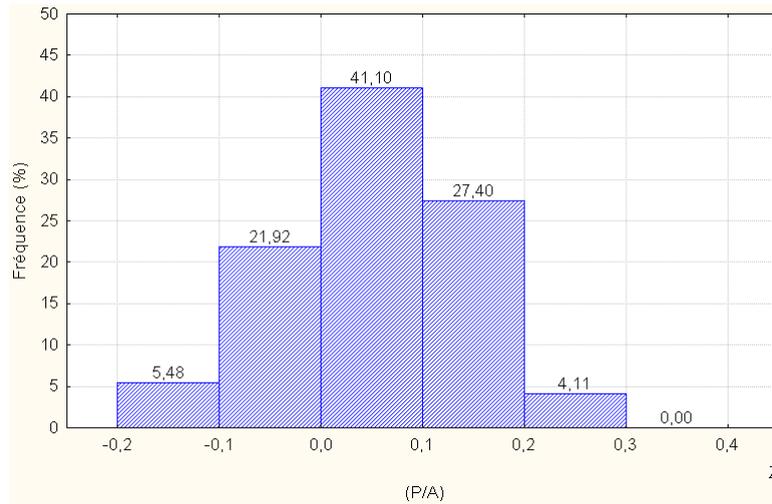


Figure 12 : Distribution des valeurs de Z scores du poids en fonction l'âge.

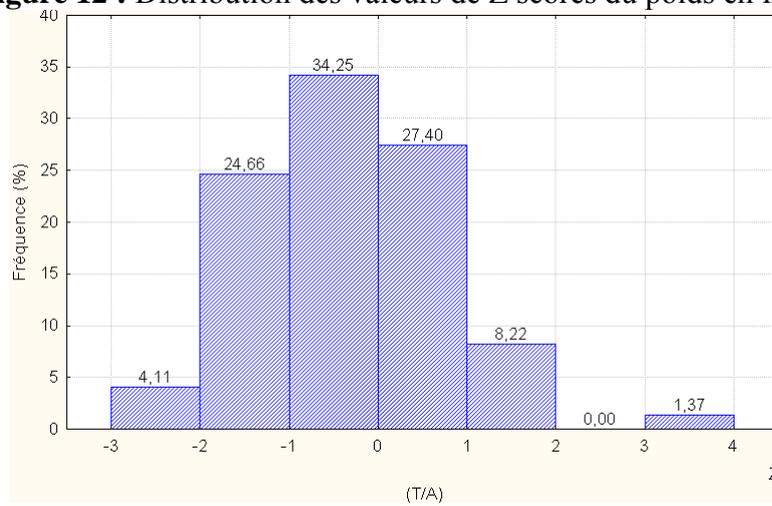


Figure 13 : Distribution des valeurs de Z score de la longueur en fonction l'âge.

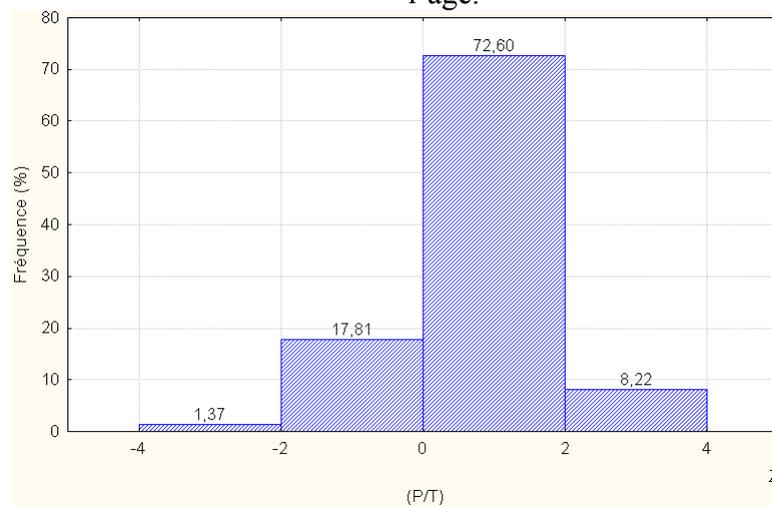


Figure 14: Distribution des valeurs de Z score du poids en fonction la longueur.

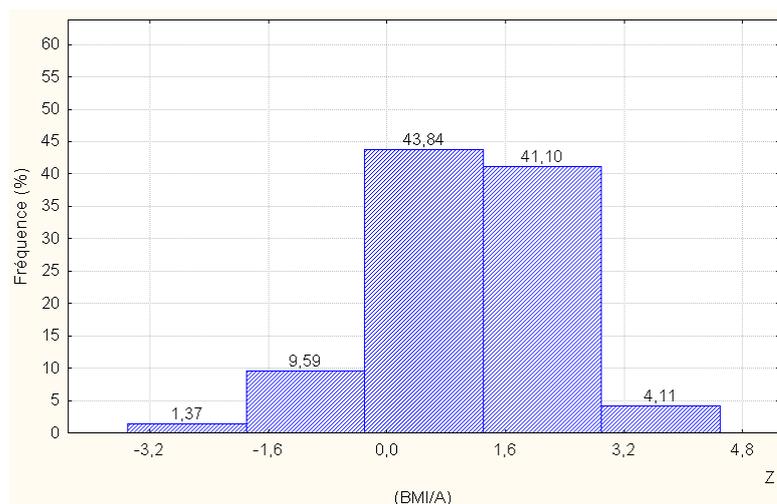


Figure 15: Distribution des valeurs de Z score du BMI en fonction l'âge.

Le tableau 8 représente la répartition des indices anthropométriques en 3 catégories selon les références de l'OMS.

Tableau 8 : Répartition des valeurs des Z scores (P/A, L/A, P/L, PB/A, BMI/A) de l'ensemble des enfants.

Indices anthropométrique	Z score < - 2 (Insuffisance)	-2 ≤ Z score ≤ 2 (Normale)	Z score > 2 (Excès)
Insuffisance pondérale (Z P/A)	0	128	0
Retard de croissance (Z L/A)	10	117	1
Emaciation (Z P/L)	1	112	15
Suralimentation (Z BMI/A)	1	103	24

Les observations tirées à partir de ce tableau indiquent que 24 enfants (18,75%), souffrent d'obésité, le retard de croissance (L/A) concerne 10 enfants soit 8,54%, la prévalence de la malnutrition aigue (P/L) représente 0,89% de l'échantillon globale.

III.3 Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique selon le sexe

Dans le but d'estimer la prévalence de la malnutrition protéino-énergétique (MPE) selon le sexe, les distributions des différents indices anthropométriques en fonction du sexe sont analysées par le test de Kolmogorov-Smirnov à deux échantillons.

L'analyse des distributions des valeurs des z-scores en fonction du sexe montre que les rapports poids pour âge (figure 16) et longueur pour âge (figure 17) sont non significatives $p > 0,05$; contrairement à ceux du poids pour taille (figure 18) et BMI pour âge (figure 19) $p < 0,05$.

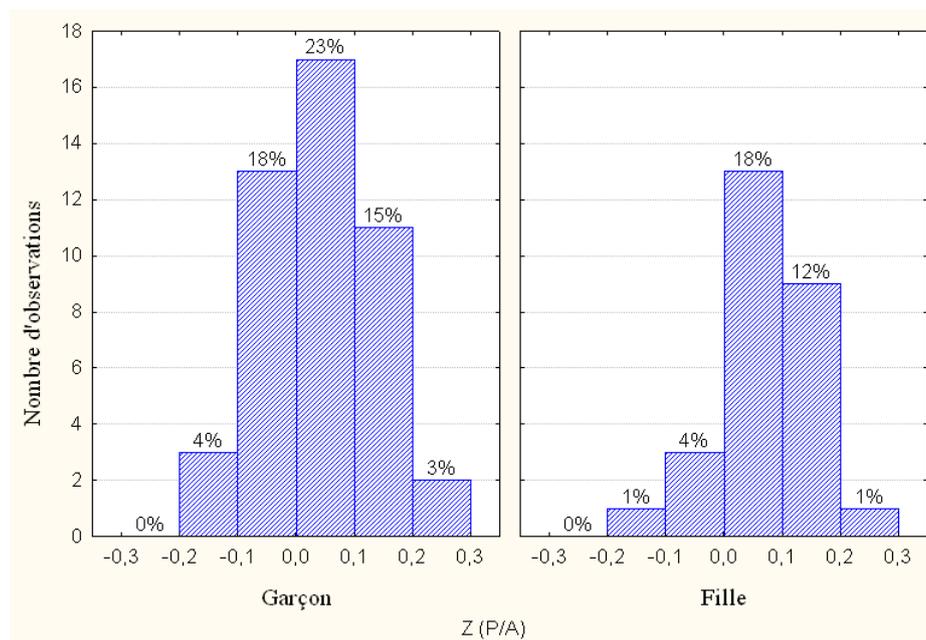


Figure 16 : Distribution des valeurs de Z scores du poids en fonction l'âge selon le sexe.

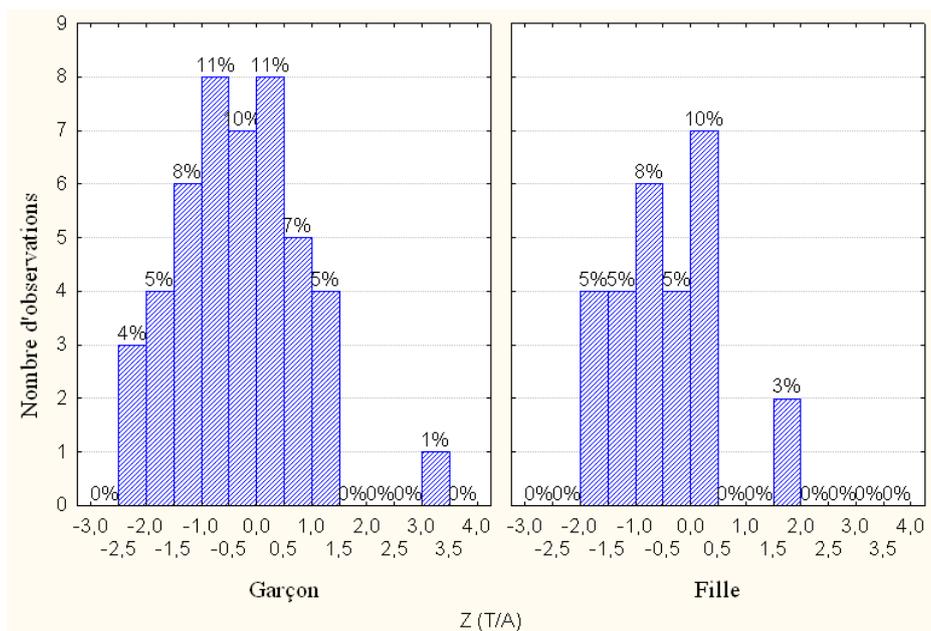


Figure 17 : Distribution des valeurs de Z score de la taille en fonction l'âge selon le sexe.

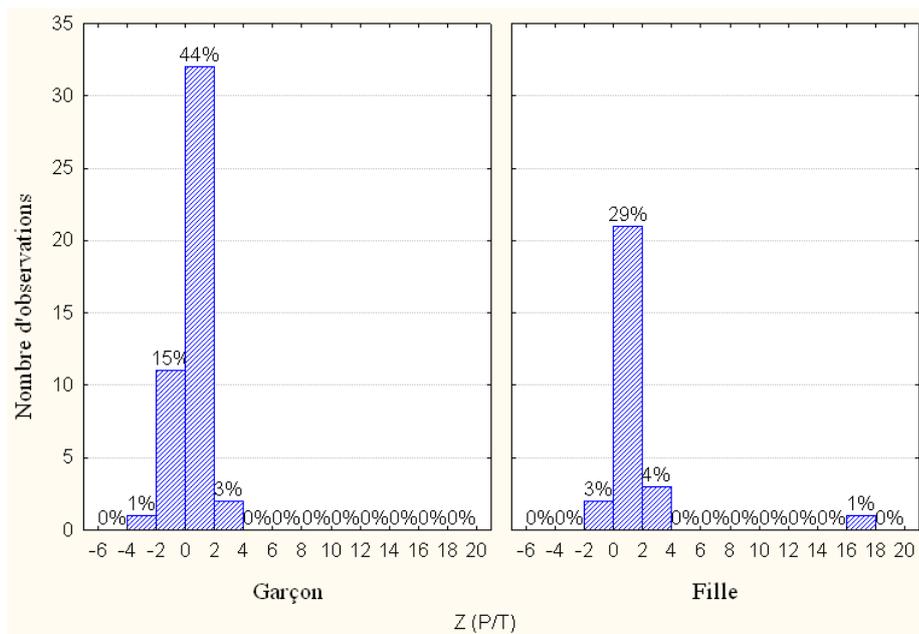


Figure 18: Distribution des valeurs de Z score du poids en fonction la taille selon le sexe.

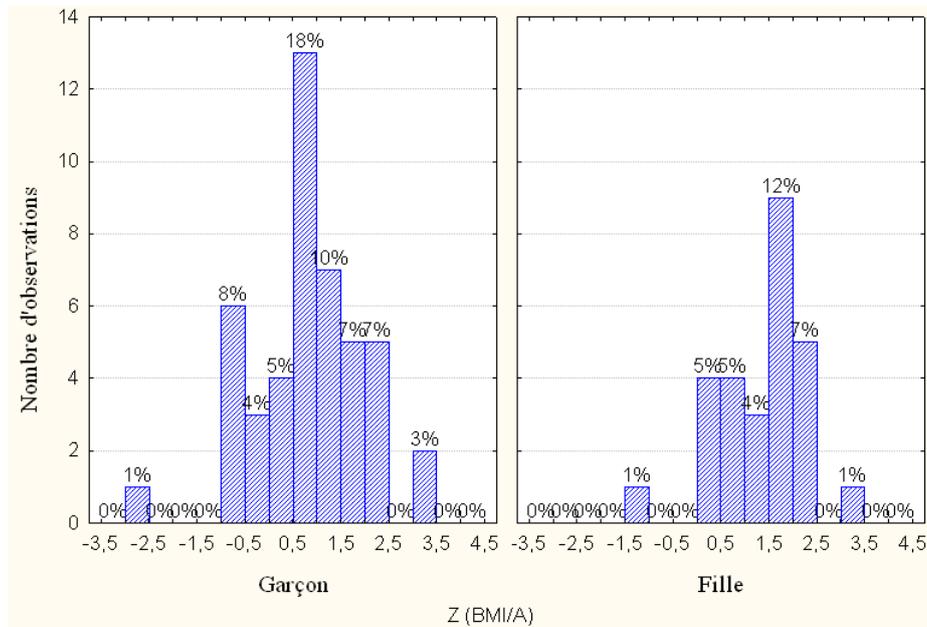


Figure 19: Distribution des valeurs de Z score du BMI en fonction l'âge selon le sexe.

Les résultats des indices anthropométriques analysés grâce au test du Chi2, indiquent que la malnutrition n'est pas liée au sexe. En effet, en ce qui concerne le retard de croissance le test indique une probabilité $p=0,62$ ($x^2=0,23$) ; il en est de même pour l'émaciation ($x^2=1,04$; $p=0,30$) ; et la suralimentation ($x^2=0,28$; $p=0,59$).

La fréquence par genre montre que le retard de croissance affecte plus fréquemment les filles (9,80%) que les garçons (7,79%) ; Puisque les proportions des indices Z P/T et Z BMI/A sont plus important chez les filles que chez les garçons, tandis que le rapport Z P/A est absent chez les deux sexes (figure 20).

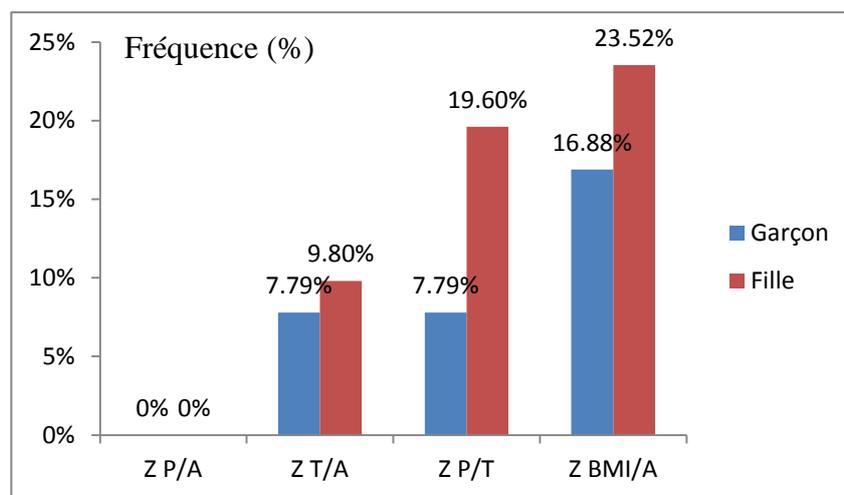


Figure 20: Répartition des différents types de malnutrition selon le sexe.

III.4 Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique selon l'habitat

L'habitat peut être considéré comme un facteur déterminant dans l'apparition de la MPE, pour vérifier cette hypothèse nous avons étudié les distributions des indices anthropométriques en fonction de la zone d'habitat. Le code 1 sur les figures désigne les enfants compris dans l'intervalle $(-2 < Z < 2)$, et le code 2 ceux appartenant aux intervalles $(Z < -2)$ et $(Z > 2)$. L'analyse de la distribution des valeurs de Z scores du poids en fonction de l'âge selon l'habitat n'a pas pu se faire au logiciel car tous les enfants sont inclus dans l'intervalle $(-2 < Z < 2)$; tout en sachant qu'il faut au minimum deux codes pour l'exécution de l'opération.

Les résultats obtenus montrent qu'il n'existe pas de différence significative ($p > 0,05$) pour les indices poids pour taille (figure 21), et BMI pour âge (figure 22), excepté pour le rapport taille pour âge (figure 23).

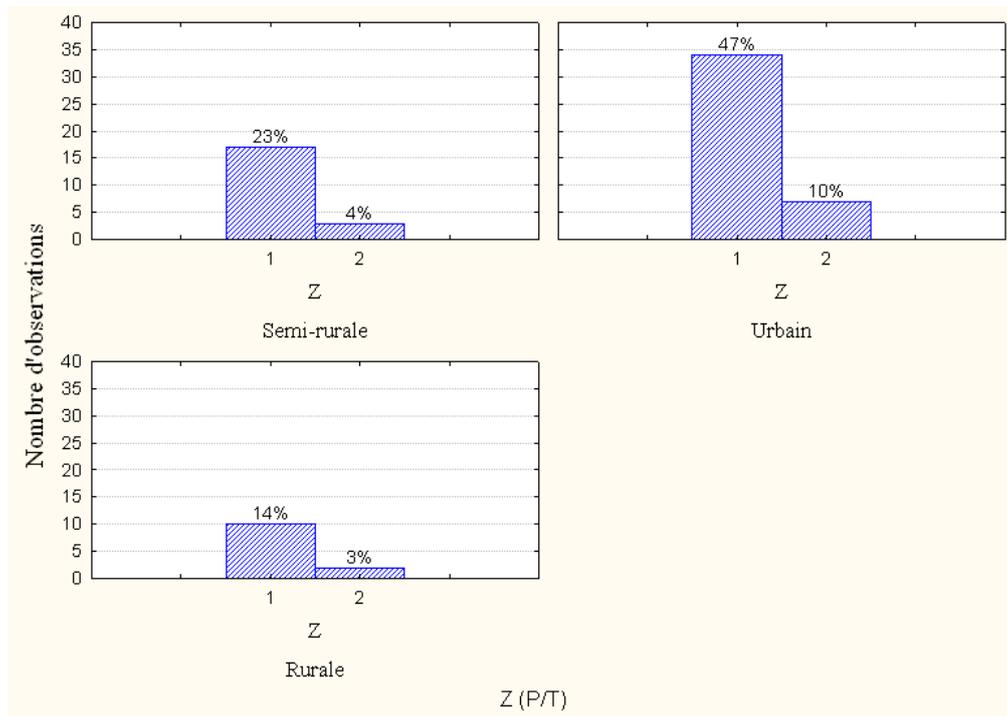


Figure 21: Distribution des valeurs de Z score du poids en fonction de la longueur selon l'habitat.

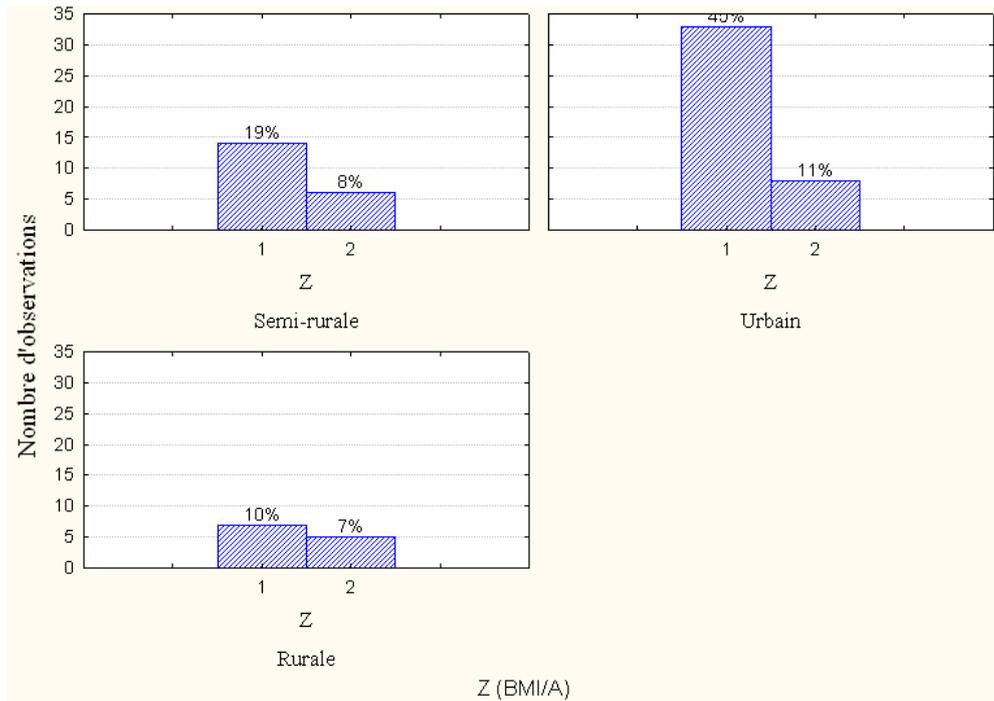


Figure 22: Distribution des valeurs de Z score du BMI en fonction de l'âge selon l'habitat.

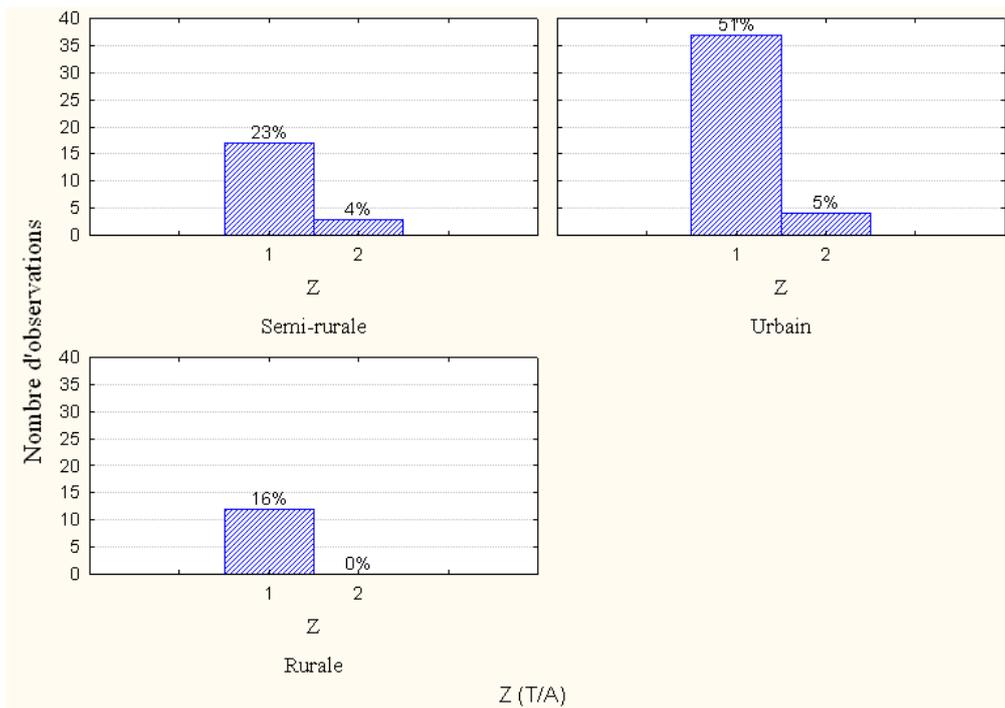


Figure 23 : Distribution des valeurs de Z score de la taille en fonction de l'âge selon l'habitat.

Grâce au test du Chi2, qui est destiné à comparer une distribution observée à une distribution théorique. Nous avons pu conclure que les différentes formes de la malnutrition n'étaient pas liées à l'habitat, le test indique une probabilité du retard de croissance de $p=0,37$

($\chi^2=1,94$) ; de même pour l'émaciation ($\chi^2=0,04$; $p=0,97$) ; et la suralimentation ($\chi^2=2,59$; $p=0,27$).

La zone semi-rurale est caractérisée par des prévalences de suralimentation (Z BMI/A) et d'émaciation (Z P/T) plus élevés, contrairement au retard de croissance (Z T/A), qui est prédominant en zone rurale, tandis que l'insuffisance pondérale (Z P/A) est absente au niveau des trois zones (figure 24).

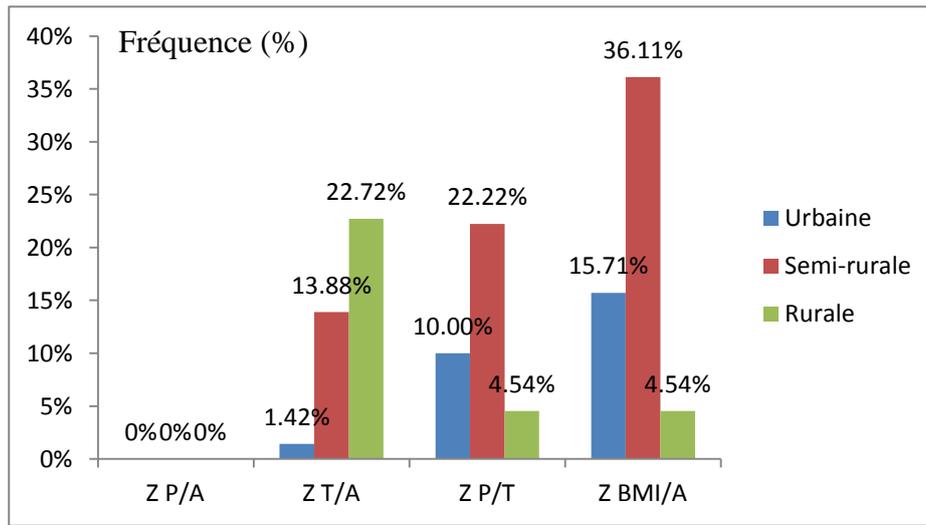


Figure 24 : Répartition des différents types de malnutrition selon l'habitat.

III.5 Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique selon l'âge

Le paramètre Z selon l'âge est un indicateur qui peut être jugé comme crucial, à l'apparition de la MPE, notamment au cours de la croissance des nourrissons, notons que leur besoins augmentent de façon exponentiel, pour cela les distributions des indices Z en fonction de l'âge sont de rigueur. Le code 1 sur les figures désigne les enfants compris dans l'intervalle ($-2 < Z < 2$), et le code 2 ceux appartenant aux intervalles ($Z < -2$) et ($Z > 2$). L'analyse de la distribution des valeurs de Z scores du poids en fonction de l'âge selon l'âge n'a pas pu se faire au logiciel car tous les enfants sont inclus dans l'intervalle ($-2 < Z < 2$). Il faut au minimum deux codes pour l'exécution de l'opération.

L'analyse des distributions des z-scores en fonction de l'âge (Annexe 2) montre qu'il n'existe pas de différence significative ($p > 0,05$) pour tous les indices longueur pour âge (figure 25), poids pour taille (figure 26) et BMI pour âge (figure 27).

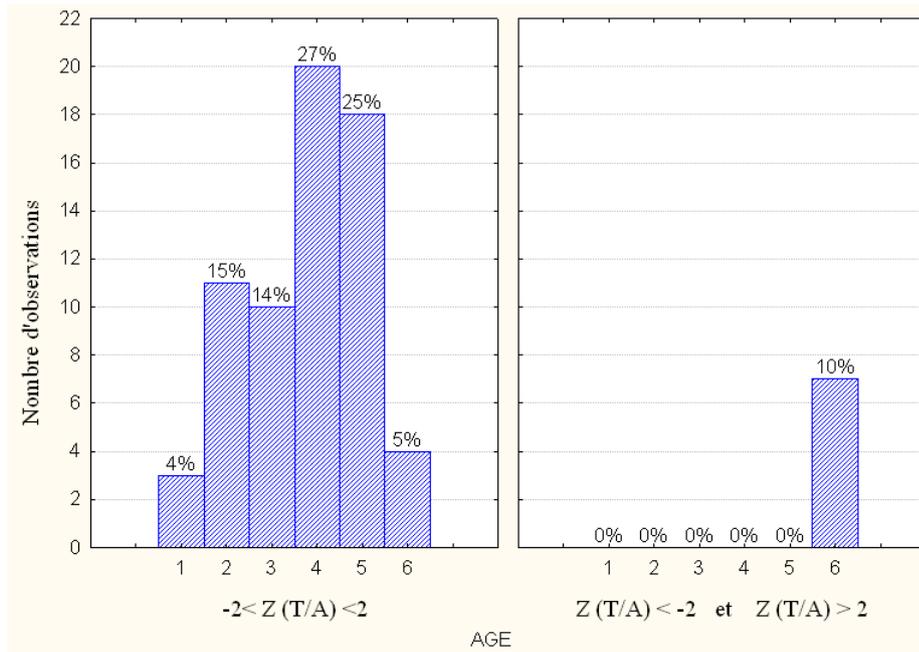


Figure 25: Distribution des valeurs de Z score de la taille en fonction de l'âge.

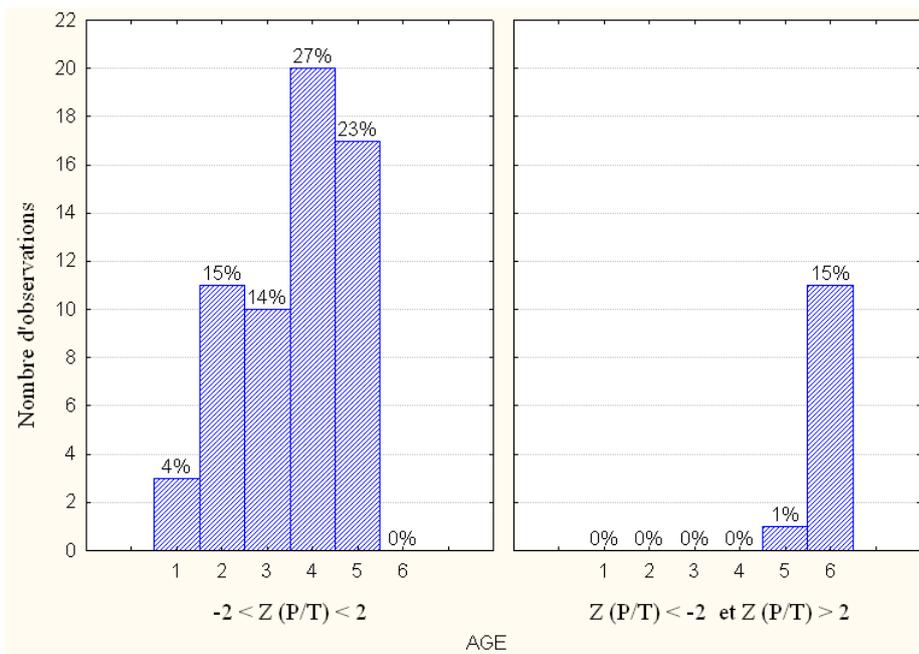


Figure 26: Distribution des valeurs de Z score du poids en fonction de la taille selon l'âge.

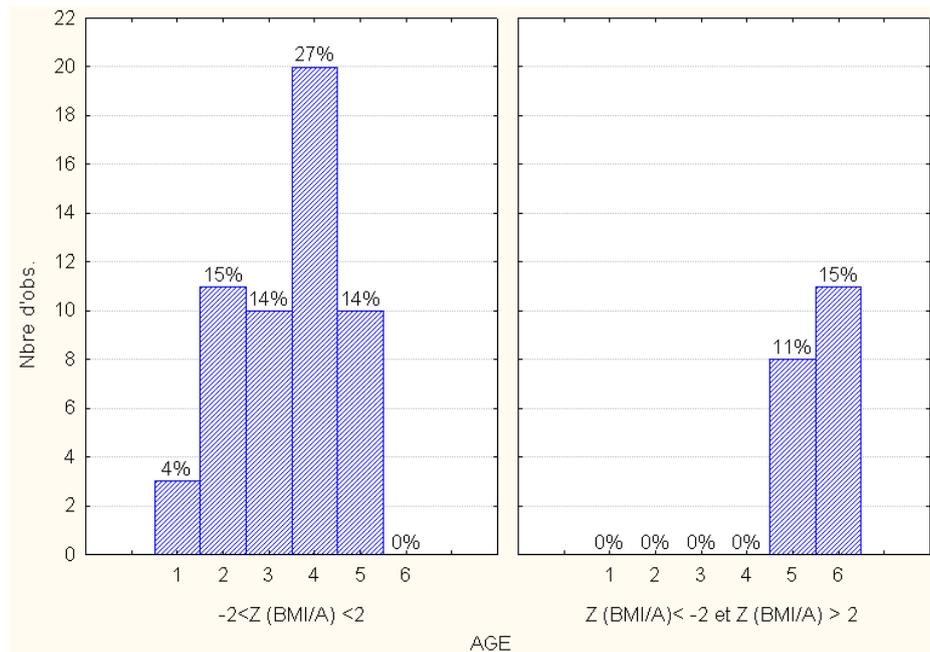


Figure 27: Distribution des valeurs de Z score du BMI en fonction de l'âge selon l'âge.

Nous avons voulu voir si l'âge était un facteur déterminant pour l'apparition d'une MPE, pour cela les différents indices anthropométriques ont été analysés grâce au test du Chi2. Les résultats nous indiquent que les différents types de malnutrition étaient liés à l'âge ($p < 0,05$).

La figure 28, présente la répartition des indices anthropométriques en fonction de l'âge, nous observons une forte suralimentation chez les enfants appartenant aux tranches d'âge 12-14 mois et 18-20 mois. La malnutrition chronique ($Z T/A$) est absente pour la dernière classe d'âge 21-24 mois, elle reste toute fois peu fréquente pour les autres classes d'âge 15-17 mois et 18-20 mois. L'émaciation qui reflète une malnutrition aiguë ($Z P/T$) présente un pic (23,07%) pour la tranche d'âge 12-14 mois. L'insuffisance pondérale est absente pour tous les âges.

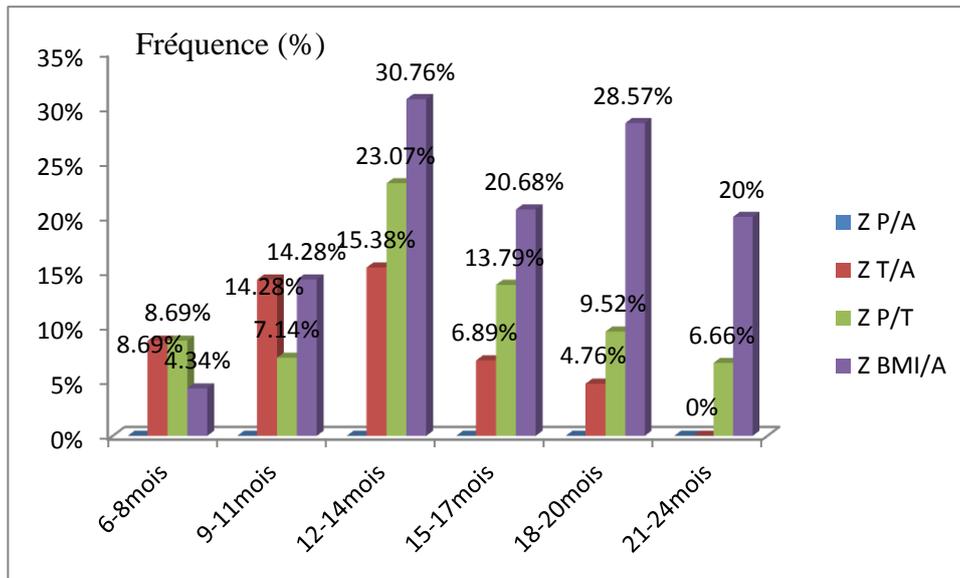


Figure 28 : Répartition des différents types de malnutrition selon l'âge.

L'évaluation de la croissance est l'outil le plus utile pour définir l'état de santé et l'état nutritionnel, tant de l'individu que de la population (**Comité de Nutrition de la société canadienne de pédiatrie**, 2004). Cependant, les normes utilisées à des fins de comparaison varient beaucoup, de même que les systèmes de classification de l'écart de croissance.

Pour comparer les rapports T/A, P/A, P/T, et BMI/A aux données de références, nous avons choisis le Z- score pour analyser les différents indices anthropométriques au lieu du percentile ou du pourcentage à la médiane. Cette méthode est une approche recommandée pour comparer les distributions des indices nutritionnels évalués pour les populations empiriques de références (**OMS**, 1995).

L'analyse des données, a montré que le type de malnutrition le plus fréquent, dans notre échantillon, est l'obésité avec une prévalence de 18,75%. Cependant les résultats de quelques enquêtes réalisées en Algérie présentent des disparités. Ainsi une étude réalisée à Sidi-Bel-Abbès sur des enfants âgés de 0-36 mois révèle une baisse statur pondérale très significative chez tous les enfants, filles comme garçons, âgés de 12 à 36 mois (**Zahzeh et al.** 2006). Cet arrêt de croissance selon l'auteur semble être lié au sevrage qui coïncide en général avec le douzième mois. Cela a été confirmé par d'autres études à travers le monde (**Ricci et al.**, 1996).

L'analyse des résultats obtenus lors de notre enquête montre que le retard de croissance et l'émaciation chez les enfants sont respectivement de 8,54% et 0,89%, nous observons l'absence de l'insuffisance pondérale dans notre groupe.

La malnutrition peut subvenir à des âges différents coïncidant avec des périodes plus ou moins sensibles du développement psychomoteur de l'enfant, pendant une durée variable et avec divers degrés de gravité. Il semble aussi que le passage au repas familial n'est pas toujours avantageux pour l'enfant (**Aboussalah et al.**, 2004). Le déficit en taille est le signe d'un retard de croissance qui commence très tôt et qui reflète une malnutrition précoce. La diversification alimentaire et la salubrité de l'environnement sont les facteurs déterminants pendant cette période.

De point de vue du sexe, nous n'avons noté aucune différence significative entre les filles et les garçons pour les différentes formes de malnutrition. A un âge inférieur à 5 ans, Les besoins alimentaires pour les filles et les garçons sont presque identiques; ils présentent la même prise de poids et de taille, si nous considérons qu'ils vivent dans les mêmes conditions. Il paraît que le sexe influence peu ou faiblement sur la prévalence de la malnutrition.

Les mêmes résultats sont obtenus par **El hioui et al.**, 2008, lors d'une enquête sur la prévalence du déficit staturo-pondéral chez 111 enfants préscolaires (0 à 59 mois) de la région de Kenitra au Maroc.

Par contre, à partir du 9e mois, le sexe du nourrisson devient déterminant. En effet, à cet âge, une prédominance masculine pour le retard de croissance est notée dans la région de Monastir (Tunisie) (**Ben salem et al.**, 2006).

Il est aussi démontré selon ces mêmes auteurs que l'effet du sexe du nourrisson sur la survenue de l'insuffisance pondérale est statistiquement associé uniquement aux 5e et 9e mois. Cette prédominance est essentiellement masculine au 5e mois et plutôt féminine au 9e mois. Au 9e mois, une prédominance féminine concernant la survenue de l'émaciation est observée ($p < 0,02$). Par contre, le sexe du nourrisson n'a pas d'influence sur la survenue de l'émaciation aux autres âges. De même, le sexe n'est pas un facteur déterminant de la survenue de l'obésité.

Il est à signaler lors de notre étude qu'aucune différence significative n'est observée au niveau de toutes les zones géographiques, la prévalence du retard de croissance se traduisant par une malnutrition chronique est dominante en zone rurale (22,72%), alors que l'émaciation domine en zone semi-rurale (22,22%).

La littérature récente montre que l'insuffisance pondérale est plus prononcée en milieu rural (28 cas), alors qu'en milieu urbain 19 cas sont observés. La comparaison, entre les deux milieux, indique une différence significativement plus élevée ($p=0,048$, $p=0,000$ et $p=0,000$) en milieu rural qu'en milieu urbain (**El hioui et al.**, 2008). Seulement 5 cas sont observés en milieu urbain, contre 10 en milieu rurale.

En Tunisie, la prévalence du retard de croissance, en 1997 était de 8,3%, selon les critères de l'OMS (**OMS**, 1995). D'après une enquête réalisée en 2000 (**FAO**, 2005) une prévalence supérieure à 10 % est observée à tous les âges. Les différences concernant les prévalences du retard de croissance pourraient s'expliquer par les régions d'études urbaines, mais aussi rurales.

Par ailleurs, selon **Custodio et al.**, 2008. Le retard de croissance est significativement plus fréquent dans les zones rurales et urbaines (36,4%, $p = 0,02$). Quant à l'émaciation et à l'insuffisance pondérale, ces dernières ne présentent pas de différence entre les zones urbaines et rurales.

Ces différences sont particulièrement importantes durant la petite enfance, probablement en raison de l'origine géographique. Dans le milieu rural, d'autres facteurs de risque sont observés : faible niveau de vie, de santé. La diversification alimentaire et la salubrité de l'environnement sont des contraintes générales en milieu rural car l'accessibilité physique et économique à l'alimentation n'est pas régulière.

En milieu urbain, l'autre facteur de risque identifié est le faible statut socioéconomique. La conclusion tirée par ces auteurs est que l'âge est un facteur prédominant qu'en a l'apparition du retard de croissance.

Par ailleurs, Il faut noter dans notre cas l'existence d'une relation directe entre la malnutrition et l'âge, la prévalence du retard de croissance (15,38%) est prédominante chez les enfants âgés de 12-14 mois.

Au Nord Ouest du Maroc, la prévalence du retard de croissance est de 13,5 %, ce dernier est plus prononcé chez les enfants de moins de 17 mois dans la région de Kenitra. La prévalence du retard de croissance augmente significativement avec l'âge ($p=0,012$).

En Tunisie, la prévalence du retard de croissance est globalement faible ($< 10\%$). Cependant, elle augmente d'une façon régulière avec l'âge, passant de 4,3 % à l'âge de 3 mois à 6,3 % à l'âge de 18 mois. L'aggravation du processus du retard de croissance en fonction de l'âge durant les deux premières années de la vie, est rapportée par d'autres études. L'insuffisance pondérale présente une faible prévalence. Elle ne dépasse pas les 5 % à tous les âges (**Ben salem et al.**, 2006).

L'émaciation augmente avec l'âge mais sans différence significative ($p>0,05$) ; 5,4 % des enfants de Kenitra souffrent d'émaciation. Tandis qu'une forte prévalence est observée chez nous (23,07%) pour la tranche d'âge 12-14 mois, par la suite l'émaciation diminue pour atteindre une faible proportion (6,66%) pour ceux âgés de 21-24 mois.

L'insuffisance pondérale ne concerne pas notre population, Selon **El hioui et al.**, 2008. La prévalence de l'insuffisance pondérale augmente significativement avec l'âge ($p=0,027$).

L'influence négative du statut socioéconomique sur la malnutrition est décrit dans plusieurs études concernant les pays développés (**McGregor et al.**, 2007).

L'absence de services de santé de haute qualité dans la communauté est un des facteurs socio-économiques qui peut influencer directement la santé des enfants.

- Prévalence de l'anémie

III.1 Distribution des taux d'hémoglobine

La distribution des taux d'hémoglobine de l'ensemble des enfants est représentée par le graphique 29.

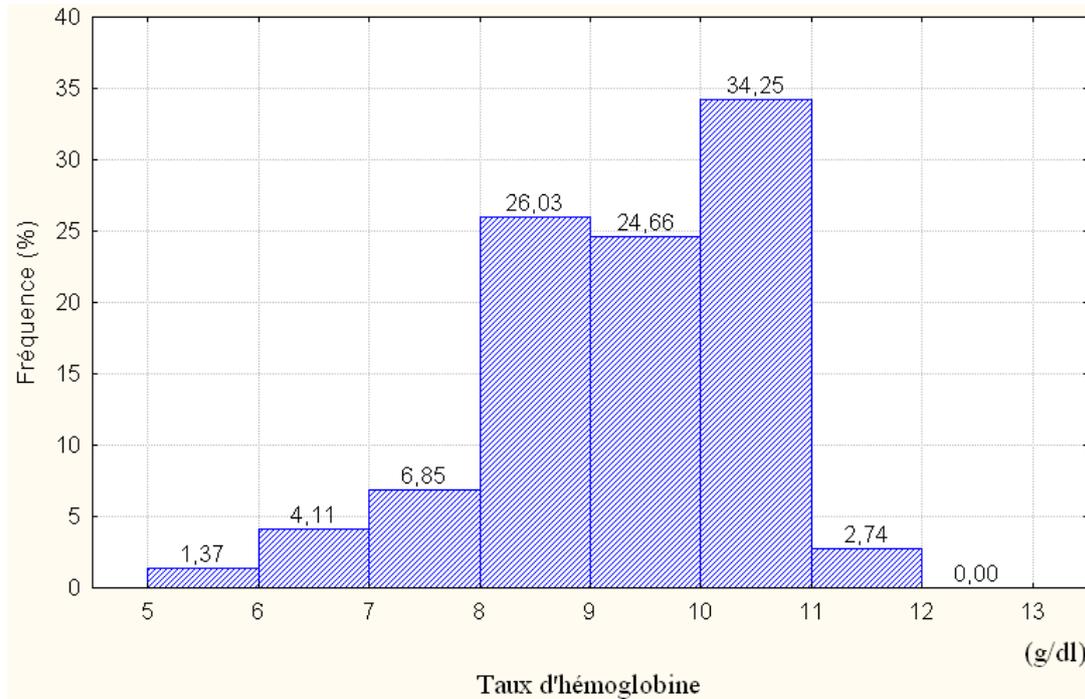


Figure 29 : Répartition des taux d'hémoglobine.

Les caractéristiques statistiques de cette distribution sont résumées dans le tableau 9 (Annexe 2).

La valeur moyenne des taux d'hémoglobine de l'ensemble de notre groupe est de $10,09 \pm 1,51$ g/dl. Le maximum est de 13 g/dl ; le minimum est de 5,60 g/dl. Pour les garçons une valeur moyenne de 9,79 g/dl est observée, celle des filles est de 10,54g/dl.

La répartition du taux d'hémoglobine ne diffère pas chez les deux sous groupes (filles, garçons) $p > 0,05$ (figure 30).

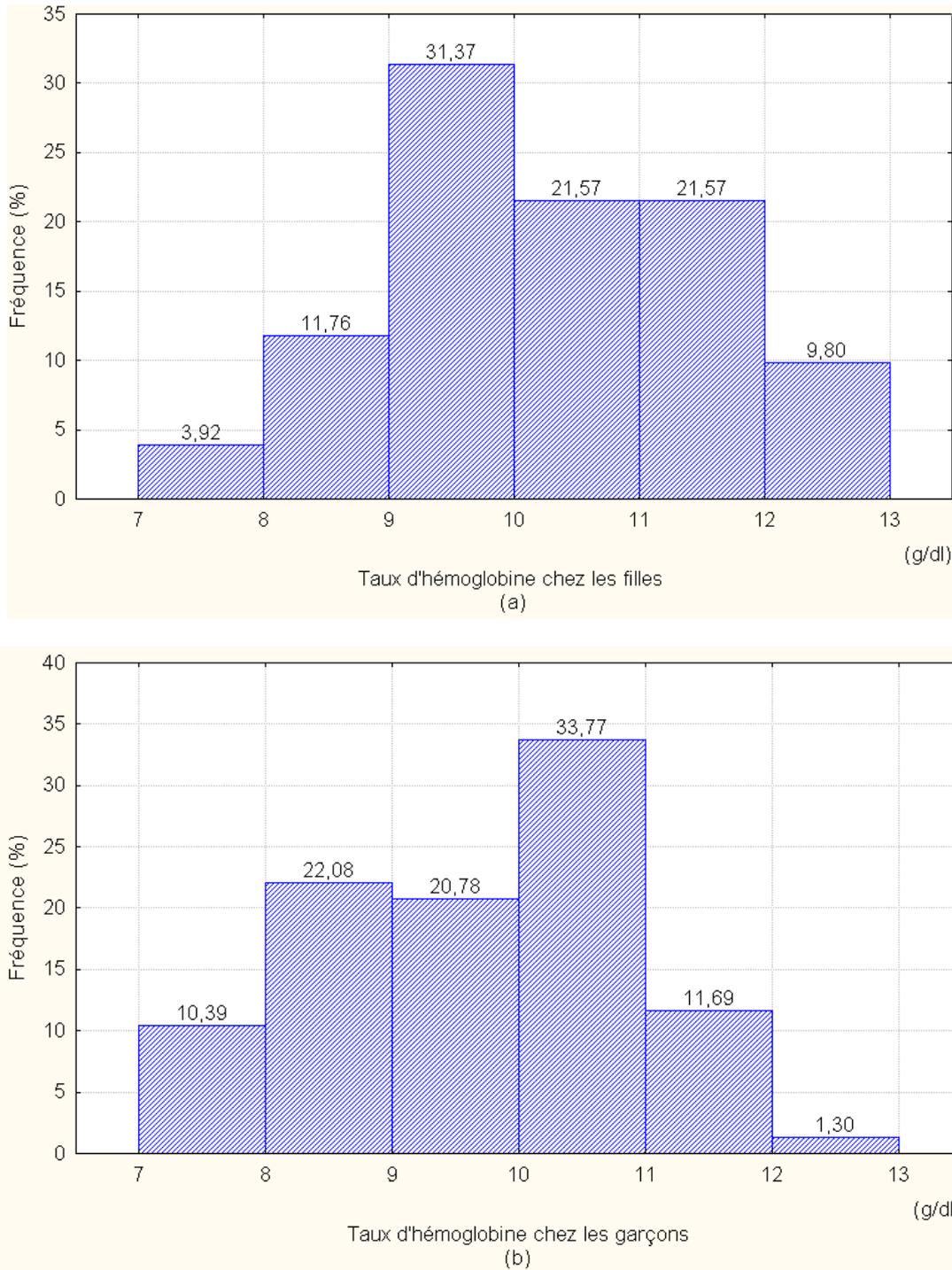


Figure 30: Répartition du taux d’hémoglobine chez les filles (a) et chez les garçons (b).

Sur le plan biologique, l’anémie est définie par un taux d’hémoglobine inférieur à 11g/dl (OMS, 2001) chez les enfants âgés de 1 à 2 ans. 85 enfants ont un taux d’hémoglobine inférieur à 11g/dl. La prévalence de l’anémie dans notre échantillon est alors de 66,40% (figure 31), un travail mené dans la même région, avec un échantillon de 45 enfants à révélé une prévalence de 61,36%; cette différence est non significative $p=0,67$.

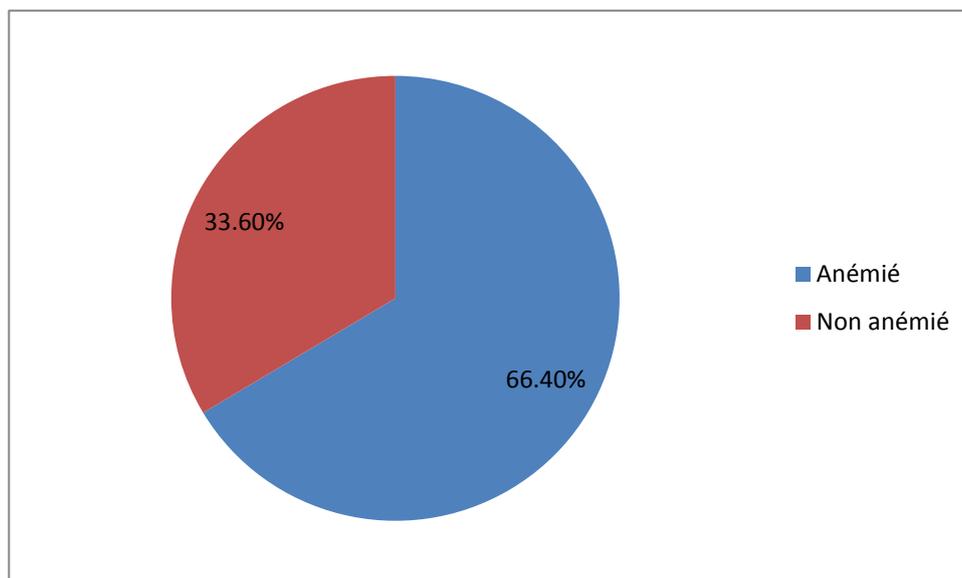


Figure 31: Répartition des enfants en anémiés et non anémiés.

III.2 Prévalence de l'anémie selon le sexe

Le graphique 32 donne la répartition de la fréquence de l'anémie selon le sexe de l'enfant.

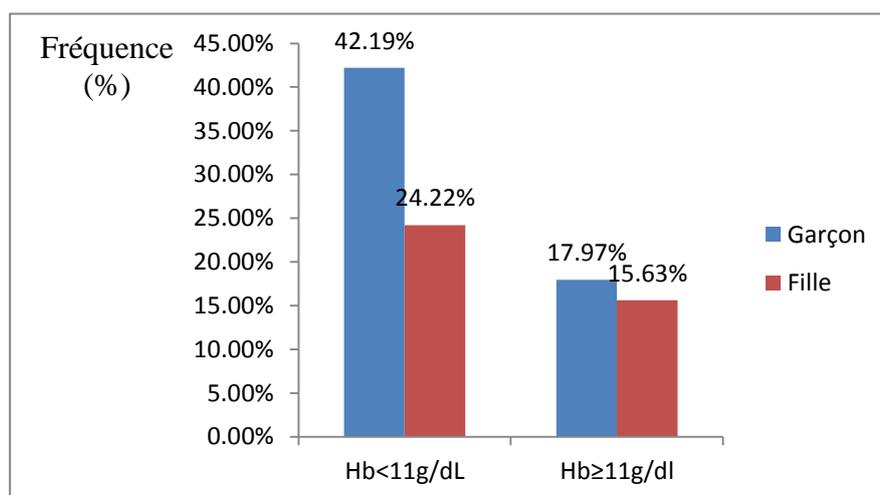


Figure 32: Répartition des filles et garçons en anémiés et non anémiés.

L'analyse de la répartition des garçons et des filles selon qu'il soit anémiés (Hb < 11g/dl) ou non anémiés (Hb ≥ 11g/dl), révèle que l'anémie n'est pas liée au sexe des enfants (p=0,58).

Intensité de l'anémie

L'anémie observée chez le groupe total des enfants est essentiellement légère ($9\text{g/dl} \leq \text{Hb} < 11\text{g/dl}$) 63,52%, suivie de l'anémie modérée ($7 \leq \text{Hb} < 9\text{g/dl}$) (31,76%). La forme sévère ($\text{Hb} < 7\text{g/dl}$) représente 4,70% de l'ensemble (figure 33).

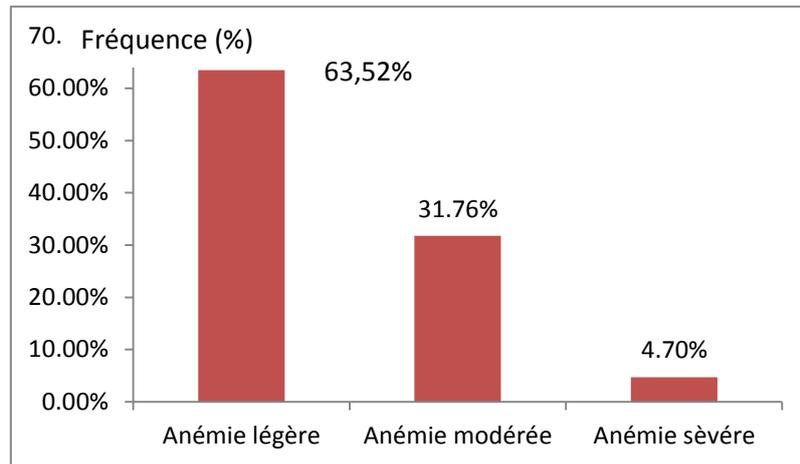


Figure 33: Répartition des fréquences de l'intensité de l'anémie chez l'ensemble des enfants.

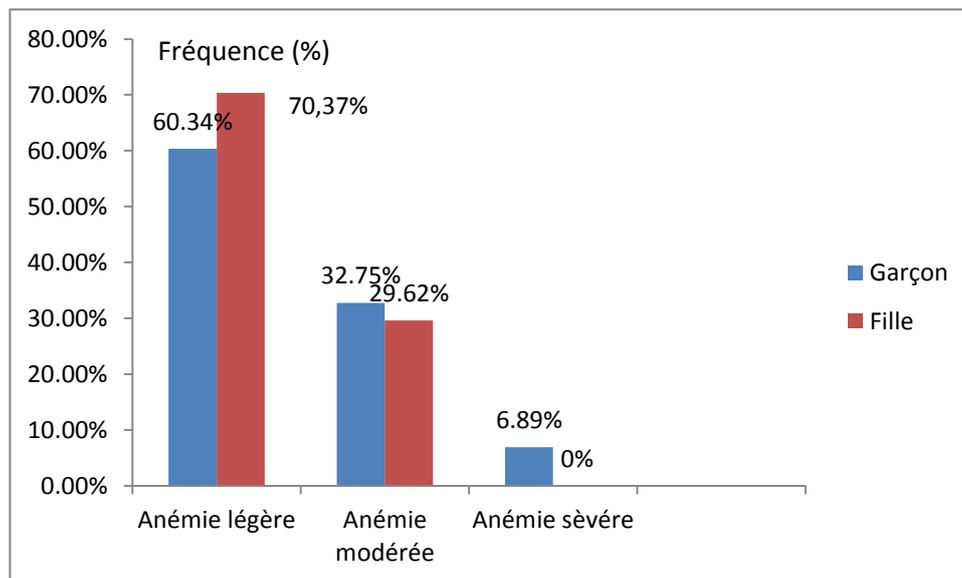


Figure 34: Répartition des fréquences de l'intensité de l'anémie selon le sexe.

L'analyse de l'intensité de l'anémie selon le sexe, montre que l'anémie légère prédomine chez les deux sous groupes, Seules 4 garçons (soit 6,89 %) présentent une anémie sévère ($\text{Hb} < 7\text{g/dl}$), cette dernière n'est pas observée chez les filles. Les fréquences de l'anémie modérée se rapprochent chez les deux populations. (Figure 34).

III.3 Prévalence de l'anémie selon la zone d'habitat

La répartition de la fréquence de l'anémie selon la zone d'habitat de l'ensemble des enfants est résumée sur le tableau 10. Le test du Chi2 montre que l'anémie n'est pas liée à l'habitat ($\chi^2=0,04$; $p=0,97$).

Tableau 10: Répartition des anémiés et non anémiés par zone d'habitat.

Zone d'habitat	HB	Urbaine	Semi-rurale	rurale	Total
Hb<11 g/dl	Nbre	46	24	15	85
	%	35,94	18,75	11,72	66,41
Hb≥11 g/dl	Nbre	24	12	7	43
	%	18,75	9,38	5,47	33,59
Total	Nbre	70	36	22	128
	%	54,69	28,13	17,19	100

Intensité de l'anémie dans chaque zone

La répartition de l'intensité de l'anémie en fonction de la zone d'habitat est résumée dans le tableau 11.

Tableau 11 : Répartition des fréquences de l'intensité de l'anémie par zone d'habitat.

Zone d'habitat		Urbaine	Semi-rurale	Rurale
HB<7 g/dl	Nombre d'anémier	0	3	1
	Intensité de l'anémie (%)	0	12	6,66
7≤HB<9 (g/dl)	Nombre d'anémier	17	6	4
	Intensité de l'anémie (%)	37,77	24	26,66
9≤HB<11 (g/dl)	Nombre d'anémier	28	16	10
	Intensité de l'anémie (%)	62,22	64	66,66

Les observations de ce tableau indiquent que l'anémie sévère ($Hb < 7$ g/dl) est absente en zone urbaine, sa prévalence est de 12% en zone semi-rurale. L'anémie légère ($9 \leq Hb < 11$ g/dl) prédomine (66,66%) au niveau de la zone rurale. 37,77% des enfants issus de la zone urbaine souffrent d'anémie modérée ($7 \leq Hb < 9$ g/dl) (OMS, 2001).

III.4 Prévalence de l'anémie selon l'âge

L'analyse de cette distribution (figure 35), nous indique que l'anémie est liée à l'âge ($p < 0,05$). Le tableau 12 (Annexe 2) résume la prévalence de l'anémie par tranche d'âge.

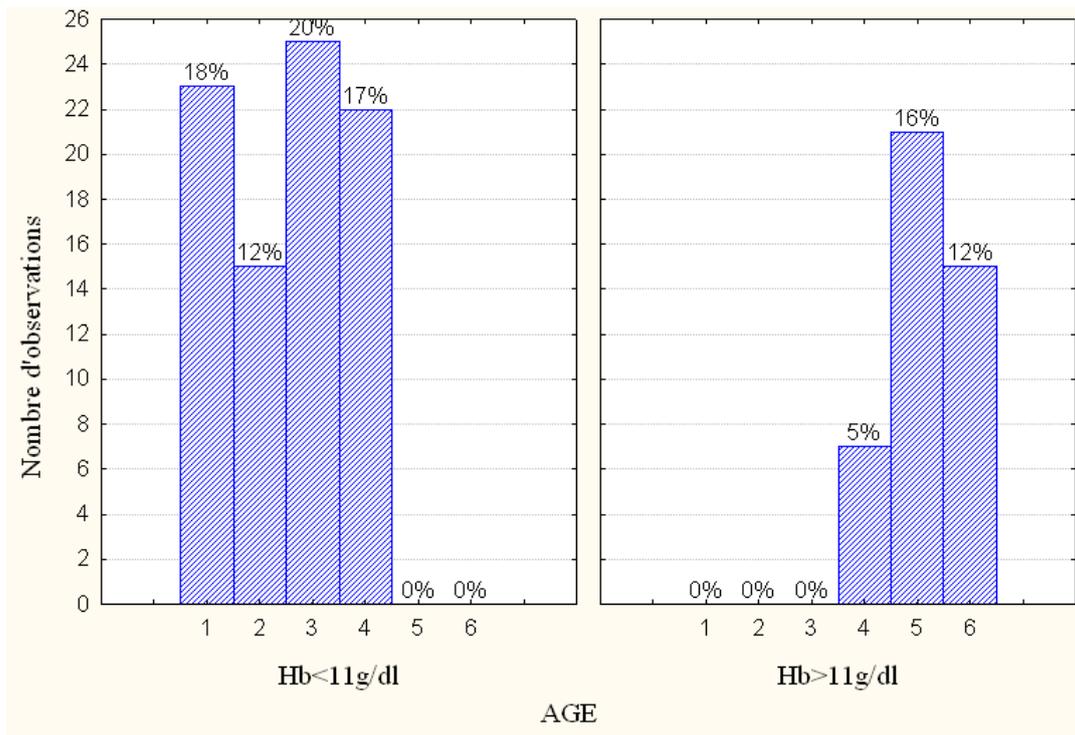


Figure 35: Répartition des valeurs du taux d'hémoglobine selon le sexe en fonction de leur âge.

Intensité de l'anémie dans chaque tranche d'âge

La figure ci-dessus met l'accent sur la répartition de l'intensité de l'anémie en fonction de l'âge des nourrissons. L'anémie sévère est peu marquée chez ceux appartenant aux tranches d'âge 15-17 mois et 18-20 moi. Elle est absente pour les autres classes d'âge (6-8 mois, 9-11 mois, 12-14 et 21-24mois). L'anémie modérée varie au cours des premières années avec un pic chez les enfants âgés de 21-24 mois. L'anémie légère prédomine chez toutes les catégories d'âge avec des proportions assez similaires.

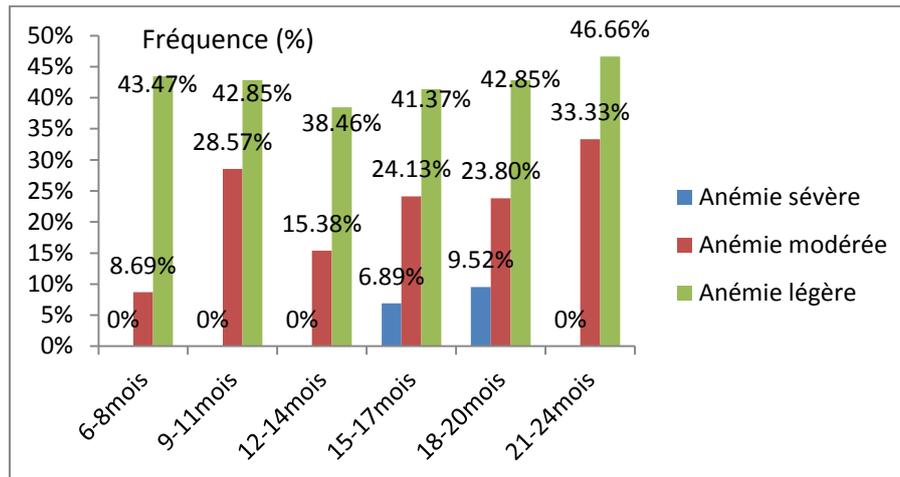


Figure 36 : Répartition des fréquences de l'intensité de l'anémie par âge.

L'analyse de la répartition de l'intensité de l'anémie par tranche d'âge, (figure 36) montre que l'intensité de l'anémie n'est pas liée à l'âge des enfants ($\chi^2 = 14,84$; $p = 0,46$)

Notre travail a porté sur l'étude de la prévalence de l'anémie chez 128 nourrissons. Une prévalence de 66,40% est enregistrée, se répartissant en anémie légère avec un taux de 63,52%, anémie modérée (31,79%), et anémie sévère (4,70%).

L'anémie n'est pas liée au sexe et à l'habitat. Les résultats de notre étude montrent que 24,22% des filles souffrent d'anémie, et 42,19% de garçons en sont atteints. La répartition en fonction de la zone géographique indique que 35,94% des enfants proviennent de la zone urbaine ; 18,75% de la zone semi-rurale et 11,72% de la zone rurale. Une relation statistique est observée entre l'âge et l'anémie, la prévalence est importante pour la tranche d'âge 12-14 mois (19,53%), suivie de celle 6-8 mois (17,97%) et 15-17 mois avec une prévalence de 17,19%.

En Tunisie, l'anémie, touche plus du tiers de la population. La prédominance chez les enfants de moins de 2 ans est de 45%. L'anémie est répandue de façon homogène entre le milieu urbain et le milieu rural. Toutes les régions en sont affectées mais avec une prépondérance dans les régions du Sud (INN, 2000).

Une enquête effectuait, au Maroc en 2000, rapporte qu'environ un tiers des enfants de 6-59 mois souffre d'anémie (Hb < 11 g/dl) (**MdS**, 2000). Sa prévalence est identique en milieu urbain et rural et les différences par sexe sont peu marquées entre les garçons (32,8%) et les filles (30%) (**MdS**, 2000). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus dans notre étude, puisque aucune différence n'est observée pour les deux sexes.

La répartition de l'intensité de l'anémie dans la région des Zibans montre que 26,66% des enfants souffrent de la forme modérée, en milieu rural. Au Maroc, l'anémie de niveau modéré est prédominante (**OMS**, 2008). La même conclusion est tirée chez nous.

Les résultats obtenus lors de notre étude suggèrent que les conditions socio-économiques de notre échantillon influent considérablement sur leur statut en fer ; même si l'étude n'a pas été faite la relation est indéniable puisque nous observons dans la région de Kénitra, au Nord ouest du Maroc.

Les données collectées en milieu urbain et rural en 2002 concernent 111 enfants de 0-59 mois ; indiquent une prévalence de l'anémie (Hb < 11 g/dl) de 77%. Celle-ci est liée au faible niveau socio-économique des enfants qui fréquentent ces centres (**El hioui et al.**, 2008). Ces observations ne concernent pas uniquement le Maghreb mais plusieurs autres pays.

Une autre étude menée au Bangladesh en 2003, chez 861 enfants vivant dans la zone urbaine, révèle une prévalence de 56%. En 2004, la prévalence dans la zone rurale chez la même tranche d'âge, mais dans un échantillon plus grand (1 227 enfants) est de 67,9%. Tous les sondages indiquent une forte prévalence de l'anémie, sans tendance d'amélioration.

Schneider et al., 2005, rapportent suite à une enquête effectuée en Californie entre août 2000 et juin 2002, chez 425 enfants sains issus de famille à faible revenu, que la prévalence de l'anémie est de 11,1% (Hb < 11 g/dl à 12-24 mois et < 11,1 g/dl à 24-36 mois). Ces auteurs ont mis l'accent sur la prévalence de l'anémie chez les garçons qui est significativement plus importante que chez les filles.

Selon **Agho et al.**, 2008. La prévalence est plus faible dans la zone rurale- Centre (30,4%) que dans les trois autres régions (Urbaine, rurale-Est, et rurale-Ouest: 36,3%, 49,3%, et 37,1% respectivement).

Dans notre étude ; la prévalence est de 66,40%. Cette dernière se rapproche de l'étude menée par **Kazi et al.**, 2008 au Bangladesh. L'anémie est fréquente chez tous les groupes d'âge, et les deux sexes. Ces auteurs, suggèrent la présence concomitante d'autres carences en micronutriments, autres que le fer, qui représentent un facteur de risque pour la santé. Cette hypothèse pourrait être retenue dans notre cas, du fait de l'absence de données concernant le statut en micronutriment chez notre population cible.

Selon **Siegel et al.**, 2006. La prévalence de l'anémie (<11 g/dl) est de 77%, cette dernière est similaire ou plus élevée que la prévalence rapportée dans les précédents rapports pour les populations d'enfants népalais et indiens de moins de trois ans (**Mason et al.**, 2001; **UNICEF**, 1997; **Kapoor et al.**, 2002; **Gomber et al.**, 1998). Par ailleurs, **Agho et al.**, 2008. Rapportent une prévalence (Hb <11 g/dl) de 38,2% pour les enfants âgés de 6-23 mois et de 22,6% pour les enfants plus âgés ($p < 0,001$).

D'après une étude plus récente effectuée au Brésil, par **Guerreiro dos Reis et al.**, 2010. La prévalence de l'anémie est de 48,0% pour les enfants âgés de 6 à 12 mois ($n = 52$) en se référant aux critères de l'OMS. Il y a une forte association entre l'anémie et les enfants âgés de plus de 6 mois (révolus) ($\chi^2 = 10,48$, $p < 0,001$). Selon ces mêmes auteurs, une association significative entre l'anémie et l'âge des enfants est trouvée. Ainsi, les enfants de plus de six mois sont sujets à présenter une anémie, ceci concorde avec les résultats d'autres études (**Osório**, 2002).

La prévalence de l'anémie sévère (Hb < 70g/l) au Népal est de 2%, elle est inférieure à celle observée en Inde pour des enfants âgés de 9 à 36 mois (8%) (**Kapoor et al.**, 2002). Les classes d'âges concernés dans notre étude sont 15-17 mois et 18-20 mois avec des prévalences respectivement de 6,89% et 9,52%.

L'anémie associée à une carence en fer est d'environ 60% chez ceux âgés de 23 mois (**Carvalho**, 2010). La prévalence de l'anémie est plus élevée que celle rapportée par d'autres études réalisées dans le Nord-est Brésilien (**Lima**, 2006 ; **Osório**, 2004 ; **Vieira**, 2007) au niveau d'autres régions du Brésil (**Brunken**, 2002 ; **Hadler**, 2002) et d'autres pays en voie de développement (**Allen**, 2000).

Dans une étude menée par **Noreen *et al.***, 2000, sur la prévalence de l'anémie au nord du Québec ; 31,9% des nourrissons âgés de 9 mois souffre d'anémie (Hb < 110 g /l). Elle est associée au type de lait consommé à 9 mois. Les informations sur l'apport d'aliments solides ne sont pas disponibles.

Les facteurs pouvant influencer sur l'anémie suggérés par **Agho *et al.***, 2008 sont : l'âge de l'enfant, la diarrhée, notamment le statut en fer de la maman chez les enfants âgés de 6-23 mois, et l'aspect socio-économique, et démographique. Il est donc probable que la concentration d'hémoglobine chez les nourrissons peut être diminuée par une pénurie dans l'approvisionnement en fer, même si les réserves en fer ne sont pas épuisées. En outre, le seuil de 11 g/dl est sans doute trop élevé pour les nourrissons, surestimant ainsi la prévalence de l'anémie pour le groupe d'âge étudié. La prévalence de l'anémie dépend de la valeur seuil fixée pour l'hémoglobine. Le Comité ESPGHAN sur la nutrition (**Aggett *et al.***, 2002) a récemment conclu qu'un seuil d'Hb de 11 g /dl peut être trop élevé et qu'il ya un besoin de définir des valeurs seuils plus appropriées pour définir l'anémie chez les nourrissons et les jeunes enfants.

- Prévalence de la déplétion des réserves de fer

III.1 Distribution des valeurs de la ferritine

Les réserves en fer de chaque enfant sont estimées en dosant sa ferritine sérique (Ft). La proportion d'enfants totalement carencés en fer été déterminée.

La ferritine sérique est un paramètre qui ne se distribue pas selon la loi normale. Nous avons donc transformé les valeurs originelles (X) en log (log X). Le test de Kolmogorvo-Smirnov nous indique que la distribution des valeurs du log Ft suit une loi normale (figure 37).

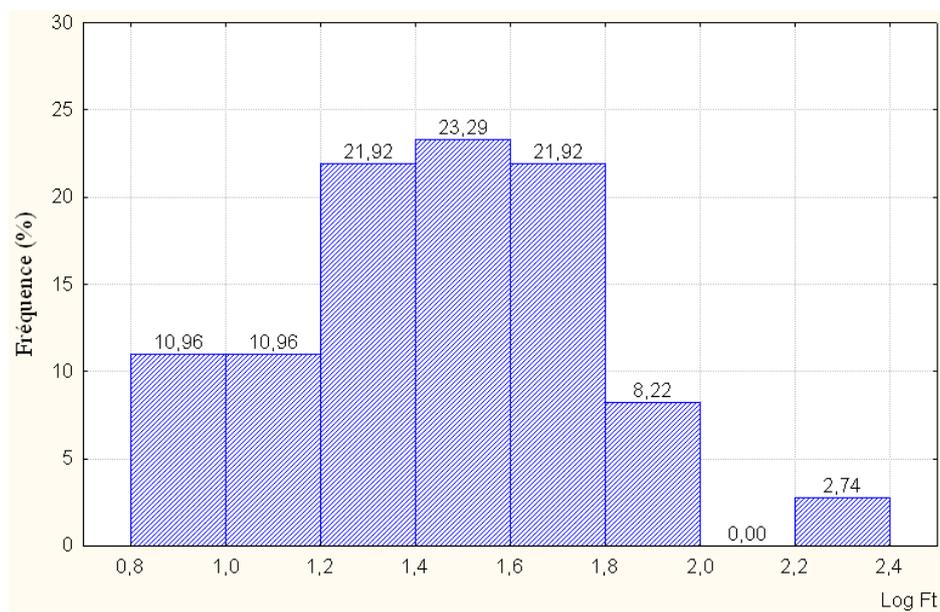


Figure 37: Distribution des log valeurs de Ft.

Les valeurs des caractéristiques descriptives de la courbe de distribution de la ferritinémie des 128 enfants, la valeur moyenne de la ferritine est de $13,93 \pm 12,48 \mu\text{g/l}$. Le maximum est de $75 \mu\text{g/l}$ sont résumé dans le tableau 13 (Annexe 2).

En considérant qu'une ferritinémie inférieure à $12 \mu\text{g/l}$, est le signe de l'épuisement total des réserves de fer, selon les normes de l'OMS (OMS, 2001), 72 enfants sur les 128 qui constituent notre échantillon ont atteint ce stade, soit une fréquence de 56,25% (Graphique 38).

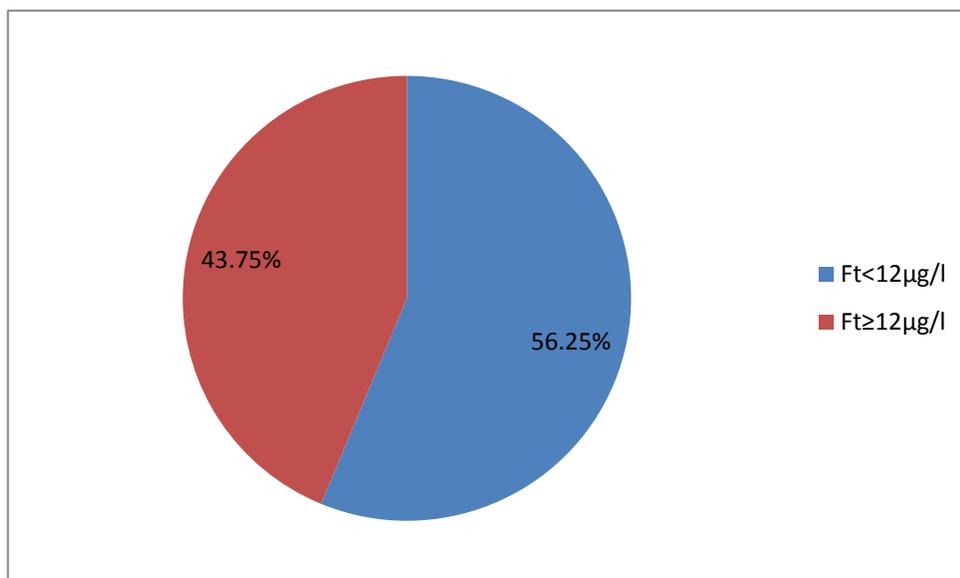


Figure 38: Répartition de l'ensemble en fonction de l'état de leurs réserves de fer.

III.2 Prévalence de la déplétion selon le sexe

La distribution des taux de la ferritine des enfants selon le sexe est représentée par le graphique 39. La fréquence de la carence en fer chez les garçons et filles représente respectivement 38,28% et 18,75%. La déplétion des réserves de fer n'est pas liée au sexe ($\chi^2=3,44$; $p=0,06$).

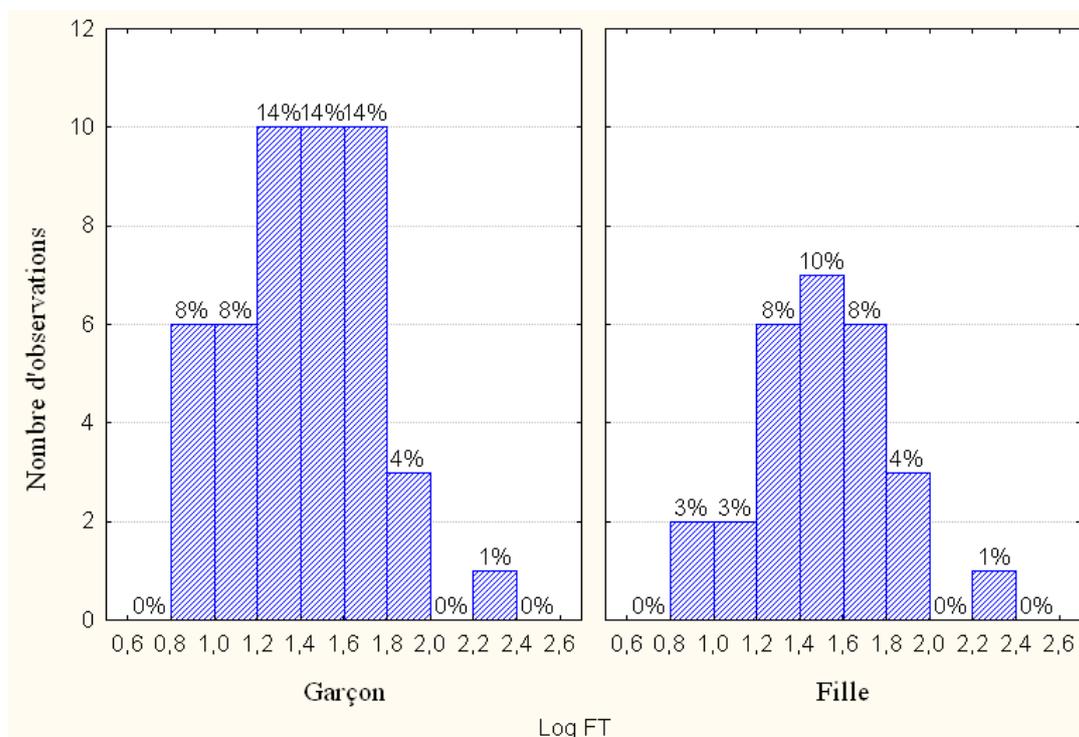


Figure 39: Distribution des valeurs du log Ft selon le sexe.

III.3 Prévalence de la déplétion des réserves de fer selon l'habitat

La répartition de la fréquence de la déplétion des réserves en fer selon l'habitat est représentée dans le tableau 14. La carence en fer est dominante en zone urbaine (34,38%).

Tableau 14 : Répartition des nourrissons selon l'état de leurs réserves en fer et leur zone d'habitat.

Habitat		Urbain	Semi-rural	rural	Total
Ft<12 µg/l	Nbre	44	18	11	73
	%	34,38	14,06	8,59	57,03
Ft>12 µg/l	Nbre	26	18	11	55
	%	20,31	14,06	8,59	42,97
Total	Nbre	70	36	22	128
	%	54,69	28,13	17,19	100

Nous pouvons déduire grâce au test du Chi2, que l'habitat n'influe pas sur la répartition des réserves $\chi^2=2,13$; $p=0,34$.

III.4 Prévalence de la déplétion des réserves de fer selon l'âge

La distribution des valeurs de la ferritine sérique (Ft) selon l'âge, nous renseigne que la carence en fer n'est pas liée à l'âge ($p>0,05$) (figure 40).

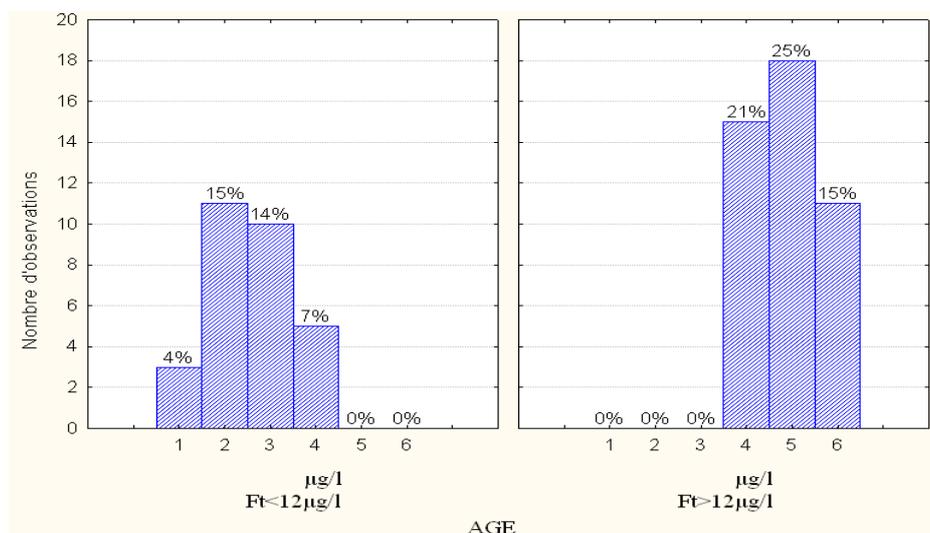


Figure 40: Distribution des valeurs de Ft en fonction l'âge.

Le tableau 15, met en évidence les proportions des réserves de fer par tranche d'âge (Annexe 2). L'analyse de la fréquence des réserves de fer par tranche d'âge par le test du Chi², met l'accent sur la présence d'un lien entre ces deux paramètres ($p < 0,05$).

La carence en fer est de loin la cause la plus fréquente des anémies chez les enfants. **Ximena et al.**, 2007, montrent que les enfants de moins de 2 ans présentent plusieurs carences en micronutriments, qui peuvent les empêcher d'atteindre leur pleine croissance et les potentialités de développement.

Le critère utilisé dans notre étude pour définir la carence en fer est basé uniquement sur les valeurs de la ferritine, le seuil définit est de $< 12 \mu\text{g} / \text{L}$ (**OMS**, 2001) pour refléter les faibles réserves de fer. Certains auteurs suggèrent d'autres $\text{Ft} < 10 \mu\text{g} / \text{L}$ ou la combinaison de deux ou trois critères (ferritine, fer sérique, transferrine, coefficient de saturation de la transferrine) (**Schneider et al.**, 2005).

Les résultats de notre travail, font ressortir une prévalence de 56,25%. Une étude descriptive transversale réalisée récemment sur un échantillon de 400 nourrissons (dont 51,6% de garçons) à Tlemcen entre 2008-2009, révèle une ferritinémie moyenne de $17,8 \pm 15,8 \mu\text{g} / \text{l}$, 47,4% ; et une hypoferritinémie ($< 12 \mu\text{g} / \text{l}$) (**Ouelaa**, 2010). La carence en fer ($\text{Ft} < 12 \mu\text{g} / \text{L}$) chez les enfants du Nord-Est du Brésil est de 51,5% (**Carvalho et al.**, 2010).

Dans notre cas, la prévalence de la carence en fer n'est pas liée au sexe ni à l'habitat. Chez les garçons, elle est de 38,28% et chez les filles, elle représente 18,75%.

Les prévalences selon l'origine géographique (urbaine, semi-rurale, rurale) sont respectivement de 34,38% ; 14,06% ; 8,59%. Les résultats publiés à partir des enquêtes antérieures en Tunisie montrent que l'habitat ne semble pas jouer un rôle déterminant (**INN**, 2002).

D'après une autre étude (**Beard**, 2001) fixant des seuils différents ($\text{Ft} \leq 10 \mu\text{g} / \text{L}$), **Schneider et al.**, (2005) comparent leurs résultats. La prévalence observée chez les garçons est de 10,2% et chez les filles de 7,3%. Ces auteurs trouvent que la prévalence est significativement plus importante chez les garçons que les filles.

La déplétion des réserves de fer de notre étude sont observés chez les tranches d'âge compris entre 6-17 mois. Il semble que l'âge ait une influence sur l'apparition de la carence en fer. Par ailleurs, **Schneider et al.**, (2005) rapportent que l'âge n'influence pas la prévalence de la carence en fer. Cette dernière est plus élevée chez les enfants âgés de 6-23 mois, avec l'introduction précoce d'aliments complémentaires à faible teneur en fer et la réduction marquée de l'allaitement (**Lima**, 2006 ; **Osório**, 2004 ; **Marques**, 2001).

Le fer dans l'organisme est continuellement recyclé entre les sites d'absorption (duodénum), d'utilisation (moelle osseuse) et de stockage (foie, rate) ainsi qu'entre les différents comparti-ments intracellulaires. L'absorption intestinale du fer est de l'ordre de 1–2 mg par jour et permet de compenser les pertes résultant principalement de la desquamation des cellules épithéliales (intestin, peau). Cette absorption peut être fortement augmentée en cas de carence en fer, d'hémolyse ou de saignements importants (**Beaumont**, 2009).

La carence en fer est commune dans toute l'Afrique sub-saharienne chez les enfants pendant la deuxième année de vie et est associée à l'augmentation des besoins en fer en fonction de l'âge, et une carence en fer nutritionnelle (**Mwaniki**, 2002). D'après **Carvalho et al.**, 2010. L'utilisation du lait de vache serait le deuxième facteur qui pourrait expliquer cette forte prévalence dû à la faible biodisponibilité du fer dans le lait de vache. Nos résultats ne sont pas cohérents avec la littérature. Ceci peut être expliqué par le choix de notre seuil, et le manque de standardisation des tests.

Chez les enfants, les principaux déterminants de la carence martiale sont: a) un déficit d'apport en fer total chez les enfants qui ne sont plus allaités au sein, b) une consommation de produits carnés faible. La période comprise entre 6 et 24 mois semble être particulièrement à risque.

Dans notre cas, la forte prévalence de la carence en fer (56,25%) pourrait être expliquée par les besoins accrus de fer imposée par la croissance rapide des enfants. Les habitudes alimentaires peuvent être mises en évidence tél que la consommation de lait de vache, la durée de l'allaitement, l'introduction tardive et insuffisante de sources d'aliments riche en fer, ainsi que d'aliments qui facilitent son absorption.

- **Prévalence de l'anémie ferriprive**

Dans notre étude, nous considérons que tout enfant dont les réserves de fer sont épuisées et qui présente en même temps une anémie a atteint le stade de l'anémie ferriprive.

L'analyse des résultats de notre enquête montre que 44,53% de l'ensemble des enfants présentent ces deux caractéristiques en même temps (Graphique 41).

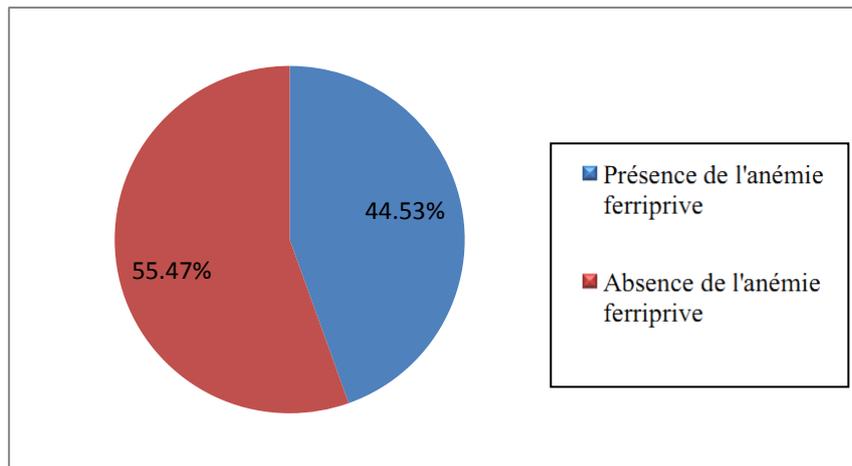


Figure 41 : Fréquence de l'anémie ferriprive.

III.1 Prévalence de l'anémie ferriprive selon le sexe

L'anémie ferriprive est caractérisée par une combinaison de deux paramètres : $Hb < 11g/dl$, $Ft < 12\mu g/l$ (OMS, 2001) ; en appliquant ces conditions : 19 filles sur 51 (14,84%) souffrent d'anémie ferriprive et 30 garçons sur 77 (23,44%) en sont atteints (figure 42). D'après le test du Chi2, l'anémie ferriprive n'est pas liée au sexe ($\chi^2=0,03$; $p=0,84$).

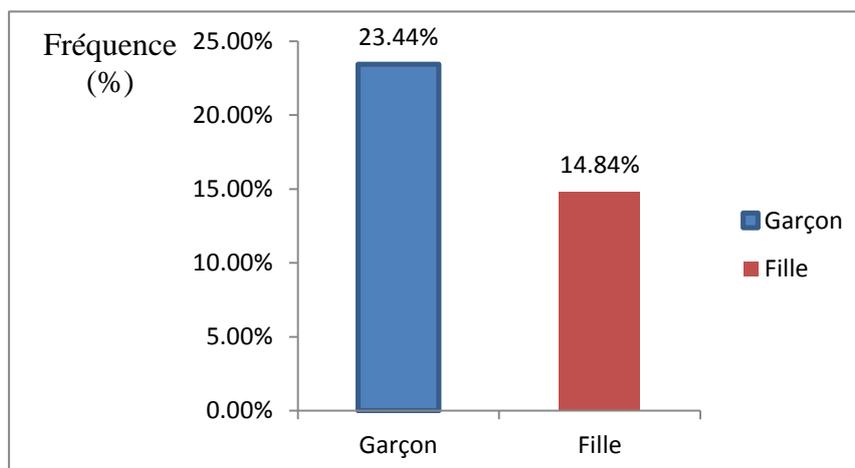


Figure 42 : Fréquence de l'anémie ferriprive selon le sexe.

III.2 Prévalence de l'anémie ferriprive selon l'habitat

La répartition des enfants selon l'origine géographique (tableau 16) montre que 17,97% proviennent des milieux urbains alors que 13,28% et 7,03% sont issus des milieux semi-ruraux et ruraux respectivement. L'habitat n'est pas lié à la répartition de l'anémie ferriprive ($\chi^2=2,15$; $p=0,34$).

Tableau 16 : Répartition des fréquences de l'anémie ferriprive par zone d'habitat.

Zone d'habitat		Urbaine	Semi-rurale	Rurale	Total
HB<11 g/dl	Nombre d'anémié	23	17	9	49
	(%)	17,97	13,28	7,03	38,28
Ft<12 µg/l					
HB>11 g/dl	Nombre d'anémié	47	19	13	79
	(%)	36,72	14,84	10,16	61,72
Ft>12 µg/l					
Total	Nombre d'anémié	70	36	22	128
	(%)	54,69	28,13	17,19	100

III.3 Prévalence de l'anémie ferriprive selon l'âge

L'anémie ferriprive se distribue différemment d'une tranche d'âge à une autre, les fréquences sont presque équivalentes dans les différentes catégories d'âge (6-8), (9-11), (12-14), elles sont plus élevées chez ceux appartenant aux groupes (15-17) et (18-20) comme indiqué sur le tableau 17, l'anémie ferriprive est liée à l'âge ($\chi^2=29,37$; $p<0,05$).

Tableau 17 : Répartition des fréquences de l’anémie ferriprive par selon l’âge.

Anémie ferriprive	Age	6-8	9-11	12-14	15-17	18-20	21-24	Total
Hb<11 g/dl	Nbre	3	6	3	15	16	7	50
et								
Ft<12 µg/l	%	2,34	4,69	2,34	11,72	12,50	5,47	39,06
HB>11 g/dl	Nbre	20	8	23	14	5	8	78
et	(%)	15,63	6,25	17,97	10,94	3,91	6,25	60,94
Ft>12 µg/l								
	Nbre	23	14	26	29	21	15	128
Total	(%)	17,97	10,94	20,31	22,66	16,41	11,72	100

Nous avons observé lors de cette étude que 44,53% des enfants présentaient une anémie associée à un épuisement total de réserves de fer. Nous avons considéré ces enfants comme présentant une anémie ferriprive.

Les résultats de notre étude montrent que les prévalences de l’anémie ferriprive chez les garçons et les filles sont respectivement de 23,44% et 14,84%. La répartition des nourrissons souffrant d’anémie ferriprive selon l’origine géographique montre que 17,97% proviennent de la zone urbaine, 13,28% de la zone semi-rurale, alors que 7,03% de la zone rurale.

L’âge semble un facteur déterminant, les tranches d’âge 15-17 ; 18-20 présentent les plus fortes prévalences d’anémie ferriprive. Ces dernières sont de 11,72% et 12,50% respectivement.

La prévalence de l’anémie ferriprive observée en Tunisie chez des enfants de 6 à 59 mois, révèle des pourcentages de 74 % dans le Grand Tunis et de 63,7 % dans le Sud Ouest. Il est à noter que la situation est meilleure chez les enfants du Sud Ouest que chez ceux du Grand Tunis. Ce résultat est le reflet d’une consommation en fer plus élevée chez les premiers. (INNTA, UNICEF, DSSB, 2002). Ces résultats sont légèrement supérieures aux notre observé dans la région des Zibans (Biskra).

D'autres études effectuées dans des pays en voie de développement et des pays développés ont donné différents résultats :

- 5% au Maroc chez les enfants âgés de 6 mois à 5 ans (**Ministère de l'agriculture du développement rural et des pêches maritimes**, 2005).
- 19% chez des enfants Thaïlandais âgés de 6 mois à 6 ans (**Linpisarn et al.**, 1996).
- 2,1% aux Etats Unis (USA) chez des enfants de la tranche d'âge de 12 à 36 mois (**Baker et al.**, 2010).

Selon **Schneider et al.**, 2005. La prévalence de l'anémie ferriprive est de 3,2 % chez les garçons et 3,7 % chez les filles. Ces auteurs comparent leurs résultats avec d'autres travaux (**McGregor et al.**, 2001), la prévalence chez les garçons est de 2,7 % et chez les filles 3,7 % avec comme limite un taux de Ferritine < 10 µg/L (**Luwel**, 2001) et un faible taux d'hémoglobine (**Beard**, 2001), ils montrent aussi qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux catégories d'âges (12-24 mois et 24-36 mois). Par ailleurs elle est plus fréquente pour les enfants indiens de 9 à 36 mois (41%) (**Gomber et al.**, 1998). La plus forte prévalence notée chez nous concerne la tranche d'âge 18-20 mois (12,50%), toutefois elle reste faible par rapport aux travaux antérieures.

Une étude récente souligne l'importance de la qualité des aliments complémentaires plutôt que leurs quantités pour les enfants durant la seconde moitié de la première et deuxième année (**Lutter et Rivera**, 2003).

L'épuisement du stock en fer quel que soit le mécanisme constitue la carence martiale. Le fer est indispensable à l'hémoglobinogénèse, l'anémie ferriprive est le stade ultime de l'épuisement des réserves de fer.

Le principal facteur de risque de l'anémie ferriprive est un apport insuffisant en fer alimentaire, lié à une consommation insuffisante des produits carnés entraînant une faible biodisponibilité du fer consommé, malgré une consommation énergétique quotidienne suffisante. Elle est particulièrement grave et fréquente chez les enfants nés avec des réserves de fer insuffisantes (prématurés, jumeaux) ou trop longtemps soumis à un régime lacté intégral. Le sevrage tardif est considéré comme un facteur de risque significatif pour l'apparition de l'anémie ferriprive chez les nourrissons de 1 à 2 ans (**Sultan et Zuberi**, 2003). L'introduction de programmes d'alimentation complémentaire est de rigueur pour palier à ce problème.

Des recherches antérieures montrent que les différents types de carences en micronutriments ont été associés à l'anémie ferriprive chez les nourrissons. La vitamine B12 se trouve dans les produits animaux et les enfants de notre échantillon ne consomment pas souvent ou pas du tout de produits animaux, il est possible que la vitamine B12 est contribué à la forte prévalence de l'anémie ferriprive dans notre étude (44,53%).

En milieu rural. Le régime alimentaire reste largement basé sur les céréales, groupe d'aliment qui contient du fer sous forme non hémérique, donc peu absorbable par l'organisme. Par ailleurs, l'habitude de consommer du thé pour les mamans juste avant ou après les repas, très courante au Maghreb, est un facteur important d'inhibition de l'absorption du fer qui se répercute par la suite sur le statut en fer du nourrisson.

Conclusion Générale

Conclusion générale

De ce travail, il se dégage que la malnutrition protéino-énergétique est un problème réel qui affecte les jeunes enfants de moins de deux ans.

Le retard de croissance affecte 8,54% de l'échantillon étudié, la malnutrition aigue (émaciation) représente 0,89%. Par ailleurs, nous avons aussi constaté un taux élevé d'obésité (18,75%). Il faut signaler que l'âge influe de façon remarquable sur l'état nutritionnel des nourrissons.

Les résultats de notre étude montrent que, l'anémie, la carence en fer et l'anémie ferriprive, sont fréquente dans la région des Zibans. Il faut noter l'existence d'une relation directe entre les différentes formes d'anémie et l'âge.

Une étude plus approfondie est nécessaire pour distinguer les facteurs qui interviennent dans l'amélioration du statut en fer. En effet, les déficits en fer chez l'enfant se traduisent par des altérations des fonctions cognitives, des troubles de la mémoire et de l'apprentissage.

La lutte contre la carence en fer et sa prévention repose sur deux stratégies qui sont la supplémentation et l'enrichissement en fer des aliments. Des travaux ultérieures ont montrés leurs preuves depuis plusieurs décennies dans les pays industrialisés (Etats unis, Grande Bretagne, Suède.....) et commencent à être appliqués depuis ces 10 dernières années dans plusieurs pays du Tiers Monde (Tunisie, Maroc, Sénégal, Vietnam.....).

La fréquence élevée d'obésité pose plusieurs hypothèses et nécessite d'autres études pour confirmer ce résultat. Une stratégie globale de sensibilisation des mères, aux niveau des centres de santé et des hôpitaux, la nécessité de l'allaitement maternel et le respect des régimes alimentaires sont primordiaux car c'est au cours des premières années de la vie que s'acquiert la majorité des habitudes alimentaires. Ces dernières peuvent avoir des conséquences sur la santé à l'âge adulte. Les facteurs socio-économiques jouent un rôle important dans l'apparition de la MPE et son évolution.

PERSPECTIVES :

- Effectuer des enquêtes à court, moyen et long terme sur le statut nutritionnel des enfants, afin d'étudier le comportement alimentaire de la population ;
- Déterminer les causes majeures de la malnutrition, en vue d'établir des programmes de lutte ;
- Il serait plus judicieux de combiner plus de 2 critères pour la détermination de l'anémie ferriprive, ainsi que les récepteurs de la transferrine ;
- Promouvoir l'allaitement maternelle exclusive durant les six premiers mois et le prolonger jusqu'à deux ans, tout en respectant une diversification alimentaire ;
- Exercer une surveillance nutritionnelle à l'échelle locale, en constituant des bases de données, mise à jour continuellement, permettant de suivre l'évolution des principales formes de malnutrition, d'évaluer l'efficacité des programmes de nutrition et de mesurer les progrès accomplis en vue de la réalisation des objectifs locaux, régionaux et nationaux.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

Abély M. 2005. Mécanismes de la dénutrition chez l'enfant et l'adolescent. *Nutrition Clinique et Métabolisme*; Volume 19, Issue 4

Aboussalah Y.; Ahami; AOT; Alaoui L.; Delisle H. 2004. Prevalence of anemia at the school preadolescents in the province of Kénitra in Morocco. *Cahiers d'étude et de recherché francophones/Santé*, 1(14),37-42.

Aggett PJ, Agostoni C, Axelsson I, Bresson JL, Goulet O, Hernell O, et al. 2002. Iron metabolism and needs in early childhood: do we know enough? A commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 34: 337–45

Agho K.E., Dibley M.J. D'Este C. Gibberd R., 2008. Factors Associated with Haemoglobin Concentration among Timor-Leste Children. INTERNATIONAL CENTRE FOR DIARRHOEAL

Alderman H, Hoddinott J and Kinsey B. 2006. Long term consequences of early childhood malnutrition. *Oxford Economy Papers*, 58, p. 15-27.

Allais C. 2011. Carence martiale et troubles cognitifs chez l'adolescent. Thèse de doctorat. Université paris descartes(PARIS 5).

Allen LH, Rosado JL, Casterline JE, López P, Muñoz E, Garcia OP, et al. 2000. Lack of hemoglobin response to iron supplementation in anemic Mexican preschoolers with multiple micronutrient deficiencies. *Am J Clin Nutr.* 2000;71:1485–94.

Atul B, Mehta A, Victor Haffbrand I. 2003. *Hématologie*. Paris, De Boeck Université, 2003.

Baker Robert D., Greer Frank R., 2010. Clinical Report—Diagnosis and Prevention of Iron Deficiency and Iron-Deficiency Anemia in Infants and Young Children (0–3 Years of Age). *Pediatrics: official journal of the American academy of pediatrics.* 126, pp 1040-1050.

Beard JL. 2001. Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning. *J Nutr* 2001;131:568S–79S; discussion 580S.

Beaumont C, 2009. Actualités du métabolisme du fer. *La Revue de médecine interne* 30S (2009) S307–S310.

Ben salem et al., 2006. Distribution des paramètres anthropométriques des nourrissons

Berger J, Dillon J. 2002. Stratégies de contrôle de la carence en fer dans les pays en développement. *Cah Santé* 2002;12(1):22-30.

Black RE, Allen LH, Bhutta ZA, Caulfield LE, De onis M, Ezzati M, et al. 2008. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *The Lancet*, 371, p. 243-260.

Black, 2003. Black MM, Hurley KM. Comment aider les enfants à acquérir des habitudes alimentaires saines.

Bonnaire- Petrover S.2009. Dénutrition protéino- énergétique du sujet agé : dépistage, surveillance, mise en place d'un protocole de renutrition dans une structure EHPAD. Thèse de doctorat.

Bounie D. 2008. De la malnutrition modérée à la malnutrition sévère.

Broglia A.2010. Anémie ferriprive pendant la grossesse : Comment la diagnostiquer correctement et éviter une supplémentation inappropriée ? Université Henri Poincaré, Nancy I.

Brunken GS, Guimarães LV, Fisberg M. 2002. Anemia em crianças menores de 3 anos que freqüentam

Caquet R., 2001. - Le Vade-mecum des examens de laboratoire. 8 ème édition.- Paris : Manson.

Carvalho et al., 2010. Diagnosis of iron deficiency anemia in children of Northeast Brazil. *Rev Saúde Pública* 2010;44(3):513-9

Cogill B.2003. Guide de mesure des indicateurs anthropométriques. Food and nutrition technical assistance. Washington. pp 36-47.

Colomb V.2004. Malnutrition protéino-calorique. In Urgences pédiatriques. Volume 1. pathologies: clinique, pathologies, stratégies, gestes. Sous la coordination de Philippe Labrune, Denis Oriot, Bernard Labrune, Gilbert Huault. Editions ESTEM

Comité de Nutrition de la société canadienne de pédiatrie, 2004.L'utilisation des courbes de croissance pour évaluer la croissance des nourrissons et des enfants canadiens : un résumé. *Paediatric Child Health* 2004;9:181 –4.

Conlisk AJ, Barnhart HX, Martorell R, Grajeda R and Stein AD. 2004. Maternal and child nutritional supplementation are inversly associated with fasting plasma glucose concentration in young Guatemalan adults. *Journal of Nutrition*, 134, p. 890-897.

Custodio et al., 2008. Nutritional status and its correlates in Equatorial Guinean preschool children: Results from a nationally representative survey. *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 29, no. 1 © 2008, The United Nations University.

Dewey KG. 2001. The Challenges of Promoting Optimal Infant Growth. *Journal of Nutrition*.

Dreyfus B. 1992. Hématologie. Paris , Flammarion-Médecine Sciences.

El hioui M., 2008. Etude congntivo-comportementale , neuro-psychologique et nutritionnelle chez les consultants adultes et les écoliers anémiques de la région rurale de Kenitra. Thèse de doctorat.

http://bounie.polytech-lille.net/malnutrition/malnutrition_vp.pdf.

FAO, 2005. Profil Nutritionnel de la Tunisie - Division de l'Alimentation et de la Nutrition. Direction des soins de santé de base, 2008. Tunisie.

FAO, 2010. La faim dans le monde. Journée mondiale de l'alimentation « Unis contre la faim » 16 octobre 2010. INVA, pp 4-7.

García-Casal MN, Layrisse M. 2002. Iron Fortification of Flours in Venezuela. *Nutr Rev* 2002;60(7(1)):26S-9S.

Gomber S, Kumar S, Rusia U, Gupta P, Agarwal KN, Sharma S. 1998. Prevalence and etiology of nutritional anaemias in early childhood in an urban slum. *Indian J Med Res* 1998;107:269–273. [PubMed:9701895]

Hadler M, Juliano Y, Sigulem DM. 2002. Anemia do lactente: etiologia e prevalência. *J Pediatr (Rio J)*. 2002;78(4):321-6. DOI:10.1590/S0021-75572002000400012

Hall et al., 2001 ; A randomised trial in Mali of the effectiveness of weekly iron supplements given by teachers on the haemoglobin concentrations of schoolchildren. *Public Health Nutrition*: 5(3), 413–418

Hertrampf E. 2002. Iron Fortification in the Americas. *Nutr Rev* 2002;60(7(1)):22S-5S.

INN. 2000. Evaluation de l'état nutritionnel de la population tunisienne. Enquête nationale de nutrition, 1996-97. Institut National de Nutrition, Ministère de la Santé Publique. Tunis. 312 pp.

INN. 2002. Anémie en Tunisie : Causes et mesures d'interventions. Institut National de Nutrition, Direction des Soins de Santé de Base, Tunis, Fond des Nations Unies pour l'Enfance. New-York. 154 pp.

INNTA, UNICEF, DSSB, 2002. ANEMIES EN TUNISIE Causes et Mesures d'Intervention. TUNISIE. 137p.

Kapoor D, Agarwal KN, Sharma S, Kelo K, Kaur I. 2002. Iron status of children aged 9 –36 months in an urban slum Integrated Child Development Services project in Delhi. *Indian Pediatr* 2002;39(2):136–144.

Kazi et al., 2008. Micronutrients and Anaemia. INTERNATIONAL CENTRE FOR DIARRHOEAL

- Kuklina EV, Ramakrishnan U, Stein AD, Barnhart HH, Martorell R.** 2005. Early childhood growth and development in rural Guatemala. *Early Hum Dev* 2006;82:425–33. doi:10.1016/j.earlhumdev.2005.10.018 PMID:16431042
- Latham MC.** 2001. La nutrition dans les pays en développement. FAO.
- Lederer J.** 1988. Le fer aux confins de la vie, Maloine.
- Lepporrier M.** 1999. Hématologie, Paris Doin.
- Li H, Barnhart HX, Martorell R, Grajeda R and Stein AD.** 2003. Effects of early childhood supplementation on the educational achievement of women. *Pediatrics*, 112, p. 1156-1162.
- Lima ACVMS, Lima MC, Guerra MQF, Romani SAM, Eickmann SH, Lira PI.** Impacto do tratamento semanal com sulfato ferroso sobre o nível de hemoglobina, morbidade e estado nutricional de lactentes anêmicos. *J Pediatr (Rio J)*. 2006;82(6):452-7. DOI:10.1590/S0021-75572006000800010
- Linpisarn Sukanya , Tienboon Prasong, Promtet Nongkran,** 1996. Iron Deficiency and Anaemia in Children with a High Prevalence of
- Lutter CK, Rivera JA.** 2003. Nutritional status of infants and young children and characteristics of their diets. *J Nutr* 133(9):2941S– 2949S. [PubMed: 12949391]a
- Luwel K, Beem AL, Onghena P, Verschaffel L.** 2001. Using segmented linear regression models with unknown change points to analyze strategy shifts in cognitive tasks. *Behav Res Methods Instrum Comput*;33:
- Maire B.** 1991. Malnutrition protéino-énergétique et état nutritionnel: Evolution des concepts. Atelier sur la surveillance nutritionnelle en Afrique de l'ouest. Méthodologie des enquêtes nutritionnelles anthropométriques.
- Male C,** 2001. Persson LA, Freeman V, Guerra A, van't Hof MA, Haschke F, Euro-Growth Iron Study Group: Prevalence of iron deficiency in 12-mo-old infants from 11 European areas and influence of dietary factors on iron status (Euro-Growth study). *Acta Paediatrica*, 90(5):492-498.
- Marques MN, Lira PI, Lima MC, Silva NL, Batista Filho M, Huttly SR, et al.** 2001. Breastfeeding and early weaning practices in Northeast Brazil: a longitudinal study. *Pediatrics*.;108(4):E66. DOI:10.1542/peds.108.4.e66.
- Mason K, and Mock, N** (2001): The Micronutrient Report Current Progress and Trends in the Control of Vitamin A, Iron, and Iodine Deficiencies. *Micronutrient Initiative*: 240.
- McGregor S, Ani C.** 2001. A review of studies on the effect of iron deficiency on cognitive development in children. *J Nutr*;131: 649S– 66S; discussion 666S– 8S.

McGregor S, Cheung YB, Cueto S, Glewwe P, Richter L and Strupp B. 2007. Developmental potential in the first 5 years of children in developing countries. *The Lancet*, 369, p. 60-70.

MdS. 2000. Enquête nationale sur la carence en fer, l'utilisation du sel iodé et la supplémentation par la vitamine A. Ministère de la Santé, Royaume du Maroc.

Ministère de l'agriculture du développement rural et des pêches maritimes, 2005. Prévenir la carence en fer au Maroc. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA : Transfert de technologie en Agriculture. N 131,4p.

Monvois, Chantal, Trèche, Serge.2003.Quelles stratégies pour l'amélioration de l'alimentation des jeunes enfants en Afrique? Leçons tirées de projet menés à Madagascar et au Vietnam . 2^{ème} Atelier international / 2nd International Workshop Voies alimentaires

Mwaniki D, Omwega A, Muniu E, Mutunga J, Akelola R, Shako B, et al. 2002. Anaemia and status of iron, vitamin A and zinc in Kenya. The 1999 National Survey. Nairobi, Kenya: Ministry of Health.

Neslet P., Davidsson L.2003. Anémie, Carence en fer et Anémie Ferriprive.

Ngirabega. 2010. La malnutrition et la santé de L'enfant en milieu rural au Rwanda. Gestion du suivi de la croissance à base communautaire. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles. Faculté de Médecine. École de Santé Publique.

Noreen D. Willows, Johanne Morel, Katherine Gray-Donald. 2000. Prevalence of anemia among James Bay Cree infants of northern Quebec. *Canadian Medical Association.* 2000;162(3):323-6

OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 1995. Utilisation et interprétation de l'anthropométrie. Rapport technique 854, 498 p.
http://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status_fr/en/index.html

OMS, 1995b. Table des indices anthropométriques,
<http://www.who.int/childgrowth/standards/fr/>

OMS /UNICEF. Joint statement: Focusing on anaemia, towards an integrated approach for effective anaemia control.OMS, 2004.

OMS. 2001. Iron deficiency anaemia, assessment, prevention and control: a guide for programme managers. Geneva.

OMS. 2008. Worldwide prevalence of anemia 1993-2005 – WHO Global database on anaemia. Organisation Mondiale de la Santé. Genève. Suisse.

Osório MM. 2002. Fatores determinantes da anemia em crianças. *J Pediatr (Rio de Janeiro).* 2002; 78(4):269-78.

Ouelaa. H., 2010. L'anémie hémolytique liée à l'allo immunisation : notre expérience sur l'allo immunisation anti-érythrocytaire chez des polytransfusés. Société Algérienne de Biologie Clinique 2^{em} congrès. p.17

Oxfam (1997, avant. projet): Food Security: an Oxfam Perspective. Theory and Practice of Assessment and Analysis in Emergencies. (*Sécurité alimentaire: la perspective d'Oxfam. Théorie et pratique de l'évaluation et des analyses en situation d'urgence*). Oxfam. Oxford

Paddle, 2002. Evaluation of heloglobine colour scale and comparaison with the Haemocue hemoglobine assay. Bull Organ Mond Santé, 80,813-816.

Piednoir P., 2009. Carence martiale pré et post-opératoire En chirurgie cardiaque : Une étude prospective observationnelle. Thèse de doctorat.Université Paris Descartes.Paris 5.Faculté de médecine.p9.

Pollitt, 1991. *Long-term consequences of growth retardation during early childhood*. Paper presented at the 6th International Congress of Auxology, Madrid, Espagne, 15-19 septembre.

Ricci JA, Becker S. 1996. Risk factors for wasting and stunting among children in Metro Cebu, Philippines. Am J Clin Nutr;63:966 – 75.

Sachdev HS, Fall CH and Osmond C. 2005. Anthropometric indicators of body composition in young adults: relation to size at birth and serial measurements of body mass index in childhood in the New Delhi birth cohort. American Journal of Clinical Nutrition, 2005, 82, p. 456-466.

Schneider et al., 2005. Anemia, iron deficiency, and iron deficiency anemia in 12–36-month-old children from low-income families 1–3. Am J Clin Nutr 2005;82:1269 –75. Printed in USA.

Shrimpton R, Victoria CG, De onis M, Costa lima R, Blössner M and Clugston G. 2001. Worldwide timing of growth faltering: implications for nutritional interventions. Pediatrics, 2001, 107, p. 1-7.

Siegel et al., 2006. Epidemiology of anemia among 4- to 17-month children living in south central Nepal. Eur J Clin Nutr. 60(2): 228–235

Sultan AN, Zuberi RW. 2003. Late weaning: the most significant risk factor in the development of iron deficiency anemia at 1–2 years of age. J Ayub Med Coll Abbottabad 2003;15(2):3–7. [PubMed:14552238]

Sungthong R. Mo-Suwan L.; Chongsuvitawong V. 2002. Effects of haemoglobin and serum ferritin on cognitive function in school children. Asia Pac J Clin Nutr, 11:117-122.

UNICEF (1997): Malnutrition in South Asia: A regional profile. UNICEF Regional Office for South Asia.

Victoria CG, Adair L, Fall C, Hallal PC, Martorell R, Richter L, et al. 2008. Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital. *The Lancet*, 371, p. 340-357.

Vieira ACF, Diniz AS, Cabral PC, Oliveira RS, Lóla MMF, Silva SMM, Kolsteren P. Avaliação do estado nutricional de ferro e anemia em crianças menores de 5 anos de creches públicas. *J Pediatr (Rio J)*. 2007;83(4):370-6. DOI:10.1590/S002175572007000500014

Walter T. ; Olivares M. ; Pizarro F. ; Munoz C. 1997. Iron, anemia, and infection. *Nutrition Reviews*, 55,111-124.

Whaley S, Sigman M, Neumann C, et al (2003). The impact of dietary intervention on the cognitive development of Kenyan schoolchildren. *J Nutr*, 133.

WHO Multicentre Growth Reference Study Group. 2006: WHO child growth standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr Suppl*;450:76-85

WHO. 2002. Report of the expert consultation on the optimal duration of exclusive

WHO. 1995a. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO. Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser.*; 854:1-452.

www.fao.org/DOCREP/004/W0073F/w0073f28.htm

Ximena et al., 2007. Prevalence of anemia and deficiency of iron, folic acid, and zinc in

Yip, 2000. Signification of an abnormally low or high hemoglobin concentration during pregnancy: special consideration of iron nutrition. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72 (suppl), 272S-279S.

Youdin MB. ; Yehuda S. 2000. The neurochemical basis of cognitive deficits induced by brain iron deficiency : involvement of dopamine-opiate system. *Cell Mol Biol*, 46:491-500.

Zahzeh T, Bouchikhi B, Meghit B-K, Belbraouet S. 2006. Statut nutritionnel des enfants âgés de 0 à 36 mois admis au CHU de Sidi-Bel-Abbès (Ouest algérien). *Journal de pédiatrie et de puériculture* 19 (2006) 56 –60.

Annexes

Annexe 1

Questionnaire

Section1 : Identification du nourrisson

Nom et Prénom de l'enfant

Sexe : M F

Date de naissance ou âge (mois)

Nom Prénom de l'accompagnateur de l'enfant

Lien de parenté avec l'enfant

Adresse

Tel GSM

Tel fixe

Mail

Section2 : Les antécédents médicaux et chirurgicaux du nourrisson

Examen clinique

Nom/Prénom du Médecin

Enfant apparemment sain. Oui Non

Est-ce que l'enfant a présenté une fièvre au cours des deux dernières semaines ? 1 Oui 2 Non

Autres antécédents cliniques

.....

Antécédents

chirurgicaux

Couvertures vaccinales

Nature et rappels	A quel âge (mois)

Section3 : Les données anthropométriques

Poids actuel |_|_| , |_| kg

Taille actuelle |_|_|_| , |_| cm

Annexe 2

Tableaux des distributions

Tableau 4 : Principales caractéristiques des distributions de l'âge (en mois) des trois groupes (l'ensemble des enfants, les garçons, et les filles).

Groupes actifs	N	M	E.T	Méd	Min	Max
Ensemble	128	14,46	4,95	15,5	6	24
Garçon	77	14,06	4,90	14	6	24
Fille	51	15,07	5,02	16	6	24

N = nombre d'enfants ; M = moyenne ; E.T = écart Type ; Méd = médiane ;

Min = minimum ; Max = Maximum.

Tableau 5 : Proportion des filles et des garçons par tranche d'âge.

Groupe/Âge (mois)		6-8	9-11	12-14	15-17	18-20	21-24	Total
Fille	Nbre	10	1	12	11	9	8	51
	%	7,81	0,78	9,38	8,59	7,03	6,25	39,84
Garçon	Nbre	13	14	13	18	12	7	77
	%	10,16	10,94	10,16	14,06	9,38	5,47	60,16
Total	Nbre	23	15	25	29	21	15	128
	%	17,97	11,72	19,53	22,66	16,41	11,72	128

Tableau 6 : Répartition des filles et des garçons selon l'habitat.

Habitat		Urbain	Semi-rural	Rural	Total
Fille	Nbre	27	14	10	51
	%	21,09	10,94	7,81	39,84
Garçon	Nbre	43	22	12	77
	%	33,59	17,19	9,38	60,16
Total	Nbre	70	36	22	128
	%	54,69	28,13	17,19	100

Tableau 7 : Caractéristiques descriptives des distributions du poids et de la taille.

Variables	N	M	E.T	Méd	Min	Max
	actifs					
Poids(Kg)	128	14,06	17,81	10,85	7,20	14,00
Taille(Cm)	128	76,60	5,58	78,00	63,00	87,00

Tableau 9: Principales caractéristiques des distributions du taux d'hémoglobine (en g/dl) de l'ensemble des enfants, des garçons, et des filles.

Groupe/Variabes	N	M	E.T	Méd	Min	Max
	actifs					
Ensemble	128	10,09	1,51	9,95	5,60	13,00
Garçon	77	9,79	1,48	9,8	5,6	13,00
Fille	51	10,54	1,45	10,70	8,00	13,00

Tableau 12 : Répartition des fréquences de l'anémie en classe d'âge de 3 mois.

Age		6-8	9-11	12-14	15-17	18-20	21-24	Total
Hb<11 g/dl	Nbre	23	15	25	22	0	0	85
	%	17,97	11,72	19,53	17,19	0	0	66,41
Hb≥11 g/dl	Nbre	0	0	0	7	21	15	43
	%	0	0	0	5,47	16,41	11,72	33,59
Total	Nbre	23	15	25	29	21	15	128
	%	17,97	11,72	19,53	22,66	16,41	11,72	100

Tableau 13: Caractéristiques descriptives des valeurs du taux de la ferritine (Ft) et du log Ft.

Variables	N actifs	M	Méd	Min	Max	Centile 2,5	Centile 97,5	Etendue	E.T
Ft(µg/l)	128	13,93	-	1,00	75,00	-	-	-	12,48
log Ft	128	1,40	1,41	0,84	2,30	0,84	1,91	1,46	0,33

Tableau 15 : Répartition des nourrissons selon l'état de leurs réserves en fer par tranche d'âge.

Age		6-8	9-11	12-14	15-17	18-20	21-24	Total
Ft<12 µg/l	Nbre	23	15	25	10	0	0	73
	%	17,97	11,72	19,53	7,81	0,00	0,00	50,03
Ft>12 µg/l	Nbre	0	0	0	19	21	15	55
	%	0,00	0,00	0,00	34,55	38,18	27,27	42,97
Total	Nbre	23	15	25	29	21	15	128
	%	17,97	11,72	19,53	22,66	16,41	11,72	100