

***Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)***

**Aissiou Mohamed Yehya el Amin**

**Promoteur** :Dr. ASSAMI Mustapha Kamel.. Maitre conférence (ENSA, EL Harrach)

**Soutenu le** : 08 /03 /2014

Jury: **Président**: Pr. BELLAL Mohand Mouloud... Professeur (ENSA, EL Harrach) **Examineurs**: Dr. Hazzit Mohamed Maitre conférence (ENSA, EL Harrach) Dr. Bitam Arezki Maitre conférence (ENSA, EL Harrach) Dr. Mekimene Lakhdar... Maitre conférence (ENSA, EL Harrach)



# Table des matières

résumé . .	6
abstract . .	7
ص خ لم . .	8
Remerciements . .	9
Dédicace . .	10
liste des abréviations . .	11
Introduction . .	12
Chapitre I: Le fer et son métabolisme dans l'organisme . .	14
I.1 répartition de fer dans l'organisme . .	14
I.1.1 Le compartiment fonctionnel . .	14
I.1.2 Le compartiment de transport . .	14
I.2 Sources d'apport de fer dans l'organisme . .	15
I.2.1 Sources provenant des échanges internes du fer . .	15
I.2.2 Sources alimentaires . .	16
I.3 Métabolisme du fer . .	16
I.3.1 Absorption Intestinale du fer . .	16
I.3.2 Régulation de l'absorption . .	17
I.3.3 Transport du fer dans l'organisme . .	18
I.3.4. Devenir du fer cellulaire . .	19
I.3.5 Le contrôle systémique du métabolisme du fer . .	20
I.4 Le fer élément essentiel à la synthèse de l'hémoglobine . .	21
I.5 Définition et installation de la carence martiale . .	23
I.6 Définition de l'anémie . .	23
I.6.1 Définition de l'anémie ferriprive . .	23
Chapitre II: Carence en fer et Anémie ferriprive chez le nourrisson et le jeune enfant . .	25
II.1 Besoins en fer chez l'enfant et le nourrisson . .	25
II.1.1 Accroissements physiologiques des besoins en fer chez le nourrisson et le jeune enfant . .	25
II.1.2 L'épuisement des réserves en fer et vulnérabilité des enfants de l'âge du préscolaire . .	26
II.2 Source de perte de fer chez le nourrisson et le jeune enfant . .	27
II.2.1 Pertes physiologiques chez l'enfant . .	27
II.2.2 Pertes pathologiques . .	28
II.3 Facteurs de risque de la carence en fer et de l'anémie ferriprive chez le nourrisson et le jeune enfant . .	28
II.4 Paramètres hémato-biochimiques pour l'évaluation du statut nutritionnel en fer . .	29
II.4.1 Transferrine (Sidérophiline), et son coefficient de saturation CS . .	29
II.4.2 L'hématocrite (Ht) . .	30
II.4.3 Volume globulaire moyen (VGM) . .	30
II.4.4 Teneur corpusculaire moyenne en Hémoglobine (TCMH) . .	30
II.5 Conséquence de la carence en fer et de l'anémie ferriprive chez l'enfant . .	30

II.5.1 Sur l'aptitude physique a l'effort . . .	31
II.5.2 Sur les facultés d'apprentissage . . .	31
II.5.3 Sur la mortalité infantile . . .	31
II.5.4 Prédisposition aux infections . . .	31
II.6 Recommandations . . .	31
II.7 Prévalence de l'anémie dans le monde . . .	32
II.8 Mesures de lutte et de prévention contre la carence martiale . . .	34
II.8.1 Supplémentation . . .	34
II.8.2 Enrichissement . . .	34
Chapitre III: Alimentation de l'enfant et du Nourrisson . . .	36
III.1 Alimentation du nourrisson . . .	36
III.2 Consommation du lait maternel et son apport en énergie et en nutriments . . .	36
III.3 Alimentation de l'enfant et le complément alimentaire . . .	36
III.3.1 Besoins en énergie et en macronutriments chez le nourrisson et l'enfant . . .	37
III.3.2 Besoins en protéines et en micronutriments . . .	37
III.3.3 Age d'introduction des aliments de complément . . .	38
III.3.4 Diversification alimentaire . . .	39
Chapitre IV : Malnutrition Protéino-énergétique . . .	40
IV.1 La sous alimentation . . .	40
IV.2 Les carences alimentaires . . .	40
IV.3 La suralimentation . . .	40
IV.4 La malnutrition protéino-énergétique . . .	40
IV.4.1 Causes et conséquences de la malnutrition protéino –énergétique chez l'enfant . . .	41
IV.5 Classification et Anthropométrie . . .	44
IV.5.1 Le poids . . .	44
IV.5.2 La taille . . .	44
IV.5.3 L'indice de masse corporel . . .	44
IV.5.4 Signification des indices et des mesures anthropométriques chez l'enfant . . .	44
IV.5.5 Normes des indices anthropométriques et classification . . .	45
IV.6 Prévalence de la malnutrition . . .	46
IV.6.1 Dans le monde . . .	46
IV.6.2 En Algérie . . .	47
IV.7 Stratégie de lutte contre la Malnutrition protéino-énergétique . . .	47
CHAPitre V : materiel et methodes . . .	49
V.1 Situation géographique de la ville d'El Idrissia . . .	49
V.2 Conditions de recrutement de l'échantillon . . .	49
V.3 Prélèvements sanguins . . .	49
V.4 Principe de dosage des indicateurs biologiques du statut nutritionnel en fer et de l'inflammation . . .	50
V.4.1 Hémoglobine . . .	50

V.4.2 Ferritine sérique . . .	50
V.4.3 Fer sérique . . .	50
V.4.4 Transferrine . . .	51
V.4.5 Mode opératoire du dosage des indicateurs biologiques sériques (Figure, Annexes) . . .	51
V.5 Calcul de la Capacité totale de la fixation de la transferrine et du coefficient de saturation en transferrine . . .	51
V.5.1 Calcul de la capacité totale de la fixation de la transferrine . . .	51
V.5.2 Calcul du coefficient de saturation en transferrine . . .	51
V.6 Recueil des données anthropométriques . . .	52
V.6.1 L'âge (exprimé en mois) . . .	52
V.6.2 La taille . . .	52
V.6.3 Le poids . . .	52
V.7 Transformation des mesures anthropométriques . . .	52
V.7.1 Indice de masse corporel (IMC) . . .	52
V.7.2 Les Z scores . . .	53
V.8 Analyse statistique des données . . .	53
chapitre VI: Résultats et discussions . . .	54
VI.1 Etude descriptive et caractéristique de l'échantillon . . .	54
VI.1.1 Répartition selon le sexe . . .	54
VI.1.2 Répartition des enfants en fonction de leur âge . . .	54
VI.1.3 Données anthropométriques . . .	55
VI.1.4 Poids à la naissance . . .	58
VI.1.5 Alimentation . . .	59
VI.1.6 Données sur les mères . . .	63
VI.1.7 Données sur les pères . . .	66
VI.1.8 Conditions de logement des enfants . . .	67
VI.2 Statut nutritionnel en fer des enfants . . .	68
VI.2.1 Corrélations entre les paramètres hémato-biochimiques . . .	72
VI.2.2 Prévalence et caractérisation de l'anémie dans l'échantillon . . .	73
VI.2.3 Anémie par carence martiale (Anémie ferriprive) . . .	86
VI.2.4 Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique . . .	107
CONCLUSION GENERALE . . .	128
Références bibliographiques . . .	129
Annexes . . .	146
Annexe 1: Situation Géographique de la Daïra d'EL Idrissia. . .	146
Annexe 2: Questionnaire de l'enquête . . .	146
Annexe 3: Appareils et instruments utilisés. . .	148

## **résumé**

La présente étude a été entreprise pour découvrir l'ampleur du problème de la malnutrition protéino-énergétique et la carence en fer chez les enfants de moins de 5ans.

Un total de 150 enfants en bonne santé apparente a été sélectionné pour l'enquête, conformément aux seuils utilisés par l'OMS, 36 soit 24% des enfants sont anémiques (**Hb<11g/dl**), 52 soit 34,6% présentent des réserves en fer totalement épuisées (**Ft<12µg/l**).

La technique de combinaison des indicateurs biologiques du statut nutritionnel en fer est utilisée pour affiner le diagnostic de la carence en fer, 33 soit 22% des enfants présentent une carence en fer (**Ft<12µg/l + CS<15%**), 22 soit 14,6% présente une anémie ferriprive (**Ft<12µg/l + CS<15% + Hb<11g/dl**). Une relation statistiquement trouvée entre l'âge, l'allaitement et la fréquence de l'anémie par carence martiale.

Conformément aux recommandations de l'OMS, l'évaluation du statut nutritionnel a été effectuée par le calcul des Z scores, le surpoids et le retard de croissance sont les formes les plus répondues avec des fréquences respectives de 9,3% et 12%, les fréquences de l'émaciation et l'insuffisance pondérale sont de 4% et de 12% respectivement. Aucune liaison statistique entre l'âge, le sexe, l'anémie ferriprive et malnutrition.

Mots Clés : Malnutrition protéino-énergétique, Anémie, carence martiale, Anémie ferriprive, enfants de moins de 5 ans.

---

## abstract

The present study was undertaken to discover the extent of the problem of protein-energy malnutrition and iron deficiency in children under 5 years.

A total of 150 apparently healthy children were selected for the survey in accordance with thresholds used by the WHO, 36 or 24% of children are anemic (Hb < 11g/dl) 52 infants 34or % have reserves iron completely exhausted (Ft < 12 $\mu$ g / l).

The technique of combining biological indicators of nutritional iron status is used to refine the diagnosis of iron deficiency, 33 or 22% of children have iron deficiency (Ft < 12 $\mu$ g / l CS + <15% ), 22 or 14.6% have iron deficiency anemia (Ft < 12 $\mu$ g / l CS + <15% + Hb <11g/dl) . A statistically significant relationship found between age, breastfeeding and frequency of iron deficiency anemia.

Accordance with WHO recommendations, assessment of nutritional status was done by calculating the Z scores, overweight and stunting are the most answered shapes with respective frequencies of 9.3% and 12% frequencies of wasting and underweight are 4% and 12% respectively. No statistical link between (age, sex, iron deficiency) and malnutrition.

Key words: Undernutrition, , Anemia, Iron deficiency, Iron deficiency anemia, Children under 5 years

## ص خ لم

تهدف هذه الدراسة لتحديد مشكلة تغايم سوء التغذية البروتينية الحرارية و نقص الحديد لدى الاطفال الذين يقل عمرهم عن 5 سنوات.

تم اختيار 150 طفل في حالة صحية جيدة لخوض هذه الدراسة. بالاعتماد على المقاييس و المعايير المقترحة من طرف المنظمة العالمية للصحة, تم اثبات ان 36 طفل اي ما يعادل 24 % من العينة تعاني من نقص في الهيموغلوبين و 52 طفل اي ما يعادل 34.6 % يعانون من نقص في مخزون الحديد ( $Ft < 12 \mu g/l$ )

تم استخدام تقنية دمج معيارين بيولوجيين لتحديد نقص الدم , و ذلك لزيادة دقة تشخيص هذه العينة. 33 طفل اي ما يعادل 22 % يعانون من نقص في الحديد و 22 طفل اي ما يعادل 14.6 % يعانون من فقر الدم الحديدي. يتبين ان هناك علاقة احصائية بين الدم , نمط الرضاعة و نسبة الدم.

بالاعتماد على المعايير المقترحة من طرف المنظمة العالمية للصحة هذه الدراسة تبين ان التخانة و النقص في النمو يسجلان اعلى نسب (9.3% للتخانة و 12% لنقص النمو) اما نسبة نقص الوزن بالنسبة للامم فتمثل 4 % بينما الخفاة (نقص الوزن بالنسبة للطول) فتمثل 2.7 %, هذه الدراسة لا تبين اي علاقة احصائية بين العمر, نمط الغذاء, فقر الدم الحديدي و سوء التغذية.

الكلمات المفتاحية: سوء التغذية البروتينية الحرارية, نقص الحديد, فقر الدم الحديدي, فقر الدم, سوء التغذية

الاطفال الذين يقل عمرهم عن 5 سنوات



## Remerciements

Mes profonds remerciements s'adressent à mon directeur de thèse Dr **Assami Mustapha Kamel** qui a toujours veillé au bon déroulement de ce travail avec ses précieux conseils et ses pertinentes recommandations.

Mes profonds remerciements s'adressent au Pr : **Bellal Mohand Mouloud** d'avoir accepté de présider notre jury.

Mes remerciements s'adressent au Dr : Mekimene **Lakhdar** pour ses précieux conseils et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes remerciements à Dr : **Bitam Arezki** pour ses recommandations, sa qualité humaine et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Mes remerciements à Mr **Hazzid** d'avoir accepté d'être parmi le jury d'examen.

Mes remerciements s'adressent également au Chef de Département de Technologie Alimentaire Mr **Benchabane Ahmed** qui suivait régulièrement le déroulement de ce travail et qui a été toujours présent pour m'encourager à sa réalisation.

Mes remerciements s'adressent également au Pr : **Cherifi** professeur au niveau du laboratoire centrale de l'hôpital **Nafissa Hamoud -Hussein Dey- Alger**

J'adresse également mes profonds remerciements à Mlle **Barech Meriem** Laborantin au niveau du laboratoire central de l'hôpital Pr : **Nafissa Hamoud Hussein dey -Alger** pour ses grandes qualités humaines et son précieux soutien technique.

Mes remerciements s'adressent au personnel administratif et médical de la Polyclinique d'**El Idrissia** Wilaya de **Djelfa** en particulier les médecins : **Raoudol Cardero Almira / Juan Maria Gonzales / Ida almis Ira** , et aux laborantins **Benbouzid Mohamed , Retimi Toufik , Benbouzid Lakhdar , Kerinia** pour leur qualités humaines et leur grandes contributions pour la réalisation de l'enquête et à Tata **Hayet** qui m'a vraiment soutenu avec ses pertinentes remarques et ses suggestions.

Mes remerciements s'adressent à mon meilleur Ami **Nadir** qui m'a aidé pour la mise en forme du document et pour ses grandes qualités humaines, à **Houda** sans oublier **Djamil** qui m'ont aidé à la réalisation de ce travail.

## **Dédicace**

*Je dédie ce travail : A mes chers Parents **Hamid et Khoukha** qui ont été toujours là pour me soutenir, m'encourager durant tout au long de mon parcours universitaire. A mes frères **Chafik, Bilal** et ma sœur **Amina** et mes cousins : **Sidou, Abdou, Hakou, Youyou, Sohib, Alilou**, ainsi qu'à mes cousines **Soumia, Selma** ainsi qu'à mes oncles et tantes. A tous mes enseignants des différents paliers : Primaires, moyen, secondaire et universitaire. A mes chers amis : **Nadirus, Doudou, Felfoulati, Chouchou, Djamil, Abir, Jiji, Khalidou, Said, Issma** ainsi qu'à mon amie d'enfance **Samia** et mon ancien binôme **Nouno**, sans oublier bien sûr **Kamy**.*

---

## liste des abréviations

- **Hb** : Hémoglobine
- **DMT1** : Divalent métal transporter 1
- **STFR** : Récepteurs solubles de la transferrine
- **STEAP3**: Sixtransmembrane epithelial antigen of prostate 3
- **ER**: Equivalent Rétinol
- **SD**: Significativement différents d'une distribution normale
- **N.D** : Non significativement différents d'une distribution normale
- **BMI** : Body Masse Index
- **IMC** : Indice de Masse corporel
- **ZP/A** : Z score poids pour âge
- **ZT/A**: Z score taille en fonction de l'âge
- **ZIMC/A**: Z score Indice de Masse corporel en fonction de l'âge
- **ZP/T**: Z score Indice de Masse corporel.
- **K.S** : Kolmogorov-Smirnov
- **U** : Test de Mann Whitney
- **$\chi^2$**  : Khi Carré
- **OMS** : Organisation Mondiale de Santé.
- **FAO** : Organisation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture.

## Introduction

Depuis des siècles, les civilisations savent qu'une **bonne santé** passe d'abord par une alimentation saine et une activité physique régulière. La nutrition constitue un indicateur de développement social et économique en raison de ses conséquences sur la croissance et sur les capacités cognitives de l'individu. (**OMS**, 2002).

Une insuffisance ou un excès d'apport alimentaire conduit donc à une malnutrition, cette dernière qui joue un rôle dans au moins la moitié des décès d'enfants (tout âge compris) dans le monde (**UNICEF**, 1998).

Les enfants de l'âge du préscolaire constituent la population la plus vulnérable au problème de malnutrition (**Mahgoub et al**, 2006 ; **Zahzeh et al**, 2006 ; **Alanderson et al**, 2013), cette dernière est la cause sous jacente de **3,5 millions** de décès chez ces enfants (**OMS**, 2011), ceux qui survivent souffrent de conséquences néfastes sur leur développement psychomoteur (**Parakach**, 2006).

En Algérie la prévalence de la malnutrition reste peu connue, les enquêtes nationales menées par (**UNICEF**, 1996 ; **INSP**, 2001 ; **ONS**, 2004) et par certains auteurs montrent que les différentes formes de la malnutrition restent toujours d'actualité chez les enfants de l'âge du préscolaires (**Kechidi**, 1998 ; **Massen et al**, 2010 ; **Fedala**, 2012 ; **Chenikhar, Chiheb**, 2012 ).

La malnutrition peut se présenter sous différentes formes qui agissent en symbiose, comme la malnutrition protéino-énergétique et les troubles dus à des carences en **micronutriments** (iode, fer, vitamine A,...) (**UNICEF**, 1998).

La carence en fer conduit à de graves conséquences pour la santé, le bien être ; elle a aussi des répercussions sociales et économiques négatives. Elle est notamment en cause du retard du développement cognitif (**El Hioui et al**, 2009 ; **Lozoff et al**, 2012), de la diminution de la capacité au travail physique ; et dans des cas graves, elle augmente le risque de mortalité surtout pendant la période périnatale (**Bernard et al**, 2001 ; **INACG**, 2003).

La plupart des travaux épidémiologiques prouvent que les enfants de l'âge du préscolaire et les femmes enceintes constituent les populations les plus vulnérables à la carence en fer et à l'anémie ferriprive (**Pitkin et al**, 1990 ; **Demmouche et Moulessehou**, 2011).

Les enquêtes nutritionnelles montrent que les pays d'Afrique, d'Amérique du sud et d'Asie du sud sont les régions les plus touchées par carence martiale, avec des prévalences de l'ordre de 25 à 70% dans les pays africains (**El Sayad**, 1999 ; **El Hioui**, 2008 ), plus de 60% en Asie du sud (**De Silva**, 2003), suivis des pays industrialisés comme la France avec une prévalence d'enfants anémique de plus de 29% (**Hercberg**, 2001) et plus de 9 % au Etats Unis (**USPSTF**, 2006).

Dans les pays du Maghreb la carence en fer reste peu connue, l'enquête faite en Tunisie par **INNTA** en 2002 montre une prévalence d'**anémie** de l'ordre de 22 % chez les enfants du préscolaire et plus de 31% chez enfants Marocains âgés de moins de 5ans (**MDS**, 2000).

En Algérie le statut nutritionnel en fer reste lui aussi très peu connu chez les enfants du préscolaires. Les enquêtes nationales montrent des prévalences d'anémie de l'ordre 38% et 26% de forme sévère d'anémie (**MSPRH**, 2003).

Les programmes visant l'optimisation et le développement des stratégies permettant de mieux cerner et lutter contre les carences en fer ,les anémies, et la malnutrition au sein des différentes tranches d'âge , en déterminant les prévalences et en évaluant les risques engendrés au sein de la population, méritent davantage d'encouragement (**UNICEF**,1998 ; **Hercberg** , 2001 ) .

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui sera consacré à la détermination de la prévalence de la malnutrition protéino-énergétique et de l'anémie ferriprive au sein d'un groupe de 150 enfants âgés de 6 à 60mois en bonne santé apparente recrutés au niveau de deux centres sanitaires de la Daira d'El Idrissia Wilaya de Djelfa .

# Chapitre I: Le fer et son métabolisme dans l'organisme

Le fer, bien que présent en très faible quantité dans l'organisme (0,005 % du poids corporel), joue un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions biologiques (**Loreal et al**, 2012; **Hercberg**, 1988). Il intervient dans la constitution de l'hémoglobine (pigment respiratoire qui assure l'échange de l'oxygène et du gaz carbonique 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.

## I.1 répartition de fer dans l'organisme

La quantité du fer dans l'organisme est de 3 à 4 g chez l'adulte. Il se répartit en plusieurs compartiments, quantitativement inégaux :

### I.1.1 Le compartiment fonctionnel

---

Il représente 70% du fer total, soit 2,8g. Il est constitué essentiellement par le fer de l'hémoglobine (1gr d'Hb contient 3,3 mg de fer). Une faible quantité de fer (0,4g) se trouve dans la myoglobine et dans certaines enzymes cellulaires intervenant dans le métabolisme oxydatif : catalase, cytochromes, myéloperoxydase.

### I.1.2 Le compartiment de transport

---

Il est quantitativement réduit et représente 0,1% du fer total, soit 4 mg. Dans le plasma, le fer est presque exclusivement lié à la transferrine (sidérophiline). La transferrine est une glycoprotéine synthétisée essentiellement par le foie. Son rôle est de transporter le fer aux cellules, sans être consommée lors des échanges. Elle est à l'état physiologique saturée à 30%. La répartition du fer dans l'organisme est illustrée dans le tableau n° 1.

	Nouveau Né 3,5Kg		Enfants 30Kg		Femmes Adulte (50kg)		Homme Adulte	
	Gr	%	Gr	%	Gr	%	Gr	%
Fer de l'Hémoglobine	0,210	77	0,93	74	1,63	69	2,3	65
Fer Tissulaire	0,028	10	0,12	16	0,32	15	0,51	12
Fer de réserve	0,035	13	0,2	10	0,33	16	0,8	19
Fer total	0,273	100	1,25	1,25	2,08	100	3,68	100
Concentration (mg/Kg de poids corporel)	78		42		41		52	

Tableau 1: Distribution du fer dans l'organisme en fonction de l'âge et le sexe. (Lynch, 2002).

## I.2 Sources d'apport de fer dans l'organisme

Deux sources en fer sont possibles :

### I.2.1 Sources provenant des échanges internes du fer

#### I.2.1.1 macrophage, principale source de fer plasmatique

Le macrophage, par le processus d'érythrophagocytose, peut fournir en permanence du fer au plasma. En effet, au cours de ce processus, les macrophages vont :

- Phagocyter les érythrocytes ayant atteint leur durée de vie (environ 120 jours) ;
- En libérer l'hémoglobine puis le fer lui-même grâce notamment à l'activité de l'hème-oxygénase (Cadet et al ,2005).

### **I.2.1.2 L'entérocyte, source de fer pour l'organisme**

Chaque jour l'organisme perd environ 1 mg de fer du fait de pertes totalement incompressibles : (desquamation cellulaire, urines, bile, saignements). Il importe donc de compenser ces pertes par une absorption digestive de fer adaptée qui a lieu principalement au niveau duodénal (**Andrews et al**, 2000 ; **Anderson et al**, 2005). Celle-ci peut augmenter, jusqu'à un certain point, si les pertes de fer sont supérieures ou si des besoins complémentaires existent comme lors des grossesses et de la croissance.

## **I.2.2 Sources alimentaires**

---

L'alimentation joue un rôle important dans l'apport de fer. Certains aliments sont plus riches en fer que d'autres, leur consommation régulière permet de ne pas être carencé en dehors de pertes importantes par ailleurs (**Allais**, 2011). Seule une fraction du fer consommé est réellement absorbée. Les apports « réels » en fer (apports qui traversent réellement la barrière digestive) dépendent donc du contenu en fer des aliments, mais également de la biodisponibilité de ce fer.

Certains facteurs favorisent ou compromettent la biodisponibilité du fer non héminique. Selon l'action de ces facteurs, l'absorption du fer à partir d'un repas peut varier de 1 à 15 % chez les individus ayant un statut en fer comparable.

Au total, selon la composition des régimes alimentaires, le coefficient d'absorption du fer varie de 5 % pour des repas à base de céréales et/ou de racines-tubercules, pauvres en produits carnés et en vitamine C, à 15 % pour des repas contenant des quantités importantes d'aliments carnés et de sources de vitamine C. Toutes ces informations montrent qu'il est très difficile de satisfaire le besoin journalier en fer avec un régime alimentaire normal en raison de nombreux facteurs susceptibles de moduler sa biodisponibilité (**Hurrell**, 1997; **Benito & Miller**, 1998; **Lynch**, 2002). Le développement d'aliments enrichis en fer constitue une alternative intéressante pour pallier ce problème de santé publique. Le tableau n° 2 illustre la richesse de quelques aliments en fer (héminique et non héminique):

**Tableau 2: Liste d'aliments riches en fer héminique et non héminique (Coulate, 2009):**

Aliment	Portion (gr)	Quantité de fer (mg)
Palourde	100 gr	28mg
Foie de porc	100gr	18mg
Rognon d'agneau	100gr	12mg
Huitre cuite	100gr	12mg
Seiche	100gr	11mg
Graines de soja	250gr	4,7mg
Graines de sesame	30gr	4,4mg
Spiruline	15gr	4,3mg

## **I.3 Métabolisme du fer**

### **I.3.1 Absorption Intestinale du fer**

---



Les entérocytes des villosités du duodénum et de la partie proximale du jéjunum sont responsables de la quasi-totalité de l'absorption du fer héminique et non héminique (**Lombard et al, 1997**). Ces entérocytes sont issus de la maturation et de la migration de cellules souches multipotentes situées dans les cryptes duodénales.

Pour passer de la lumière intestinale au plasma, le fer doit traverser la membrane apicale, l'entérocyte lui-même puis la membrane baso-latérale (Fig. 1). Le fer héminique est endocyté avec la molécule d'hème après liaison avec un récepteur potentiel non encore identifié (**Parmley et al 1981**). Le fer est ensuite libéré dans l'entérocyte après clivage de la molécule d'hème par un hème oxygénase (Fig. 1).

En ce qui concerne l'absorption du fer non héminique au niveau du pôle apical de l'entérocyte, le mécanisme le plus important fait intervenir le transporteur de cation divalent DMT1 (**Fleming et al, 1997**). Dans ce cas, les atomes de fer ferrique apportés par l'alimentation sont, dans un premier temps, réduits en atomes de fer ferreux par une ferroréductase, puis sont pris en charge par ce transporteur (Fig. 1) (**McKie et al, 2001**).

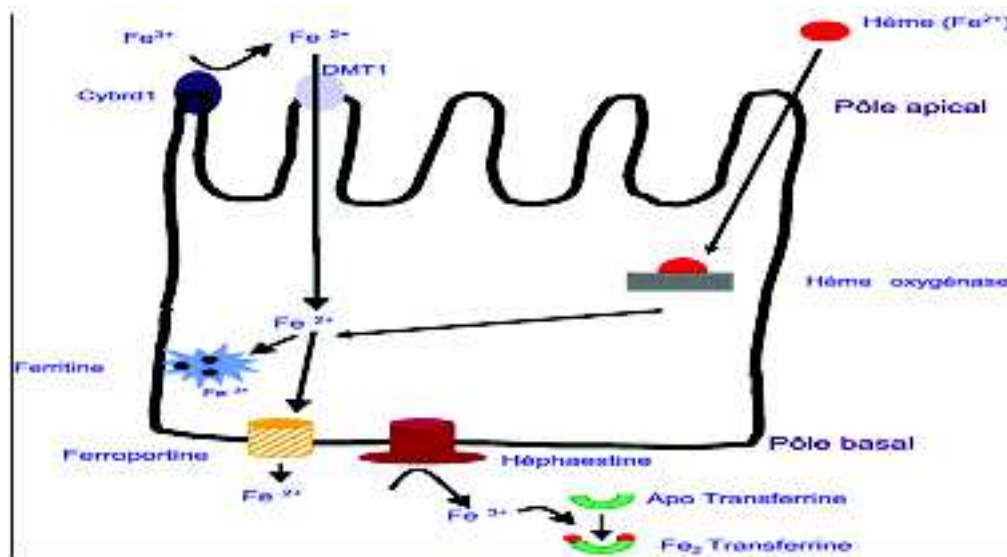


Figure 1: Mécanisme d'absorption du fer par les entérocytes

(Cadet et al., 2005).

## I.3.2 Régulation de l'absorption

### I.3.2.1 Développement des entérocytes

La disponibilité du fer en provenance du plasma durant la différenciation des cryptes de Lieberkühn doit programmer la cellule à un niveau donné de synthèse du récepteur de la transferrine et de l'apotransferrine.

Dans les cas de carence, la concentration plasmatique du fer sera basse et les cellules en développement auront un nombre accru de récepteurs de la transferrine et un taux de synthèse de l'apotransferrine faible.

### I.3.2.2 La réponse à l'inflammation et aux infections

Ces situations se manifestent par une chute rapide de la concentration du fer sérique et par une augmentation simultanée de la concentration sérique de la ferritine.

Ce phénomène aiguë est souvent décrit comme un bloc « réticulo-endothélial » réduisant la libération du fer des cellules phagocytaires chargées de dégrader l'hémoglobine ; de ce fait, la concentration du fer diminue dans le plasma et le fer de la ferritine s'accumule dans les cellules (**Means**, 1992).

L'interleukine est un des médiateurs primaires de la « phase aiguë » augmente directement la synthèse de l'apotransferrine (**Rogers**, 1990), mais il est probable que les conséquences de cette situation sur l'érythropoïèse et sur la fourniture de fer à la moelle osseuse sont responsables de l'anémie qui complique l'infection chronique ou l'inflammation (**Means**, 1992).

Une augmentation de l'activité de l'IRF dépendante du NO (monoxyde d'azote) pourrait provoquer directement une réduction de l'activité de l'ALA-synthase-acide aminolevulinique, enzyme limitante de la synthèse de l'hème dans la lignée rouge – et de ce fait bloquer l'utilisation du fer, cause de certaines maladies chroniques (**Weiss**, 1993).

### **1.3.2.3 Captation du fer par la cellule**

La captation du fer plasmatique associé à la transferrine (fer-transferrine) par l'ensemble des cellules (en dehors des érythrocytes matures) fait intervenir le récepteur 1 de la transferrine (STFR) (**Andrews NC.**, 2000). Ce récepteur est en fait constitué de deux sous-unités identiques associées par des ponts disulfures et exprimées à la membrane cellulaire. Le complexe transferrine-récepteur de la transferrine est endocyté. L'abaissement du pH dans l'endosome permet la libération du fer qui est alors réduit par la protéine **Sixtransmembrane epithelial antigen of prostate 3 (STEAP3)** (**Lambe ; Simpson**, 2009), puis exporté vers le cytoplasme par la protéine DMT1 exprimée dans la membrane endosomale.

## **1.3.3 Transport du fer dans l'organisme**

---

Le fer provenant des entérocytes (5 %) et du recyclage des érythrocytes sénescents du système des macrophages mononuclés (95 %) est, en condition normale, majoritairement transféré vers le compartiment médullaire où il est nécessaire à la synthèse de l'hémoglobine. La fraction de fer non orientée vers ce compartiment est partagée entre les divers autres sites d'utilisation et les sites de stockage représentés par les macrophages, mais surtout par les hépatocytes particulièrement sensibles aux surcharges en fer (Fig. 2).

Le fer est principalement transporté dans le plasma sous forme de fer lié à la transferrine. Le complexe fer-transferrine est ensuite capté par le récepteur 1 de la transferrine (RTf1) présent au niveau de différents organes, en particulier le foie et les cellules érythropoïétiques (**Andrews et al** , 1999). Au cours des surcharges en fer, une forme biochimique particulière du fer apparaît. Il s'agit du fer non lié à la transferrine dont la particularité, contrairement au fer lié à la transferrine, est d'être captée de façon préférentielle par le foie (**Brissot et al**, 1985).

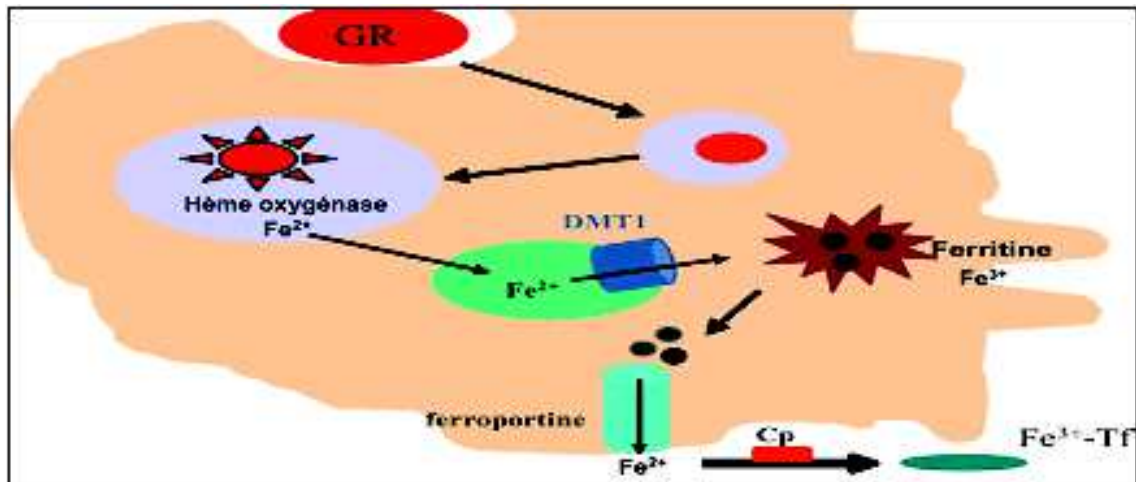


Figure 2: Représentation schématique du mécanisme de transport du fer dans l'organisme

(Cadet et al ,2005).

### I.3.4. Devenir du fer cellulaire

Après avoir pénétré dans la cellule, le fer doit être correctement réparti entre trois pools différents représentés par le pool de transit, le pool fonctionnel et le pool de stockage.

#### I.3.4.1 Le pool de transit

Encore appelé pool de fer de « bas poids moléculaire » ou pool de fer labile, ce dernier constitue une plaque tournante à partir de laquelle le fer est adressé soit vers le pool fonctionnel, soit vers le pool de stockage. Il s'agit plus précisément du fer présent dans le cytosol sous forme ferrique et/ou ferreux lié à des espèces chimiques, probablement de bas poids moléculaire, dont la caractérisation reste à effectuer (Cadet et al,2005).

#### I.3.4.2 Le pool fonctionnel

Ce pool correspond à la quantité de fer nécessaire et suffisante pour assurer les différentes voies métaboliques indispensables à la survie propre des cellules. Ce pool concerne également les communications intercellulaires. Il s'agit, plus particulièrement, du fer incorporé dans les protéines héminiques dont l'hémoglobine et les cytochromes mais aussi du fer cofacteur de multiples réactions enzymatiques comme, par exemple, la ribonucléotide réductase (Canonne et al, 2001).

#### I.3.4.3 Le pool de stockage

Il est représenté principalement par le fer incorporé au sein de la ferritine, et pour une moindre partie, par le fer incorporé à l'hémossidérine.

Cependant, présent en excès, il peut, du fait de cette même capacité, favoriser, via les réactions de **Fenton** et d'**Haber-Weiss**, l'apparition d'espèces réactives de l'oxygène qui vont elles-mêmes entraîner des réactions de peroxydation des espèces biologiques, lipides, protéides et ADN. Ces lésions moléculaires sont responsables de l'apparition des lésions des différents organelles cellulaires ainsi altérés (Crichton et al. 2001).

## Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)

Ces constatations expliquent la nécessité de bien contrôler le métabolisme du fer pour éviter que n'apparaissent des situations délétères, qu'il s'agisse de carences en fer ou bien de surcharges en fer. Le contrôle du métabolisme du fer s'exerce au niveau systémique et cellulaire.

### I.3.5 Le contrôle systémique du métabolisme du fer

C'est le plasma qui permet la délivrance du fer aux différents types cellulaires de l'organisme. La quantité de fer présente y est faible (12 à 25 $\mu$ Mol), mais déterminante car c'est ce fer qui représente le fer **biodisponible** pour les cellules. Au sein du plasma, le fer est véhiculé par la transferrine, protéine à synthèse hépatocytaire, qui assure son transport jusqu'aux cellules. À l'état normal, la saturation de la transferrine, dont chaque molécule peut transporter deux atomes de fer, est de 30 à 45 %. Dès lors, le contrôle de ce fer biodisponible est un enjeu capital pour l'organisme (**Loreal et al.**, 2012). (Fig. 3).

Sachant que les cellules de l'organisme ont besoin de 15 à 25mg de fer par jour, alors que la quantité de fer présente dans le plasma à un instant donné est d'environ 1 mg, le fer plasmatique doit être renouvelé 15 à 25 fois par jour. Ce sont les macrophages, mais aussi les entérocytes qui fournissent ce fer, grâce à des mécanismes contrôlés faisant intervenir de multiples acteurs protéiques dont l'action est coordonnée (Fig. 1).

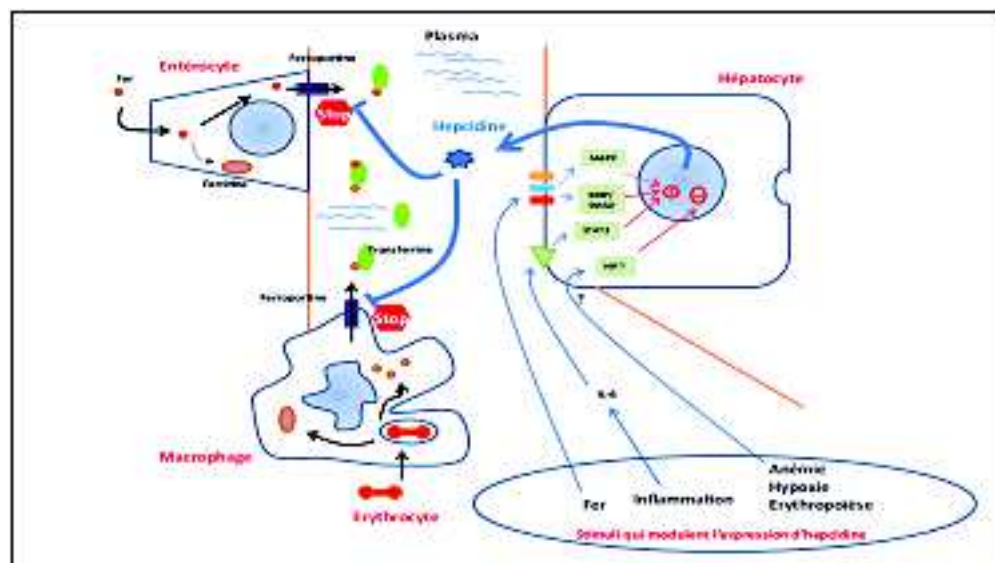


Figure 3: Représentation schématique du mécanisme systémique du métabolisme en fer

(Loreal et al ,2012).

#### I.3.5.1 L'hépatocyte coordonne le métabolisme systémique du fer

L'hépatocyte produit des protéines plasmatiques qui jouent un rôle capital dans le contrôle du métabolisme du fer, dont la transferrine et la céruloplasmine. Il intervient de plus en étant la principale source d'hepcidine qui maîtrise la sortie de fer des macrophages et des entérocytes (**Loreal et al** ,2005 ; **Ganz et al** ,2011). Les mécanismes contrôlant la production d'hepcidine jouent donc un rôle déterminant dans ce métabolisme.

L'hepcidine est un peptide dont la forme mature de 25 acides aminés est sécrétée dans le plasma et interagit à distance avec la ferroportine membranaire des entérocytes et des macrophages, provoquant sa dégradation (**Nemeth E.**, 2004).

Ce faisant, l'hepcidine limite la sortie de fer de ces cellules et contrôle donc la concentration en fer plasmatique et la saturation de la transferrine. Cependant, le corollaire est que si les niveaux d'hepcidine sont anormaux au regard du stock en fer de l'organisme des situations pathologiques peuvent être observées (**Loreal et al**, 2005)

Des niveaux anormalement élevés vont entraîner une séquestration du fer dans les macrophages et les entérocytes, limitant la concentration plasmatique, participant ainsi à la survenue d'une anémie. À l'inverse, un niveau d'hepcidine anormalement bas augmente le fer plasmatique, la saturation de la transferrine et provoque l'apparition de fer non lié à la transferrine.


Modulation du niveau d'hepcidine sérique	Conséquence biologique	Conséquence clinique
 ↑ Hépcidine	 ↓ Biodisponibilité plasmatique	Insuffisance fonctionnelle en fer.
 ↓ Hépcidine	Stock en fer macrophagique  ↑ Biodisponibilité plasmatique.  ↑ Stock en fer parenchymateux	

Tableau 3: Conséquence biologiques et clinique d'une production d'hepcidine inadaptée aux besoins de l'organisme

(Loreal et al, 2012).

## I.4 Le fer élément essentiel à la synthèse de l'hémoglobine

### Structure de l'hémoglobine

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

L'hémoglobine est un tétramère de poids moléculaire de 64500 Da, fait de l'union d'une portion protéique et d'un pigment porphyrique contenant du **fer** « l'hème ».

La molécule complète d'hémoglobine comporte donc 4 chaînes globiniques (2 chaînes  $\alpha$  avec 141 acides aminés et 2 chaînes non  $\alpha$  ( $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ ) avec 146 acides aminés et quatre (4) groupements hèmes avec quatre (4) noyaux de **fer** et peut fixer quatre (4) molécules d'oxygène (**Bernard et al**, 1998). (Fig. 4).

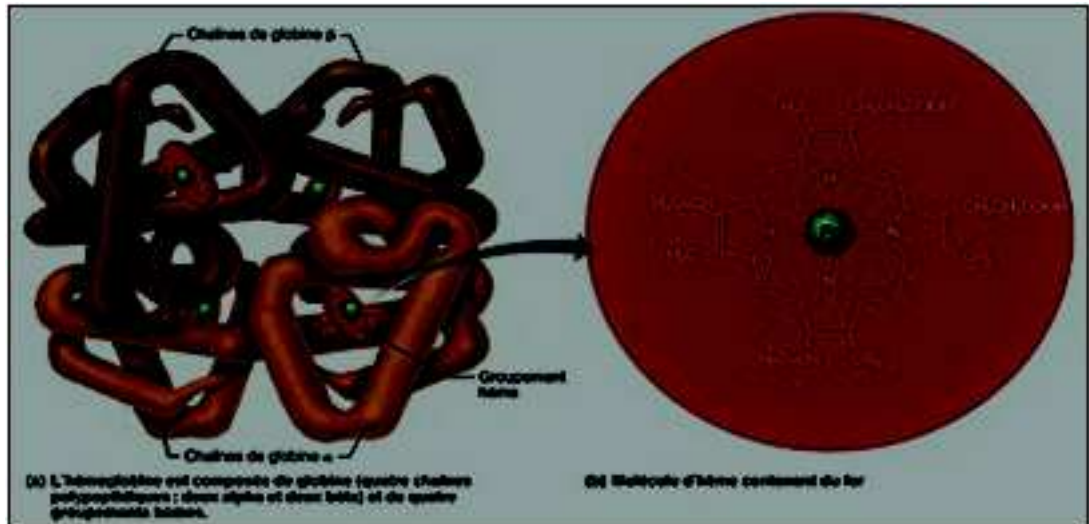


Figure 4: Structure de l'hémoglobine

(Colin, 2011).

La synthèse de l'hémoglobine se déroule dans les érythrocytes immatures et commence dès la troisième semaine de la vie intra-utérine, elle exige un apport important en Fer et une production suffisante de protoporphyrine.

L'hème est synthétisé dans les mitochondries à partir de la glycine et de l'acide succinique ; les porphyrines sont synthétisées puis le fer s'incorpore pour donner la molécule de l'hème (**Bernard et al.**, 1998). (Fig. 5).

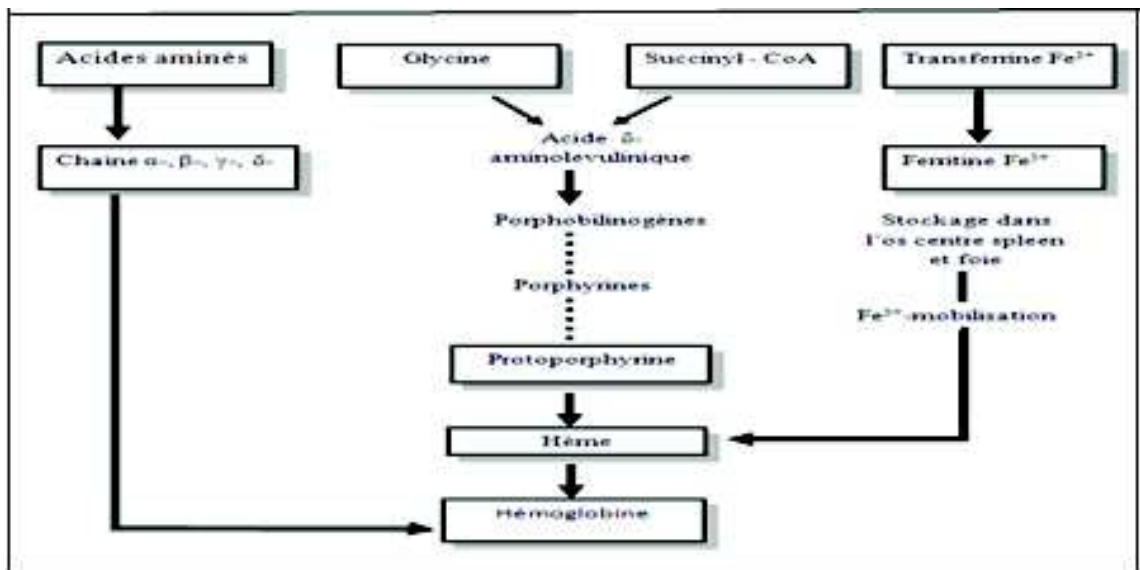


Figure 5: Biosynthèse de l'hémoglobine.

## I.5 Définition et installation de la carence martiale

Il y a **carence martiale** lorsque la quantité totale de fer dans l'organisme est abaissée. Elle passe par 3 stades progressifs de gravité : Une diminution de la résorption ou une perte de fer mène à un épuisement des réserves. L'érythropoïèse n'est pas encore influencée, et on parle d'un manque de réserves en fer. Avec la progression de l'appauvrissement en fer se développe un manque de fer fonctionnel, caractérisé par une érythropoïèse déficiente en fer en raison de l'apport insuffisant de fer aux précurseurs des érythrocytes (**Roberto et al.**, 2010).

Ce n'est que grâce aux mécanismes de régulation de l'organisme qu'une quantité normale d'hémoglobine peut-être conservée. Comme conséquence de l'appauvrissement en fer de différents tissus, des symptômes généraux, déjà cliniquement spécifiques du manque de fer fonctionnel peuvent se présenter: baisse des performances physiques, troubles cognitifs, perturbation de la thermorégulation et fatigue. Finalement la synthèse normale de l'hémoglobine n'est plus assurée.

## I.6 Définition de l'anémie

L'anémie du privatif an- et du grec ancien haimos « sang » est une anomalie caractérisée par une diminution du taux de l'hémoglobine fonctionnelle en dessous des valeurs normales qui selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sont résumées dans le tableau n°4 (**OMS, UNU/UNICEF, 2001**).

Age ou genre de groupe	Seuil Hb (g/l)
Enfant (6 mois à 5 ans) et la femme enceinte	110
Enfant (5 ans à 12 ans)	115
Enfant (12 ans à 15 ans)	120

*Tableau 4: Seuils de concentration en hémoglobine utilisés pour définir l'anémie de chaque sujet vivant au niveau de la mer recommandés par l'OMS (OMS/UNU/UNICEF, 2001).*

### I.6.1 Définition de l'anémie ferriprive

L'anémie par carence martiale, encore appelée anémie ferriprive, représente 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 (**Troussard, 1998**).

### **Groupes à risque**

La plupart des travaux publiés montrent que les femmes enceintes, et les enfants de bas âges constituent les groupes, les plus touchés par la carence martiale et l'anémie ferriprive (**Tanu et al**, 2013 ; **Elalfy et al**, 2012; **Jackson et al.**, 2004 ; **Keikhaei et al.**, 2007 ; **Lorena et al.**, 2008 ; **Herceberg et al.**, 2001).



# Chapitre II: Carence en fer et Anémie ferriprive chez le nourrisson et le jeune enfant

## II.1 Besoins en fer chez l'enfant et le nourrisson

Les besoins en fer chez les enfants peuvent être évalués comme étant les quantités de fer qui doivent être absorbées pour remplacer les pertes de l'organisme et assurer une augmentation normale du fer dans l'organisme durant la croissance. Les besoins sont considérés d'abord du point de vue des besoins en fer absorbé, puis ils sont convertis en estimation des apports en fer alimentaires, compte-tenu de la biodisponibilité du fer

(FAO/OMS 1989). Les besoins en fer absorbé chez les nourrissons et les enfants sont donnés dans Toutes les circonstances de la vie où les besoins en fer sont augmentés entraînent un risque accru de carence. C'est le cas des enfants en phase de croissance rapide qui ont donc des besoins spécifiques (Tableau5).

Tableau 5: Besoins en fer absorbé chez l'adolescent, nourrisson, enfant

Groupes	Age	Poids corporel	Besoins de croissance (Mg/jour)	Déperdition de base (Mg/jour)	Pertes menstruelles (Mg/jour)	Besoins totaux (Mg/jour)
Nourrissons	3-12 mois	8	0,56	0,21	-	0,77
Enfants	1-2 ans 2-6ans 6-12 ans	11 16 29	0,24 0,22 0,38	0,25 0,34 0,56	- - -	0,49 0,56 0,94
Garçons	12-16 ans	53	0,66	0,8	-	1,46
Filles	12-16ans	51	0,36	0,79	0,47	1,62

(FAO/OMS 1989).

### II.1.1 Accroissements physiologiques des besoins en fer chez le nourrisson et le jeune enfant

Chez le nourrisson, les besoins en fer sont élevés. En effet, au fur et à mesure qu'il grandit, il doit utiliser le fer pour la synthèse de la myoglobine et de l'hémoglobine, la masse globulaire augmentant avec le poids et la taille (Valdiguie, 1993 ; Bernard, 1996).

La réserve de fer dont dispose le nourrisson provient du fer hépatique prélevé pendant la grossesse sur les réserves de la mère (Fig. 6). Ces réserves sont généralement constituées dans les derniers mois de la grossesse, ce qui explique la fréquence des anémies chez les prématurés.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

---

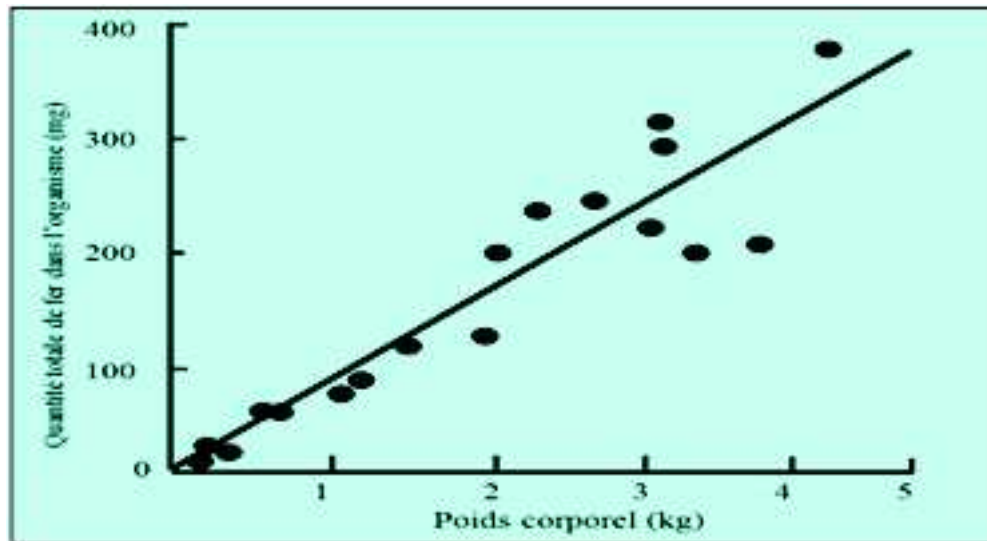


Figure 6: Teneur en fer et poids corporel du fœtus et du nouveau-né

(Widdowson, 1951).

Après la naissance, le métabolisme du fer subit donc de profondes transformations de même que pour l'érythropoïèse, ces changements peuvent se diviser en 3 stades (Fig. 7)

- **Stade 1** : Se caractérise par un déclin de l'hémoglobine qui passe du niveau le plus élevé au niveau le plus bas de la période de développement.
- **Stade 2** : Durant ce stade il y'a un renversement de la tendance normale au déclin du taux d'hémoglobine.
- **Stade 3** : Se caractérise par une dépendance accrue vis-à-vis du fer alimentaire.

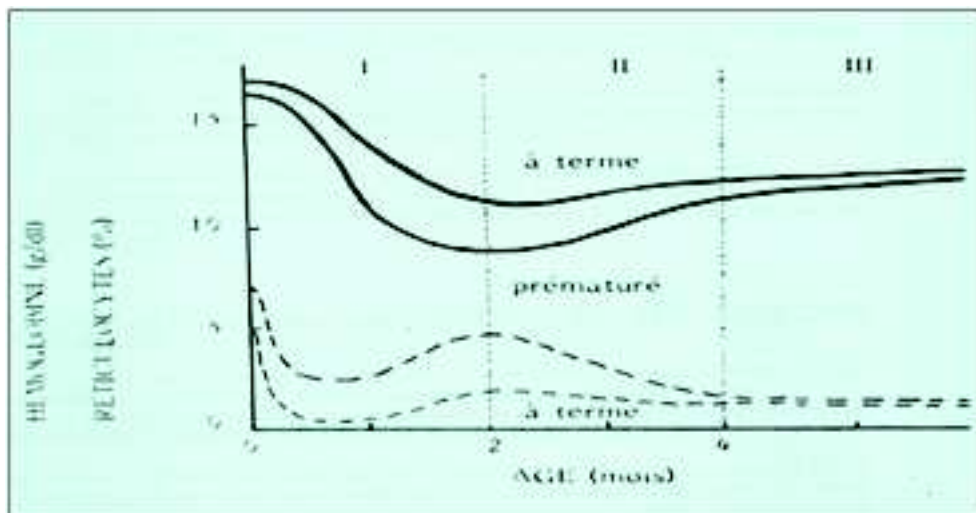


Figure 7: Les trois stades postnatals du bilan du fer et de l'érythropoïèse

(Saarinen et al, 1978)

## II.1.2 L'épuisement des réserves en fer et vulnérabilité des enfants de l'âge du préscolaire

---

Les enfants de l'âge du préscolaire sont les enfants les plus exposés, au risque de développer la carence martiale et de l'anémie ferriprive en raison de la forte croissance durant cette période (OMS, 2008), les études de l'évolution des réserves en fer en fonction de l'âge de l'individu montrent que les niveaux les plus bas des réserves en fer sont atteints entre l'âge de 6 mois à 5ans (Morel et al, 1995) (Fig. 8).

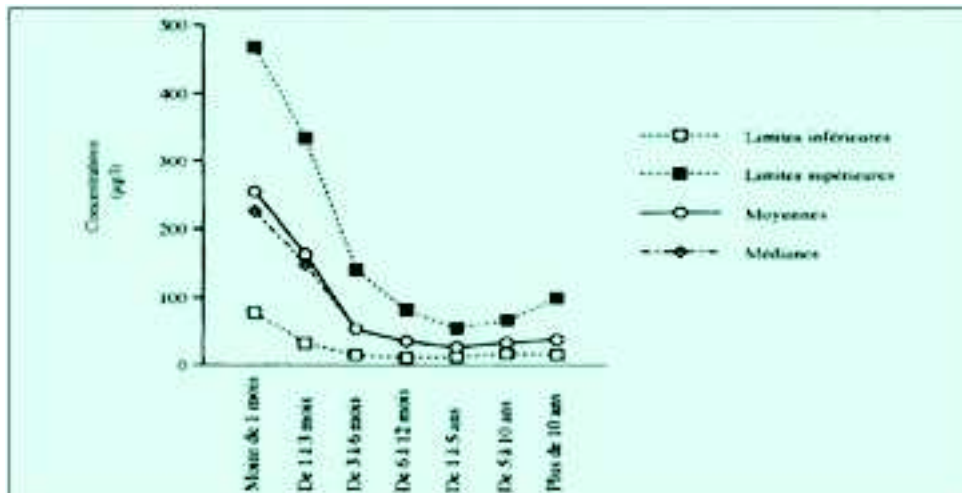


Figure 8: Evolution des réserves en fer en fonction de l'âge de l'enfant (Morel et al, 1995).

## II.2 Source de perte de fer chez le nourrisson et le jeune enfant

Chaque jour, l'organisme perd environ 1mg de fer du fait de pertes totalement incompressibles: desquamation cellulaire, urine, bile, saignements. Il importe donc de compenser ces pertes par une absorption digestive de fer adaptée qui a lieu principalement au niveau duodénal (Andrews et al, 2000 ; Anderson et al, 2005).

A l'état physiologique normal, il existe un équilibre harmonieux entre l'absorption digestive et les pertes de fer par l'organisme. Cet équilibre peut être perturbé dans les circonstances suivantes :

1. Apports alimentaires insuffisants et ou une diminution de l'absorption
2. Pertes excessives lors hémorragies a répétition ou augmentation des besoins.

### II.2.1 Pertes physiologiques chez l'enfant

Les études sur les pertes physiologiques du fer sont difficiles à réaliser chez les enfants. De ce fait les données existantes ont été extrapolées à partir de résultats de travaux réalisés chez les adultes. Il est connu que chez ces derniers, les principales sources de pertes basales en fer sont essentiellement celles qui proviennent des desquamations cellulaires de la peau, du tractus intestinal et des urines (Plantaz D, 2004). Ces pertes chez l'individu adulte de sexe masculin en bonne santé, sont estimées à 0,8-0,9 mg/j. Par extrapolation

elles sont estimées à 0,5-0,7 mg/j en moyenne chez les enfants âgés de 1 à 6 ans et à 0,6 mg/j en moyenne chez les enfants de 4 ans (**Hallberg**, 1971).

## **II.2.2 Pertes pathologiques**

---

En dehors des pertes physiologiques obligatoires en fer, certaines pathologies ou comportement peuvent entraîner des pertes en fer. Il en résulte ainsi une augmentation des besoins en fer de l'organisme et donc un risque de déséquilibre de la balance en fer. Toute cause de saignements chroniques peut entraîner une augmentation des pertes en fer, quelle que soit son origine. Il s'agit par exemple des cas d'épistaxies, d'hématuries, ou de saignements du tractus digestif, notamment lorsqu'ils sont minimes et répétés. (**Cisse**, 1997).

## **II.3 Facteurs de risque de la carence en fer et de l'anémie ferriprive chez le nourrisson et le jeune enfant**

- **Allaitement prolongé et inadéquat** aux besoins en fer croissants du nourrisson;
- **Réserves en fer épuisées chez la mère** : qui se répercute sur la composition du lait maternel et le statut nutritionnel en fer du nourrisson (**Koura**, 2012).
- **La non diversification du régime alimentaire** destiné aux jeunes enfants, entraînant ainsi une alimentation monotone, simple et surtout déséquilibrée (**Elalfy et al**, 2012).
- **Insuffisance de consommation d'alimentation riche en fer**, essentiellement viande, poisson, source de fer héminique et de nutriments facilitant l'utilisation du fer non héminique principale forme du fer ingéré (**Elalfy et al**, 2012).
- **Faible poids à la naissance** : Plusieurs études montrent que le poids à la naissance constitue un facteur de risque de développement de la carence martiale (**Staffan et al**, 2008 ; **Spinelli et al**, 2005)
- **Causes d'origine socio-économique** : à cette cause peuvent s'ajouter les difficultés d'approvisionnement, les habitudes culinaires et les modes de cuisson, qui peuvent modifier convenablement la biodisponibilité du fer (**FAO, OMS**, 1992).
- **Malabsorption** : elle est importante, elle se voit au cours de certaines affections digestives qui perturbent l'absorption du fer en accélérant le transit ou en réduisant la surface d'absorption : maladie coéliqua, diarrhée chronique (**Balhani**, 1992).
- **Défaut d'utilisation de fer** : Rencontré dans certaines maladies chroniques, les infections et les syndromes inflammatoires (**Beyne-Rauzy**, 2009 ; **Chauliac et al**, 1989).
- **Besoins accrus** : Un faible poids à la naissance (prématurité) augmente les besoins. Il en est de même lors des gémellités et de la carence martiale observée chez la mère (grossesse multiple et rapprochée) et enfin lors d'une croissance rapide et des pertes hémorragiques survenant chez le fœtus (**Staffan et al**, 2008).
- **Déperdition martiale** : Elle est liée à des hémorragies répétées ; parasitose ; géophagie. Moins fréquentes que les carences d'apport, elle survient chez un enfant

présentant une anémie hypochrome hyposidérémique résistant au traitement martial ou rechutant à son arrêt (**Kedji**, 1982).

## II.4 Paramètres hémato-biochimiques pour l'évaluation du statut nutritionnel en fer

Différentes méthodes biologiques permettent d'évaluer le statut en fer, certaines de ces méthodes permettent d'évaluer les réserves en fer, caractériser les carences d'approvisionnement du fer au niveau médullaire, synthèse de l'hémoglobine ou encore diagnostiquer avec précision le type de l'anémie (**Hassane**, 1999), parmi ces indicateurs biologiques nous citons:

- Ferritine sérique

**Adisson et al.** ont été les premiers en 1972 à démontrer que des faibles quantités de ferritine circulent dans le plasma des sujets normaux, et que la concentration de ferritine varie avec l'état des réserves en fer de l'individu.

Chez l'adulte, 1µg/l de ferritine sérique équivaut de 8 à 10 mg de fer de réserve pour une ferritinémie comprise entre 12 et 150 µg/l. Des valeurs de ferritine sérique inférieures à 12 µg/l indiquent la présence d'une déplétion des réserves en fer.

- Fer sérique

La concentration du fer sérique fait référence à la quantité de fer présent dans le plasma, lié à sa protéine de transport spécifique, la transferrine. Bien que le pool en fer plasmatique soit très petit, de l'ordre de 3 mg, il est extrêmement actif puisqu'en fait, c'est environ 30 mg de fer qui transitent par lui chaque jour. Les variations de la concentration en fer sérique peuvent être dues aux variations nyctémérales, au stress ou à certains états pathologiques mais il semble qu'elles soient surtout liées aux modifications de la quantité de fer libéré par le réticulum endoplasmique ou au nombre de globules rouges qui y sont détruits (**Zittoun et al**, 1982).

### II.4.1 Transferrine (Sidérophiline), et son coefficient de saturation CS

---

La concentration de transferrine est généralement estimée en déterminant la capacité de fixation du fer (CFT) dans le plasma, puisque la transferrine est la seule protéine ayant une haute affinité pour le fer.

La capacité de fixation de la transferrine traduit la relation entre les réserves en fer et la biosynthèse de la transferrine. Chez des sujets, on observe une synthèse transferrinique sensible aux variations des réserves en fer.

Cependant, la forte variabilité analytique souvent rencontrée dans ce dosage rend cet indicateur peu fiable et on utilise plus couramment le coefficient de saturation de la transferrine (CST) qui traduit correctement l'apport en fer à l'érythropoïèse et qui, de plus, est mieux corrélé aux réserves en fer de l'organisme.

- Hémoglobine

## Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)

---

Le dosage de l'hémoglobine était couramment utilisé pour définir la carence en fer dans les enquêtes nutritionnelles. Comme l'hémoglobine représente le composé le plus riche en fer dans l'organisme, la carence en fer était considérée biologiquement présente quand le taux d'hémoglobine devient anormalement bas.

### II.4.2 L'hématocrite (Ht)

---

Ce dosage correspond au pourcentage de volume occupé par les globules rouges par rapport au volume du sang total. Cette mesure fournit un moyen simple et rapide d'apprécier le degré d'anémie d'un sujet. D'un point de vue épidémiologique, il fournit des informations comparables à celles de la concentration d'hémoglobine circulante.

### II.4.3 Volume globulaire moyen (VGM)

---

Le volume globulaire moyen (VGM) correspond au volume des globules rouges, c'est-à-dire au rapport de l'hématocrite/l sur le nombre d'érythrocytes/l. Le VGM s'exprime en femtolitres (1 fl =  $10^{-15}$  l).

Trois situations sont à envisager en fonction du volume globulaire moyen (VGM) qui varie en fonction de l'âge, chez les enfants : une anémie microcytaire si le VGM < 80 fl, normocytaire si le VGM est compris entre 80 fl et 90 fl et macrocytaire si le VGM > 90 fl.

### II.4.4 Teneur corpusculaire moyenne en Hémoglobine (TCMH)

---

C'est la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine, elle représente la quantité d'hémoglobine contenue dans une hématie. Elle est obtenue en divisant le taux d'hémoglobine par le nombre d'hématies.

En fonction de la TCMH, l'anémie peut être classée en deux groupes : anémie hypochrome quand la valeur de la TCMH est inférieure aux seuils limites recommandés (<27 pg) et anémie normochrome quand la valeur de la (TCMH>27pg) est dans la fourchette de la normalité (**Schaison et al**, 1995 ; **Wonke et al**, 2007 ; **CSAO-CILSS**, 2008).

- Les indices discriminatifs

Ce sont des indices qui, sur la base des paramètres érythrocytaires, permettent d'orienter le diagnostic (déplétion martiale ou thalassémie hétérozygote) et déterminer le type d'examen complémentaires à prescrire (dosage du fer + transferrine ou électrophorèse de l'hémoglobine). Il existe plusieurs indices discriminatifs, les plus utilisés sont :

- L'Indice Discriminatif d'**England (IDE)**,
- L'indice discriminatif de **Mentzer (IDM)**,
- L'indice discriminatif de **Binet (IDB)**.
- L'indice discriminatif de distribution des hématies (**IDR**).

## II.5 Conséquence de la carence en fer et de l'anémie ferriprive chez l'enfant

---

### II.5.1 Sur l'aptitude physique a l'effort

---

Divers altérations enzymatiques et tissulaires pourraient expliquer la réduction de la capacité physique à l'effort en cas de carence en fer (**Galan et al** ,1984), on note une diminution de l' $\alpha$  glycérophosphate oxydase au niveau mitochondrial au cours de la carence martiale, ce qui pourrait entraîner des perturbations de la glycolyse avec formation de lactate en excès. Les niveaux élevés de lactate provoquaient la diminution de l'activité physique (**Finch C**, 1979).

### II.5.2 Sur les facultés d'apprentissage

---

Les études faites par (**Politt et al**, 1989 ; **Christofides**, 2005 ; **El Hioui et al**, 2009) indiquent une diminution des performances mentales chez les enfants les présentant des carences en fer des anémies par carence martiale.

### II.5.3 Sur la mortalité infantile

---

La carence martiale a de grandes répercussions sur la mortalité infantile, les études rétrospectives faites par (**Bernard et al.**) en 2001 montrent qu'il existe un taux de mortalité élevé chez les enfants anémiques qui varient entre 2 à 29 %. Certaines concordances épidémiologiques, et notamment un pic de survenue au cours de la deuxième année de vie, semblent relier la carence en fer aux convulsions fébriles de l'enfant ( **Hartfield et al**, 2009 ).

### II.5.4 Prédiposition aux infections

---

L'interaction entre le fer et l'infection restent à être élucidier (**Bradley et al**, 1993). Mais, selon **Oppenheimer** (1989), la plupart des effets négatifs de la supplémentation en fer ont été rapportés à la suite de l'utilisation du fer par voie parentérale dans les zones où le paludisme est endémique. Dans d'autres zones, l'incidence de l'infection chez l'enfant n'est pas apparemment augmentée avec des formules de lait fortifiées en fer (**Heresi et al**, 1987). Aussi, l'utilisation de formules fortifiées en fer pourrait diminuer l'incidence des infections respiratoires (**Andelman**, 1966), des épisodes de diarrhée et augmente la production d'anticorps gastro-intestinaux (**Koutras et al** ,1986).

## II.6 Recommandations

En 1993, le comité scientifique de l'alimentation humaine (CSAH) de l'union Européenne a établi des apports de référence pour la population pour le fer (Tableau 6).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

---

Âge	Masculin (mg/jour)	Féminin (mg/jour)
6-12 mois	6	6
1 – 3 ans	4	4
4-6 ans	4	4
7-10 ans	6	6
11-14 ans	10	18
15-17 ans	13	17
18 ans et plus	9	15-20
Femmes enceintes	-	30
Allaitement	-	16

*Tableau 6:Recommandations en fer*

(CSAH ,1993).

## **II.7 Prévalence de l'anémie dans le monde**

L'**OMS** a estimé que l'anémie affecte 1,62 milliards de personnes dans le monde, ce qui correspond à 24,8% de la population mondiale (**OMS** ,2008). Ces estimations ont montré que l'Afrique et l'Asie du Sud-Est étaient les deux régions les plus touchées par l'anémie avec des prévalences dans les différents groupes à risque variant respectivement de 47,5 à 67,6% et de 45,7% à 65,5%. Dans les pays développés, cette prévalence varie de 17 à 29,3%. (**OMS**, 2008) (Fig. 9).



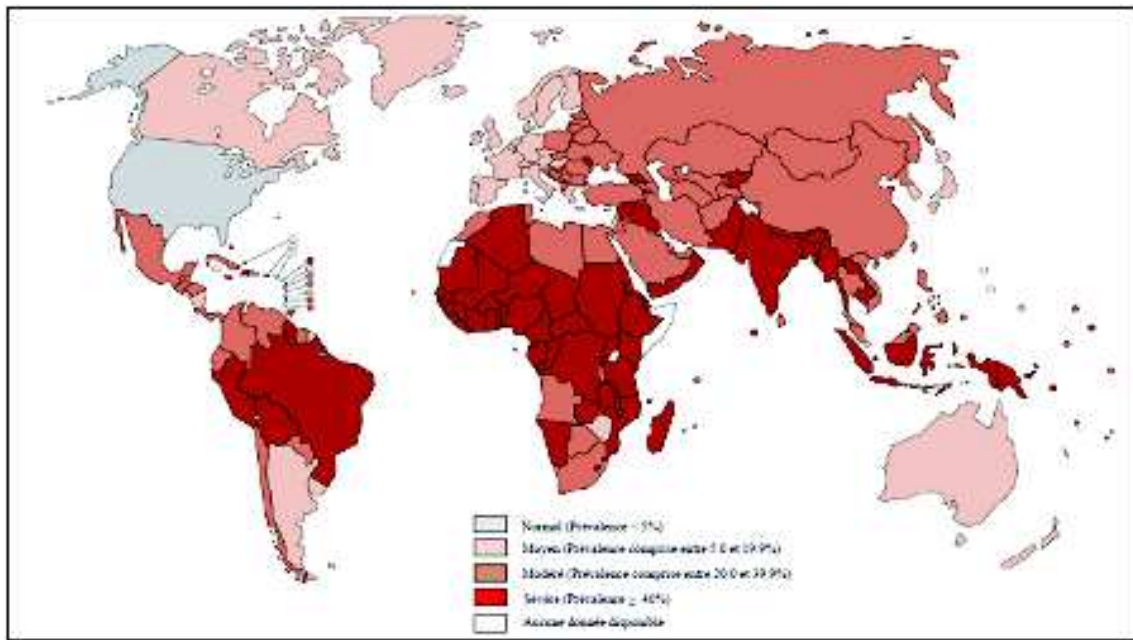


Figure 9: Prévalence de l’anémie chez les enfants de l’âge préscolaire dans le monde (OMS, 2008)

En Algérie, la prévalence de l’anémie reste peu connue, le Très peu de données récentes sont disponibles en Algérie sur la carence en fer et, y compris pour les groupes à risque que sont les jeunes enfants et les femmes enceintes. Une enquête a été réalisée en 1999 mais seuls les résultats globaux sont publiés et les caractéristiques de l’échantillon ainsi que les seuils utilisés ne sont pas documentés (MSPRH, 2003).

En 1999, à l’âge du préscolaire, les anémies légères touchaient 38% des enfants et les anémies sévères 26% (MSPRH, 2003). Entre 1998/99, un meilleur dépistage des carences a été mis en place avec un doublement des examens effectués. Parmi les femmes en âge de procréer 49% étaient atteintes d’anémie légère et 15% d’anémie sévère (MSPRH, 2003). Chez les hommes, la prévalence d’anémie était estimée à 3% (MSPRH, 2003).

Les anémies sont d’origine diverses avec cependant une forte composante nutritionnelle. La composition du régime alimentaire joue un rôle fondamental dans l’absorption des micronutriments. Le régime alimentaire algérien est essentiellement basé sur les céréales, riches en fer non hémunique mais aussi en phytates et en fibres, ce qui réduit la biodisponibilité du fer. Les aliments d’origine animale, riches en fer hémunique sont de consommation restreinte en raison de leur coût.

En termes de sévérité dans la santé publique, la prévalence de l’anémie au sein d’une population peut être classée selon le tableau n° 7.

Tableau 7: Classification de l’anémie en terme de sévérité

Importance pour la santé publique	Prévalence de l’anémie
Sévère	40% ou plus
Modérée	20,0%-39,9%
Légère	5,0%-19,9%
Normale	4,9 % ou moins

(OMS ,2011).

## **II.8 Mesures de lutte et de prévention contre la carence martiale**

Les causes de la carence en fer étant multiples, les mesures de lutte nécessiteront plusieurs approches. La supplémentation et l'enrichissement se révèlent être les deux principales stratégies.

### **II.8.1 Supplémentation**

---

#### **II.8.1.1 Principe**

Il s'agit d'un moyen d'apporter du fer sous la forme médicinale par voie orale (comprimés, gélules ou sirop) ou par voie injectable, aux individus. C'est la solution de choix lorsque le déficit est important et doit être amélioré dans un court espace de temps.

#### **II.8.1.2 Facteurs d'efficacité des programmes de supplémentation.**

L'efficacité de la supplémentation en fer est limitée par les problèmes d'intolérance digestive au fer observée chez une proportion non négligeable d'individus (nausées, vomissements, pyrosis, constipation, diarrhées, coloration noire des selles) et le manque de motivations des bénéficiaires qui très souvent ne se sentent pas malades.

La biodisponibilité du fer de supplémentation est un facteur important. Le pourcentage de fer-élément varie selon la nature des sels de fer utilisés. Les solutions de sels de fer ferreux sont mieux absorbées que les solutions de sels de fer ferrique). Les divers types de sels de fer ferreux (sulfate, lactate, fumarate, glutamate, glycine sulfate, glutamate) sont à peu près absorbés dans les mêmes proportions). Seul le succinate ferreux semble avoir une absorption supérieure de 30 % à celle du sulfate ferreux. **(Cisse, 1997)**.

### **II.8.2 Enrichissement**

---

#### **Principe**

L'enrichissement est un processus par lequel le nutriment choisi est additionné aux aliments pour maintenir ou améliorer la qualité de l'alimentation d'un groupe, d'une communauté ou d'une population.

L'enrichissement en fer des aliments est généralement accepté comme la meilleure approche pour combattre ou prévenir à long terme la carence en fer **(OMS/UNICEF, 1995 ; INACG, 1997)**.

Cette méthode ne requiert pas nécessairement la collaboration ou la motivation des bénéficiaires et a l'avantage de pouvoir être planifiée de façon à n'atteindre que certains groupes cibles d'individus.

#### **Etapas préliminaires d'un programme d'enrichissement**

Selon l'**OMS (2011)**, les différentes étapes à suivre avant de définir une stratégie d'enrichissement des aliments en fer ont été bien définies :

- a) Déterminer le statut en fer des populations visées.
- b) Choisir un composé de fer approprié et un aliment véhicule adéquat.
- c) Mesurer la biodisponibilité du fer de l'aliment véhicule.
- d) Mettre en œuvre un programme régional ou national d'enrichissement.

# Chapitre III: Alimentation de l'enfant et du Nourrisson

## III.1 Alimentation du nourrisson

Une alimentation adéquate pendant les premières années de la vie est essentielle pour la croissance, le développement et la santé à long terme de l'enfant. Une alimentation insuffisante pendant cette période critique a en effet une influence défavorable sur la morbidité et la mortalité( **Bocquet et al** , 2003).

L'alimentation du nourrisson englobe 2 phases qui sont l'alimentation exclusivement avec du lait maternel ou une préparation initiale pour nourrissons pendant les 4 à 6 premiers mois de vie et l'alimentation de la première phase plus les aliments de compléments à partir du 5<sup>ème</sup> au 7<sup>ème</sup> mois de vie (**Baehler et al** ,2008).

## III.2 Consommation du lait maternel et son apport en énergie et en nutriments

En général les ingérés (quantités consommées et ingérées énergétiques) du lait maternel augmentent à partir de la naissance pour atteindre leur maximum entre 3 et 8 mois. Au de la de 8 mois, les ingérés ont tendance à décroître. La densité énergétique du lait maternel est estimée à 67 Kcal /100g (**OMS** ,1998).

## III.3 Alimentation de l'enfant et le complément alimentaire

L'alimentation de complément concerne tout ce que l'enfant consomme comme aliment liquide, semi solide et solides en complément du lait maternel idéalement à partir de l'âge de 6 mois quand le lait maternel à lui seul ne suffit plus à couvrir les besoins nutritionnels (**Moursi**, 2009)

Au cours de la première année de vie, le jeune enfant passe progressivement de l'allaitement maternel exclusif à l'alimentation de complément, ce passage d'une alimentation lactée et liquide à une alimentation diversifiée et solide s'inscrit naturellement dans le processus d'adaptation du jeune enfant à son environnement.

### III.3.1 Besoins en énergie et en macronutriments chez le nourrisson et l'enfant

En 1998, les besoins énergétiques du nourrisson et du jeune enfant reconnus internationalement (**OMS**, 1998) avaient été déterminés sur la base des travaux réalisés par **Torun** en 1979 et par **Butte et al.**, 2010. Ces auteurs, sur la base d'études réalisées dans différents contextes, ont estimé les besoins énergétiques du nourrisson de moins d'un an (**Butte et al**, 2010) et du jeune enfant de 12 à 23 mois (**Torun**, 1979), à partir de la dépense énergétique totale et de l'énergie stockée sous forme de protéines et de lipides pour la croissance. La dépense énergétique totale est la somme des dépenses énergétiques dues au métabolisme basal, à la thermorégulation, à la synthèse des molécules constitutives et à l'activité physique. Elle dépend de l'âge, du sexe, du poids corporel, de l'état de santé et de l'alimentation (**Tableau n° 8**).

**Tableau 8: Besoins énergétique de l'enfant de 0 à 2 ans**

Classe d'âge en mois	WHO (1998) Kcal/j	Butte et al (2000)	WHO (1998) Kcal/j	Butte et al 2000
6-8 9-11 12-23	682 830 1092	615 686 894	83 89 86	77,0 77,5 813

(OMS, 1998; Butte et al ,2010).

### III.3.2 Besoins en protéines et en micronutriments

Les protéines jouent un rôle de matériau de construction. Elles sont indispensables à la croissance et les besoins en sont plus importants pendant les premiers mois de la vie. Elles servent à renouveler continuellement tous les tissus. Les apports recommandés en protéines et en quelques micronutriments chez les enfants sont illustrés dans les tableaux n° 9 et 10 :

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

	Apports recommandés en quelques vitamines et minéraux					
	6-8mois		9-11 mois		12-23mois	
	OMS (1998)	OMS (2002)	OMS (1998)	OMS (2002)	OMS (1998)	OMS (2002)
<b>Micronutriments</b>						
Vitamine A ( $\mu\text{g ER/j}$ )	350	400	350	400	400	400
Folates	32	80	32	80	50	160
Vitamine D ( $\mu\text{g/j}$ )	7	5	7	5	7	5
Fer ( $\text{mg/j}$ )	11	9,3	11	9,3	6	5,8
Zinc ( $\text{mg/j}$ )	2,8	4,1	28	4,1	2,8	4,1
Calcium ( $\text{mg/j}$ )	525	400	525	400	350	500

*Tableau 9: Apports recommandés en quelques micronutriments chez les enfants de 6 à 24 mois*

(OMS/Unicef, 2002).

Classe d'âge (mois)	Dewey et al. (1996)		
	gr protéines/jour	gr protéines/Kg/jour	gr protéines/100kcal
6-8mois	9,1	1,09	1,31
9-11mois	9,6	1,02	1,15
12-17mois	10,9	1,00	1,11
18-23 mois	10,9	0,94	1,04

*Tableau 10: Apport protéique de sécurité pour les enfants de 6 à 24 mois*

(Dewey et al 1996).

### III.3.3 Age d'introduction des aliments de complément

Après le 6<sup>ème</sup> mois, le lait maternel seul ne suffit plus à répondre aux besoins liés à la croissance du nourrisson, la densité énergétique du lait étant estimée à 67Kcal/100g, cependant l'ingéré énergétique de l'enfant à cette période dépasse les 452 Kcal/j (**Butte et al**, 2010).

Lorsque ces déficits ne sont pas compensés, l'enfant évoluera progressivement vers la malnutrition. L'introduction d'un aliment de complément approprié permettra de compenser ces déficits nutritionnels.

### III.3.4 Diversification alimentaire

---

Il existe deux définitions de la diversification : celle de l'**OMS**, la plus rigoureuse et celle de l'**ESPGHAN** (Société Européenne de la Gastro-entérologie, Hépatologie et Nutrition Pédiatrique).

Pour l'**OMS**, un enfant reçoit une alimentation diversifiée quand sont introduits dans son alimentation, tous les solides et les liquides autres que le lait, sauf les suppléments en vitamines et les minéraux, l'eau de boisson et les solutions de réhydratation. Les formules pour nourrissons et les jus de fruits, les farines, sont des aliments de diversification.

Pour l'**ESPGHAN** les formules pour nourrissons à l'inverse de celle de l'**OMS** ne sont pas considérées comme aliments de diversification.

La diversification joue un rôle nutritionnel très important, en effet à partir de 6 mois, le lait est insuffisant pour couvrir les besoins en énergie, protéines, fer.....etc. La diversification alimentaire favorise la maturation neuropsychologique et la socialisation.

## Chapitre IV : Malnutrition Protéino-énergétique

La malnutrition est en effet un état complexe où peuvent se mêler des carences multiples, et concomitantes en calories, en protéines et en micronutriments.

Le terme « malnutrition » englobe la malnutrition généralisée qui se manifeste par un retard de la croissance, un déficit pondérale et l'émaciation, et les carences en micronutriments tel que le fer, la vitamine A, le zinc.... **(Unicef 2000)**.

Elle revête 3 formes différentes :

- La sous alimentation
- Les carences alimentaires
- La suralimentation

### IV.1 La sous alimentation

La sous alimentation ou la sous nutrition est un état de manque important de nourriture caractérisé par un apport alimentaire insuffisant pour combler les dépenses énergétiques journalières d'un individu et entraîne des dommages irréversibles aux organes et au final la mort **(El hioui, 2008)**.

### IV.2 Les carences alimentaires

Elles sont caractérisées par une insuffisance d'apport en certains micronutriments à l'organisme qui se traduit par des troubles nutritionnels graves.

### IV.3 La suralimentation

Elle constitue une forme mesurable de malnutrition qui décrit un apport alimentaire supérieur aux besoins énergétiques d'un individu **(El hioui, 2008)**. L'obésité touche 41% des populations en Colombie, 36% au Brésil, et a augmenté de 50% chez les adultes en 3 ans en Chine. **(Unicef ,2000)**.

### IV.4 La malnutrition protéino-énergétique

---



Elle est provoquée par une rupture dans l'alimentation et peut être mortelle, sans prise en charge rapide (**UNICEF, 2005**), Un enfant ne recevant pas suffisamment de nutriments dans son alimentation quotidienne est exposé à différentes formes de malnutrition. Si le déficit porte principalement sur les apports en énergie et en protéines, on parle de **malnutrition protéino-énergétique ou protéino-calorique (Dillon, 2000)**.

#### **IV.4.1 Causes et conséquences de la malnutrition protéino – énergétique chez l'enfant**

---

Un manque d'énergie et de protéines 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 conduit au détournement du métabolisme protéique. Ceci entraîne une altération à la croissance pondérale (reflet de la masse grasseuse) ensuite staturale (reflet de la masse cellulaire active). (**Colomb et al , 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 potassiques ainsi qu'une diminution de renouvellement de la synthèse des protéines. Ces mécanismes permettent une épargne de la dépense énergétique mais comportent des conséquences nocives sur la synthèse de l'albumine, la synthèse enzymatique et le potentiel immunitaire (**Abely, 2005**).

##### **IV.4.1.1 Causes immédiates**

Les deux principales sont l'inadéquation de la ration alimentaire et la maladie. Leur interaction tend à créer un cercle vicieux: l'enfant malnutri résiste moins bien à la maladie, il tombe malade, et de ce fait la malnutrition empire (**UNICEF, 1998**).

##### **IV.4.1.2 Causes sous-jacentes**

Elles se classent en trois groupes, aboutissant à l'inadéquation de la ration alimentaire et à la maladie: l'insécurité alimentaire des ménages, l'insuffisance des services de santé et d'assainissement, et la mauvaise qualité des soins apportés aux enfants et aux femmes.

Chez les nourrissons et les jeunes enfants, la combinaison d'un état nutritionnel et des maladies infectieuses, ainsi que d'autres facteurs environnementaux et socioéconomiques entraînent une mortalité élevée (**FAO, 1992**).

Les différentes causes de la malnutrition protéino-énergétique sont illustrées dans la figure n° 10.

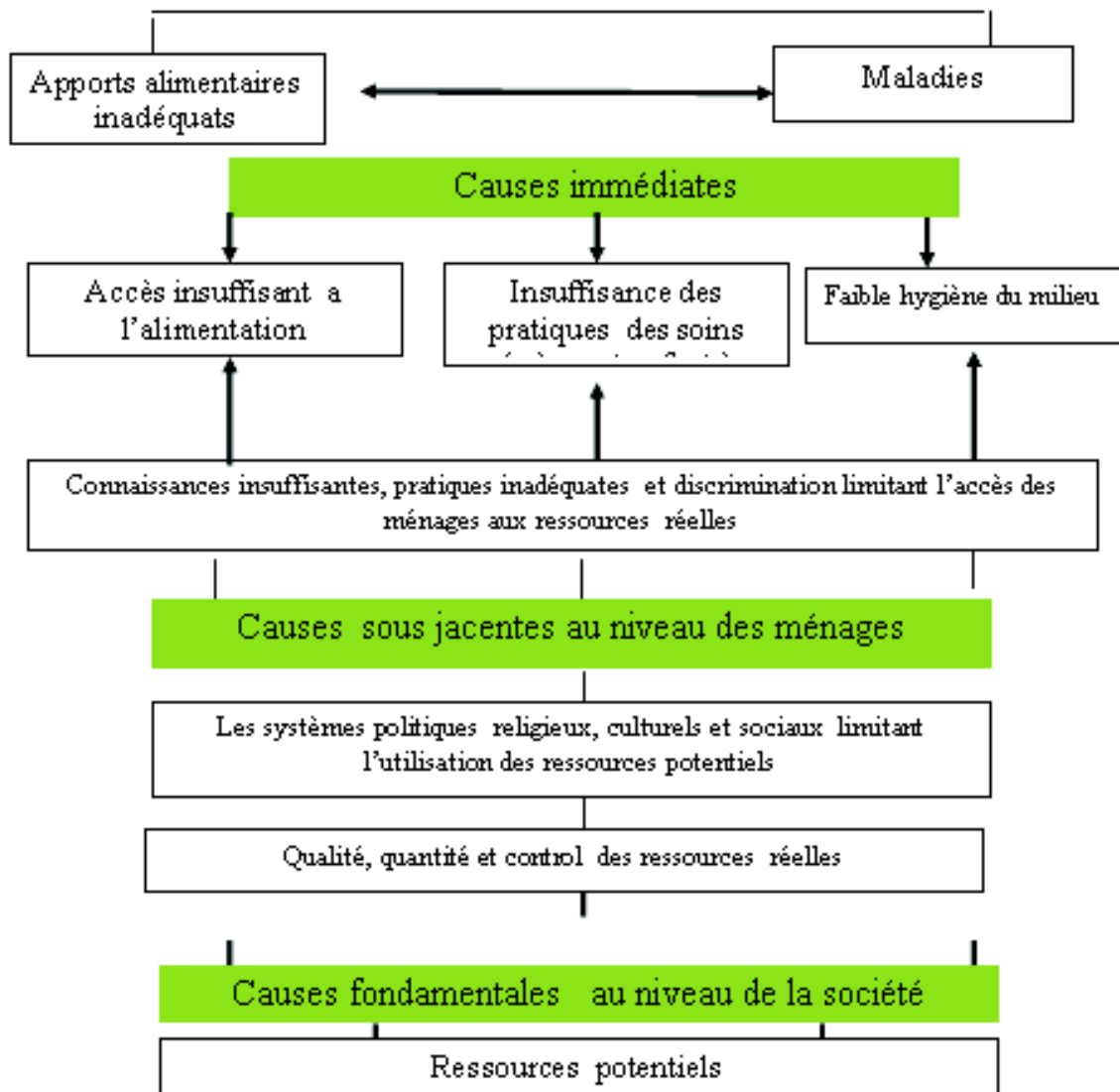


Figure 10: Model conceptuel des causes de la malnutrition (UNICEF, 1990).

#### IV.4.1.3 Conséquences de la malnutrition protéino-énergétique

- Sur les tissus musculaires et osseux

La perte de poids causée par l'épuisement de la graisse et la masse musculaire, y compris la masse d'organes, est souvent le signe clinique le plus évident de malnutrition. La perte visible de tissu maigre est souvent décrite comme la cachexie et peut être cachée chez les patients obèses. La masse osseuse est perdue lors de la perte de poids et plus particulièrement lorsque les apports de calcium, de magnésium et / ou de la vitamine D sont insuffisantes. La régénération des tissus osseux est le risque de fracture est élevé (Saunders, 2011).

- Sur le système gastro-intestinal

Une nutrition adéquate est importante pour préserver la fonction gastro-intestinale, les résultats de la malnutrition chronique entraînent des modifications de la fonction exocrine du pancréas, la circulation sanguine intestinale, structure des villosités ainsi que la perméabilité intestinale. Perte d'enzymes digestives est précoce avec restriction calorique et conduit souvent à l'intolérance secondaire au lactose, une diarrhée. Le côlon perd sa capacité à réabsorber l'eau et des électrolytes, et la sécrétion des ions et des fluides se produit dans le petit et grand intestin. Cela peut provoquer la diarrhée, qui est associée à un taux élevé de mortalité chez les patients sévèrement malnutris ( **Saunders** , 2011).

Sur la Taille à l'âge adulte

Selon **Sachedev et al.** (2005), un environnement défavorable à la croissance engendre des individus de petites tailles. Si ce retard de croissance n'est pas rattrapé au cours des deux 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.

Difficulté d'apprentissage:

Le lien entre la croissance et le développement cognitif est difficile à établir. Les études d'association chez les enfants en bas âge révèlent que la sous nutrition peut engendrer un potentiel déficitaire en matière de cognition (**El Hioui**, 2008) rapporte que (**Hall et al.** 2002) ont trouvé une association entre la sous nutrition et les scores de tests éducationnels chez les enfants scolaires Vietnamiens. **Monckerberg F.** (1990) montre que plus de 60% des enfants ayant un apport en protéines inférieur aux recommandations marquent des retards de croissance et des difficultés d'apprentissage (Fig. 11).

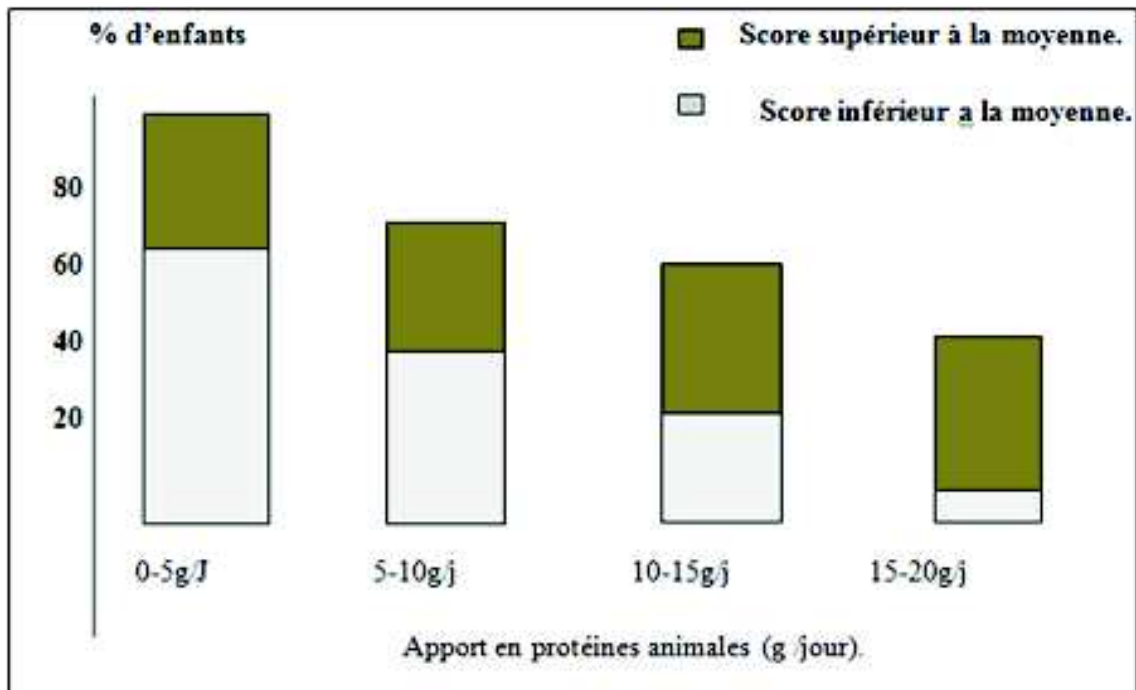


Figure 11: Score obtenu par les enfants lors du test de capacité cognitive Terman Merrillien fonction de la quantité ingérée de protéines animales (Monckerberg, 1990).

## IV.5 Classification et Anthropométrie

### IV.5.1 Le poids

---

Le poids est indispensable, c'est la mesure la plus simple à réaliser. Il reflète généralement l'état de santé nutritionnel de l'individu. Il doit donc être noté avec précision de l'ordre du kilogramme (kg) et mesuré sur une balance, suffisamment large.

### IV.5.2 La taille

---

Cette mesure nécessite que le sujet soit pieds nus et bien appliqué contre la potence verticale. Le sujet doit se tenir droit, la tête droite. Si l'enfant est âgé de moins d'1 an, il doit être en position couché. La taille est mesurée en centimètre (cm).

### IV.5.3 L'indice de masse corporel

---

L'IMC de Quételet ou Body Mass Index (BMI) est défini par le poids divisé par la taille au carré en  $\text{kg}/\text{m}^2$ , c'est l'un des critères nutritionnels reconnus et les normes admises par l'OMS en 2004 sont : BMI inférieur à 16,5  $\text{Kg}/\text{m}^2$  pour la dénutrition, supérieur ou égal à 25  $\text{Kg}/\text{m}^2$  pour le surpoids et enfin l'obésité avec un BMI égal ou supérieur à 30  $\text{Kg}/\text{m}^2$ .

### IV.5.4 Signification des indices et des mesures anthropométriques chez l'enfant

---

Les changements dans les dimensions du corps témoignent de la santé et du bien être en générale des individus et des populations. L'anthropométrie est utilisée pour évaluer et prédire les performances, la santé et la survie des individus et reflète le bien être économique et social des populations.

#### IV.5.4.1 Poids pour âge

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

Les enfants dont le poids pour l'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 3 écarts types sont considérés comme souffrant d'insuffisance pondérale sévère (El Hioui, 2008).

#### IV.5.4.2 Taille pour âge

Cet indice compare la taille de l'enfant à la taille de référence pour son âge. Pour les enfants de moins de deux ans, le terme est longueur pour âge.

Un faible indice taille pour âge signale une sous alimentation passée ou une malnutrition chronique. Une carence alimentaire prolongée provoque la maigreur et affecte la croissance. Si cette carence se prolonge, il en résulte une petite stature qui est un indicateur de malnutrition chronique (retard de croissance ou stunting). Les enfants dont le rapport taille/âge se situe à plus de deux écarts-type en dessous de la médiane taille/âge

de la population de référence souffrent de malnutrition chronique ; ceux qui sont à plus de trois écarts-type souffrent de malnutrition chronique sévère. La mesure de la taille chez les enfants de plus de 24 mois se fait debout. (**Bitew et Telake, 2010**).

#### **IV.5.4.3 Poids pour taille**

Compare le poids par rapport au poids moyen pour la taille de l'enfant. Cet indice permet d'identifier les enfants souffrant de sous alimentation actuelle ou aiguë ; il apprécie le degré d'émaciation, de maigreur ou d'obésité et est utile lorsque l'âge de l'enfant n'est pas connu avec précision. Les enfants dont le rapport poids/taille est inférieur à moins de deux écarts-type de la médiane poids/taille de la population de référence souffrent de malnutrition aiguë (émaciation ou wasting). Ceux qui sont inférieurs à moins de 3 écarts-types souffrent de malnutrition aiguë sévère (**Bitew et Telake, 2010**).

#### **IV.5.4.4 Indice de masse corporelle pour âge (IMC/A)**

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  $\text{Kg}/\text{m}^2$ .

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.

### **IV.5.5 Normes des indices anthropométriques et classification**

---

Les indices calculés sont interprétés par rapport aux valeurs de référence nationales ou internationales (**Tableau n° 11**).

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. (**Maire et al, 1991 ; Bruce et al, 2003 ; OMS, 2006**).

Forme de malnutrition	Niveau de sévérité	Seuils
<b>Émaciation</b> (Reflète la malnutrition aigue)	<b>Malnutrition aigue sévère</b>	Indice de PPT < -3 Z score % de la médiane du PPT < 70%.
	<b>Malnutrition aigue modérée</b>	-3 Z score ≤ Indice de PPT < -2 Z score. 70% ≤ % de la médiane du PPT < 80%
	<b>Absence de malnutrition aigue</b>	Indice de PPT ≥ -2 Z score % de la médiane de la TPA < 85%.
<b>Retard de croissance staturale</b> (Reflète la malnutrition chronique)	<b>Retard de croissance sévère</b>	Indice de TPA < -3 Z score % de la médiane de TPA < 85%
	<b>Retard de croissance modéré</b>	-3 Z score ≤ Indice de TPA < -2 Z score 85% ≤ % de la médiane de la TPA < 90%.
	<b>Absence de retard de croissance</b>	Indice de TPA ≥ -2 Z score % de la médiane de la TPA ≥ 90%
<b>Insuffisance pondérale</b> (Reflète la malnutrition aigue ou chronique)	<b>Insuffisance pondérale sévère</b>	Indice de PPA < -3 Z score % de la médiane du PPA < 70%
	<b>Insuffisance pondérale modérée</b>	-3 Z score ≤ Indice de PPA < -2 Z score 70% ≤ % de la médiane du PPA < 80%
	<b>Absence d'insuffisance pondérale.</b>	Indice de PPA ≥ -2 Z score % de la médiane du PPA ≥ 80%

Tableau 11: Normes et interprétation des indices anthropométriques (Ngirabega, 2010).

## IV.6 Prévalence de la malnutrition

### IV.6.1 Dans le monde

Le nombre absolu d'enfants malnutris a augmenté de manière générale dans le monde. En Asie du sud un enfant sur deux souffre de malnutrition, un sur 3 en Afrique, présente une insuffisance pondérale, et dans plusieurs pays de ce continent, l'état nutritionnel s'empire de plus en plus (Unicef, 1998). (Fig. 12).

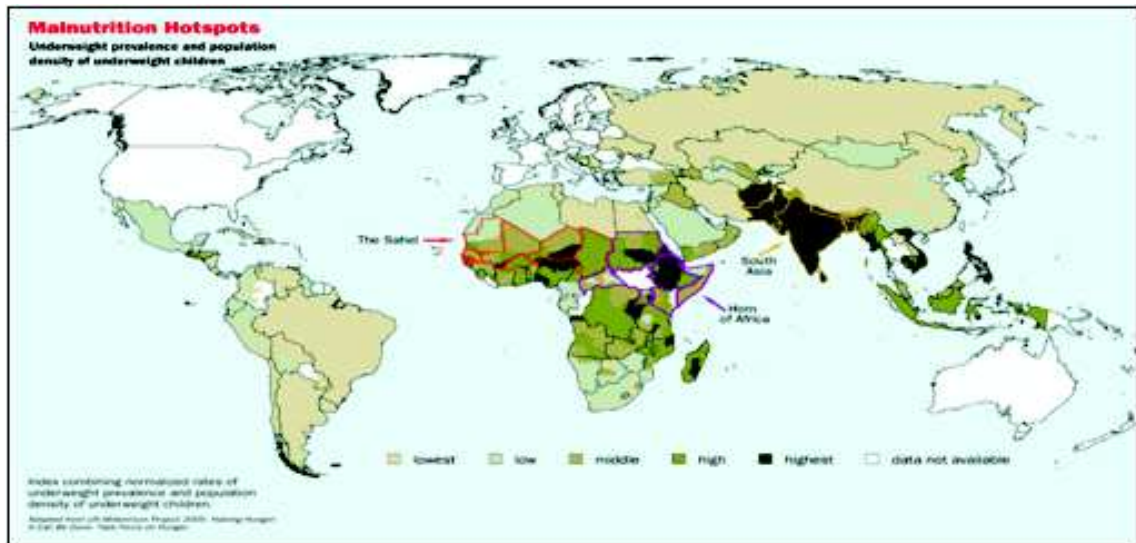


Figure 12: Prévalence de la malnutrition dans le monde.

## IV.6.2 En Algérie

L'enquête algérienne de la santé de la famille montre qu'en 2002, parmi les enfants de moins de 5 ans, près d'un sur cinq était atteint de retard de croissance (19%), et 7% souffraient de la forme sévère de ce type de malnutrition. La maigreur touchait 8% des enfants, 3% étaient atteints de forme sévère. Plus de 10% des enfants souffraient d'insuffisance pondérale de forme modérée et 3% de forme sévère (**MSPRH, ONS et LEA, 2004**).

## IV.7 Stratégie de lutte contre la Malnutrition protéino-énergétique

A fin de lutter contre la malnutrition, l'**UNICEF** en 1998 recommande plusieurs programmes et actions pouvant améliorer l'état nutritionnel de la population tel que:

- Augmentation de la croissance économique du pays L'augmentation de la croissance économiques fait progresser de façon significative le revenu des ménages et facilite l'accès des pauvres aux différents services et ressources.
- Amélioration du statut socioéconomique des femmes
- Pour certains experts, c'est à des facteurs tels que la restriction de l'accès des femmes à l'éducation et à l'emploi qu'il faut attribuer les taux élevés de malnutrition des enfants et d'insuffisance pondérale à la naissance.
- Promouvoir l'allaitement maternel
- L'allaitement maternel a de multiples avantages il favorise les interactions mère enfant, procure une ration équilibrée, qui sert de modèle nutritionnel et assure une protection contre les risques infectieux et allergiques, il est également adapté aux besoins physiologiques et nutritionnel de l'enfant ce qui contribue à minimiser le risque de développement des maladies carencielles.
- Amélioration des infrastructures sanitaires et de leur accessibilité.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

---

- Intensifier les programmes de sensibilisation.
- Focus sur les zones rurales ou la pauvreté sévit de façon cruciale.



---

# CHApitre V : materiel et methodes

## V.1 Situation géographique de la ville d'El Idrissia

La ville d'El Idrissia se situe dans le Sud Ouest de la wilaya de Djelfa , elle est à 97 km du chef lieu du village et à 340 km d'Alger (Annexe 1). Sa superficie est de 375,09 Km<sup>2</sup> (CNRU, 2008).

Sa population est estimée à 32900 habitants, dont 2433 enfants âgés de 0 à 4 ans (CNRU, 2008). Plus de 33,1 % de la population totale sont sans instruction. L'activité économique prédominante dans cette région est l'élevage du bétail

## V.2 Conditions de recrutement de l'échantillon

L'échantillon comprend 150 enfants, recrutés au niveau de deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia, Wilaya de Djelfa entre Juin et Septembre 2012 .Tous sont âgés de 6 mois à 5 ans et sont apparemment tous sains (venant pour la plupart des cas pour un motif de vaccination, ou accompagnent leurs proches).

Un questionnaire a été développé (Annexe 2). Des renseignements sur l'enfant et ses parents sont recueillis auprès de la personne adulte (mère, sœur, grand-mère, père) qui accompagne l'enfant. Ces renseignements portent sur :

- L'âge, le sexe, le poids, la taille.
- Les enfants qui présentent des antécédents cliniques ou chirurgicaux ou de pathologies pouvant influencées leur statut nutritionnel sont tous éliminés de l'échantillon.
- Le mode et la durée d'allaitement de l'enfant durant ses premières années de vie, l'âge de diversification de l'alimentation et la nature des aliments introduits.
- Le niveau socioéconomique des parents, les conditions d'habitat, et les modes de fréquentation des centres sanitaires.

## V.3 Prélèvements sanguins

5 ml du sang veineux sont prélevés par ponction veineuse au niveau du pli du coude de chaque enfant.

Les prélèvements sont répartis dans 2 tubes :L'un contenant de l'EDTA est destiné au dosage de l'hémoglobine, et au calcul des indices érythrocytaires (Hématocrite, TCMH, CCMH, Globules rouges) grâce à un automate de type (ERMA INC PCE 210N) (Figure 1, Annexes 3).

## Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)

---

L'autre tube est sans anticoagulant (tube sec), le prélèvement dans ce dernier est laissé au repos pendant 3 à 4h heures puis centrifugé à 3200tours/min pendant 5à10minutes, (Centrifugeuse **Sigma 201M**) (Figure 2, Annexes 3), les sérums sont récupérés et répartis sur des tubes **Eppendorf** de 500ul puis congelés a  $-20^{\circ}\text{c}$ .

Ces sérums vont servir aux dosages ultérieurs de la ferritine (Ft), du fer (FS), de la transferrine (TRF) et de la C réactive protéine (CRP) au moyen d'un automate (**Cobas Integra 400 Plus**), (Figure 3, Annexes 3)à l'hôpital **Nafissa Hamoud (Ex Parnet)** à l'**Hussein Dey-Alger**.

## V.4 Principe de dosage des indicateurs biologiques du statut nutritionnel en fer et de l'inflammation

### V.4.1 Hémoglobine

---

Sous l'action de l'hexacyanoferrat3 de potassium **C6N6FeK 3** et du cyanure de potassium KCN, contenus dans le réactif de **Drabkin**. Toutes les formes de l'hémoglobine, sauf la sulfhémoglobine, sont transformées en cyan-méthémoglobine, ce dérivé, stable et soluble, est dosé colorimétriquement à 540 nm.



### V.4.2 Ferritine sérique

---

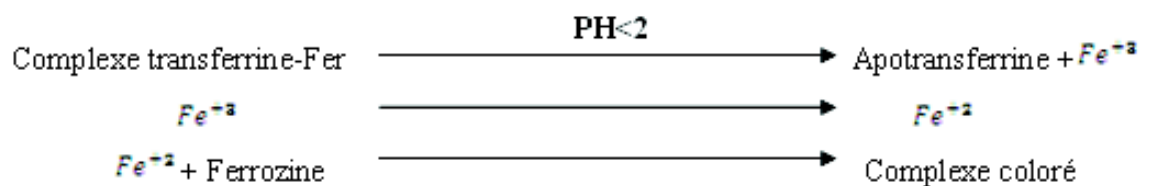
Le réactif de dosage de la ferritinesériquecontient desparticules de latex recouvertes d'anticorps (de lapin), 0,17umol de tampon de glycine et des conservateurs liquides.

Le dosage ferritine sérique par l'appareil repose sur l'agglutination de particules de latex sensibilisées par les anticorps spécifiques, lors du dosage, la ferritine humaine s'agglutine sur les particules de latex, et le précipité est mesuré par turbidimétrie à 552 nm.

### V.4.3 Fer sérique

---

Il repose sur une méthode de dosage colorimétrique sans déprotéinisation qui fait appel à la FerroZine selon les réactions suivantes :



A un pH acide, le fer est libéré de la transferrine. Les échantillons lipémiques sont clarifiés par un détergent. L'ascorbate réduit les ions Fe<sup>3+</sup> en ions Fe<sup>2+</sup> qui forment ensuite un complexe coloré avec la FerroZine. L'intensité de la coloration développée est directement proportionnelle à la concentration en fer et est mesurée par photométrie.

#### V.4.4 Transferrine

Le réactif de dosage de la transferrine est constitué de :

- Tampon phosphate: 55 mmol/l.
- Anticorps (de lapin) anti-transferrine humaine

La transferrine humaine forme un précipité en présence d'un antisérum spécifique; ce précipité est mesuré par turbidimétrie.

#### V.4.5 Mode opératoire du dosage des indicateurs biologiques sériques (Figure, Annexes)

Afin de doser indicateurs biologiques sériques (ferritine, transferrine, fer sérique, CRP), le sérum contenu dans chaque tube **Eppendorf** est décongelé puis mis dans les tubes du portoir de l'appareil (**Cobas Integra 400 plus**). Chaque tube est identifié par sa position au niveau du portoir et la position de ce dernier dans l'appareil.

Simultanément on fait rentrer la cassette contenant le réactif qui a été auparavant calibrée à l'aide de calibreurs spécifiques, les résultats sont affichés sur l'écran de l'appareil puis imprimés.

### V.5 Calcul de la Capacité totale de la fixation de la transferrine et du coefficient de saturation en transferrine

#### V.5.1 Calcul de la capacité totale de la fixation de la transferrine

La potentialité totale de la transferrine à fixer du fer est appelée capacité totale de fixation, Cette dernière est calculée à partir de la transferrine en appliquant la formule suivante :

$$\text{CTF} = \text{TRF (g/l)} \times (2/80000) \times 10^6 = \mu\text{mol Fer / l}$$

$$\text{Soit: CFT} = \text{TRF (g/l)} \times 25 = \mu\text{mol Fer/l}$$

Ou : **CFT** : Capacité de fixation totale de la transferrine.

**TRF** : Transferrine.

#### V.5.2 Calcul du coefficient de saturation en transferrine

Il est calculé à partir d'un rapport entre le fer sérique et la capacité de fixation total de la transferrine :

$$CS\% = \frac{\text{Fer Sérique}}{\text{CFT}} \times 100$$

Ou :

**CS%** : Coefficient de saturation en transferrine.

**CFT** : Capacité de fixation totale en transferrine.

## V.6 Recueil des données anthropométriques

L'âge, la taille, le poids, le périmètre brachiale, de chaque enfant sont été mesurés

### V.6.1 L'âge (exprimé en mois)

---

L'âge de l'enfant est déterminé directement du carnet sanitaire de l'enfant.

### V.6.2 La taille

---

La taille est mesurée à l'aide d'une toise en position debout pour les enfants de moins de 24 mois (Figure 4, Annexe 3). Pour les enfants de plus de 24 mois, nous utilisons un ruban mètre coulissant (Figure 5, Annexe 3), l'enfant étant en position couché, la longueur est mesurée en centimètres.

### V.6.3 Le poids

---

Il est mesuré sur des enfants légèrement vêtus, Pour ceux âgés de 6 a 24 mois, la mesure est faite a l'aide d'une pèse bébé de marque Testut, dont la portée est de 18Kg et la précision est de 5g (Figure 6, Annexe 3). Pour ceux âgés de 24 mois a 5 ans, ils ont été pesés a l'aide d'une balance 120kg de marque **Beurer MS01(j), GMBH** (Figure 7, Annexe 3) d'une portée et une précision de 0,1Kg.

## V.7 Transformation des mesures anthropométriques

### V.7.1 Indice de masse corporel (IMC)

---

L'indice de sa masse corporelle est calculé comme suit :

$$IMC = \frac{\text{Poids (Kg)}}{[\text{Taille}^2 \text{ (m)}]^2}$$

### V.7.2 Les Z scores

Les indices ou Z scores (Poids /âge (P/A)/ Taille/âge (T/A), Poids/taille P/T, IMC/âge, Périmètre brachiale/âge (PB/A) sont calculés selon la formule suivante (système LMS).

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

Les valeurs de M, L et S sont données par les tables de l'OMS (**OMS ,2013**), Elles correspondent a :

**L** : Facteur de correction

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

**S** : Ecart type autour de la moyenne du Z score de la population de référence

**X**= Valeur de la mesure effectuée sur l'enfant.

## V.8 Analyse statistique des données

Les données ont été saisie en utilisant le programme informatique Excel, l'analyse statistique des données est effectuée grâce au logiciel **Statistica version 5 .87**. Signalons que des vérifications lors de la saisie sont appliquées, et ce afin d'éviter les erreurs.

Le test de **Kolmogorov- Smirnov**, le test de **khi2** le **test de corrélation des rangs de Spearman**, le test de **Mann-Whitney** sont utilisés pour valider nos hypothèses, l'hypothèse nulle n'est retenue que lorsque la probabilité d'être vérifiée est supérieure à 0,05%.

## chapitre VI: Résultats et discussions

### VI.1 Etude descriptive et caractéristique de l'échantillon

#### VI.1.1 Répartition selon le sexe

L'échantillon est réparti comme suit : 79 garçons et 71 filles. Les garçons représentent 55% quant aux filles, elles représentent 45% de l'effectif global.

#### VI.1.2 Répartition des enfants en fonction de leur âge

La moyenne de l'âge est de  $32,5 \pm 15,3$  mois, celle des garçons est  $32,18 \pm 15,45$  mois et celle des filles  $32,91 \pm 15,29$  mois (Tableau n° 12, fig. 13), les limites de la classe d'âge (qui comprend le plus grand nombre d'enfants « mode »), sont de 13 et de 24 mois (Fig. 14). Aucune différence significative entre les valeurs de l'âge des garçons avec celles des filles (Tableau n° 13).

Tableau 12: Indices statistiques de distribution de l'âge et de l'âge par sexe

	Moyenne	Médiane	Min	Max	Ecart-type	Variance	Test Normalité (K.S)
Age des enfants (mois)	32,5	32	6	60	15,31	234,59	S.D
Age des Garçons (mois)	32,18	31,47	7	60	15,45	221,1	S.D
Age des Filles (mois)	32,91	34,5	8	60	15,29	233,13	S.D

	Filles	Garçons	U	P (U)	$\chi^2$	P ( $\chi^2$ )
Moyenne Age (mois)	$32,91 \pm 15,29$	$32,18 \pm 15,45$	2527,5	0,29	2,75	0,59
$\Sigma$ rangs	5608,5	5716,5				

Tableau 13: Comparaison des valeurs de l'âge chez les deux sexes, et liaison entre l'âge et le sexe.

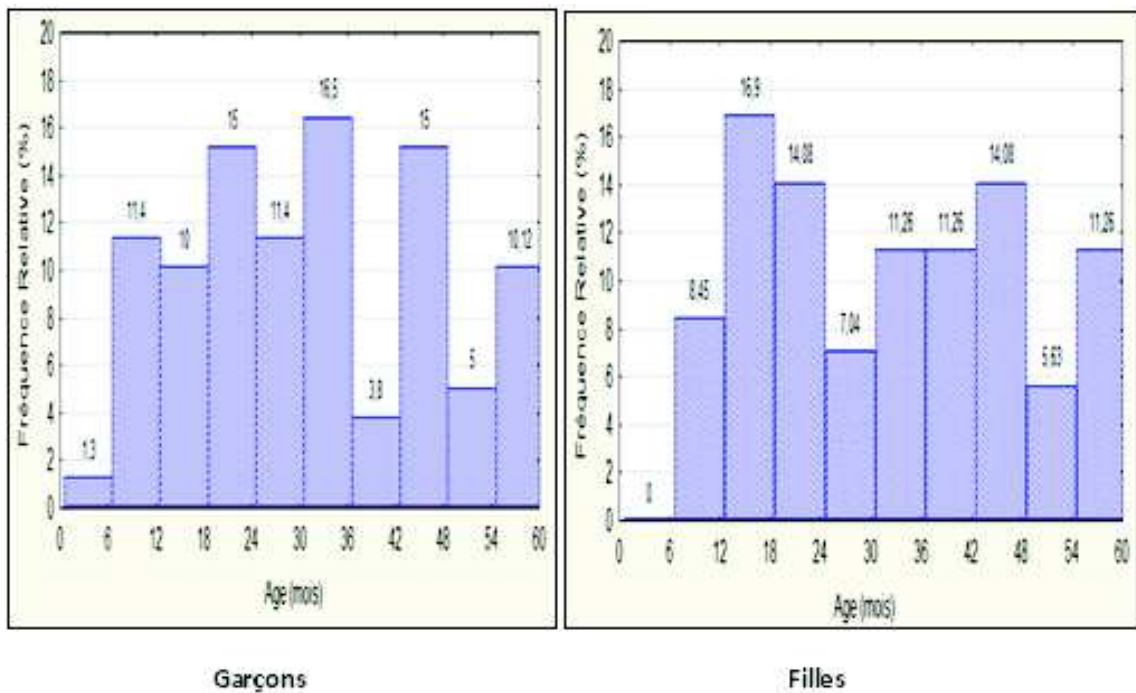


Figure 13: Distribution des valeurs de l'âge par sexe.

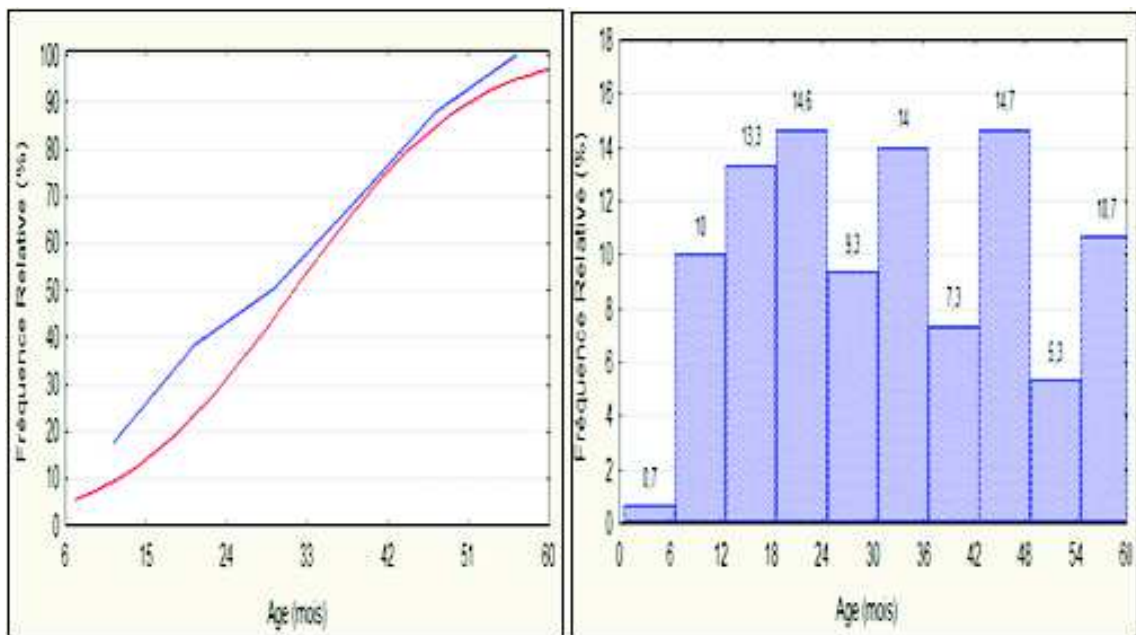


Figure 14: Distribution des valeurs de l'âge des enfants.

### VI.1.3 Données anthropométriques

La distribution des valeurs du poids, de la taille et de l'IMC sont illustrés dans les figures 15, 16 et 17.

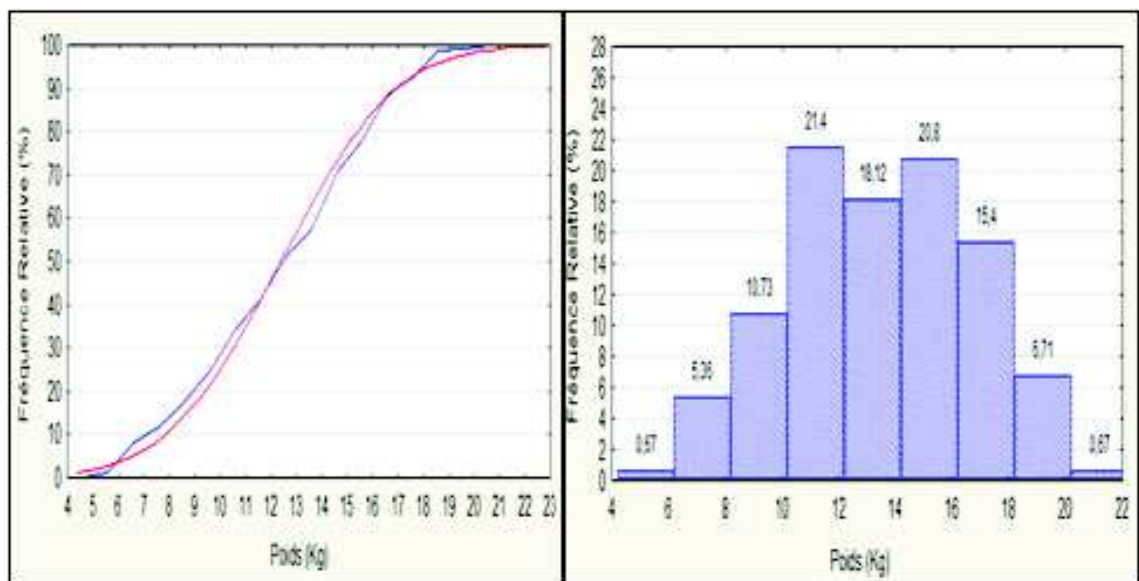
Le **poids** moyen est de  $12,79 \pm 3,56$  Kg (Tableau n° 14), celle des garçons est  $12,98 \pm 3,35$  Kg, celle des filles  $12,19 \pm 3,79$  Kg (Tableau n° 15)

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

- La **taille** moyenne est de  $0,89 \pm 0,11m$  (Tableau n° 14), celle des garçons est de  $0,90 \pm 0,15m$ , celle des filles est de  $0,81 \pm 0,14m$  (Tableau n° 15).
- L'**IMC** moyen est de  $22,14 \pm 2,61 Kg/m^2$  (Tableau n° 14), celui des garçons est de  $23,36 \pm 2,38 Kg/m^2$  celui des filles est de  $22,1 \pm 2,86 Kg/m^2$  La plupart des enfants ont une corpulence normale ( $18,5 \leq IMC \leq 25 Kg/m^2$ ) (Tableau n° 15).
- Aucune différence significative entre les différentes mesures anthropométriques des deux sexes (Tableau n° 16).

	Moyenne	Min	Max	Variance	Ecart-type	Test de normalité K.S
Poids (Kg)	12,79	5,6	20,9	12,68	3,56	S.D
Taille (m)	0,89	0,58	1,14	0,14	0,11	S.D
IMC Kg/m <sup>2</sup>	22,14	15,5	33	6,85	2,61	S.D

Tableau 14: Indices statistiques de distribution du poids, de la taille et de l'IMC



Distribution cumulée

Histogramme de distribution

Figure 15: Distribution des valeurs du Poids (Kg).



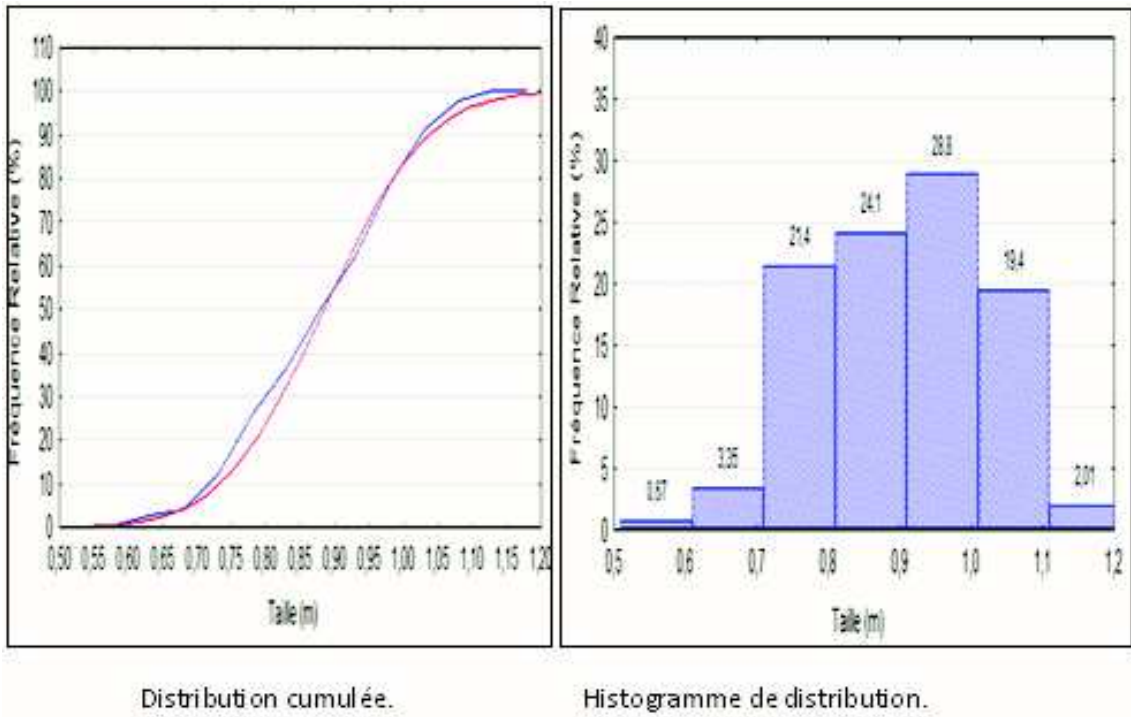


Figure 16: Distribution des valeurs de la taille (m).

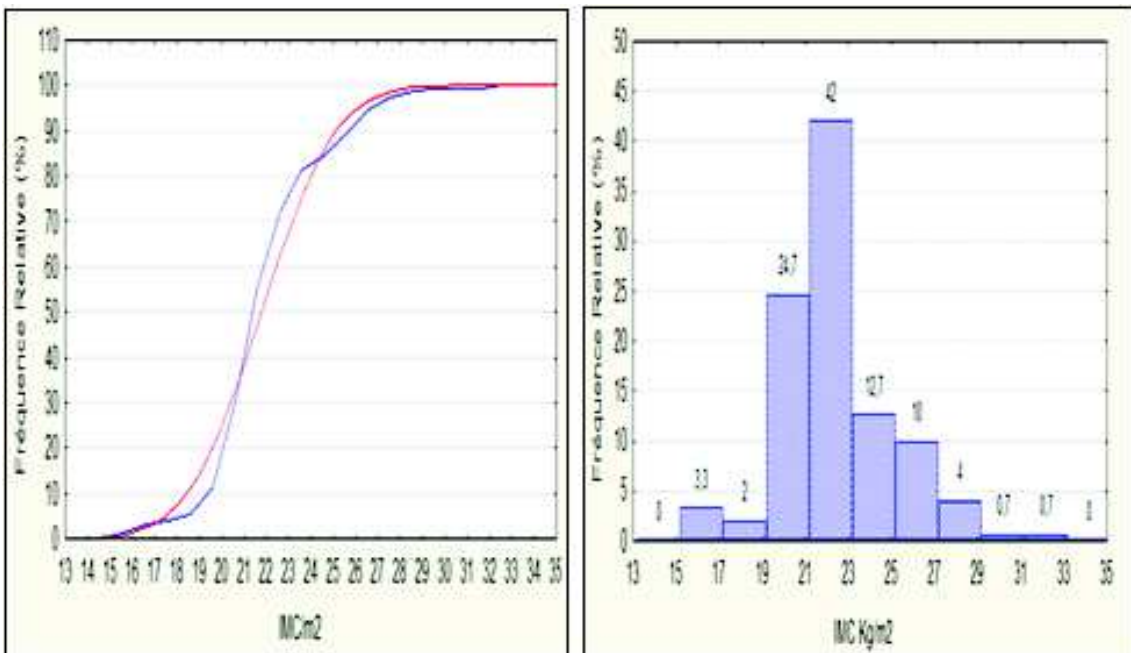


Figure 17: Distribution des valeurs de l'IMC ( $Kg/m^2$ ).

Tableau 15: Indices statistiques de distribution du poids, de la taille et de l'IMC les deux sexes.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

	Sexe	Moyenne	Min	Max	Variance	Ecart-type	Test normalité K.S
Poids (Kg)	Garçons	12,98	6	20,9	11,28	3,35	S.D
	Filles	12,19	5,6	19	14,42	3,79	S.D
Taille (m)	Garçons	0,89	0,62	1,1	0,15	0,11	S.D
	Filles	0,81	0,58	1,14	0,14	0,12	S.D
IMC (Kg/ )	Garçons	23,36	15,5	30	5,66	2,38	S.D
	Filles	22,1	15,9	33	8,23	2,86	S.D

	Σrangs Garçons	Σrangs Filles	U	P (U)
Poids	2898	2052	1062	0,29
Taille	2917	2033	1043	0,23
IMC	2741	2209	1201	0,94

Tableau 16: Comparaison des valeurs du poids, de la taille et de l'IMC chez les deux sexes.

Toutes les mesures anthropométriques ont été corrélées entre elles, la plus forte corrélation est celle obtenue entre le Poids et la taille ( $r=0,91$ ) (Tableau n° 17), une corrélation négative entre l'IMC et la taille ( $r=-0,26$ ), celle-ci ne répond qu'à la formule suivante :

$$IMC = \text{Poids} / ([\text{Taille}]^2)$$

Tableau 17: Corrélation entre les mesures anthropométriques.

Tableau 17: Corrélation entre les mesures anthropométriques.

	Poids	Taille	IMC
Poids	1	0,91	0,14
Taille		1	-0,26
IMC			1

## VI.1.4 Poids à la naissance

Le poids moyen à la naissance chez les enfants est de  $2,96 \pm 0,56$  Kg (Tableau n° 18), celui des garçons est de  $2,87 \pm 0,57$  Kg, celui des filles est de  $3,07 \pm 0,55$  Kg, l'analyse statistique montre une différence significative entre les poids à la naissance deux sexes (Tableau n° 19). Si l'on tient compte des seuils fixés par **Lalys et al.** (2011), 16 soit 10,7% des enfants présente un faible poids à la naissance (Poids à la naissance  $\leq 2,5$  Kg) (Fig. 18) ce taux est faible si on le compare au taux annoncé par l'**UNICEF** en 2000 qui montre que 7% des enfants Algériens avaient un faible poids à la naissance (Poids à la naissance  $\leq 2,5$  Kg) . la présente étude montre ainsi un taux faible au taux obtenu lors enquête menée par (**Labane et Arfi**) en 2003, au **CHU** (Mustapha Bacha) qui observait que 12% des enfants présentait un faible poids à la naissance (Poids naissance  $< 1,5$  Kg) .

- Seuls 2 enfants étaient des prématurés (Source : Carnet de suivi sanitaire de l'enfant), l'un âgé de 31mois et l'autre âgé de 47mois.

	Moyenne	Min	Max	Variance	Ecart-type	Test de normalité KS
Poids (Kg)	12,79	5,6	20,9	12,68	3,56	S.D
Taille (m)	0,89	0,58	1,14	0,14	0,11	S.D
IMC Kgm2	22,14	15,5	33	6,85	2,61	S.D

Tableau 18: Indices statistiques de distribution du poids à la naissance.

	$\Sigma$ rangs Garçons	$\Sigma$ rangs Filles	U	P (U)
Poids à la naissance (Kg)	4795	5644	1869	0,004

Tableau 19: Comparaison des valeurs du poids à la naissance chez les deux sexes.

## VI.1.5 Alimentation

### VI.1.5.1 Allaitement

Sur les 150 enfants sélectionnés, 14 soit, 9,3% sont des nourrissons, leur âge moyen est de  $8,55 \pm 2,4$  mois, 2 soit, 14,28% sont allaités exclusivement au sein, la quantité moyenne du lait ingérée par ces derniers est estimée à 5 tétés/jour (d'après les mères). Le tableau n° 20 nous renseigne sur le teneur en fer en protéines ainsi que la valeur énergétique des différents types de lait consommés par les enfants.

La présente étude montre que 2% des enfants sont allaités au sein sans alimentation du complément (Fig. 19), ce taux est faible si on le compare au taux estimé par le **MSPRH** en 2001 qui révélait que 55% des enfants Algériens poursuivait l'allaitement maternel jusqu'à l'âge de 15 mois et celui évoqué par l'**OMS** en 1989, qui révélait que plus de 50% des enfants nord africains étaient allaités au sein sans complément alimentaire entre les 6 et les 9 premiers mois de leur vie. Un autre chiffre annoncé dans le rapport de la **FAO** en 2005 qui montre que plus de 62% des nourrissons entre l'âge de 6 et 9 mois étaient allaités exclusivement au lait sans alimentation du complément.

Par ailleurs, en 2000 l'enquête nationale sur les objectifs de la fin décennie (Santé mère et enfant) montre que le taux d'allaitement exclusif sans alimentation du complément est beaucoup plus faible chez les enfants de plus de 6mois, ce taux se rapproche du taux obtenu dans la présente étude avec moins de 10% d'enfants nourris exclusivement au lait sans alimentation du complément (Fig.20)

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

Marques	Lait industriel				Lait partiellement écrémé		Lait entier en poudre		Lait maternel
	Nursie		Sehaa	Celia	Lactel	Candia	Milgro	Nespray	-
Types	0-6mois (1)	6-12mois (2)	6-12mois (2)	6-12mois (2)	UHT (stérilisé)	UHT (stérilisé)	-	-	-
Quantité de fer mg/100gr de poudre	6,4**	8,5**	7,1**	7,5**	-	-	-	-	-
Quantité de fer (mg/100ml)	0,9**	1,3**	1,1**	1**	0,4mg/100gr**		1,23 -1,3/100gr***		0,3-0,9*
Valeur énergétique (Kcal)	69/100ml**	70/100ml**	71/100ml**	68/100ml**	45/100ml**		496-500/100gr***		67/100ml*
Teneur en protéines totales (gr)	1,4gr/100ml**	2,1gr/100ml**	2,2gr/100ml**	1,88gr/100ml**	3 - 3,4gr/100ml**		26/100gr***		
Quantité moyenne ingérée par le nourrisson	-	-	-	-	-	-	-	-	5tétés/j

*Tableau 20: Teneur moyenne en fer, en protéines et valeur énergétique des principaux types de laits consommés par les nourrissons.*

\*Source :(Picciani, 2001) \*\*Source (étiquette du produit) \*\*\* (Codex Alimentarius, 1999)

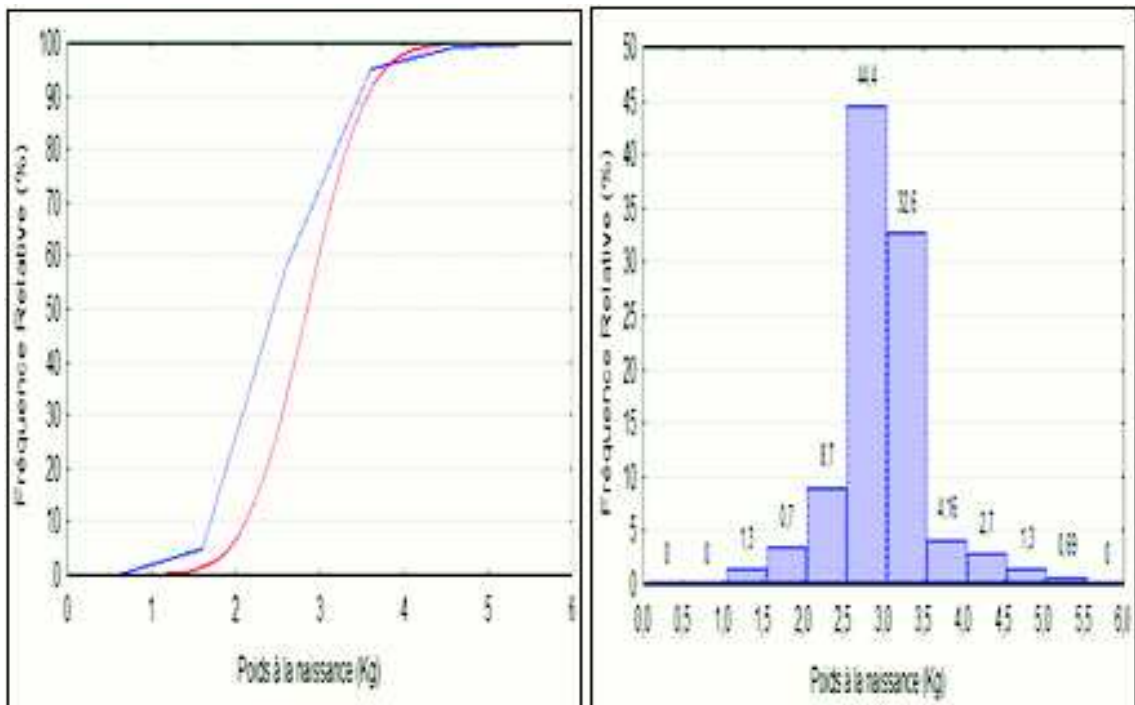


Figure 18: Répartition des fréquences de nourrissons en fonction du type d'allaitement.

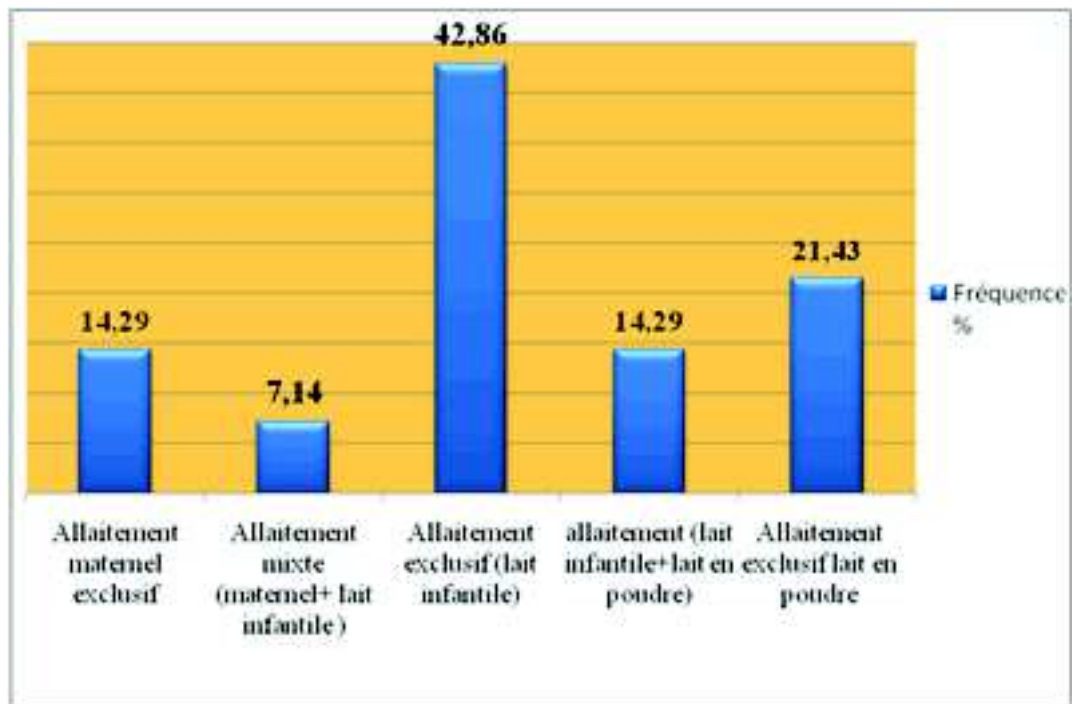


Figure 19: Prévalence du taux d'allaitement en Algérie (INSP, 2001).

### VI.1.5.2 Age de sevrage

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

La figure n° 21 nous renseigne sur la distribution de l'âge de sevrage. La moyenne de l'âge de sevrage est de  $5,2 \pm 2,37$  mois (Tableau n° 21), si l'on prend en considération les recommandations fixées par l'OMS en 2003 concernant l'âge de sevrage, 27 soit 20% des enfants ont été sevrés tardivement (après le 6<sup>ème</sup> mois de leur vie) (Fig. 22)

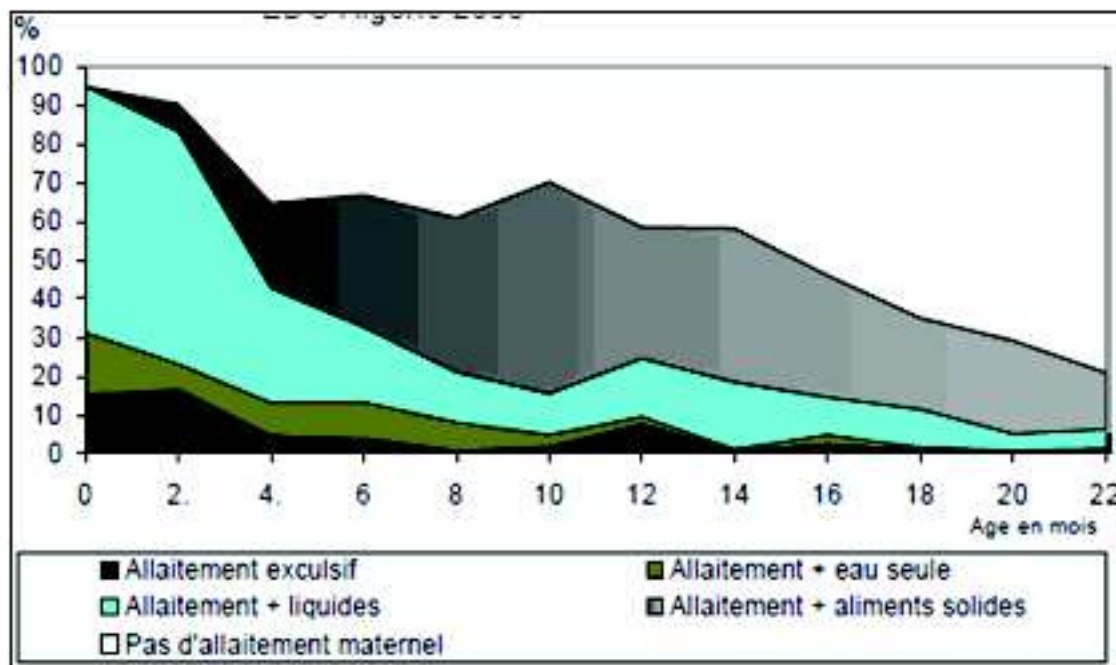


Figure 20: Distribution de l'âge de sevrage (mois).

Tableau 21: Indices statistiques de distribution des valeurs de l'âge de sevrage.

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Variance	Ecart-type	Test de normalité K.S
Age de sevrage (Mois)	5,2	5	708	1	12	5,64	2,37	S.D

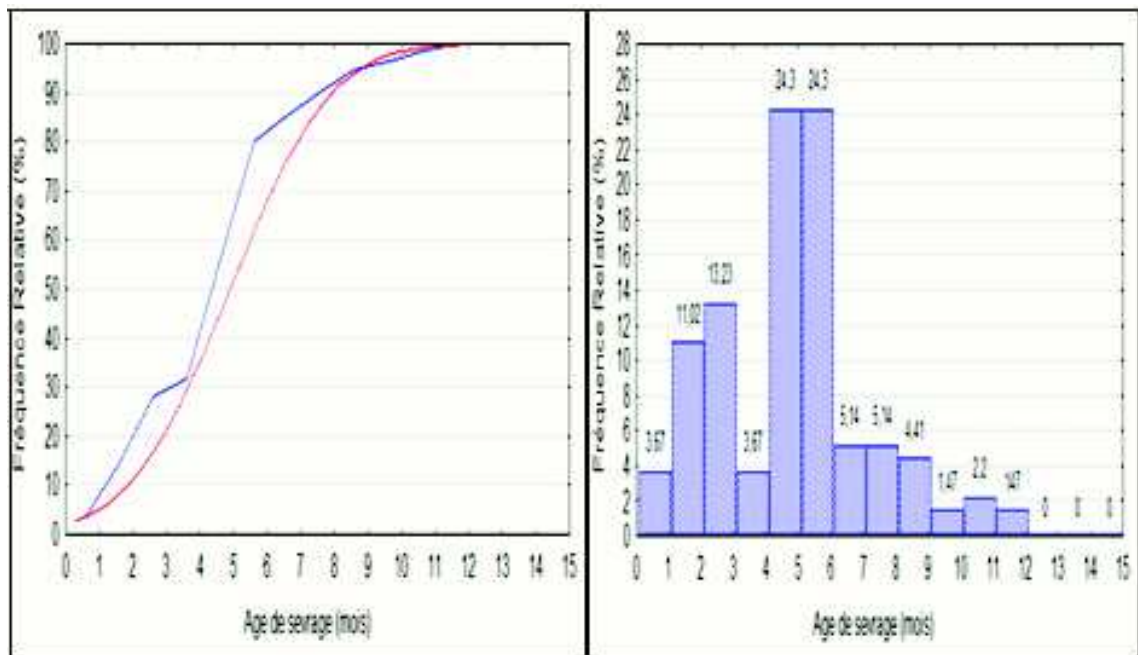


Figure 21: Répartition des enfants en fonction de l'âge de diversification.

Les céréales, les produits laitiers, les viandes (rouges, blanches) et les préparations à base de fruits et légumes, constituent les principaux aliments consommés par les enfants (Tableau n° 22).

7 soit 12,06% des enfants âgés de moins de 2 ans ne consomment pas de viande ou de préparations à base de viande, cependant la fréquence de consommation de chaque aliment par enfant reste peu connue.

Tableau 22: Nature d'aliments consommés par les enfants.

	Préparations à base de céréales	Fruits et légumes et préparation à base de fruits et légumes	Préparations à base de viandes (rouges et blanches)	Produits laitiers
Enfants (6-12mois)	Tous consomment	Tous consomment	3 soit 18,75% qui ne consomment pas	Tous consomment
Enfants (13-24mois)	Tous consomment	Tous consomment	5 soit 11,9% qui ne consomment pas	Tous consomment
Enfants (25-36mois)	Tous consomment	Tous consomment	Tous consomment	Tous consomment
Enfants (37-48mois)	Tous consomment	Tous consomment	Tous consomment	Tous consomment
Enfants (49-60mois)	Tous consomment	Tous consomment	Tous consomment	Tous consomment

### VI.1.6 Données sur les mères

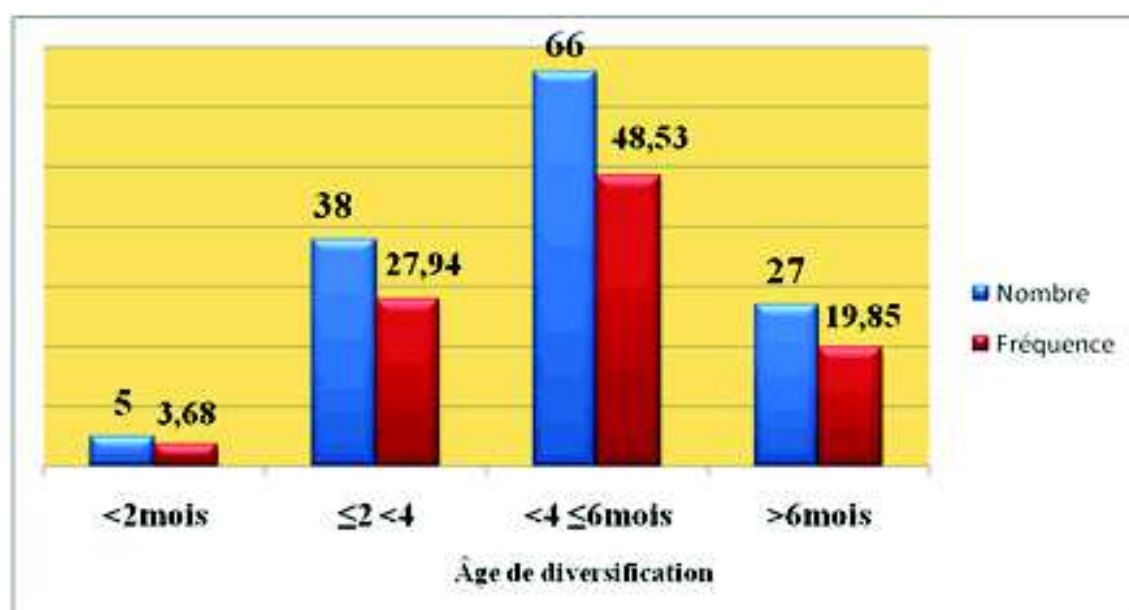
Les distributions de l'âge des mères, de la parité et de l'espacement entre les deux dernières grossesses sont illustrées respectivement dans les figures (23, 24 et 25).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

- 113 soit 75,3% des mères ont effectué des suivis médicaux réguliers au cours de leurs grossesses.
- 29 soit 19,33% des mères sont des primipares, leur âge moyen est de  $30,8 \pm 4,9$  ans et 121 soit 80,66% sont des multipares, leur âge moyen est de  $30,89 \pm 6$  ans (Tableau n° 23).
- La moyenne de parité est  $2,75 \pm 1,6$  enfants (Tableau n° 23).
- L'espacement entre les deux dernières grossesses est de  $35,9 \pm 27,4$  mois (Tableau n° 23).

**Tableau 23: Indices statistiques de distribution des valeurs de l'âge des mères, espacement entre les deux dernières grossesses et parité.**

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Variance	Ecart- type	Test Normalité K.S
<b>Age des mères (mois)</b>	30,89	30	4636	21	48	36,08	6	S.D
<b>Espacement entre les deux dernières grossesses (mois)</b>	35,90	24	4847	12	108	753,89	27,45	S.D
<b>Parité (enfants)</b>	2,75	2	413	1	9	2,56	1,6	S.D



*Figure 22: Distribution de l'âge des mères (ans).*



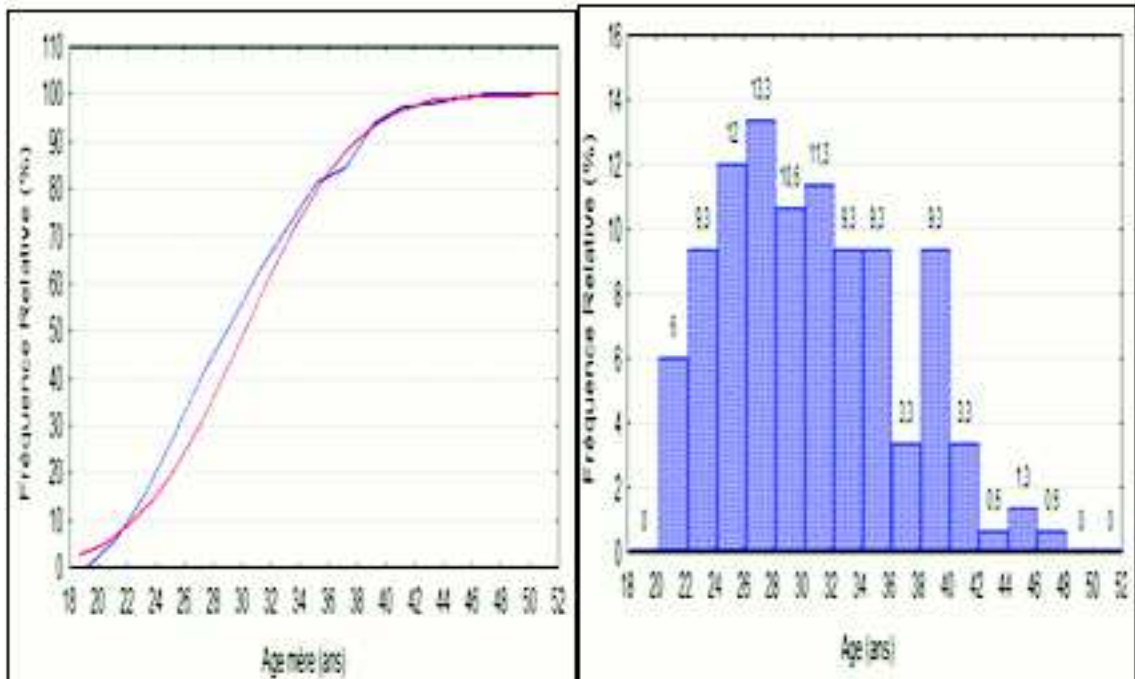


Figure 23: Distribution des valeurs de la parité.

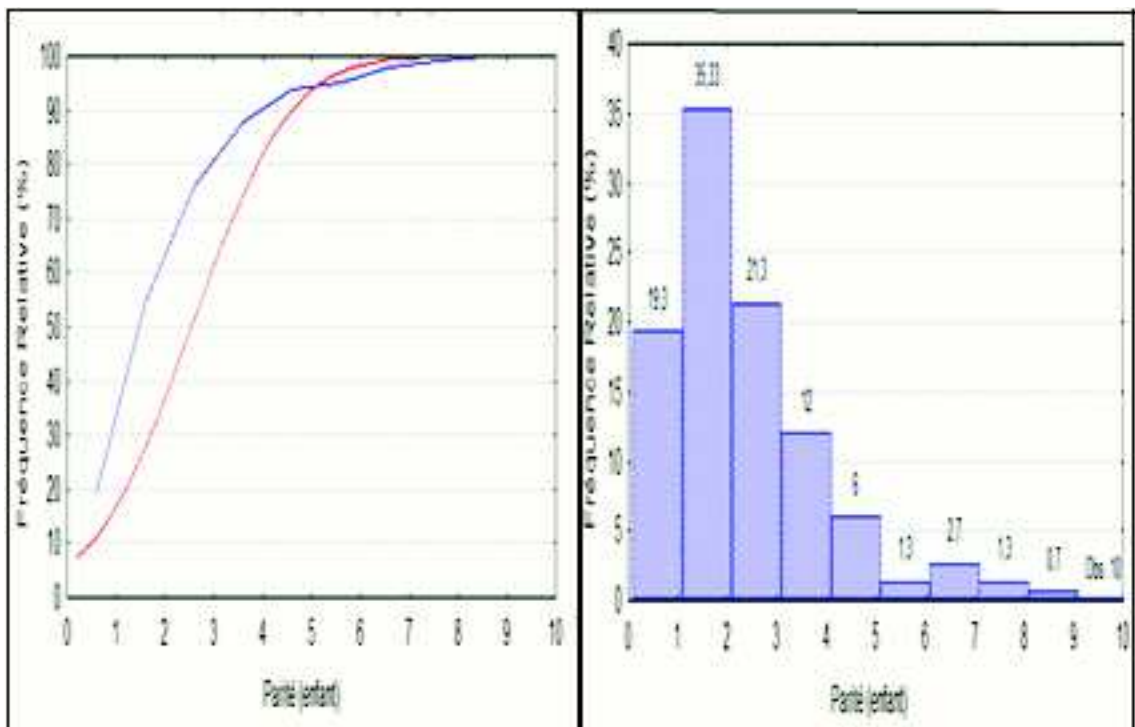


Figure 24: Distribution des valeurs de l'espace inter-général.

Niveau d'instruction et catégorie socioprofessionnelle:

- 102 soit 68% des mères n'ont pas effectué des études secondaires ou universitaires (Fig. 26).
- Parmi les 150 mères, 144 soit 96 % sont inactives (femmes au foyer) (Fig. 27).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

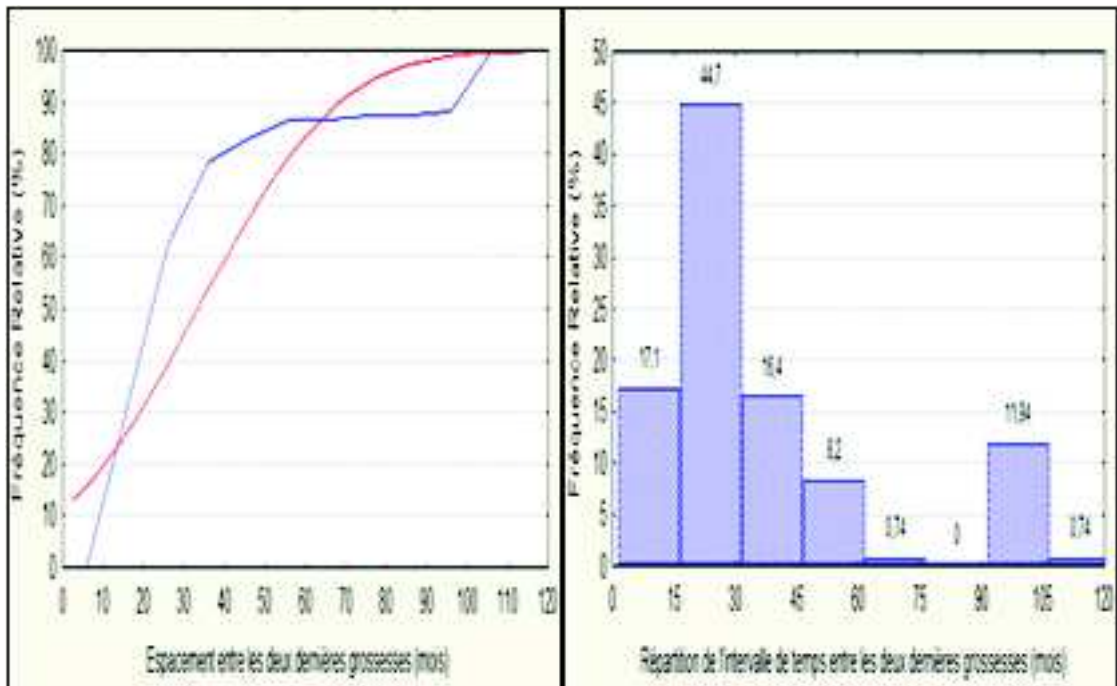


Figure 25: Répartition des mères selon leur niveau d'instruction.

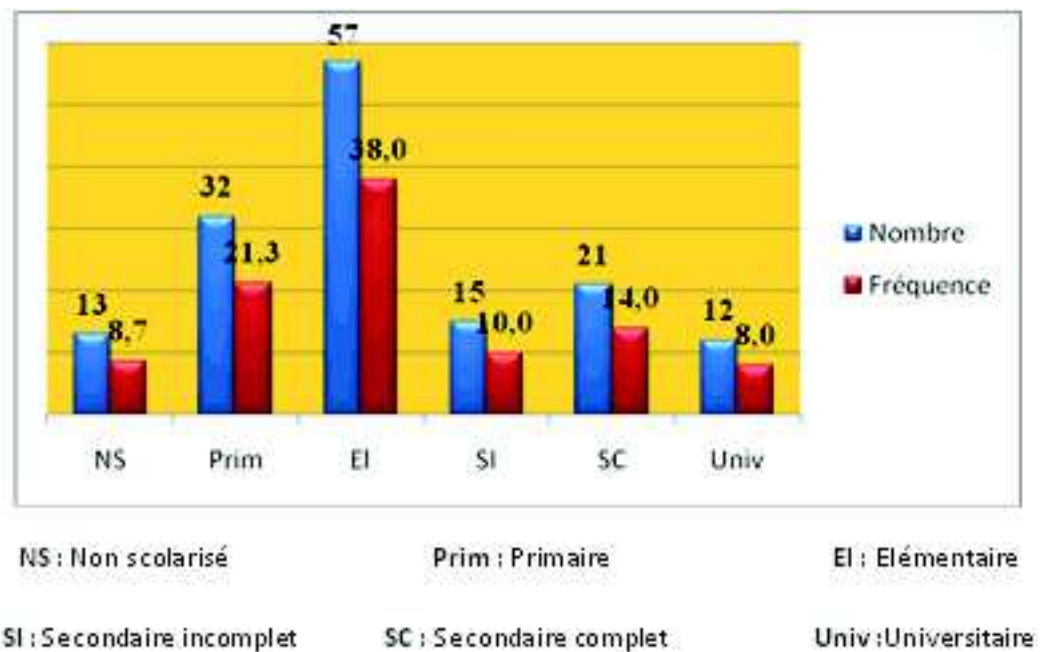
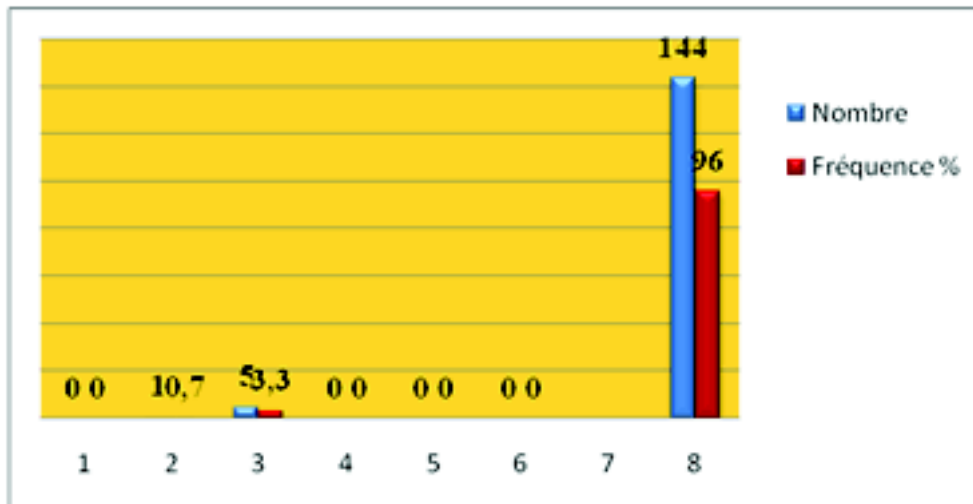


Figure 26: Répartition des mères selon leurs catégories socioprofessionnelles.

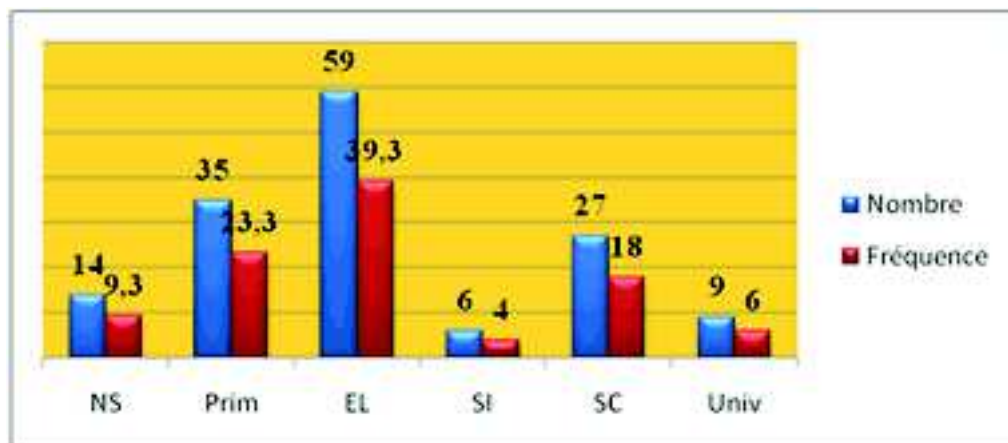
**VI.1.7 Données sur les pères**

- 108 soit 72% des pères n'ont pas effectué des études secondaires ou universitaires (Fig. 28).
- Parmi les 150 pères, 66 soit 44% d'entre eux exercent des fonctions libérales (principalement maquignon) et 49 soit 32,7% sont des employés (Fig. 29).



1 : Indépendant                      2 : cadre supérieure                      3 : cadre moyen  
 4 : Ouvrier                      5 : Employés                      6 : manœuvres                      8 : Inoccupés

Figure 27: Niveaux d'instruction des pères .



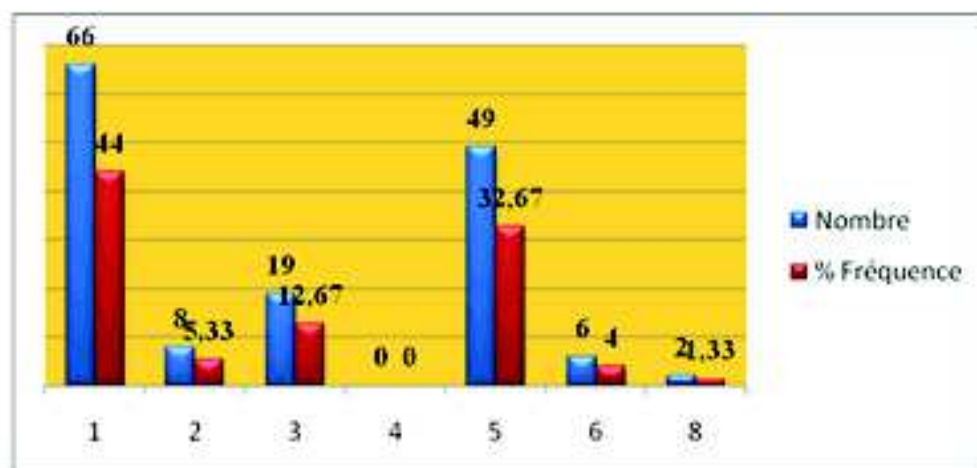
NS : Non scolarisé                      EL : Élémentaire                      SI : secondaire incomplet  
 Prim : primaire                      SC: secondaire complet                      Univ : universitaire

Figure 28: Répartition des pères selon leurs catégories socio professionnelles.

### VI.1.8 Conditions de logement des enfants

93 soit 62% des enfants habitent dans des maisonnettes (Haouche), 35 soit 23% habitent dans des tentes ou des maisonnettes rurales, et 22 soit 15% des enfants habitent dans des appartements, la plupart des enfants sont issus des milieux urbains (40%) ou semi urbains (36,7%) (Fig. 30).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**



1 : Indépendant

2 : Cadre supérieur

3 : Cadre moyen

4 : Ouvriers

5 : Employés

6 : manœuvres

8 : Inoccupés.

Figure 29: Répartition des enfants selon l'habitat.

## VI.2 Statut nutritionnel en fer des enfants

Le tableau n° 24 nous renseigne sur les paramètres hémato-biochimiques d'évaluation du statut nutritionnel en fer, il s'agit notamment de l'Hb, VGM, TCMH pour les constantes érythrocytaires, de la transferrine et son coefficient de saturation ainsi que la ferritine sérique et le fer sérique. Les distributions des valeurs de ces paramètres sont illustrées dans les (Fig. 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37).

Tableau 24: Statut martial des enfants de l'échantillon

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Variance	Ecart - type	Test de Normalité K.S
<b>Hémoglobine g/dl</b>	11,86	12	1779	7,0	16	2,53	1,59	N.S
<b>VGM (fl)</b>	83,46	84,4	12520	49,1	94,5	49,58	7,04	S.D
<b>TCMH (pg)</b>	28,56	28,1	4284	21,2	39,3	7,57	2,75	S.D
<b>Ferritine (µg/l)</b>	36,8	22,9	5530	0,5	186	1564	39,5	S.D
<b>CS%</b>	21,3	22,3	3178	3,45	41	72,9	8,53	S.D
<b>Transferrine (g/l)</b>	3,32	3,2	498	0,97	6,54	0,73	0,85	S.D
<b>Fer sérique (µmol/l)</b>	16,1	15,48	2415	0,07	54,18	81,26	9,01	S.D

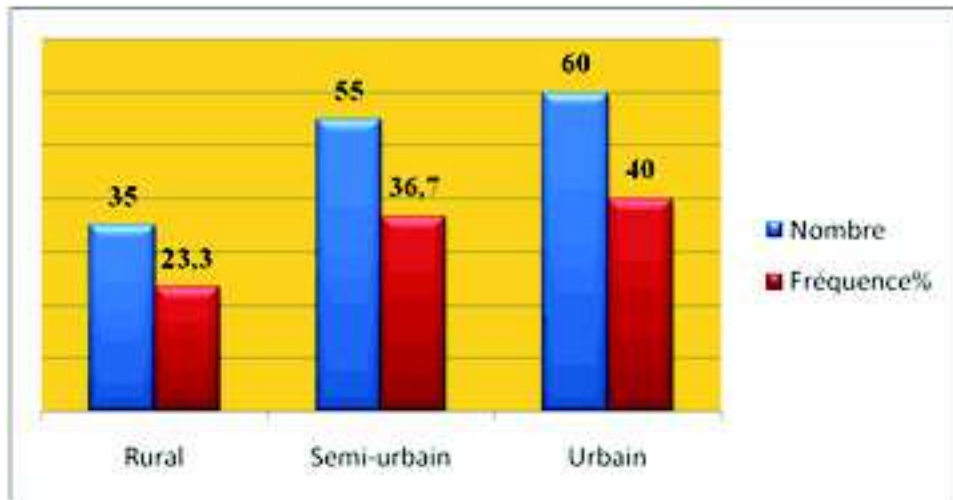


Figure 30: Distribution des valeurs de l'hémoglobine (g/dl).

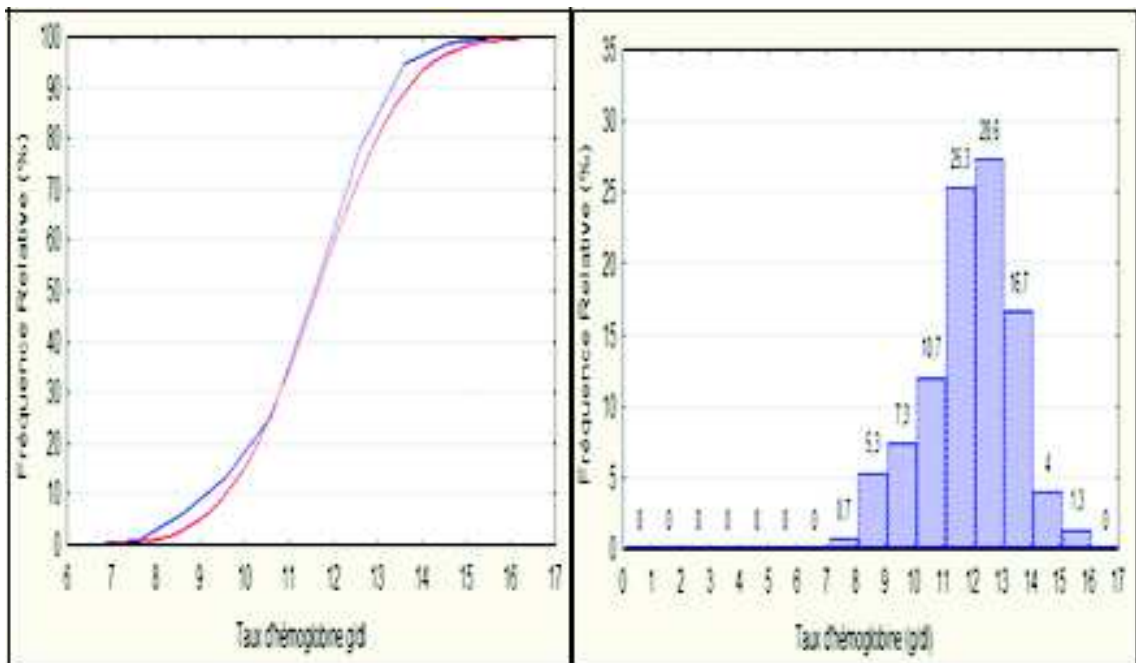


Figure 31: Distribution des valeurs du VGM.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

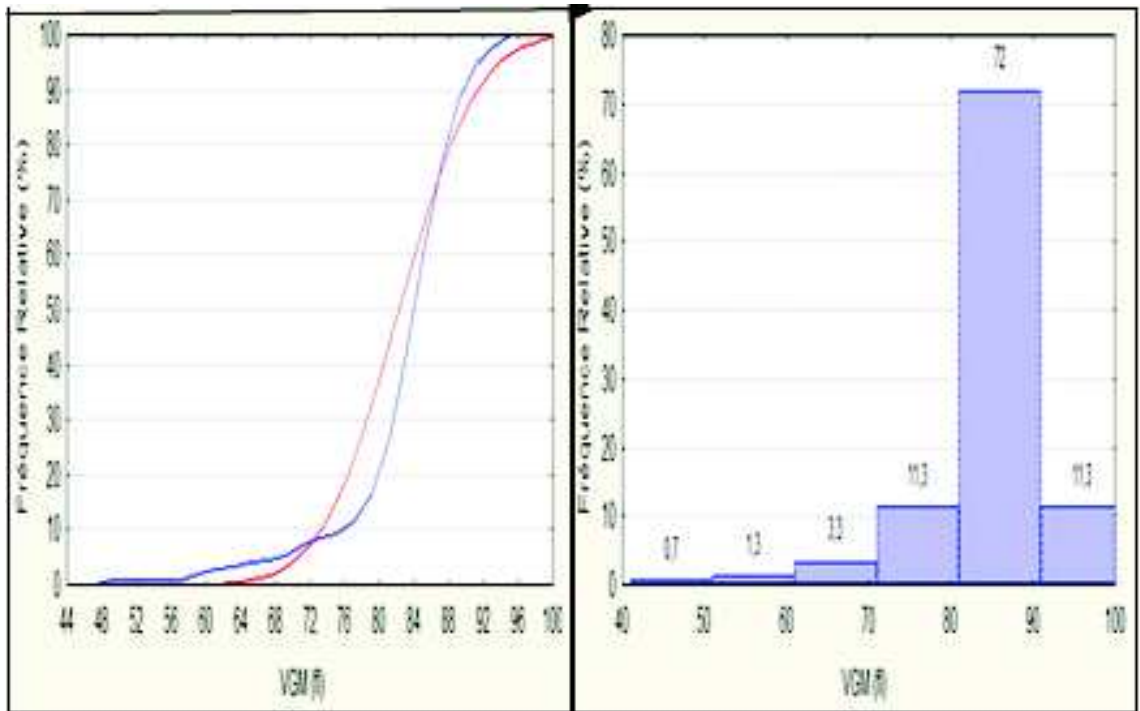


Figure 32: Distribution des valeurs du TCMH (pg).

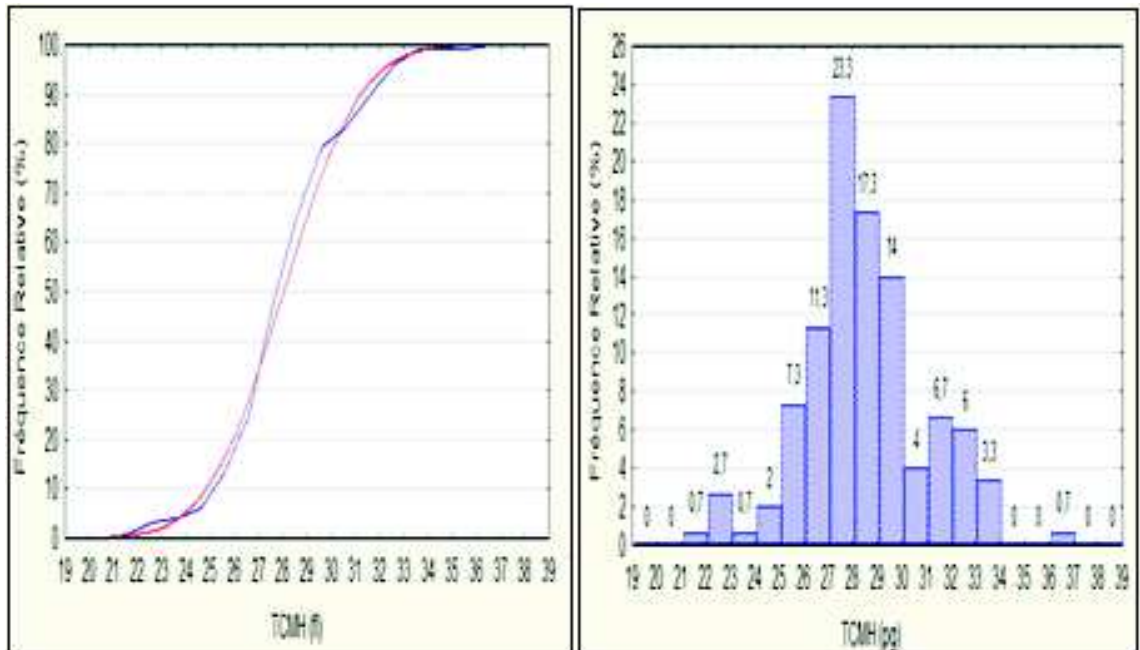


Figure 33: Distribution des valeurs de la ferritine (µg/l).



**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

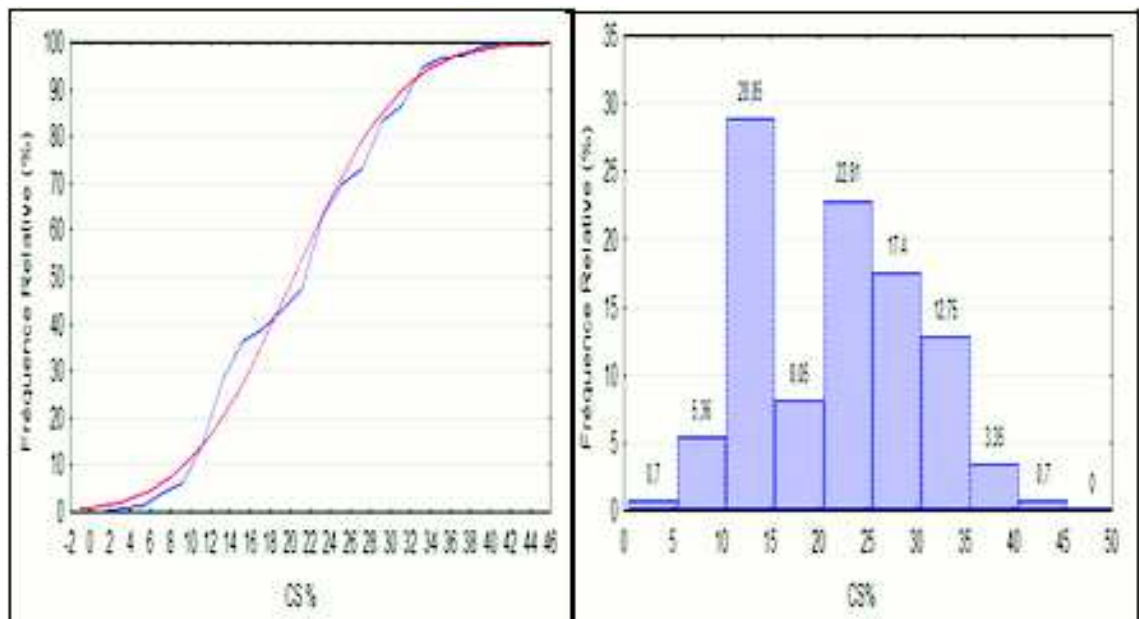


Figure 36: Distribution des valeurs du fer sérique ( $\mu\text{mol/l}$ ).

### VI.2.1 Corrélations entre les paramètres hémato-biochimiques

Tous les paramètres hémato-biochimiques du statut nutritionnel en fer ont été corrélés entre eux (Tableau n° 25), ces corrélations nous permettent d'apprécier le sens de l'évolution de l'anémie dans l'échantillon, les plus fortes corrélations avec l'hémoglobine sont celles obtenues pour les indices érythrocytaires (VGM, TCMH), cependant de faibles corrélations entre les valeurs de l'hémoglobine et les paramètres de fer circulant, car selon (Kechidi, 1998 ; Bitam, 1999 ; Roberto *et al.* 2010), ces derniers fluctuent rapidement et sont changés dès l'installation d'une carence martiale (ferritinémie basse).



	Hb	VGM	TCMH	Ferritine (µg/l)	CS%	Fer sérique (µmol/l)
<b>Hb (g/l)</b>	1	0,556	0,497	0,113	0,025	0,107
<b>VGM (fl)</b>		1	0,713	0,21	0,06	0,18
<b>TCMH (fl)</b>			1	0,23	0,13	0,14
<b>Ferritine (µg/l)</b>				1	0,15	0,25
<b>CS%</b>					1	0,09
<b>Fer sérique (µmol/l)</b>						1

Tableau 25: Corrélations entre les paramètres hémato-biochimiques.

### VI.2.2 Prévalence et caractérisation de l'anémie dans l'échantillon

L'OMS en 2011 définit l'anémie sur le plan biologique, par un seuil d'hémoglobine inférieur à 11g/dl, 36 soit 24% des enfants répondent à ce critère (Fig. 38). Leur taux moyen d'hémoglobine est de  $9,33 \pm 1,36$  g/dl (Tableau n° 26).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

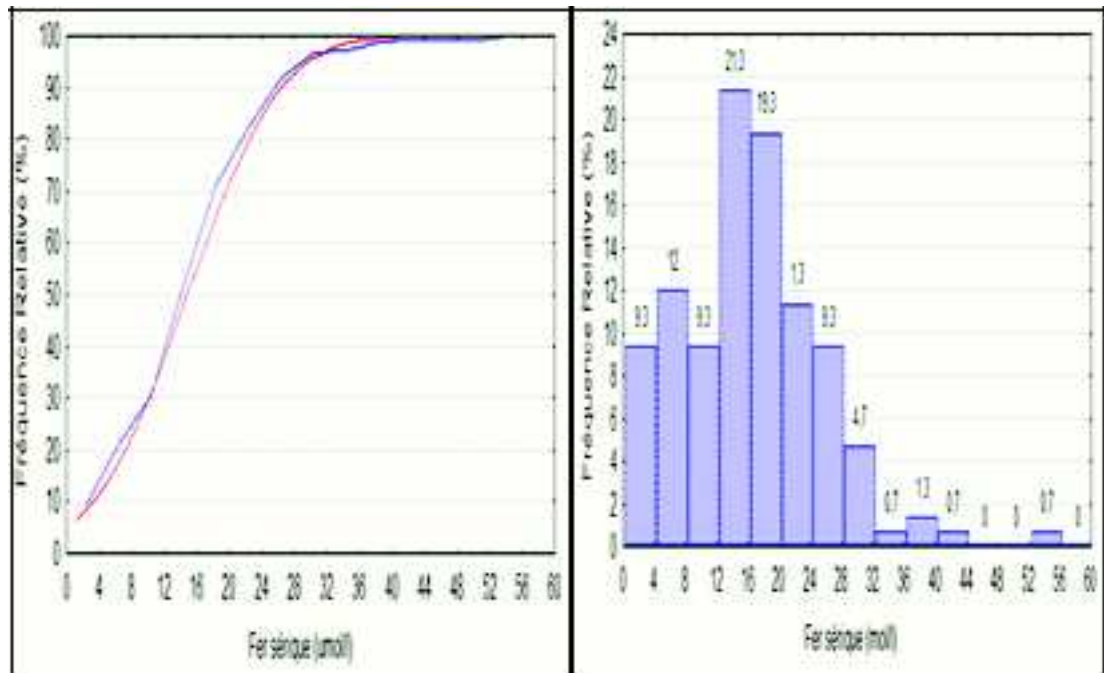


Figure 37: Fréquence de l'anémie dans l'échantillon.

Tableau 26: Indices statistiques de distribution de l'hémoglobine chez les enfants anémiques

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Variance	Ecart -type
Hb enfants anémiques (g/dl)	9,33	9,8	336	7,0	10,9	1,85	1,36

La présente étude révèle une faible prévalence d'anémie en la comparant aux estimations de l'**OMS** en 2008 où la fréquence de l'anémie au sein des enfants Algériens s'élevait à plus de 40% et à plus de 33% au Maroc (**Abdelhak, 2010**), ce qui constituait de loin selon l'**OMS** (2011) un problème majeur de santé publique, cependant elle se rapproche des résultats obtenus par l'**INNTA** (2002) en Tunisie qui rapporte une prévalence de l'ordre de 23,4% d'enfants anémiques.

En 2013, une enquête effectuée à Sidi-Bel-Abbès sur 104 enfants âgés de 3 à 5 ans révèle une prévalence d'enfants anémiques de l'ordre de 18% (Hb<11g/dl) (**Zahzeh et al, 2013**).

A Biskra, (**Douibi et Oudjir, 2011**), trouvent une fréquence d'anémie (Hb<11g/dl) de 61,36 % lors leur enquête effectuée en 2010 sur 45 nourrissons âgés de 12 à 24 mois,

Une autre étude transversale effectuée à Tlemcen sur 400 nourrissons montrait une prévalence de l'ordre de 51,2% de sujets anémiques (**Ouelaa, 2010**).

Au Maroc, des études effectuées sur des enfants âgés de 6-59 mois ont révélé une prévalence de l'ordre de 31,5% (**MDS, 2000**).

Une autre étude plus récente, effectuée sur 111 enfants sains âgés de 0-59 mois dans la région du Kenitra au Maroc révèle des fréquences élevées de l'ordre de 77% d'enfants anémiques (**El Hioui et al, 2009**), cependant en Tunisie l'enquête nationale munie par l'**INN 1996/1997** montrait une prévalence de l'ordre de 22,1% chez les enfants de l'âge du préscolaire.

Au Mali (**Traoré et al, 2010**) ont observée que 8 sur 10 soit 85,2% des enfants étaient atteints d'anémie, cette fréquence est pratiquement similaire à la fréquence annoncée en Mauritanie par (**CSAO/CILLS, 2008**), où 84% des enfants de l'âge du préscolaires présentait une anémie.

Au Niger, une étude menée sur 100 enfants âgés de 12 mois à 5 ans montrait une prévalence de l'ordre de 50% (**Hassane, 1999**).

En Egypte l'anémie est observé chez 69% lors d'une enquête menée par **El sayad et al.** en 1999 sur des enfants âgés de 6-7 mois.

Les fréquences de l'anémie restent élevées au Tchad avec plus de 80% d'enfants anémiques (**FAO, 2012**).

Au Nigeria une étude effectuée sur 198 enfants a montré une prévalence supérieure à 51% d'anémie chez les enfants de l'âge du préscolaire (**Abidoye et al, 1997**), ce taux se rapproche de celui observé au Kenya par **Willis et al.** en 2004 où 57% des enfants présentait un anémie.

Au Ghana, lors d'une enquête effectuée sur 2055 enfants âgés de 6 à 59 mois la prévalence de l'anémie était à 79,6% (**Nikoi et Anthamatten, 2013**).

En Palestine, un projet humanitaire visant à améliorer la prévalence de la malnutrition et de l'anémie signalait une prévalence d'anémie de l'ordre de 30,1% chez les enfants de l'âge du préscolaire (**Magoni et al , 2008**).

Au Bahreïn et à l'Emirats Arabes, les Prévalences étaient respectivement de 36,1% (**Ghufran et al, 2004**) et de 49,6% (**Hossain et al, 1995**). **El Hazmi et Warsy** signalaient une prévalence de 36,3 % d'anémie chez les enfants saoudiens en 1999.

Une autre étude menée en Arabie Saoudite qui révélait des prévalences de plus de 50% lors d'une enquête menés sur 240 enfants en bonne santé apparente âgés de 1 à 3 ans (**Alsaleh, 1998**).

Au Philippine une étude faite sur 2090 enfants sains de l'âge du préscolaire a montré une prévalence de l'ordre de 16,8%, (**Lorena et al, 2008**).

En Inde, une enquête menée sur 3633 enfants de l'âge du préscolaire montrent des prévalences de 11,4% d'enfants anémiques.

Au Brésil les prévalences de l'anémie restent également élevées, une étude récente effectuée sur 2918 enfants en bonne santé apparente âgés de 18 mois à 7 ans révèlent des prévalences de l'ordre 45% (**Silla et al, 2013**).

**Duque et al.**(2007), observaient que 30 % des enfants de moins de deux ans étaient anémiés au Mexique, Les prévalences d'anémie restent également élevées dans certains pays industrialisés, selon (**Herceberg et al, 2001**) 29% d'enfants français présentent une anémie,

### VI.2.2.1 Intensité de l'anémie

Si l'on prend en considération les seuils fixés par l'**OMS**, en 2011, concernant la sévérité de l'anémie :

- 28 soit 77,8% présentent une anémie légère (**9g/dl ≤ Hb < 11g/dl**) ;
- 8 soit 22,8% présentent une anémie modérée (**7g/dl ≤ Hb < 9g/dl**) ;
- Aucun enfant ne présente une forme sévère d'anémie (**Hb < 7g/dl**) (Fig. 39).

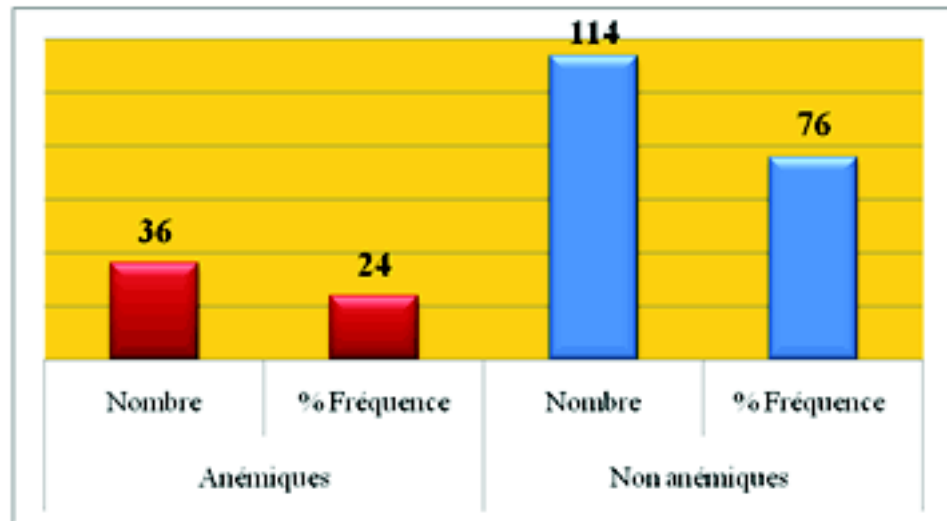


Figure 38: Intensité de l'anémie dans l'échantillon.

Cette intensité se rapproche de celle obtenue à Biskra où l'anémie légère ( $9\text{g/dl} \leq \text{Hb} < 11\text{g/dl}$ ) représentait 91% des cas d'anémie, (**Douibi et Ouadjir, 2011**) et celle obtenue à Tlemcen, où 90,3% des cas présentaient une anémie légère ( $9\text{g/dl} \leq \text{Hb} < 11\text{g/dl}$ ) (**Ouelaa, 2010**), cependant elle reste moins sévère à celle indiquait par le **MSPRH** en 2003 qui rapportait que 26% des enfants Algériens présentaient une anémie sévère (Cité dans le rapport de la **FAO, 2005**)

Elle reste également moins sévère par rapport aux anémies obtenues au Mali où 18% des enfants présentaient une forme légère, et 26 % présentaient une forme sévère (**Traoré et al, 2010**), et en Mauritanie où 8,7% des enfants Mauritaniens de l'âge du préscolaire présentaient une anémie sévère (**CSAO/CILLS, 2008**).

L'absence de la forme sévère de l'anémie ( $\text{Hb} < 7\text{g/dl}$ ), est également observée lors d'une enquête menée sur 150 enfants âgés de 6 à 59 mois dans la région d'El harrach (**Chanikhar et Chiheb, 2012**) et lors d'une autre enquête plus ancienne menée à Tizi Ouzou et à Alger par **Kechidi** en 1998, cette absence est révélée aussi constaté chez les enfants sains de l'âge du préscolaire au Maroc (**MSD, 2000**) et en Tunisie (**INN, 2000**).

Selon **Calis et al.**(2008), les anémies sévères se manifestent dans la plupart des cas par des symptômes cliniques apparents, les critères fixés pour l'inclusion des enfants dans la présente enquête (indiqués dans la partie matériels et méthodes) peuvent expliquer probablement l'absence de l'anémie sévère dans l'échantillon.

## VI.2.2.2 Prévalence de l'anémie en fonction du sexe et de l'âge

### Selon le sexe

Un écart de 0,35g/dl entre le taux moyen d'hémoglobine des garçons avec celui des filles (Tableau n°27), les figures (40 et 41) illustrent la distribution des valeurs de l'hémoglobine chez les deux sexes.

Tableau 27: Indices statistiques de distribution de l'hémoglobine en fonction du sexe.

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Ecart-type	Test de Normalité K.S
Hb Filles (g/dl)	12,04	12,30	855,2	7,1	15	1,61	N.S
Hb Garçons (g/dl)	11,69	11,9	924	8,2	16	1,55	N.S

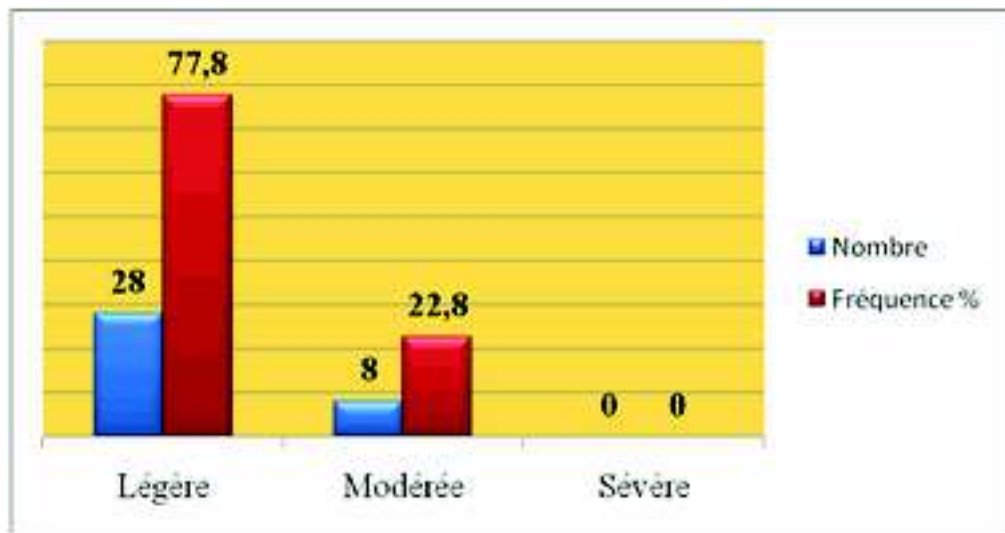


Figure 39: Distribution des valeurs de l'hémoglobine chez les Garçons.

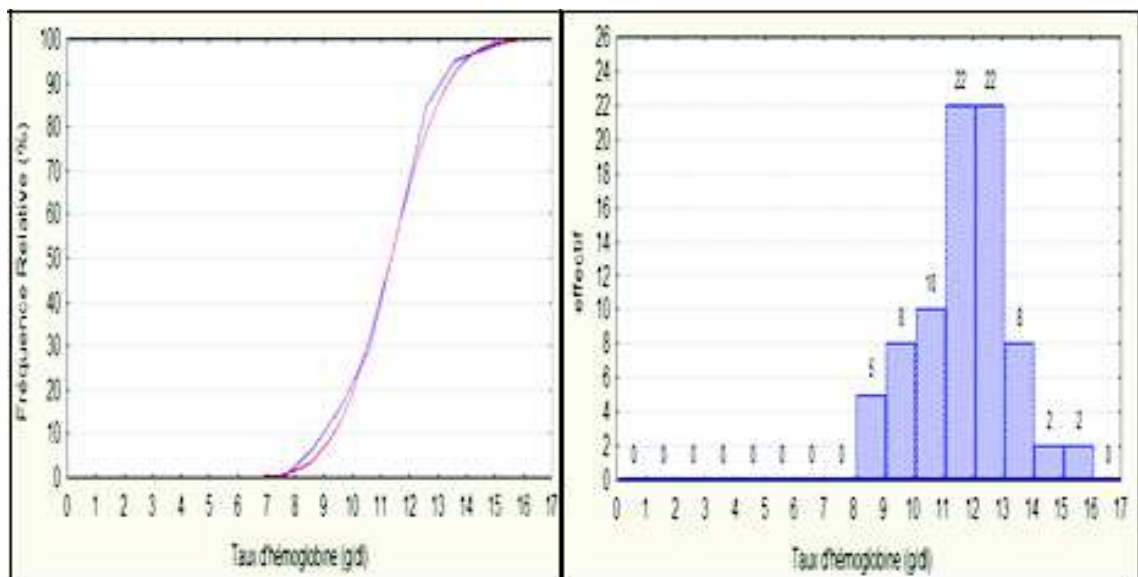


Figure 40: Distribution du taux d'hémoglobine chez les filles.

L'examen des données de l'hémoglobine chez les deux sexes, montre que 22 soit 27,8% des garçons répondent au critère de l'anémie (Hb <11g/dl, OMS, 2011) (Fig. 42), leur taux moyen d'hémoglobine est de 9,11 ±1,36 g/dl (Tableau n°28), et 14 soit 19,72% des filles sont anémiques (Fig. 42), dont leur taux moyen d'hémoglobine est de 9,7±1,35 g/dl (Tableau n°28).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

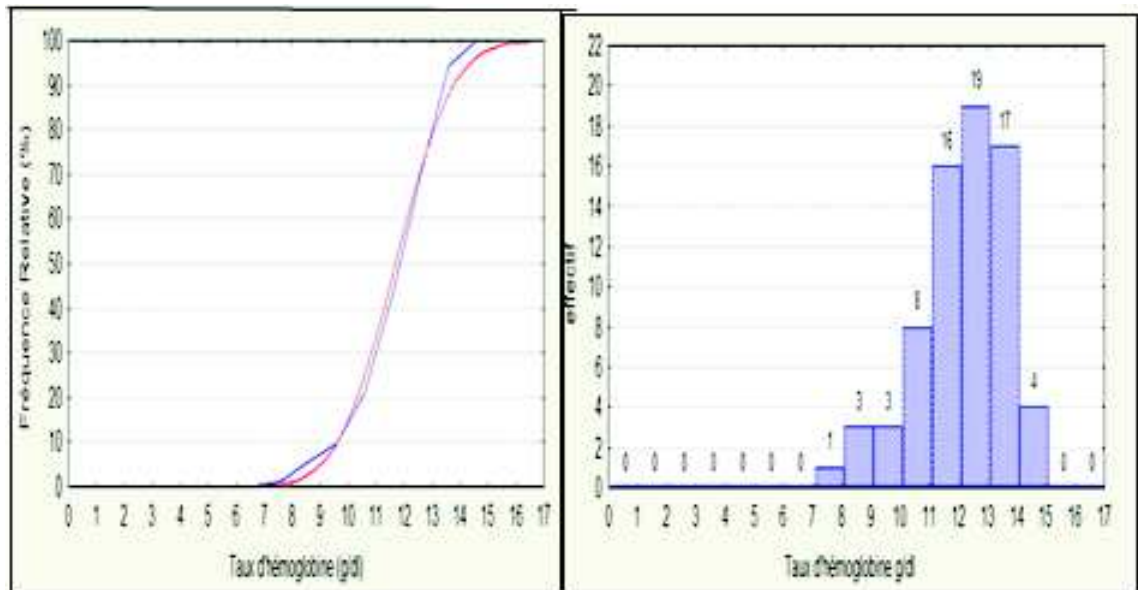


Figure 41: Prévalence de l'anémie en fonction du sexe.

Tableau 28: Indices statistiques de distribution de l'hémoglobine des enfants anémiques selon leur sexe.

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Ecart-type
Hb filles anémiques (g/dl)	9,7	10,3	145	6,7	10,9	1,35
Hb Garçons anémiques (g/dl)	9,11	9,2	191	5,7	10,8	1,36

L'analyse statistique ne montre aucune différence significative entre les valeurs de l'hémoglobine des garçons avec celles des filles, (Tableau n° 29).

	$\Sigma$ rangs Garçons	$\Sigma$ rangs Filles	(U)	$\chi^2$	P (U)	$p \chi^2$
Hémoglobine g/dl	5511	5814	2351		0,08	
Liaison * Fréquence anémie et sexe *				2,04		0,15

Tableau 29: Comparaison des valeurs de l'hémoglobine chez les deux sexes et liaison entre la fréquence de l'anémie avec le sexe de l'enfant.

Pour les enfants de l'âge du préscolaire, la plupart des études publiées soit n'ont trouvé aucune différence entre les garçons et les filles (**Siegel et al, 2006**), soit ont observé que les garçons étaient plus à risque, tel que **Schneider et al. (2005)**, suite à leurs enquêtes effectuées sur 425 enfants en Californie entre Août 2000 et Juin 2002, où l'anémie était significativement élevée chez les garçons que chez les filles, ce type de relation a été également observé par (**Wharf et al, 1997**).

Les explications divergent tout autant et incluent le rythme de croissance absolue, (**Sherrif et al, 1999**) les facteurs alimentaires (**Soh et al, 2004**), des facteurs génétiques et hormonaux (**Domellöf et al, 2002**) ainsi que le poids à la naissance.

**Selon l'âge de l'enfant**

Le tableau n° 30 nous renseigne qu'il existe une différence de 0,68 g/dl entre les taux d'hémoglobine des enfants âgés de moins de 24 mois avec celui des enfants plus âgés, les figures n° 43 et 44 représentent les distributions des valeurs de l'hémoglobine selon l'âge des enfants.

Tableau 30: Indices statistiques de distributions des valeurs de l'hémoglobine selon l'âge de l'enfant.

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Ecart type	Test de normalité
Hémoglobine (Age ≤24mois)	11,35	11,4	658,8	7,1	15,1	1,92	N.S
Hémoglobine (Age >24mois)	12,03	12,4	1094	7,9	16	1,61	S.D

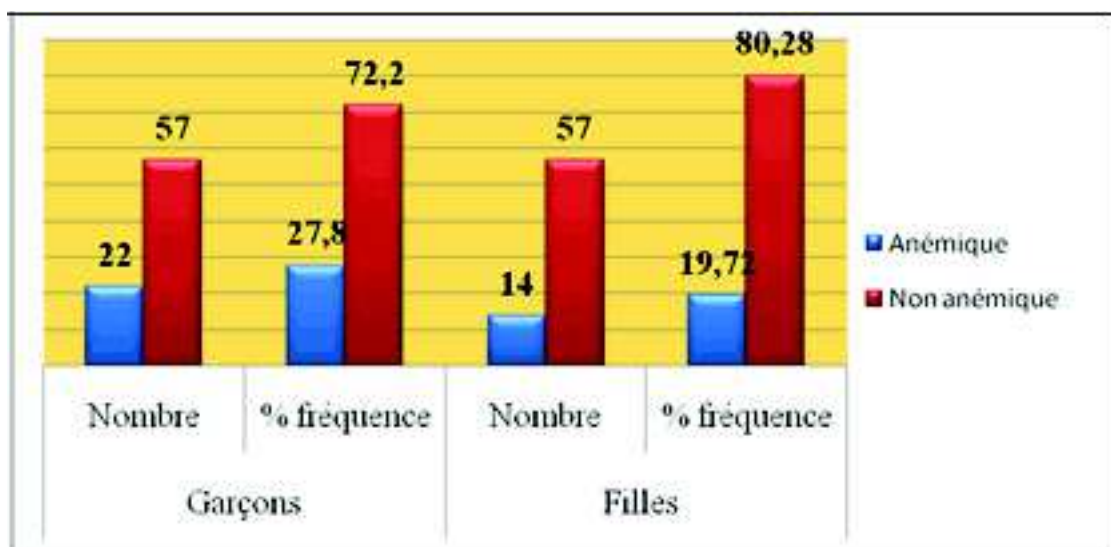


Figure 42: Distribution du taux d'hémoglobine (Age ≤ 24 mois).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

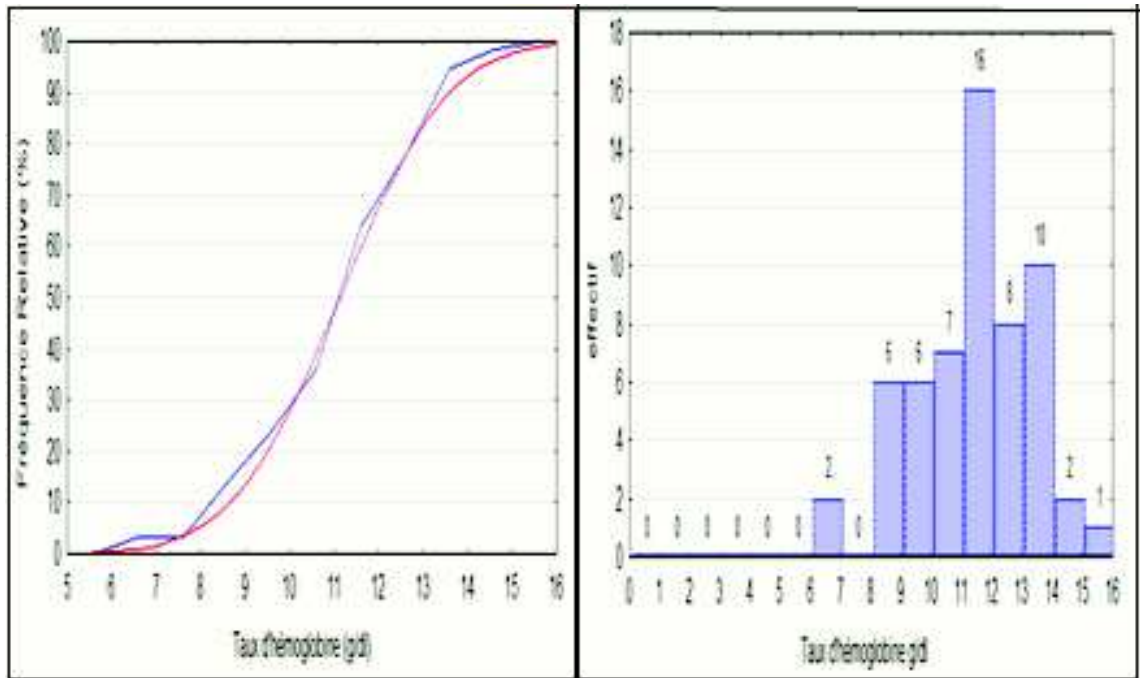


Figure 43: Distribution du taux d'hémoglobine ( Age>24mois) .

L'examen des données de l'hémoglobine selon l'âge, montre que la fréquence de l'anémie est élevée chez les enfants âgés de moins de 24 mois, avec une prévalence de 38,29% d'enfants anémiques (Fig. 45). Le test de corrélation indique une corrélation faible mais positive entre les valeurs de l'hémoglobine et l'âge de l'enfant (Fig. 46)

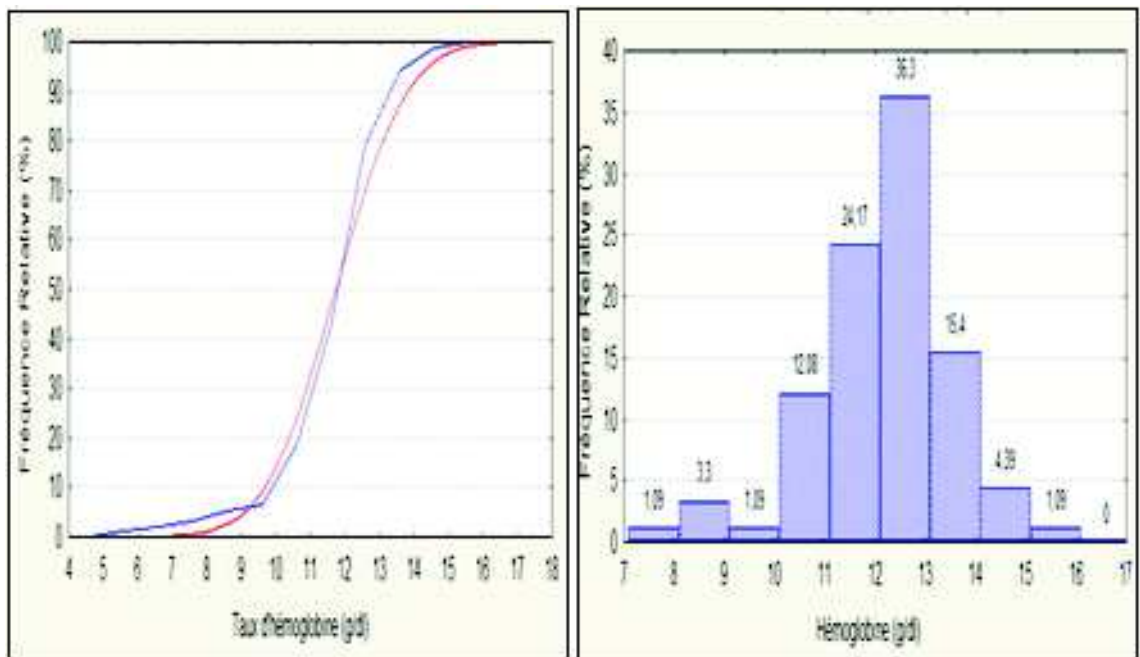


Figure 44: Prévalence de l'anémie en fonction de l'âge.



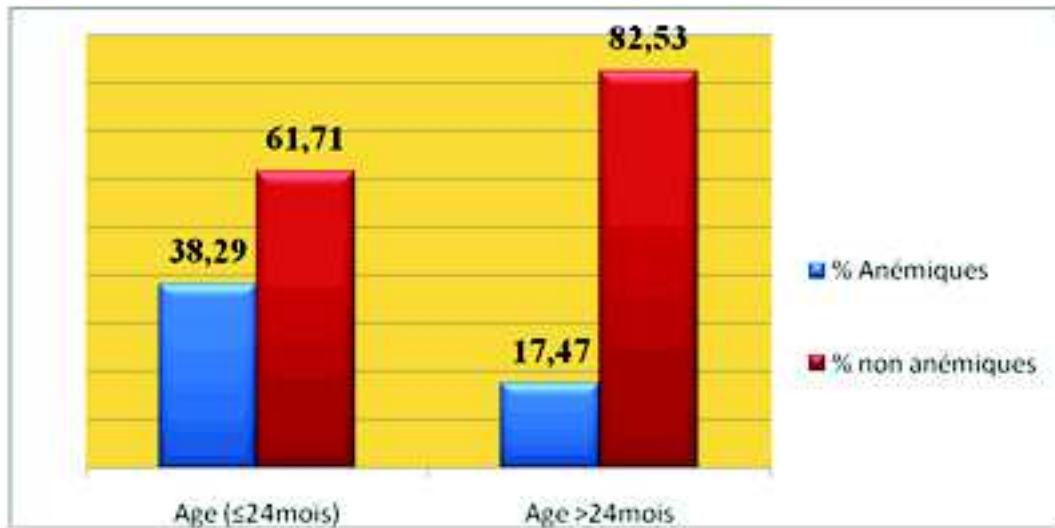


Figure 45: Corrélation entre les valeurs de l'hémoglobine avec l'âge des enfants.

L'analyse statistique, confirme qu'il existe une différence significative entre les valeurs de l'hémoglobine des enfants âgés de moins 24 mois avec celles des enfants plus âgés (Tableau n° 31).

	Age ≤24mois	Age >24mois	U	$\chi^2$	P (U)	P ( $\chi^2$ )
Moyenne Hémoglobine (g/dl)	11,02	11,35	2020,5		0,03	
$\Sigma$ rangs Hémoglobine (g/dl)	7873	3451				
Liaison * Fréquence de l'anémie et l'âge *	-	-		9,16		0,0024

Tableau 31: Comparaison des valeurs de l'hémoglobine en fonction de l'âge, et liaison entre « fréquence de l'anémie et l'âge ».

Nos estimations se rapprochent des résultats obtenus lors d'une étude assez récente menée au Brésil, qui montrait une prévalence d'anémie de l'ordre de 48% chez les enfants âgés de 6 à 12 mois ( $\chi^2= 10,48$ ,  $P<0,001$ ) (Guerreiro dos Reis et al, 2010) et ceux obtenus par (Beristain-Manterola et al, 2010) qui ont révélé une forte prévalence de l'anémie chez les enfants âgés de 6 mois. Cependant cette prévalence reste faible en le comparant à celle observée en Egypt par (El Zanaty et al, 2006), où 66,9% des enfants âgés de 6-23 mois qui étaient apparemment sains présentaient une anémie.

Elles confirment également ceux obtenus par d'autres auteurs tel que (Kenneth, et al, 1972) qui signalaient une relation significative entre l'âge et la fréquence de l'anémie, au cours de leurs enquête menée en 1992 sur 1807 enfants Américains, issus des milieux urbains, et (Aggett et al, 2002 ; Elalfy et al, 2011,) qui rapportaient une prévalence élevée de l'anémie chez les enfants de 6 à 23 mois.

L'étude de l'intensité de l'anémie en fonction de l'âge montre que l'anémie modérée est absente chez les enfants âgés de plus de 4ans (Fig. 47). Le test de corrélation des rangs

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

de Spearman, indique une corrélation faible mais positive entre le taux d'hémoglobine des enfants anémiques avec leur âge ( $r=0,12$ ) (Fig. 48).

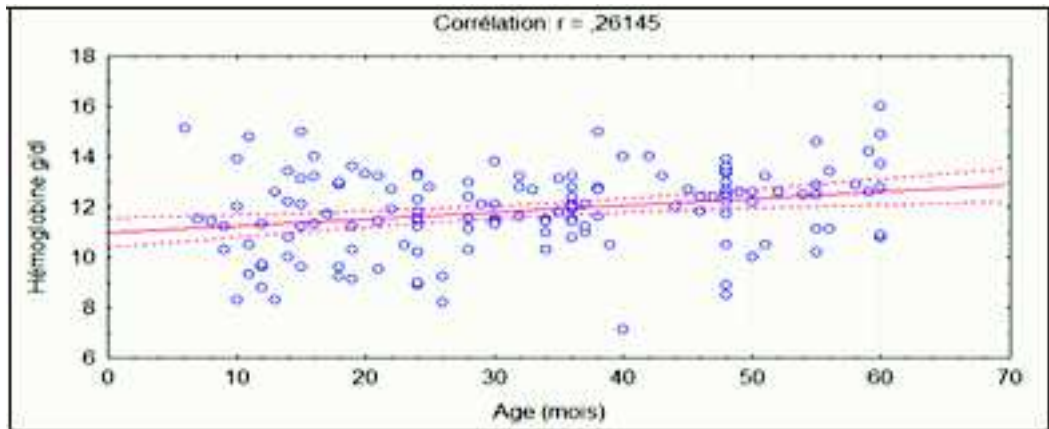


Figure 46: Intensité de l'anémie en fonction de l'âge.

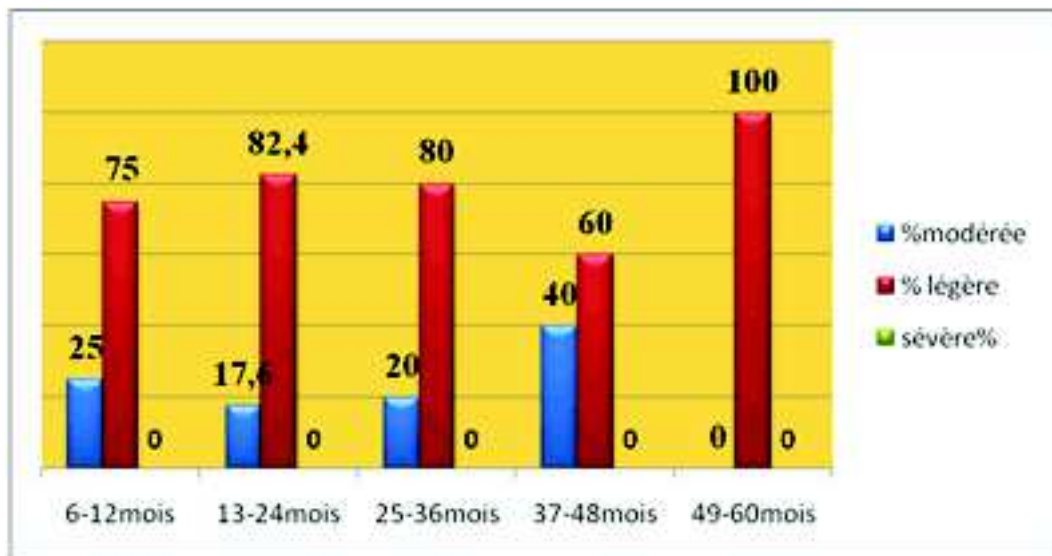


Figure 47: Corrélation entre le taux d'hémoglobine des enfants anémique avec leur âge.

**VI.2.2.3 Caractérisation morphologique de l'anémie**

Toutes les valeurs des indices érythrocytaires (VGM, TCMH, hémoglobine) des enfants anémiques ont été corrélées entre elles (Tableau n° 31), les plus fortes corrélations sont celles obtenues entre le VGM et le TCMH, cela peut nous indiquer la logique de la chronologie de l'installation de l'anémie dans l'échantillon (diminution des valeurs des indices érythrocytaires suite à une diminution du taux d'hémoglobine)

Tableau 32: Corrélation entre les valeurs de l'indice érythrocytaire avec l'hémoglobine des enfants anémiques.

	VGM (fl)	TCMH (pg)	Hb (g/dl)
VGM (fl)	1	0,82	0,65
TCMH		1	0,61
Hb (g/dl)			1

Si l'on tient compte des seuils fixés pour la détermination de la microcytose, de normocytose, de macrocytose, et de l'hypochromie (évoquée dans la partie Bibliographie générale), l'anémie dans l'échantillon se classe comme suit :

Sur un total de 36 enfants anémiques :

- **9** soit 30,6 % présentent une **Anémie Normocytaire (VGM>80fl) Normochrome** (TCMH>27pg).
- **4** soit 8,3 % présentent une **Anémie Normocytaire (VGM >80fl) Hypochrome** (TCMH<27pg).
- **23** soit 61,1% présentent une **Anémie Microcytaire (VGM <80fl) Hypochrome** (TCMH<27pg).

Les tableaux n° 33, 34 et 35 nous renseignent sur les caractéristiques statistiques de distribution des valeurs du VGM et du TCMH des enfants atteints d'anémie.

**Tableau 33: Indices statistiques de distribution des valeurs du VGM, TCMH, Hb des enfants atteints d'Anémie Microcytaire Hypochrome.**

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Variance	Ecart- type
<b>Hémoglobine (g/dl)</b>	9,14	9,6	210	7,0	10,9	2,44	1,56
<b>VGM (fl)</b>	70,21	71,3	1614	49	79,9	59,74	3,04
<b>TCMH (pg)</b>	24,17	25,3	573,39	21,2	26,9	3,04	1,74

**Tableau 34: Indices statistiques de distribution des valeurs du VGM, TCMH, Hb des enfants atteints d'Anémie Normocytaire Normochrome.**

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Variance	Ecart-type
<b>Hémoglobine (g/dl)</b>	9,29	10,2	88,9	8,3	10,1	0,58	0,25
<b>VGM (fl)</b>	85,82	88,3	790,9	82,9	91,2	7,1	0,88
<b>TCMH (pg)</b>	27,58	28,8	27,1	27,1	27,8	3,08	0,58

**Tableau 35: Indices statistiques de distribution des valeurs du VGM, TCMH, Hb des enfants atteints d'Anémie Normocytaire Hypochrome:**

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Variance	Ecart-type
Hémoglobine	9,87	10,25	39,5	8,1	10,6	1,18	0,54
VGM	82,13	80,6	328,5	80,01	84,25	11,76	1,71
TCMH	26,45	26,47	105,8	25,9	26,7	0,19	0,21

La fréquence de l'anémie microcytaire hypochrome dans la présente étude se rapproche de celle obtenue par (**Chenikhar et Chiheb, 2012**) à El Harrach, qui observaient que 59,1% des enfants anémiques présentaient la forme microcytaire hypochrome, et par **Atanda et al, (1997)** au Congo, où 60 % des enfants anémiques présentent une anémie microcytaire hypochrome, cependant cette fréquence reste faible en la comparant à celle obtenue par (**Diagne et al, 2010**), où l'anémie microcytaire hypochrome représentait 79,6%

## Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)

des anémies lors de leur enquête effectuée sur 1000 enfants Sénégalais apparemment sains âgés d'un mois à 14ans.

(Diagne *et al* 2010, Gupta *et al*, 2010 ; Montalembert *et al*, 2012) indiquent que les anémie microcytaires hypochromes sont les plus évoquées chez les enfants de moins de 5 ans, ces auteurs rapportent que les fréquences élevées de ces formes s'expliquaient probablement par les grandes fréquences de la carence en fer observées chez cette tranche d'âge.

### VI.2.2.4 Prévalence de la carence martiale et de l'anémie par carence martiale

La carence martiale passe par différents stades (Furioli, 1997), ces derniers sont déterminés dans la présente étude à l'aide de l'exploitation des données de la ferritine sérique, du coefficient de saturation de la transferrine, et de l'hémoglobine.

Remarque :

Nous signalons que ces prévalences doivent être confirmées et affinées par d'autres examens hémato-biochimiques complémentaires (CRP, Récepteurs solubles de la transferrine, Protoporphyrine érythrocytaires, protoporphyrines Zinc, électrophorèse de l'hémoglobine à Ph alcalin...), afin d'améliorer la précision du diagnostic et d'écarter toute autre pathologie, ou maladies génétiques pouvant influencer ou perturber le bilan martial chez les enfants, car selon(Beyne, 2009 ; Montalembert *et al* , 2012), il existe une zone de recouvrement entre les valeurs observées chez les sujets carencés et chez ceux ayant des réserves encore suffisantes en outre, l'existence d'un syndrome inflammatoire, d'une thalassémie ou toutes autres pathologies pouvant être à l'origine d'un trouble du métabolisme du fer dans l'organisme pourra compliquer l'interprétation du bilan martial.

### VI.2.2.5Epuisement des réserves en fer

Selon l'OMS (2011), lorsque la ferritinémie est inférieure à 12µg/l, elle constitue un signe d'épuisement total des réserves en fer, l'examen des données de la ferritinémie selon ce critère montre que 52 soit 34,6% des enfants ont des réserves en fer totalement épuisées (Fig. 49). Le tableau n° 36 nous renseigne sur les indices statistiques de distribution des valeurs de la ferritine chez les enfants atteints de ce stade de carence.

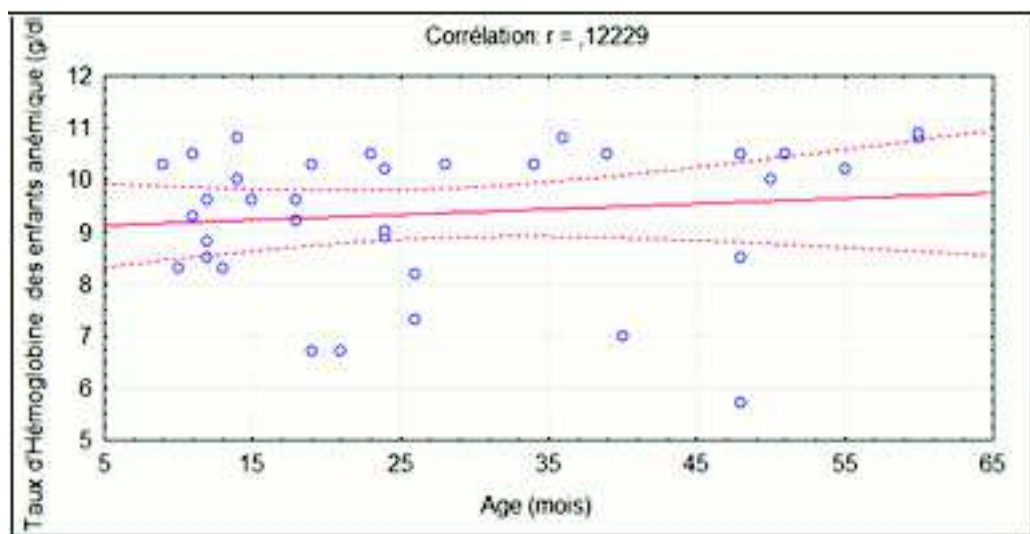


Figure 48: Fréquence de la déplétion des réserves en fer.

**Tableau 36: Indices statistiques de distribution des valeurs de la ferritine des enfants atteints d'un épuisement des réserves en fer**

	Moyenne	Médiane	Min	Max	Ecart-type	Variance
Ferritinémie (g/dl)	7,66	7,93	0,5	11,98	10,65	3,26

Cette fréquence se rapproche de celle observée lors de l'enquête précédente de Sidi Bel Abass, où 28 % des enfants âgés de 3 à 5 ans présentaient une hypoferritinémie (**Zahzeh**, 2013), et celle obtenue en Malaisie où 34% des enfants sains de l'âge du préscolaire présentent des réserves en fer épuisées (**Al-Mekhlafi et al**, 2008).

Les fréquences élevées de l'épuisement des réserves en fer chez les enfants sont expliquées par certains auteurs tel que (**Morel et al**, 1995 ; **Domellöf et al**, 2002) par l'augmentation des besoins de croissance chez les enfants de bas âge.

### Carence en fer

Certaines enquêtes tel que celles menée par (**Herceberg et al**, 1987 ; **Kechidi**, 1998) estiment la présence de la carence en fer lorsqu'il y a anomalie d'au moins de deux indicateurs du statut nutritionnel en fer, bon nombre d'auteurs tel que (**Cook et al**, 1976 ; **Derman et al**, 1978 ; **Al-Mekhlafi et al**, 2008 ; **Zahzah et al**, 2013) affirment que la technique de combinaison de deux paramètres du statut nutritionnel en fer permettent d'affiner le diagnostic de la carence en fer.

Dans la présente étude, nous estimons que la carence en fer est considérée présente lorsque l'enfant présente une ferritinémie basse ( $Ft < 12 \mu\text{g/l}$ ) avec un coefficient de saturation en transferrine bas ( $< 15\%$ ).

Sur les 52 enfants atteints d'un épuisement des réserves en fer, 33 soit 63,46% présentent un coefficient de saturation en transferrine bas ( $< 15\%$ ) ces enfants répondent donc aux critères de la carence en fer (Fig. 50) leur moyenne d'hémoglobine est de  $10,84 \pm 1,66 \text{ g/dl}$  (Tableau n° 37).

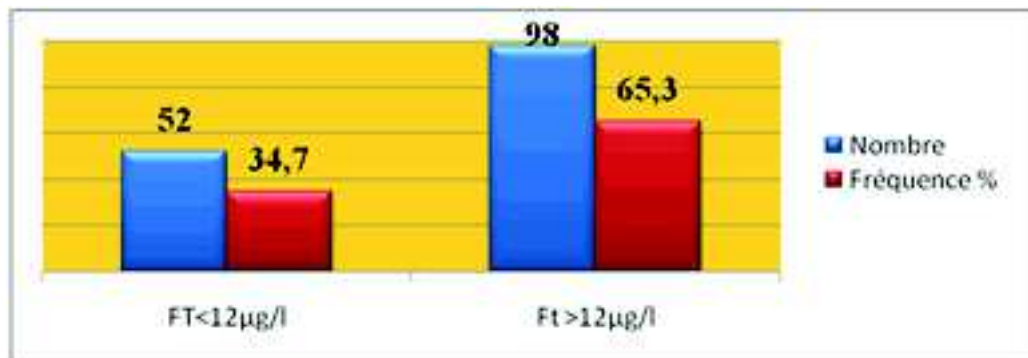


Figure 49: Prévalence de la carence en fer.

**Tableau 37: Indices statistiques de distribution des indicateurs du statut nutritionnel en fer des enfants atteints de carence en fer.**

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Variance	Ecart-type
Ferritine (µg/l)	7,76	7,99	256,3	2,25	11,9	9,39	3,06
Hémoglobine (g/dl)	10,84	10,5	357,8	8,5	13,9	2,76	1,66
CS%	11,13	11,87	367,4	5,3	14,9	7,16	2,67

### VI.2.3 Anémie par carence martiale (Anémie ferriprive)

Parmi les 33 enfants atteints d'une carence en fer, 22 soit 66,7% présentent un taux d'hémoglobine inférieur à 11g/dl (Fig. 51), ces enfants répondent donc selon (Furioli *et al*, 1997) aux critères de l'anémie ferriprive.

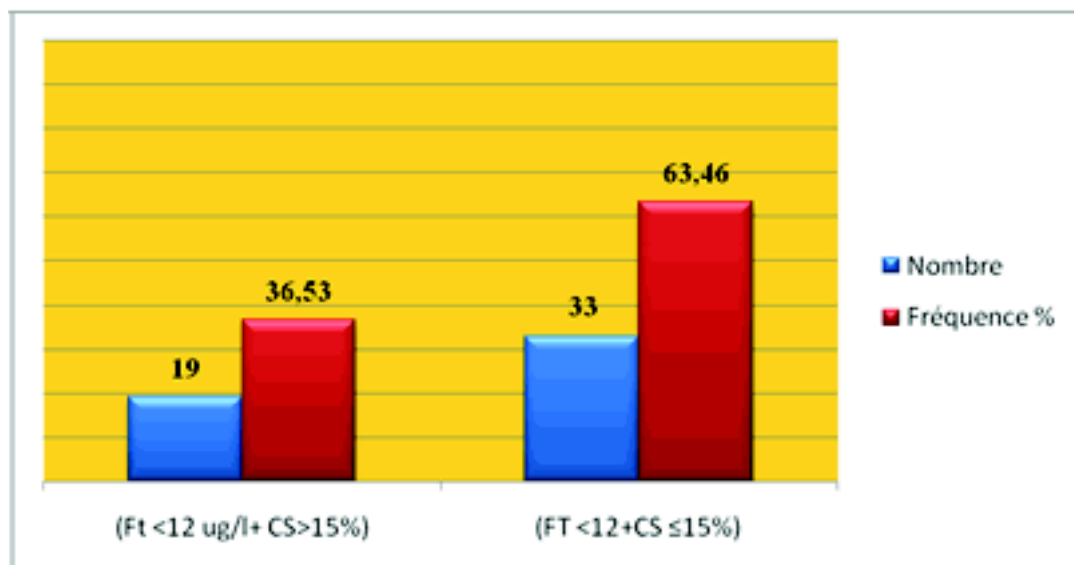


Figure 50: Prévalence du stade sévère de la carence en fer (Anémie ferriprive).

Tous les paramètres hémato-biochimiques du statut nutritionnel en fer des enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive ont été corrélés entre eux (Tableau n° 38), le tableau nous indique l'augmentation des corrélations entre les valeurs des paramètres du fer circulant avec celles des constantes érythrocytaires, cela peut s'expliquer selon certains auteurs (Cadet *et al*, 2005, Roberto *et al*, 2010) par l'évolution logique de la forme sévère de carence martiale qui selon ces même auteurs n'est atteinte qu'après épuisement prolongé des réserves en fer et d'un manque d'apport de fer aux précurseurs des érythrocytes.

Tableau 38: Corrélation entre les paramètres hémato-biochimiques des enfants atteints d'anémie ferriprive :

	Hémoglobine	Ferritine	VGM	TCMH	CS%
Hémoglobine	1	0,23	0,69	0,68	0,11
Ferritine		1	0,22	0,24	0,19
VGM			1	0,8	0,09
TCMH				1	0,18
CS%					1

La présente étude montre que 11 soit 7,33 % des enfants présentent une carence en fer sans anémie « FT <12µg/l+CS<15%,Hb>11g/dl ), selon (Cachet *et al*, 2012), ces situations de carence martiale sont très répandues au sein des populations d'enfants et d'adolescents. En 2004, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a identifié la Carence en fer sans anémie comme un problème de santé lié à la nutrition qui est rencontré couramment dans le monde.

Pour l'anémie ferriprive, l'examen des indicateurs biologiques du statut nutritionnel en fer révèle que 22 soit 14,6% des enfants répondent aux critères de l'anémie ferriprive ( $Hb < 11g/dl + CS < 15\% + Ft < 12\mu g/l$ ), cette fréquence reste faible si on la compare à celle obtenue à Alger et à Tizi ousou par **Kechidi** en 1998 où 30% des enfants supposés sains âgés de 2-6ans présentaient une anémie ferriprive.

Au Maroc la prévalence de l'anémie ferriprive chez les enfants du préscolaires reste élevée par rapport à celle trouvée dans la présente étude où 35% des enfants de l'âge du préscolaires souffrent d'une anémie ferriprive (**MADRPM**, 2005).

En Libye les prévalences de l'anémie ferriprive restent très peu connues chez les enfants, quelques enquêtes menées sur des enfants scolarisés montraient des prévalences de 12% d'enfants souffrant d'une anémie ferriprive (**Jbireal et al**, 1999), cependant d'autres études indiquent des prévalences élevées de l'ordre de 69% d'enfants souffrant d'anémie ferriprive (**Mahfuz et al**, 2002), ces auteurs rapportent que la consommation du thé par les enfants de bas âge pourrait probablement être à l'origine de la carence martiale et de l'anémie ferriprive.

Au Soudan, les prévalences de l'anémie ferriprive sont très élevées, elles varient entre les régions de 32% à Khartoum à 86,4% au Sud de Darfour (**FMH, CBS & UNICEF**, 2001).

Au Niger une étude effectuée sur 86 enfants apparemment sains âgés de 1 à 5 ans montre des prévalences de l'anémie ferriprive de l'ordre de 24,4% (**Hassane**, 1999).

Nos résultats sont inférieurs aux résultats obtenus par des enquêtes menées sur des enfants Egyptiens, où plus de 43% des enfants d'âge du préscolaire présentent une anémie ferriprive (**Elalfy et al**, 2012).

Au Benin la prévalence de l'anémie ferriprive s'élève à plus de 37% lors d'une enquête effectuée sur 2968 enfants de l'âge du préscolaire (**Herceberg**, 1988).

Des études plus anciennes montrent des prévalences de l'ordre de 16,2% d'anémie ferriprive chez 196 enfants d'âge du préscolaires au Guinée (**Johnson et al**, 1982).

En Palestine une étude assez récente réalisée que des enfants sains âgés de 3 à 59 mois montrent des prévalences d'anémie ferriprive de l'ordre de 39,5% (**Tsigga et al**, 2012).

En Iran, une étude effectuée dans la province Khuzestan (Sud de l'Iran) révélait une prévalence de l'anémie ferriprive de l'ordre de 29,1% lors d'une enquête effectuée sur 337 enfants sains âgés de 6 à 59 mois (**Keikhaei et al**, 2007).

En Inde des travaux plus ou moins récents montrent des prévalences d'anémie ferriprives de l'ordre de 66% chez les enfants de 1 à 3 ans (**Sethi et al**, 2003), et pas moins de 50% chez les enfants de l'âge du préscolaires lors d'une enquête menée dans la région de Urbaine en Indonésie (**Richard et al**, 2008).

D'autres études menées dans la province de Ichilo Santa Cruze en Bolivie montraient que les prévalences de l'anémie ferriprive fluctuaient entre 37,5-46,5% chez les enfants âgés de moins de 2ans et plus de 22% chez les enfants de moins de 5 ans (**O'donnell et al**, 2004)

A Kuala Lumpur des enquêtes anciennes montrent des prévalences d'anémie ferriprive de l'ordre de 21,58% chez les enfants âgés de 1 à 3 ans (**Luaneng et Virik**, 1966).

Une autre étude faite sur faite dans la république des îles de Marshals montrent des prévalences élevées d'anémie ferriprives de l'ordre 23,8% chez les enfants sains de l'âge du préscolaire (**Palafox et al**, 2003).

## Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)

Au Brésil des enquêtes effectuées sur 170 enfants apparemment sains âgés de moins de 2 ans montraient des prévalences d'anémie ferriprive de l'ordre de 39 % (**Granado et al**, 2013).

Au Canada les prévalences de l'anémie ferriprive restent relativement faible, sa prévalence est de l'ordre de 4,3% lors d'une enquête effectuée sur 428 enfants de l'âge du préscolaire en bonne santé apparente (**Zlotkin et al**, 1996).

D'autres études menées en Estonie sur des enfants sains de l'âge de préscolaires montrent des prévalences de l'ordre de 9,4% d'enfants atteints d'anémie ferriprive (**Vendt et al**, 2007).

### VI.2.3.1 Caractérisation morphologique de l'anémie ferriprive

L'examen des données du **VGM** et du **TCMH** des enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive, révèle que la forme microcytaire hypochrome est la forme plus fréquente (Fig. 52).

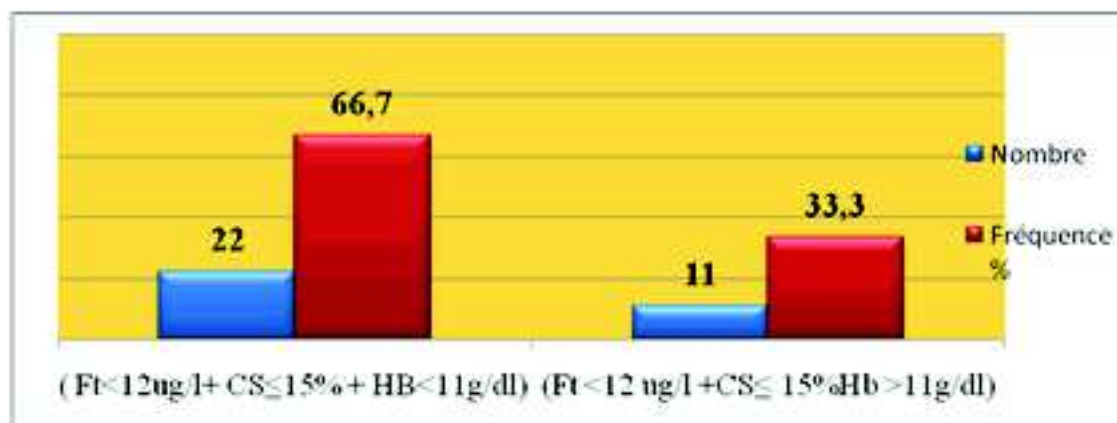


Figure 51: Caractérisation morphologique de l'anémie ferriprive.

Les formes morphologiques de l'anémie ferriprive nous indique le sens de l'évolution de la carence martiale et la chronologie de l'installation de l'anémie ferriprive. Selon **Morel et al.** (1995), la baisse de ferritinémie est dans la plupart des cas accompagnée d'une diminution des autres paramètres globulaires (Hémoglobine, VGM, TCMH) conduisant à l'apparition de l'anémie ferriprive d'abord normocytaire normochrome puis microcytaire hypochrome (**Roberto et al**, 2010), d'autres auteurs affirment que les stades précoces de l'anémie ferriprive se manifestent toujours par une forme normocytaire normochrome cependant les formes microcytaires hypochromes n'apparaissent qu'au stade avancé de l'anémie ferriprive (**Dugdall et al**, 2006).

La présente étude montre, que 2 soit 9,1% des enfants atteints d'anémie ferriprive présente la forme normocytaire hypochrome, des études assez récentes montrent que l'hypochromie est plus fréquente que la microcytose en cas d'anémie ferriprive (**Francis**, 2005 ; **Jolobe**, 2012 ), les explications restent peu connues, selon (**Goddard et al**, 2011), la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine est plus sensible et mieux détecté par les appareils d'hématologie en la comparant aux volumes globulaires moyen.

### VI.2.3.2 Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction du sexe de l'enfant

L'examen des indicateurs biologiques du statut nutritionnel en fer selon le sexe, montre que le nombre de garçons qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive est plus élevé par



rapport à celui des filles, **Zahzeh et al.** (2013) ont également observé que les garçons carencés en fer étaient plus fréquents que chez les filles (Fig. 53), le test d'indépendance du khi 2 ne montre cependant aucun lien significatif entre la fréquence de l'anémie ferriprive et le sexe de l'enfant (Tableau n° 39).

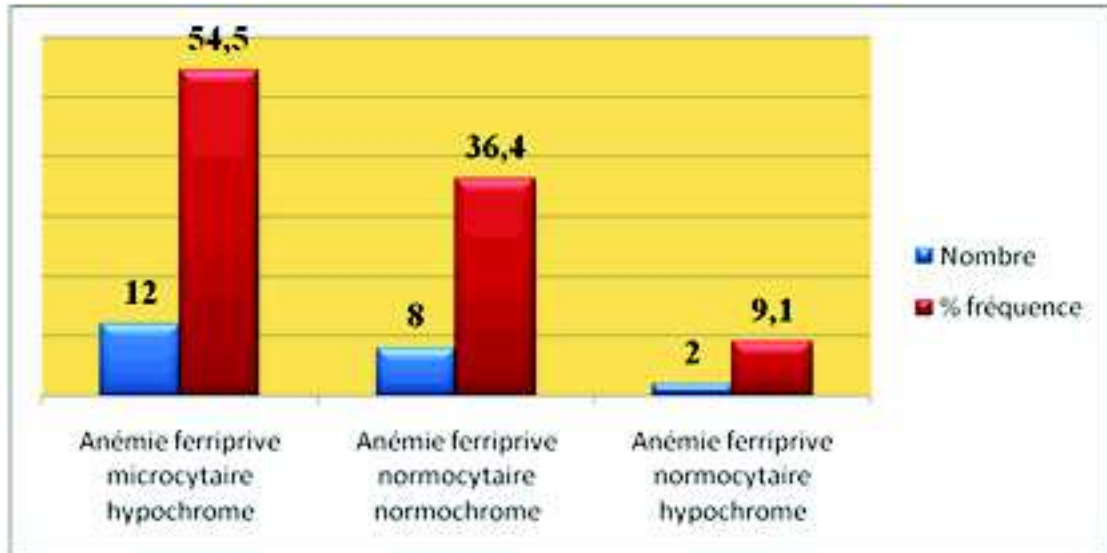


Figure 52: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction du sexe de l'enfant.

	$\Sigma$ rangs Garçons	$\Sigma$ rangs Filles	$\chi^2$	U	$p\chi^2$	P (U)
Ferritine (ug/l)	5557,5	5769,5	2,81	2395,5		0,12
CS%	5712	5613		2231,5		0,55
Hémoglobine (g/dl)	5811	5714		2351		0,81
Liaison « Fréquence de la Déplétion des réserves en fer et sexe de l'enfant »	-	-	2,81	-	0,13	-
Liaison « Fréquence de l'Anémie ferriprive et sexe de l'enfant »	-	-	0,97	-	0,22	-

Tableau 39: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer des enfants selon le sexe :

La présente étude ne montre aucun lien significatif entre le sexe de l'enfant et la fréquence de l'anémie ferriprive, toute fois la distribution des garçons et des filles qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive supporte l'hypothèse que de la fréquence de l'anémie ferriprive est plus réponde chez les garçons que chez les filles, des enquêtes assez récentes confirment que le sexe masculin constitue un facteur de risque de développement de l'anémie ferriprive (**Yang et al**, 2009 ; **Antunes et al**, 2012 ; **Elalfy et al**, 2012 ; **Thorne et al**, 2013).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

(Wieringa *et al*, 2007) affirment encore lors d'une étude menée au Sud Est de l'Asie que les garçons étaient plus exposés au risque de développer la carence en fer et l'anémie ferriprive, d'autres études ont pu démontrer les mêmes révélations ( Stoltzfus *et al*, 1997 ; Sherrif *et al*, 1999 ;Brooker *et al* , 1999 ; V ieira *et al*, 2007), selon ces derniers, cette observation pourrait être liée à la cinétique du fer durant la première année de la vie.

De plus selon Motil *et al*. (1999), l'augmentation de la masse corporelle chez les garçons est légèrement supérieure à celle des filles durant la première année de la vie, cette croissance selon ces auteurs, peut impliquer plusieurs facteurs génétiques qui exposent les garçons aux risques de développement de la carence en fer et l'anémie ferriprive.

La présente étude montre que le poids à la naissance des filles est significativement supérieur à celui des garçons, cette constatation pourrait probablement expliquer la fréquence relativement élevée de l'anémie ferriprive chez les garçons car selon certains auteurs tel que (Spinelli *et al*,2005 ; Staffan *et al*, 2008), affirment lors des enquêtes menées sur de gros échantillons qu'un faible poids à la naissance constitue un facteur de risque de développement de la carence martiale et l'anémie ferriprive chez les enfants de bas âge, selon (Stockman *et al*,1984), la fréquence de l'anémie ferriprive chez les enfants présentant un faible poids à la naissance est multifactorielle, elle inclue l'augmentation des besoins de croissance et le manque constaté de l'érythropoïétine chez les enfants prématurés et ceux ayant un faible poids à la naissance.

**VI.2.3.3 Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de l'âge de l'enfant**

15 soit 68,18% des enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive, sont âgés de moins de 24 mois, dont 6 soit 27,7% ont moins d'une année (Fig. 54)

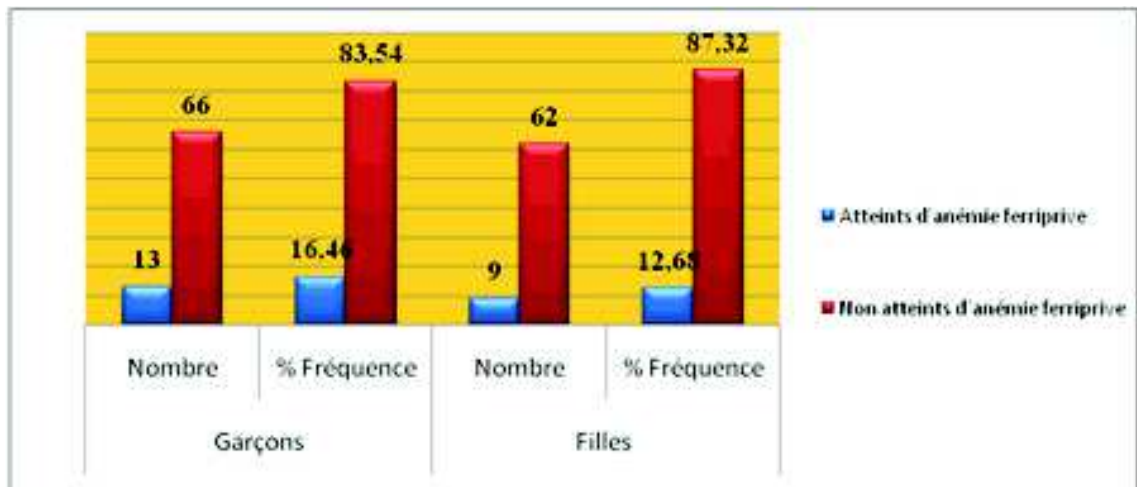


Figure 53: Fréquence de l'anémie ferriprive en fonction de l'âge.

Le test d'indépendance du khi2 montre qu'il y'a un lien significative entre l'âge et la fréquence de l'anémie ferriprive (Tableau n° 40).

	$\Sigma$ rangs (Age $\leq$ 24mois)	$\Sigma$ rangs (Age >24mois)	U	$\chi^2$	P(U)	p $\chi^2$
Hémoglobine (g/dl)	3451,5	7873,5	2020	-	0,030	0,031
CS%	3460	7715	2082	-	0,017	-
Ferritine ( $\mu$ g/l)	3771,5	7753,1	2340	-	0,046	-
Liaison « Fréquence déplétion des réserve en fer et age »	-	-	-	2,91	-	0,047
Liaison « Fréquence Anémie ferriprive et age »	-	-	-	4,24	-	0,02

Tableau 40: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer des enfants selon l'age

La présente étude montre une prévalence d'anémie ferriprive relativement élevée chez les enfants âgés de moins de 24mois, cette prévalence reste relativement faible en la comparant aux résultats de l'enquête précédente de l'Egypt, où sur les 300 enfants âgés de 6- 24 mois, 129 soit 43% présentent une anémie ferriprive (**Elalfy et al**, 2012).

Au Brezil une étude menée sur 980 enfants âgés de 12 à 72 mois montre des prévalences élevées de l'anémie ferriprive de l'ordre de 37% chez les enfants âgés de moins de 24mois (**Granado et al**, 2013).

La fréquence de l'anémie ferriprive est élevée en la comparant à celle obtenue lors des enquêtes menées par (**NHANES**) de 1999 à 2002 aux Etats Unis où l'anémie ferriprive touchait 2,1 à 4,1% des enfants âgés de 0 à 36 mois.

Plusieurs auteurs tels que (**Yip et al**, 1989 ; **Leung et al**, 2001 ; **Agget et al**, 2002 ; **Mason et al**, 2005) estiment qu'avant les 24mois, les enfants sont plus vulnérables à la carence en fer et à l'anémie ferriprive, cette vulnérabilité est expliquée selon ces auteurs par une croissance rapide durant cette tranche d'âge, jumelée à un apport souvent insuffisant de fer d'origine alimentaire.

Les résultats de la présente étude révèle par ailleurs une faible prévalence de l'anémie ferriprive chez les enfants âgés de plus de 24 mois (6,8%), ces faibles fréquences sont également observées par (**Dallman et al**, 1996 ; **Looker et al**, 1997), selon ces derniers le ralentissement du taux de croissance et la diversification du régime alimentaires pourront être à l'origine de la faible prévalence de l'anémie ferriprive.

#### VI.2.3.4 Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de l'alimentation

##### Selon l'allaitement

5 soit 35,7% des nourrissons répondent aux critères de l'anémie ferriprive (Fig. 55), parmi eux, un est allaité exclusivement au sein, 3 allaités exclusivement au lait infantile et un allaité au lait entier en poudre (Fig. 56). Le test de **Mann Whitney** indique qu'il existe une différence significative entre les valeurs des indicateurs biologiques du statut nutritionnel en fer des nourrissons avec celles des enfants sevrés (Tableau n° 41).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

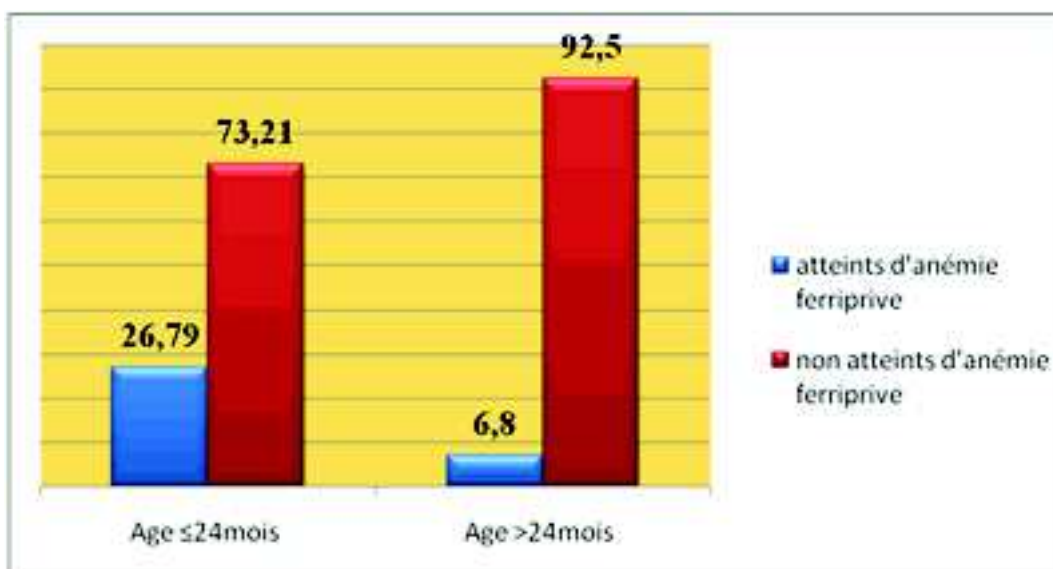


Figure 54: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de l'allaitement.

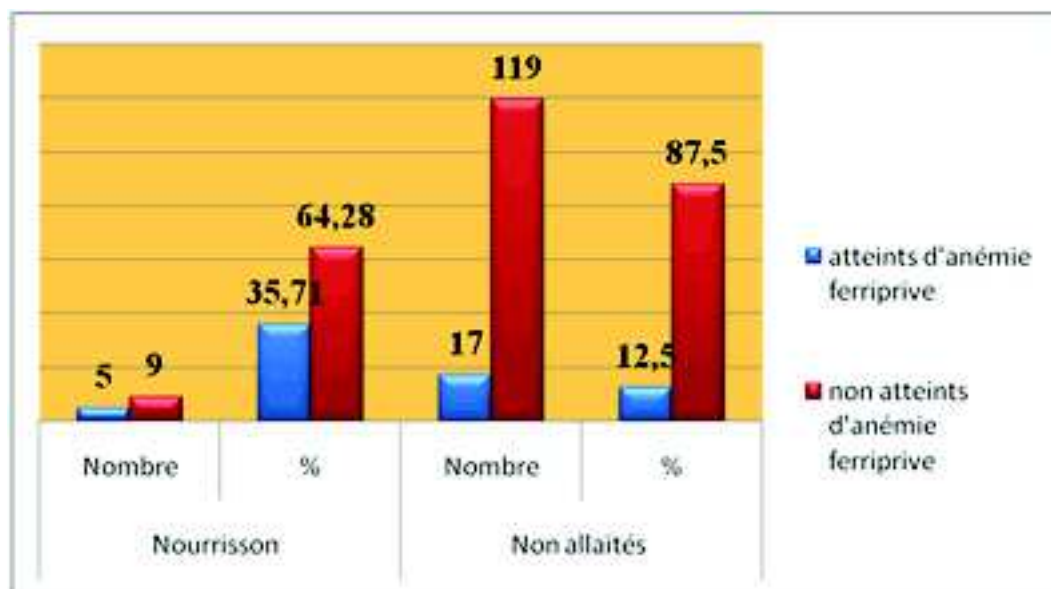


Figure 55: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de type d'allaitement.

	Σrangs enfants allaités	Σrangs enfants non allaités	U	$\chi^2$	P (U)	P( $\chi^2$ )
Hémoglobine	2291	9033	1512	-	0,0051	-
Ferritine	3165	8159	1943	-	0,044	-
CS%	2496	8678	1755	-	0,051	-
Liaison « Fréquence de déplétion des réserves en fer et allaitement »	-	-	-	0,69		0,11
« Fréquence de l'anémie ferriprive et allaitement »	-	-	-	0,48		0,048

Tableau 41: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer des enfants selon l'allaitement :

**Selon l'âge de sevrage**

Parmi les 27 enfants sevrés tardivement (Age sevrage > 6 mois), 6 soit 22,2% souffrent d'une anémie ferriprive (Fig. 57). Aucune différence significative n'a été observée entre les valeurs des indices biologiques du statut nutritionnel en fer des enfants sevrés avant les 6 premiers mois de leurs avec celles des enfants sevrés tardivement (Age de sevrage > 6 mois) (Tableau n° 42).

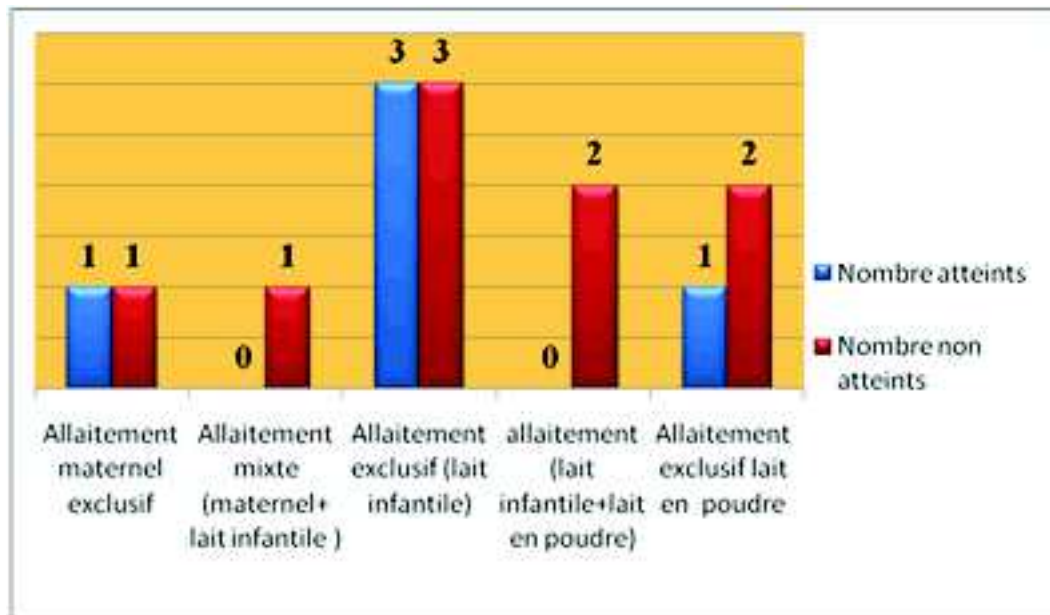


Figure 56: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de l'âge de sevrage.

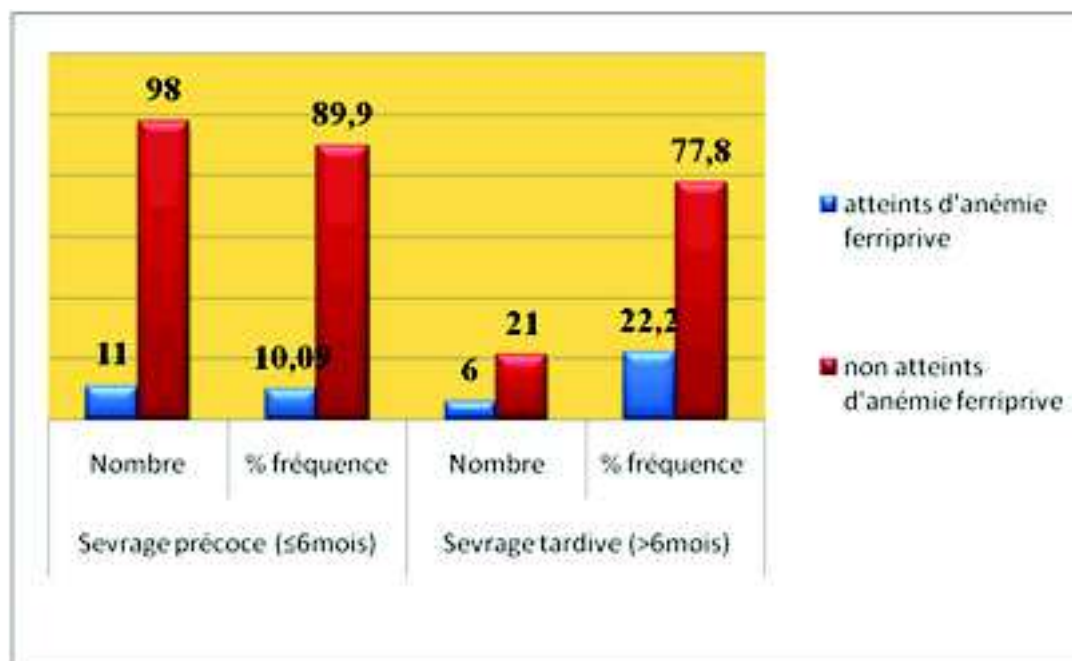
**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

	$\Sigma$ rangs (Age de sevrage $\leq 6$ mois)	$\Sigma$ rangs (Age de sevrage $>6$ mois)	U	$\chi^2$	P $\chi^2$	P (U)
Hémoglobine (g/dl)	9603	1721	1218,5			0,40
Ferritine ( $\mu$ g/l)	9627,5	1697,5	1242,5			0,54
CS%	9527	1648	1141			0,46
Liaison « Fréquence déplétion des réserves et diversification alimentaire »	-	-	-	0,21	0,9	-
Liaison « Fréquence anémie ferriprive et diversification alimentaire »	-	-	-	0,63	0,22	-

*Tableau 42: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer des enfants selon l'âge de sevrage.*

**Selon la consommation de la viande et des préparations à base de viande**

2 des 7 enfants qui ne consomment pas de viande ou de préparations à base de viande répondent aux critères de l'anémie ferriprive (Fig. 58).



*Figure 57: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de la consommation des aliments à base de viande.*

Aucune liaison significative n'a été observée entre la consommation de la viande ou d'aliments à base de viande avec la fréquence de l'anémie (Tableau n° 43).

**Remarque** : Nous signalons que les informations concernant les fréquences de consommation de la viande par les enfants restent peu précises.

	$\Sigma$ rangs enfants qui consomment	$\Sigma$ rangs enfants qui ne consomment pas	U	$(x^2)$	P	P ( $x^2$ )
Hémoglobine (g/dl)	10775,5	550	479		0,84	
CS%	10644	430	491,5		0,96	
Ferritine (ug/)	10706	619	410		0,42	
Liaison « Fréquence déplétion des réserves et consommation de viande »	-	-	-	0,11		0,73
Liaison « Fréquence anémie ferriprive et consommation de viande »				2,11		0,32

Tableau 43: Analyse du statut nutritionnel en fer des enfants selon la consommation des aliments a base de viande

Vu la difficulté de recueillir des données alimentaires précises lors de l'enquête, nos informations concernant les quantités exactes du lait ingérées par les nourrissons restent très limitées pour les raisons suivantes :

- L'enfant n'est pas toujours accompagnée de sa mère.
- Les mères ne se rappellent pas des nombres de préparations (nombre de biberons préparés par jour) ou du volume des récipients (biberons, tasse...) et du respect ou non du dosage lors de la préparation.

D'après les informations recueillies auprès des mères, la quantité moyenne de lait ingérée par les 2 nourrissons (allaités exclusivement au sein) est estimée à 5 tétés /j. Cette quantité s'éloigne des recommandations du **CNERNA-CNRS**, (2001) qui estime que la quantité moyenne appréciable devant être ingérée par les nourrissons au sein (âgé de 0 à 6 mois) appréciée par double pesée ou dilution isotopique est de 770ml/j, ce qui correspond selon la même source en moyenne de 8 à 12 tétés par jour.

La fréquence de l'anémie ferriprive est de l'ordre de 35,1% chez les enfants allaités, cette prévalence est élevée en le comparant à celle obtenue par **Elalfy et al.** (2012), qui n'ont observé qu'une fréquence de 18% d'anémie ferriprive chez les enfants allaités.

Selon **WHO** (2003), l'allaitement maternel exclusive jusqu'au 6<sup>ème</sup> mois de vie permet de préserver le statut nutritionnel en fer de l'enfant et de le prévenir contre l'anémie ferriprive cependant, s'il est prolongé il constitue un facteur de risque d'un épuisement des réserves en fer et de développement de l'anémie ferriprive (**Duncan et al**, 1985 ; **Siti-noor et al**,2006 ; **Monterrossa et al**, 2008) .Une étude effectuée sur 198 nourrissons Finlandais montre que le statut nutritionnel en fer est maintenu à un seuil acceptable que si la durée d'allaitement exclusif ne dépasse pas les 6 mois (**Martti et al**, 1984) .

## **Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

---

La présente étude révèle que 60% des nourrissons qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive, consomment exclusivement du lait infantile. Certains auteurs tels que **Willows et al**, en 2000 montrent qu'il existe une association significative entre la fréquence de l'anémie et le type de lait consommé par les enfants.

Des études assez récentes montrent que la consommation du lait de vache et des préparations à base de lait de vache constituent un facteur de risque de développement de la carence en fer et de l'anémie ferriprive chez les enfants de bas âge (**Capozzi et al**, 2010 ; **Sultan et al**, 2003), ces derniers rapportent que l'intolérance à certaines protéines contenues dans le lait de vache pourraient être à l'origine de la carence martiale chez les enfants, cependant d'autres auteurs expliquent cette carence par la faible biodisponibilité du fer dans le lait de vache (**Thane et al**, 2000).

Contrairement à ce que rapportaient certains auteurs tels (**Langer et al**, 1972 ; **Sultan et al**, 2003 ; **Oliveira**, 2010) qui montrent que le sevrage tardif est considéré comme un facteur de risque pour l'apparition de l'anémie ferriprive chez les nourrissons de 12 à 24 mois aucun lien significatif n'a été observé entre l'âge de sevrage et le statut nutritionnel en fer des enfants dans le présente étude, cette révélation est également observée lors de l'enquête précédente d'El Harrach ou aucune liaison significative n'a été démontrée entre l'âge de sevrage et la fréquence de l'anémie (**Chenikhar et Chiheb**, 2012).

La fréquence de l'anémie ferriprive est relativement élevée chez les enfants qui ne consomment pas de viande ou de préparation à base de viande (27,8%) en la comparant à celle des enfants qui en consomment (13,98%).

En 2013 une enquête effectuée sur 263 enfants Israéliens sains et tous âgés de 18 mois à 6 ans, montrait des prévalences d'anémie ferriprive deux fois plus élevée chez les enfants qui consomment de faibles quantités de viande ou de préparations à base de viande (**Moshe et al**, 2013), cependant ces résultats ne peuvent pas être comparés avec les résultats de la présente étude vu le manque d'information sur la fréquence de consommation de la viande par les enfants .

Plusieurs études montraient que le mode de préparations culinaires (Cuisson des aliments dans des chaudrons à base de métaux améliorent significativement le statut nutritionnel en fer chez les enfants de bas âge (**Hanumante et al**, 2008 ; **Kulkarni et al**, 2013,)), d'autres auteurs expliquent que la consommation des aliments d'origine animale pourraient réduire significativement le risque de développement de la carence martiale en raison de la grande biodisponibilité du fer dans ces aliments (**Carvalho et al**, 2010)

### **Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction du poids à la naissance**

4 soit 25% des enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive ont un faible poids à la naissance (<2,5Kg) (Fig. 59), cette fréquence est légèrement élevée en la comparant à celle des enfants présentant un poids à la naissance supérieur à 2,5Kg (Fig. 59), cependant aucune différence significative n'est observée (Tableau n° 44).



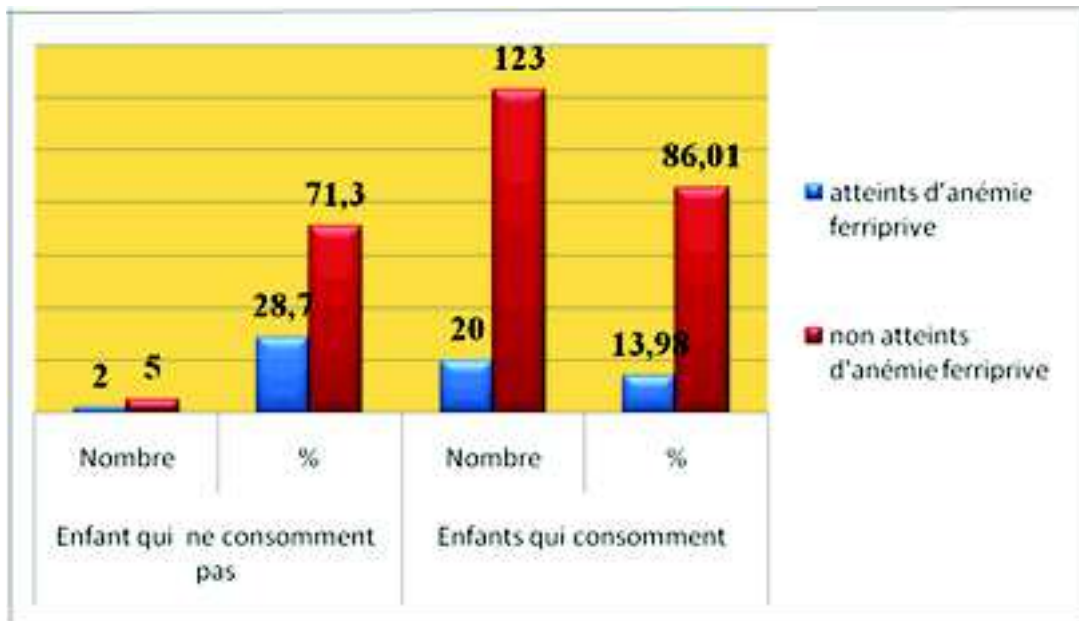


Figure 58: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction du poids à la naissance.

	Σrangs poids à la naissance (<2,5Kg)	Σrangs poids à la naissance (≥2,5Kg)	U	$\chi^2$	P (U)	$p\chi^2$
Hémoglobine (g/dl)	802	105023	682		0,38	
Ferritine (ug/l)	900	10424	780		0,41	
CS%	704	10770,5	584		0,39	
Liaison « Fréquence déplétion des réserves en fer en fonction du poids à la naissance »				1,66		0,19
Liaison « Fréquence de l'anémie ferriprive en fonction du poids à la naissance »				2,63		0,12

Tableau 44: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer selon le poids à la naissance

(Abidoje et al, 1997) aboutissent aux mêmes constatations lors d'une enquête menée sur un échantillon de 198 enfants Nigériens où ils observaient une fréquence élevée mais pas significative de l'anémie chez les enfants présentant un faible poids à la naissance,

La présente étude montre que 18% des enfants présentant un poids à la naissance supérieur à 2,5Kg souffrent d'anémie ferriprive (Fig. 59), ces résultats sont en accord avec ceux obtenus lors d'une enquête menée par (Netto et al, 2011) où plus de 15% des enfants anémiques avait un poids à la naissance normal (Poids à la naissance >2,5Kg).

#### Prévalence de l'anémie ferriprive selon les données sur les parents

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

Sur les 22 enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive:

- 19 soit 86,4% ont des mères qui suivaient régulièrement leurs grossesses au centre de soin (Fig. 60).
- 4 soit 18,18% ont des mères primipares (Fig. 61).
- La grossesse de 14 soit 63,3%, s'éloigne des grossesses qui précédaient de plus de 24mois (Fig. 62).
- 4 soit 18,18% ont des mères instruites (entamées des études secondaires ou universitaires complètes) (Fig. 63).
- 5 soit 22,7% ont des pères instruits (entamés des études secondaires ou universitaire) (Fig. 64).
- 21 soit 95% ont des mères qui n'exercent pas de fonction (femmes au foyer) (Fig. 65)
- 10 soit 45,4% ont des pères qui exercent une fonction libérale et 8 soit 36,4% ont des pères qui travaillent comme employés (Fig. 66).

Aucun lien significatif n'a été remarqué entre (suivi médical des mères, parité, espacement entre les deux dernières grossesses, niveau d'instruction des parents, catégorie socioprofessionnelles des parents) et la fréquence de l'anémie ferriprive (Tableaux de 45 à 51).

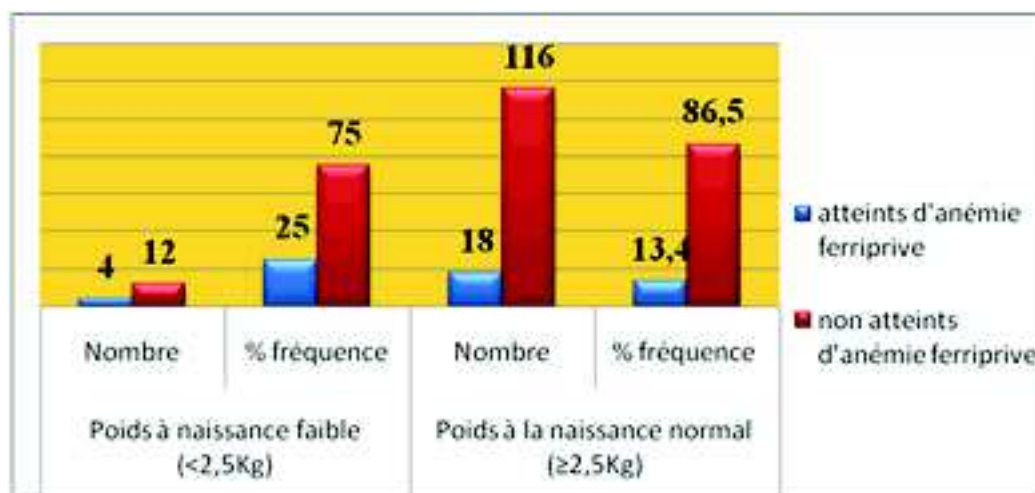


Figure 59: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction du mode de suivi médical de la mère.

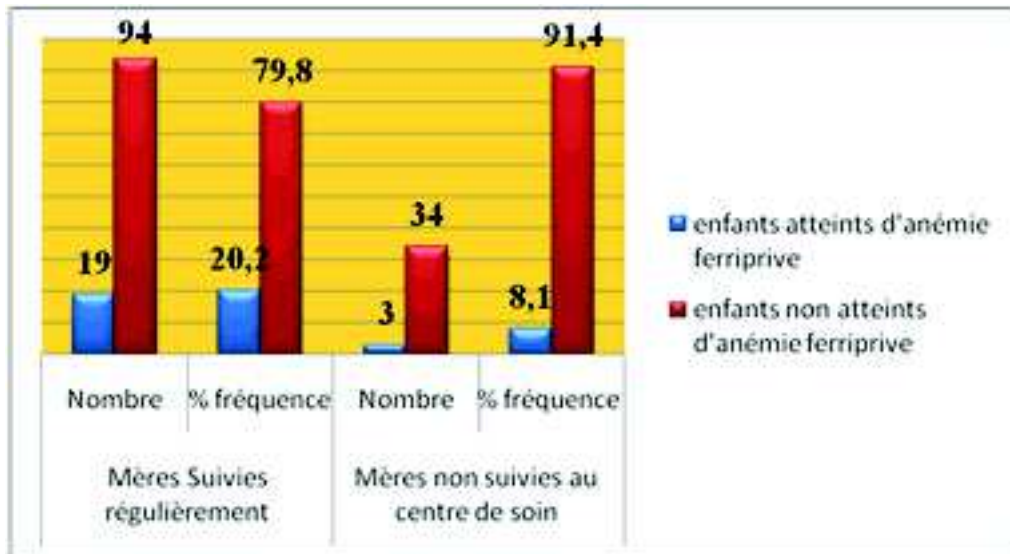


Figure 60: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de la parité.

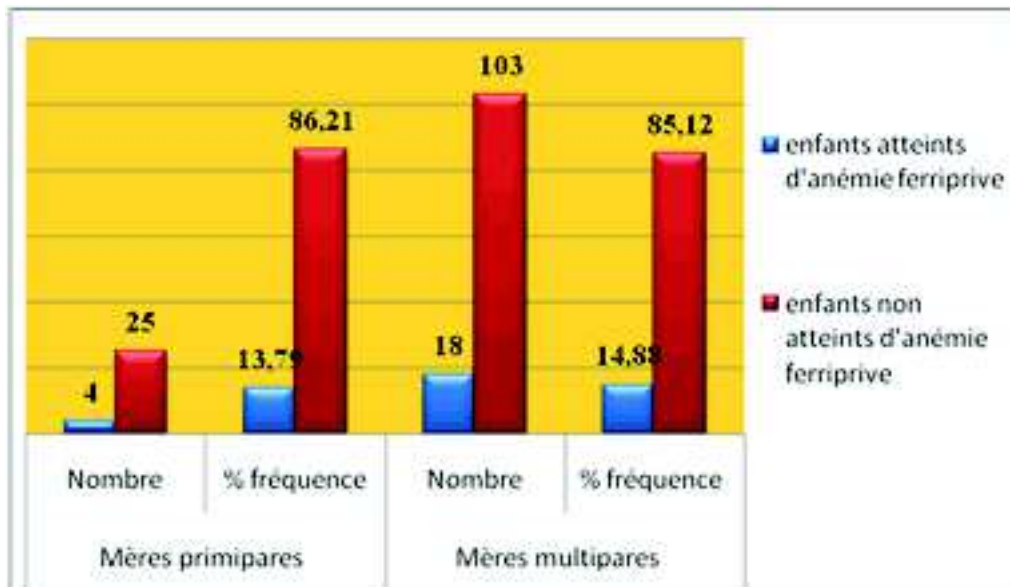
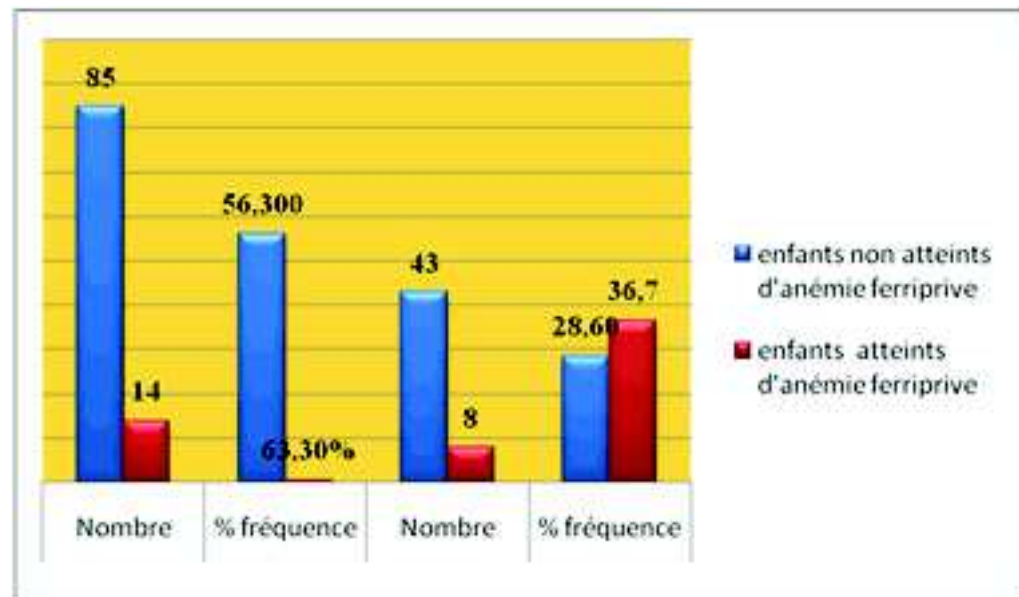
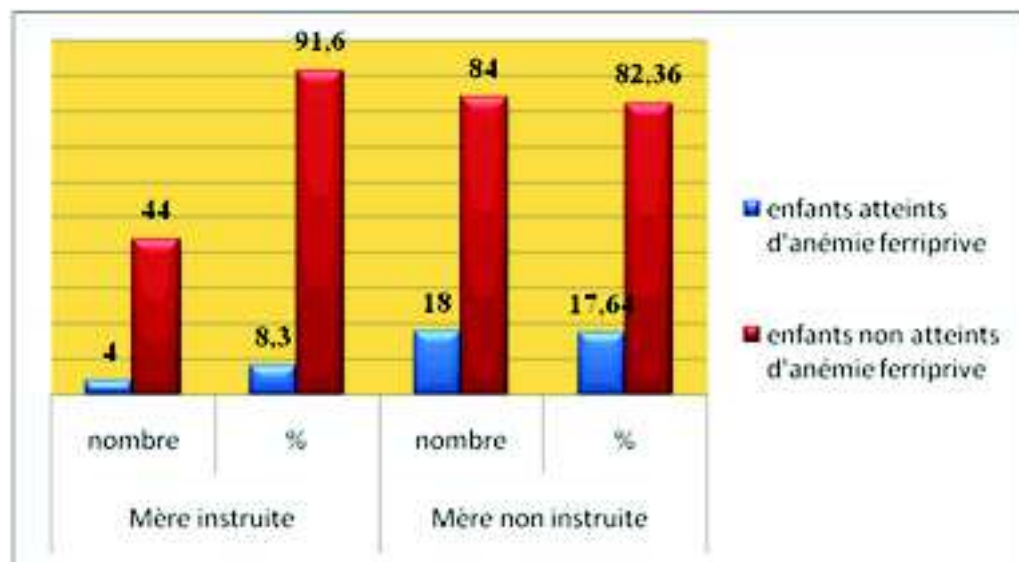


Figure 61: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de l'espacement entre les grossesses.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**



*Figure 62: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction du niveau d'instruction des mères.*



*Figure 63: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction du niveau d'instruction des pères.*

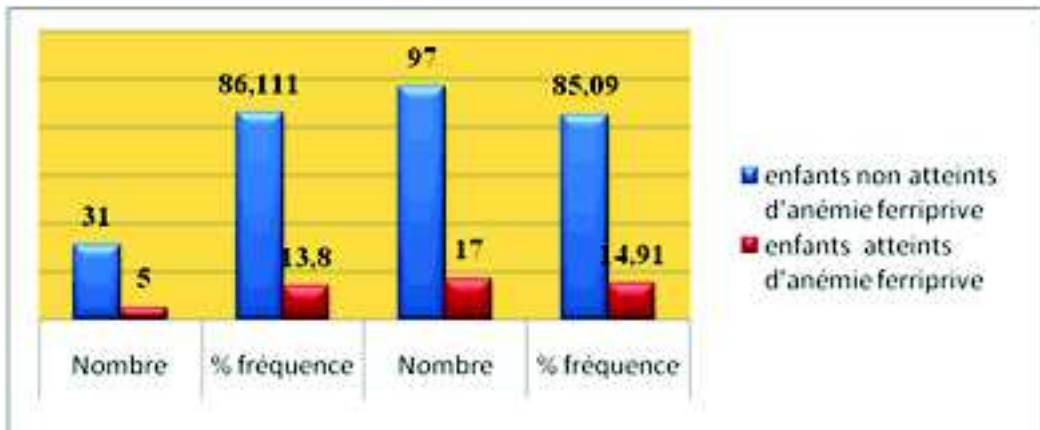


Figure 64: Prévalence de l'anémie ferriprive selon la catégorie socioprofessionnelle des mères.

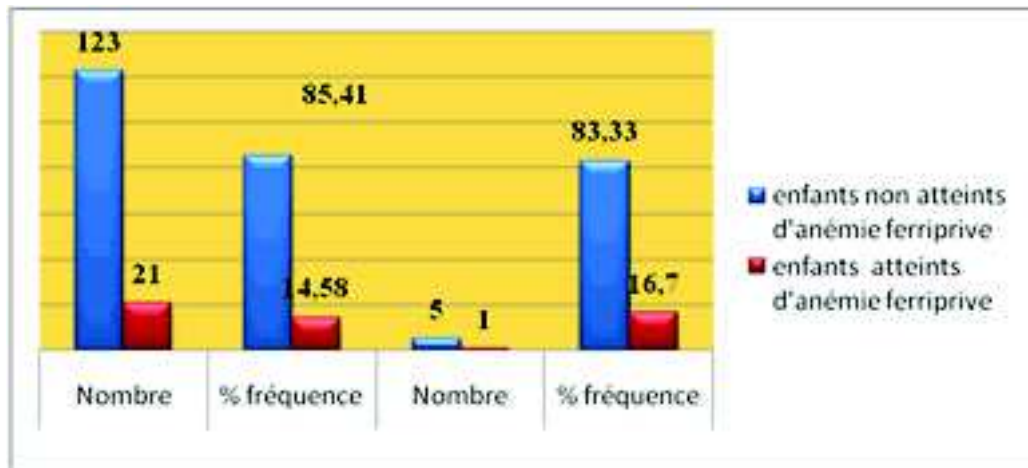


Figure 65: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de la catégorie socioprofessionnelle des pères.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

	$\Sigma$ rangs (enfants des mères suivies)	$\Sigma$ rangs (enfants des mères non suivies)	$\chi^2$	(U)	$P \chi^2$	P (U)
Hémoglobine (g/dl)	104021	903		812		0,6
Ferritine ( $\mu$ g/l)	10703	622		531		0,63
CS%	10151,5	1023		835,5		0,74
Liaison « Fréquence déplétion des réserves en fer fonction du suivi médicale »	-	-	0,4	-	0,52	-
Liaison « Fréquence de l'anémie ferriprive en fonction du suivi médicale »	-	-	2,37	-	0,12	-

*Tableau 45: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer des enfants selon le suivi médical des mères*

	$\Sigma$ rangs (enfants des mères primipares)	$\Sigma$ rangs (enfants des mères multipares)	U	$\chi^2$	$P (\chi^2)$	P (U)
Hémoglobine (g/dl)	2132	9193,2	1697			0,78
Ferritine ( $\mu$ g/l)	1824	9501	1389			0,81
CS%	1909,5	9265,5	1503			0,35
Liaison « Fréquence déplétion des réserves en fer en fonction et parité »	-	-	-	1,61	0,2	-
Liaison « Fréquence anémie ferriprive et parité »	-	-	-	0,2	0,43	-

*Tableau 46: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer des enfants selon la parité*

	$\Sigma$ rangs grossesse espacée (<24mois)	$\Sigma$ rangs grossesse non espacée ( $\geq$ 24mois)	U	$\chi^2$	$p(\chi^2)$	P (U)
Hémoglobine (g/dl)	5866	5459	2785			0,33
Ferritine ( $\mu$ g/l)	5503	5822	2422			0,51
CS%	5668	5507	2665			0,44
Liaison « Fréquence déplétion des réserves en fer et espacement entre les grossesses »				0,46	0,82	
Liaison « Fréquence anémie ferriprive et espacement entre les grossesses »				0,72	0,39	

Tableau 47: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer des enfants selon l'espacement entre les grossesses.

	$\Sigma$ rangs Enfants des mères non instruites	$\Sigma$ rangs Enfants des mères instruites	U	$\chi^2$	P ( $\chi^2$ )	P (U)
Hémoglobine (g/dl)	7411	3914	1846			0,14
Ferritine ( $\mu$ g/l)	8327	3088	2053			0,2
CS%	7259	3916	1694			0,1
Liaison « Fréquence déplétion des réserves et instruction de la mère »	-	-	-	0,16	0,68	-
Liaison « Fréquence anémie ferriprive et instruction de la mère »	-	-	-	0,19	0,66	

Tableau 48: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer selon le niveau d'instruction des mères

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

	$\Sigma$ rangs enfants des mères non salariées (femmes au foyer)	$\Sigma$ rangs enfants des mères salariées	U	$x^2$	P ( $x^2$ )	P (U)
Hémoglobine (g/dl)	10191	1133	875,5			0,20
Ferritine ( $\mu$ g/l)	10476	848	743			0,27
CS%	10316	859	754			0,21
Liaison « Fréquence déplétion des réserves en fer en fonction de la fonction de la mère »				0,15	0,69	
Liaison « Fréquence anémie ferriprive et catégorie socioprofessionnelle de la mère »				0,482	0,487	

*Tableau 49: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer selon la catégorie socioprofessionnelle des mères*

	$\Sigma$ rangs enfants des pères non instruits	$\Sigma$ rangs enfants des pères instruits	U	$x^2$	P ( $x^2$ )	P (U)
Hémoglobine (g/dl)	7976	3349	1535			0,15
Ferritine ( $\mu$ g/l)	8580	2744,5	2041			0,83
CS%	8044	3131	1716			0,11
Liaison « Fréquence déplétion des réserves en fer selon le niveau d'instruction des pères »				0,17	0,67	
Liaison « Fréquence de l'anémie ferriprive et le niveau d'instruction des pères »				1,2	0,27	

*Tableau 50: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer selon le niveau d'instruction des pères*



	$\Sigma$ rangs enfants des pères inactifs	$\Sigma$ rangs enfants des pères actifs	U	$\chi^2$	P [( $\chi^2$ ) <sup>2</sup> ]	P (U)
Hémoglobine (g/dl)	601	10724	565			0,27
Ferritine (µg/l)	663	10662	509			0,62
CS%	464	10710	428			0,25
Liaison « Fréquence déplétion des réserves en fer et activité des pères »				0,89	0,97	
Liaison « Fréquence anémie ferriprive et activité des pères »				0,31	0,85	
Liaison fréquence de l'anémie ferriprive « en fonction du nombre de personnes à la charge du chef du ménage »				0,11	0,74	

Tableau 51: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer selon la catégorie socioprofessionnelle du père

L'analyse des données socio-économiques des parents montre qu'il s'agit d'une population modeste, puisque 96% des mères n'exercent pas d'activité (Femmes au foyer) et plus de 76% des pères travaillent comme maquignon ou employés. Le taux d'analphabétisme est de 8,7% chez les mères et 9,3% chez les pères.

D'après **Doudich** (1998), la femme Maghrébine est beaucoup plus intégrée dans l'emploi familial qui constitue un refuge pour les personnes qui ont un faible niveau d'instruction.

La présente étude ne montre aucun un lien significatif entre les conditions socioéconomiques des parents avec le statut nutritionnel en fer des enfants, cette constatation a été également observée lors des enquêtes effectués sur des échantillons dont la taille est assez proche de celui de la présente étude (**Hassane**, 1999 ; **Douibi et Ouadjir**, 2011 ; **Chenikhar et Chiheb**, 2012)

Toute fois la répartition des enfants selon les données de la parité, de l'espacement entre les deux dernières grossesses, du suivi médical des mères et des conditions socioéconomiques des parents, supporte l'hypothèse de l'élévation de la fréquence d'enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive quand l'espacement entre les deux dernières grossesses est inférieur à 24mois (Fig. 62) et lorsque le niveau d'instruction des mères est faible (Fig. 63).

**Tympa et al**, (2008) ; **Elalfy et al**, (2012) démontrent que la parité et l'espacement entre les deux dernières grossesses peuvent avoir une influence sur la fréquence de la carence en fer et l'anémie ferriprive chez les enfants de bas âge, selon (**El Sayad et al**, 2000), les grossesses rapprochées engendrent un épuisement des réserves en fer chez la mère qui se répercute négativement sur le statut martial de l'enfant.

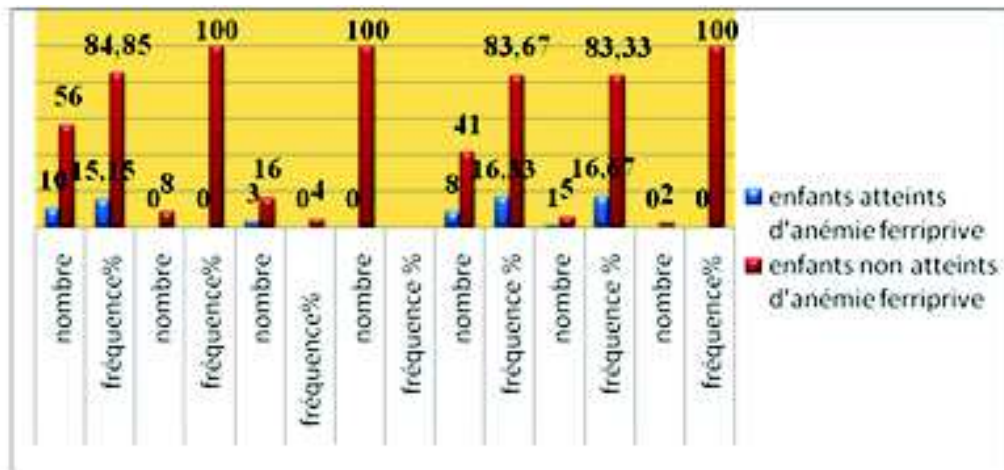
**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

**Souganidis et al.** (2012) démontrent lors d'une enquête effectuée sur 7913 familles indonésiennes, qu'un faible niveau d'instruction des mères a un effet significativement négatif sur le statut nutritionnel en fer chez les enfants de 6 à 59 mois, une autre enquête menée en Koré du Nord a abouti à la même constatation (**Hyeon-Jeong et al**, 2011).

**Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de l'habitat**

Parmi les 22 enfants atteints d'anémie ferriprive (Fig. 67):

- 11 soit 50% habitent dans un milieu urbain.
- 8 soit 36,3% habitent dans un milieu semi- urbain
- 3 soit 13,63% habitent dans un milieu rural.



1 : Indépendant

2 : Cadre supérieur

3 : Cadre moyen

4 : Ouvriers

5 : Employés

6 : manoeuvres

8 : Inoccupés

*Figure 66: Prévalence de l'anémie ferriprive en fonction de l'habitat.*

Aucun lien significatif entre l'habitat et la fréquence de l'anémie ferriprive (Tableau n° 52)

	$\Sigma$ rangs enfants (Urbain)	$\Sigma$ rangs enfants (Semi urbain et rural)	U	$\chi^2$	P ( $\chi^2$ )	P (U)
Hémoglobine (g/dl)	4260	7064	2490	-	-	0,45
Ferritine ( $\mu$ g/l)	4603	6722	2536			0,56
CS%	4116	7059	2346			0,23
Liaison « Fréquence déplétion des réserves en fer et Habitat »				3,27	0,57	
Liaison « Fréquence de l'anémie ferriprive et Habitat »				1,11	0,29	

Tableau 52: Analyse statistique du statut nutritionnel en fer selon l'habitat

La présente étude ne montre aucun lien significatif entre l'habitat et la fréquence de l'anémie ferriprive. Toutefois la distribution d'enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive supporte l'hypothèse de l'augmentation de la fréquence de l'anémie par carence martiale, quand on passe du milieu rural aux milieux semi urbains et urbains (Fig. 67). Cette hypothèse a été démontrée par plusieurs enquêtes récentes qui révèlent que le milieu urbain constitue un facteur de risque de développement de l'anémie ferriprive (**EI Hioui**, 2008 ; **Silla et al**, 2013), une enquête récente menée par (**Rohner et al**, 2013) au Philippines montrait des prévalences élevées de l'anémie ferriprive chez les enfants issus des milieux urbains.

## VI.2.4 Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique

### VI.2.4.1 Distribution des valeurs des Z scores dans l'échantillon

Afin de déterminer l'état nutritionnel des enfants, nous avons opter pour la méthode du calcul des Z scores, cette méthode a été considérée par l'(OMS, FAO, MSPRH) comme la meilleure technique de l'évaluation et de présentation des données anthropométriques, car selon (**EI Hioui**, 2008), elle présente principalement deux avantages par rapport aux autres techniques d'évaluation du statut nutritionnel:

a) Un intervalle fixe de Z score représente des différences fixes en termes de poids et de taille.

b) A partir de cet indice on peut déduire facilement d'autres statistiques récapitulatives qui sont souvent utiles pour décrire le statut nutritionnel dans un échantillon.

Pour chaque enfant, les Z scores qui sont calculés sont :

- Taille en fonction de l'âge (Z T/A).
- Poids en fonction de l'âge (Z P/A).
- Poids en fonction de la taille (Z P/T).
- IMC en fonction de l'âge (Z IMC/A).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

Bien que ces indices soient liés entre eux, chaque indice a une signification particulière. Le tableau n° 53 nous renseigne sur les différentes caractéristiques statistiques de distributions des valeurs des Z scores calculés

	Moyenne	Médiane	Somme	Min	Max	Variance	Ecart-type	Test de Normalité
ZP/A	-0,17	-0,11	-25,7	-3,56	3,58	1,46	1,2	N.S
ZT/A	-0,47	-0,41	-71,3	-3,69	4,61	2,15	1,46	N.S
ZIMC/A	0,18	0,01	28,3	-2,61	3,26	1,37	1,17	N.S
ZP/T	0,17	0,02	25,1	-2,4	3,32	1,29	1,13	N.S

Tableau 53: Indices statistiques de distribution des Z scores

Les figures (68, 69, 70, 71) illustrent les distributions des différentes Z scores calculés :

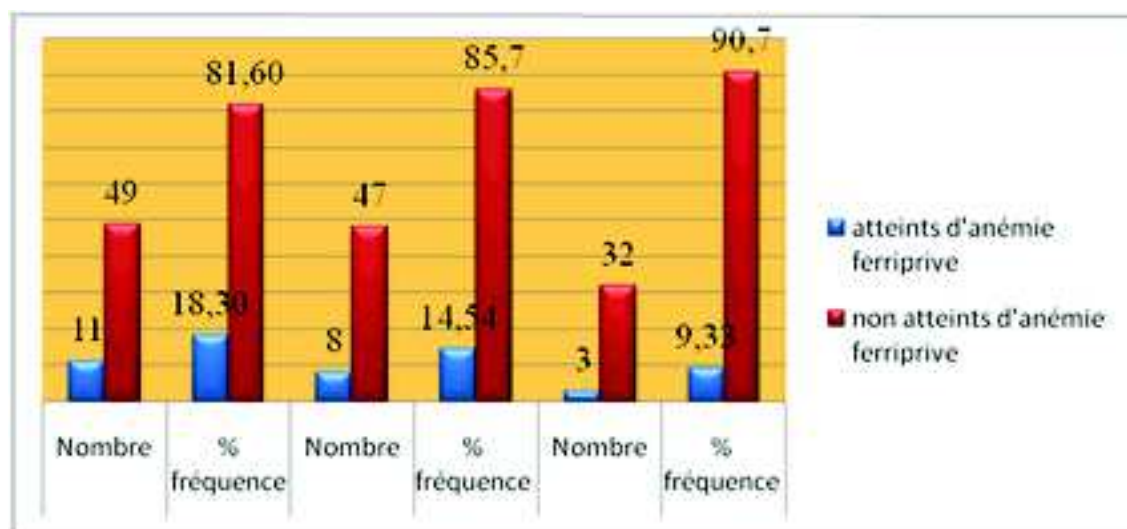


Figure 67: Distribution des valeurs de Z scores poids selon l'âge (Z P/A).

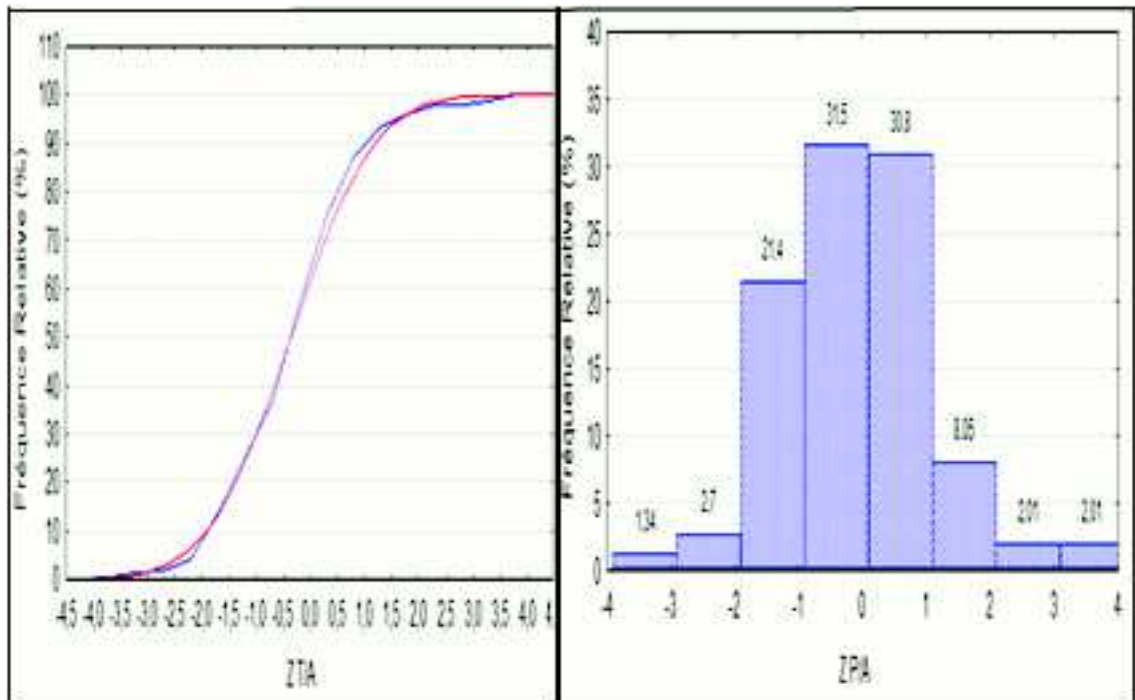


Figure 68: Distribution des Z scores taille selon l'âge (Z T/A).

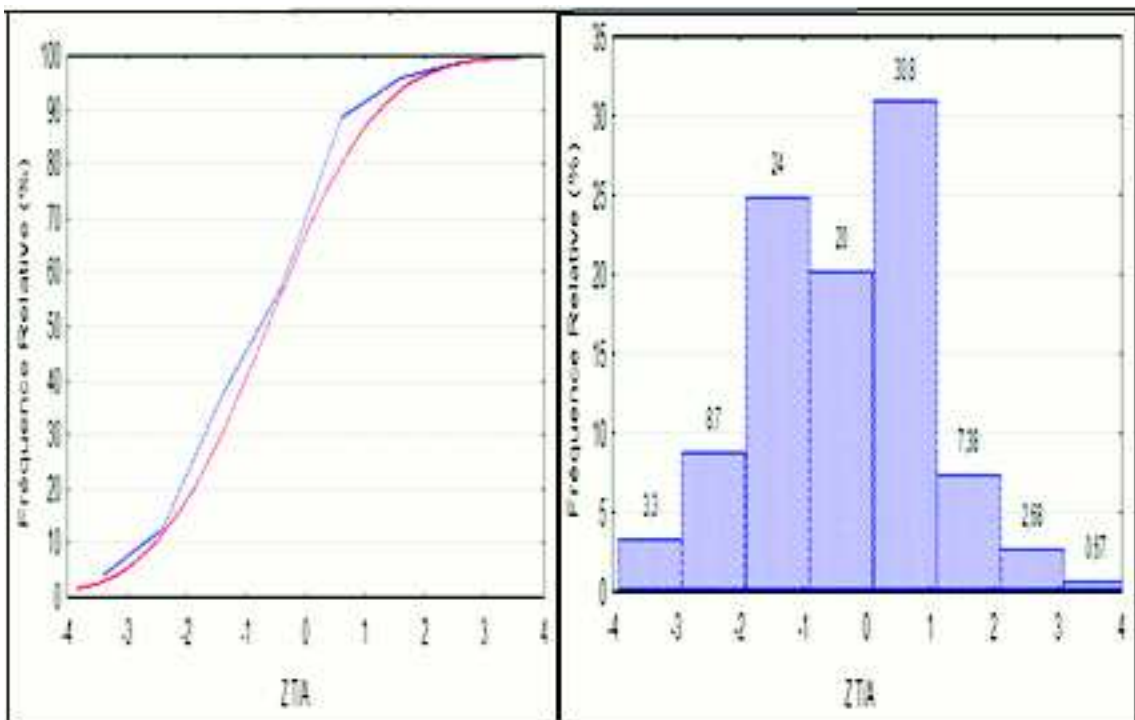


Figure 69: Distribution des Z scores Poids en fonction de la taille (Z P/T).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

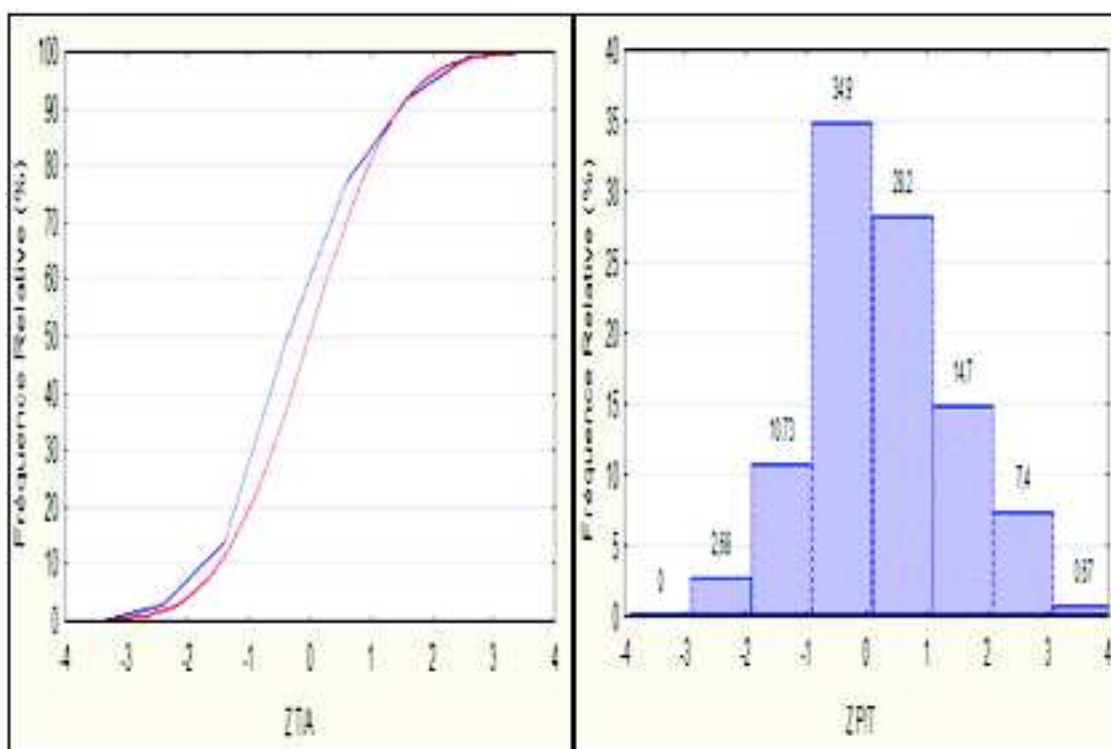


Figure 70: Distribution du Z score du poids en fonction de la taille.

Tous les Z scores calculés ont été corrélés entre eux, les plus fortes corrélations sont celles obtenues entre les Z scores : Indice de masse corporel pour âge (Z IMC/A) et le poids en fonction de la taille (Z P/T) ( $r=0,94$ ).

- Les valeurs Z scores (**P/A**) sont bien corrélées avec celles des Z scores (**T/A**, **P/T**, **IMC/A**).
- Une faible corrélation est obtenue entre les Z scores (**T/A**) et (**P/T**).

Tableau 54: Matrice de corrélation entre les valeurs des Z scores

	Z P/A	Z T/A	Z P/T	Z IMC/A
Z P/A	1	0,67	0,69	0,6
Z T/A	0,67	1	0,09	-0,04
Z P/T	0,69	0,09	1	0,94
Z IMC/A	0,6	-0,04	0,94	1

Si on se réfère aux seuils fixés par l'OMS en 1995, concernant l'évaluation du statut nutritionnel d'une population donnée, L'examen des valeurs des Z scores obtenus chez les enfants de la présente étude montre que :

- 6 soit 4% des enfants présentent une **Insuffisance pondérale (Z P/A <-2)**, dont 2 soit 1,3% souffrent d'une forme sévère (**Z ≤-3**).
- 18 soit 12% des enfants souffrent d'un **Retard de croissance (Z T/A<-2)**, dont 3,3% affichent un retard de croissance sévère (**ZT/A ≤ -3**).
- 4 soit 2,7% des enfants recrutés souffrent d'une **émaciation (Malnutrition aigue) (Z P/T <-2)**.
- 13 soit 8,7 % des enfants présentent une **Surcharge pondérale (Z IMC/A ≥ 2)**

- 1 seul enfant soit 0,7% présentent une **obésité** ( $Z\ IMC/A \geq 3$ ).
- 5 soit 3,3% des enfants présentent une insuffisance pondérale avec un retard de croissance ( $Z\ P/A < -2$ ) + ( $Z\ T/A < -2$ ).
- 2 soit 1,3% des enfants présentent une forme légère de déficit pondérale et de retard de croissance ( $Z\ P/A < -2 > -3$ ) + ( $Z\ T/A < -2 > -3$ ).
- 3 soit 2% des enfants présentent une insuffisance pondérale avec un retard de croissance sévère ( $Z\ P/A < -2$ ) + ( $Z\ T/A < -3$ ).
- 2 soit 1,3% des enfants présentent une insuffisance pondérale sévère avec un retard de croissance ( $Z\ P/A < -3$ ) + ( $Z\ T/A < -2$ ).

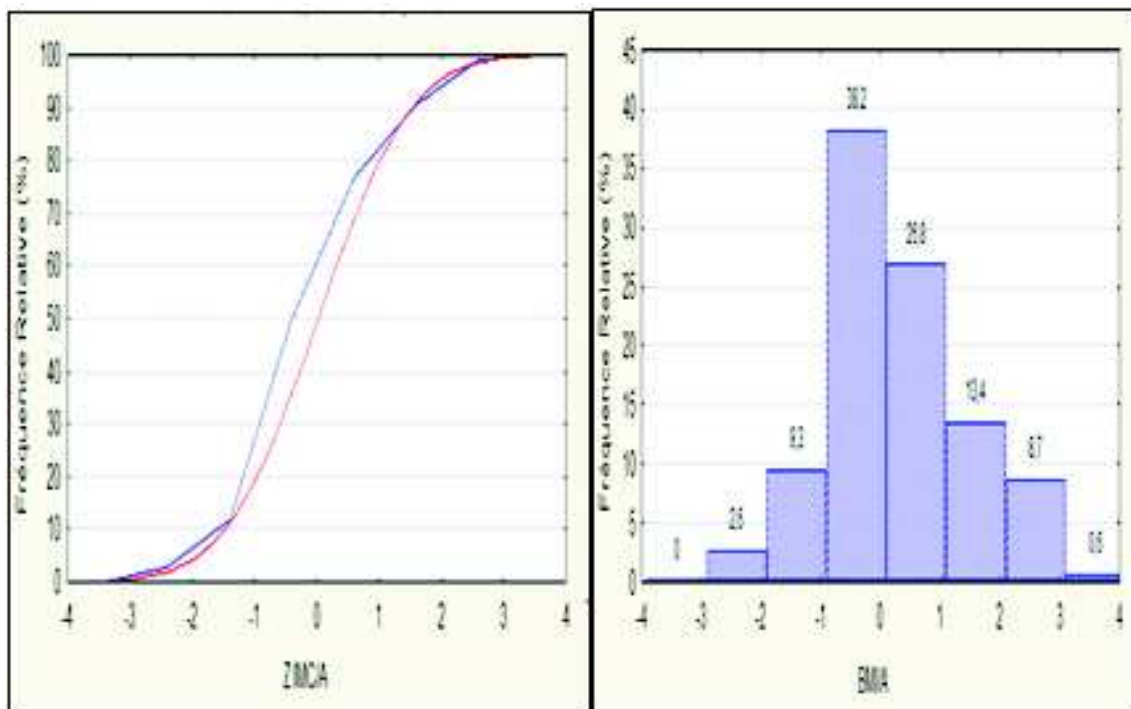


Figure 71: Prévalence des formes de malnutrition (protéino-énergétique) dans l'échantillon.

Afin de comparer les résultats obtenus lors de la présente étude avec ceux obtenus par d'autres auteurs, nous avons essayé de représenter dans le tableau n° 55, les fréquences des différentes formes de malnutrition observées lors de quelques enquêtes plus ou moins récentes effectuées sur des populations d'enfants Algériens issus de différentes régions, dont la tranche d'âge est de moins de 5 ans et qui utilisent la même technique d'évaluation du statut nutritionnel avec la présente étude en outre l'emploi des Z scores .

Tableau 55: Fréquences des différentes formes de malnutrition observée dans quelques enquêtes effectuées sur des populations d'enfants algériens de moins de 5ans

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

	Taille échantillon (enfants)	Tranche d'âge (mois)	Fréquence Insuffisance pondérale	Fréquence Retard de croissance	Fréquence de l'Emaciation	Fréquence du Surpoids de l'obésité
Enquête El Harrach (Chenikhar ; Chiheb, 2012)	150	6-59 mois	4,7%	6,7%	12,5%	14
Enquête Ziban Biskra (Fedala, 2012)	128	12-24mois	0	6,6%	0,8%	37,7%
Enquête (MSPRH, ONS et LEA, 2004)	3959	0-59mois	10,4%	19,1%	7,5%	NI
Enquête (MSP et INSP, 2001)	4107	0-59mois	6%	18%	2,8%	10,1%
Enquête (EDG, INSP, 2000)	4427	0-59mois	6%	18%	2,8%	NI
Enquete (UNICEF, 1996)	3825	0-59mois	12,8%	18,3%	8,9%	9,2%

La présente étude montre que le retard de croissance et le surpoids sont les types de malnutrition les plus répondus dans l'échantillon, cette constatation a été également observée chez les enquêtes précédentes (Tableau n° 54) ainsi qu'au Maroc (FAO, 2011) et en Tunisie (INN, 2000) sur la même tranche d'âge.

L'enquête Algérienne sur les objectifs de la fin décennie « santé mère et enfant » révèle que le surpoids affecte fréquemment les enfants issus des régions du centre et de l'est du pays (FAO, 2005). Selon (Grangaud *et al*, 1991), différents facteurs peuvent entrer en jeu pour la survenue de chaque type de malnutrition tel que les habitudes alimentaires, le taux d'analphabétisme, l'allaitement...etc.

La comparaison des taux de surpoids obtenu lors de l'enquête nationale munie par l'UNICEF en 1996 avec celui des enquête de l'INSP en 2001 et ceux obtenus lors des études ponctuelles récentes (Douibi *et* Oudjir, 2011 ; Chenikhar *et* Chiheb, 2012; Fedala, 2012), permet de révéler une légère augmentation du surpoids au sein des populations des enfants Algériens, cette émergence a été également signalé par la (Mekhancha-Dahel, 2005).

Si on s'intéresse aux différentes études réalisées en Algérie sur la même tranche d'âge d'enfant et qui utilisent la même technique d'appréciation de la malnutrition que la présente étude, on constate que la malnutrition par carence (chronique ou aigue) symbolisée par (l'insuffisance pondérale, émaciation, et le retard de croissance) reste d'actualité chez les enfants du préscolaire,

La fréquence du retard de croissance dans la présente étude est relativement faible si on la compare aux fréquences obtenues lors des enquêtes nationales Algériennes (Tableau n° 54) où le taux de retard de croissance variait entre 18% et 19,1%, par ailleurs il reste plus proche du taux obtenu au centre du pays où 10% des enfants de l'âge du préscolaire présentent un retard de croissance (INSP, 2001).

Par ailleurs la fréquence du retard de croissance est assez élevée dans la présente étude, en la comparant à celle observée par (Chenikhar *et* Chiheb, 2012 ; Fedala, 2012) où seulement 6% et 6,7% des enfants présentent une insuffisance de taille par rapport à leur âge respectivement.



Pour l'insuffisance pondérale la présente étude affiche que 4% des enfants présentent un faible poids par rapport à leur âge, ce taux reste faible si on le compare à celui observé lors de l'enquête d'El Harrach, et aux taux obtenus lors des enquêtes nationales Algériennes précédentes (Tableau n° 54) cependant il se rapproche du taux obtenu au centre du pays lors de l'enquête de l'**INSP** en 2001 où 3,8% des enfants présentent une insuffisance pondérale.

Concernant l'émaciation la présente étude montre des taux relativement faible par rapports aux taux évoqués lors des enquêtes d'El Harrach (**Chenikhar et Chiheb**, 2012), de Biskra (**Fedala**, 2012), cependant ce taux se rapproche des taux obtenus lors des enquêtes nationales (**INSP**, 2001 ; **EDG**, 2000)

La fréquence d'enfants présentant une surcharge pondérale est de 9,3%, cette fréquence se rapproche de celles obtenues lors des enquêtes de l'**UNICEF** en 1996 et par l'**INSP** en 2001.

D'autres travaux ont été effectués en Algérie et dont la technique d'appréciation du statut nutritionnel est différente de la présente étude, révèlent des fréquences de malnutrition assez variables, par exemple **Massen et al.** trouve en 2010 à Telemen, une fréquence de 10,2% de retard de croissance dans un échantillon de 1378 enfants âgés de 12 à 59mois, **Kechidi** trouve en 1998 lors d'une enquête menée sur 160 enfants âgés de 2 à 6 ans dans la région d'Alger et de Tizi -Ouzou une fréquence de retard de croissance de 13,1% et 11,9% de surpoids, cependant **Yahia** en 1994 trouve lors de son enquête menée dans la région de Ain-Taya sur un groupe de 330 enfants âgés de moins de 6 ans, 11,7% de retard de croissance et 2,7% de surpoids.

En ce qui concerne les travaux réalisés dans les pays comparables au notre, nous citons d'abord l'enquête nationale Marocaine sur l'état nutritionnel des Marocains (**FAO**, 2011), qui révèle que 23,1% des enfants du préscolaire Marocains présentent un retard de croissance, 10,8% de malnutrition aigue,13,3% de surpoids et 9,9% d'insuffisance pondérale.

Comme en Algérie et au Maroc, le retard de croissance et l'obésité sont les types de malnutrition les plus répondues chez les enfants Tunisiens de moins de 5 ans, cependant la fréquence de la malnutrition reste relativement faible en la comparant au Maroc et en Algérie avec 8,3% de retard de croissance, 3,8% d'insuffisance pondérale, et 4,5% de surpoids (**INN**, 2000).

La fréquence du retard de croissance et du surpoids reste élevée chez enfants des autres pays, le tableau n° 56 permet d'illustrer les fréquences des différents types de malnutrition obtenus lors de quelques enquêtes effectuées dans différents pays:

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

		Taille de l'échantillon (enfants)	Tranche d'âge	Fréquence insuffisance pondérale	Fréquence retard de croissance	Fréquence Emaciation	Fréquence Surpoids et obésité
Mali	(FAO, 2010)	5621	0-59mois	NI	19,3%	15,2%	26,7%
	(Bouvier <i>et al</i> , 1995)	491	0-60mois	11,3%	25%	12%	NI
Niger (Hassane, 1999)		100	12-60mois	NI	13%	NI	11%
Libye (ALCMHS, 1995)		4354	0-59mois	15,1%	4,7%	2,7%	NI
Soudan (FMH, CBS & UNICEF, 2001)		18043	0-59mois	40,7%	43,3%	15,7%	3,4%
Angola (Fernandes <i>et al</i> , 2013)		150	0-59mois	7%	22%	13%	NI
Malaisie (Sandjaja <i>et al</i> , 2013)		7211	0-59mois	24,05	32,2%	NI	4,4%
Guinée Bissau (Thorne <i>et al</i> , 2013)		872	0-59mois	3,7%	21,8%	9,4%	NI
Brazil (Alanderson <i>et al</i> , 2013)		NI	0-59mois	12,2%	NI	NI	6,6%
Inde (Samiran, 2009)		119	2-13ans	52,9%	46,9%	22,7%	NI

*Tableau 56: Fréquences de malnutritions observées lors de quelques enquêtes effectuées dans différents pays*

**VI.2.4.2 Prévalence de la malnutrition (P-E) selon le sexe**

Le tableau n° 57 nous renseigne sur les caractéristiques des distributions des valeurs des Z scores selon le sexe de l'enfant.

**Tableau 57: Caractéristiques de distribution des valeurs des Z scores selon le sexe**

	Sexe	Moyenne	Somme	Min	Max	Variance	Ecart-type	Test de normalité
Z P/A	Garçons	-0,172	-13,66	-3,56	3,54	1,32	1,15	N.S
	Filles	-0,170	12,11	-2,72	3,58	1,62	1,27	N.S
Z T/A	Garçons	-0,52	-41,73	-3,69	3,73	1,71	1,3	S.D
	Filles	-0,41	-29,6	3,24	4,61	2,05	1,43	N.S
Z P/T	Garçons	0,14	11,5	-2,16	2,81	1,1	1,05	N.S
	Filles	0,16	11,89	-2,14	3,32	1,63	1,28	N.S
Z IMC/A	Garçons	0,19	15,73	-2,22	3	1,02	1,01	N.S
	Filles	0,178	12,64	-2,61	3,26	1,59	1,26	N.S

Les figures (de 73 à 80) permettent d'illustrer les distributions des valeurs des Z scores chez les deux sexes :

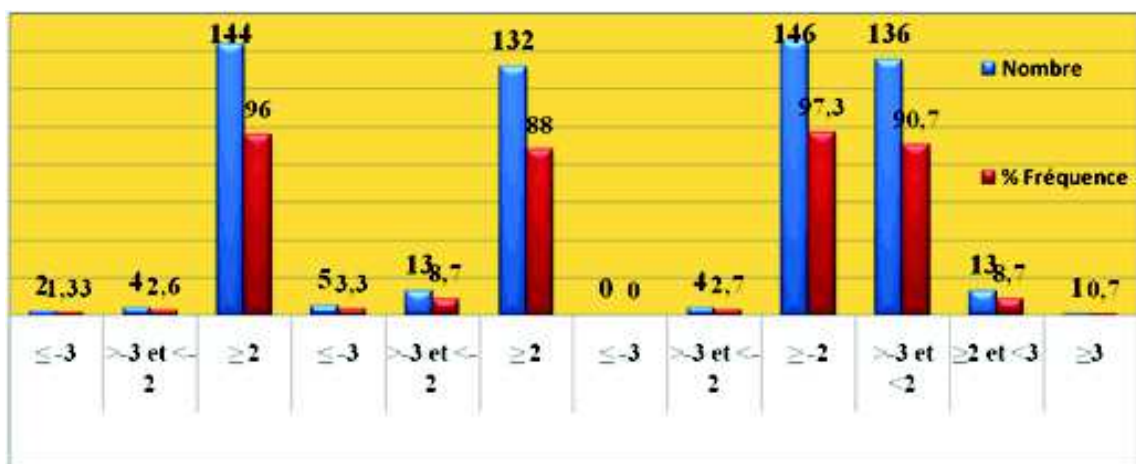


Figure 72: Distribution des valeurs des Z score P/A chez les garçons.

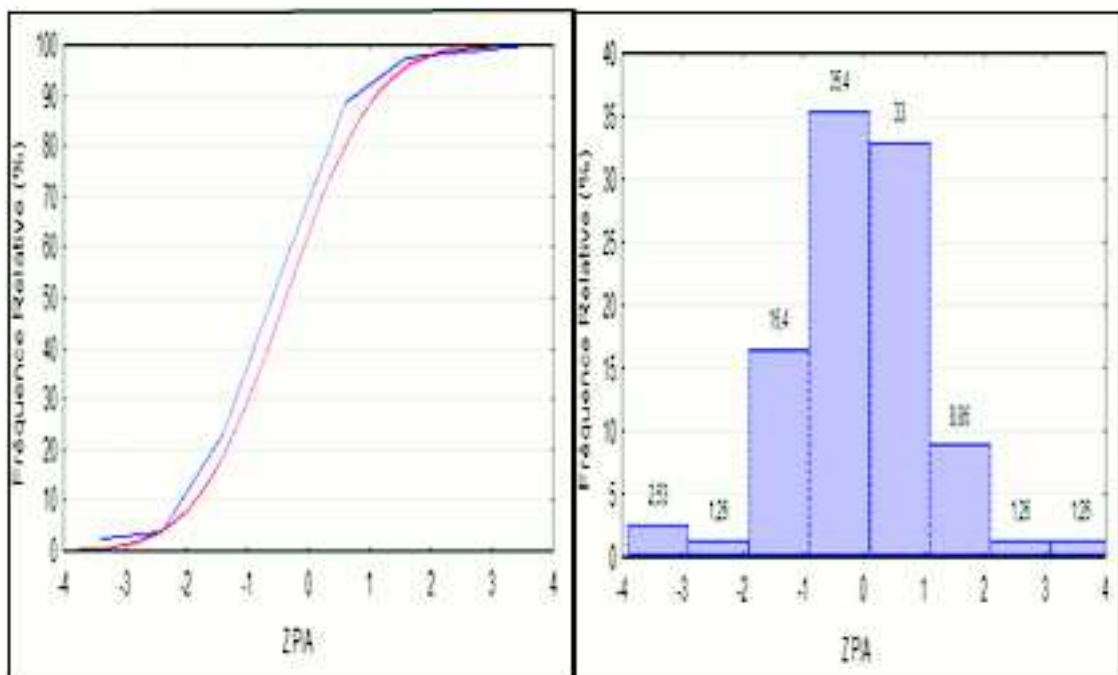


Figure 73: Distribution des valeurs des Z score P/A chez les filles.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

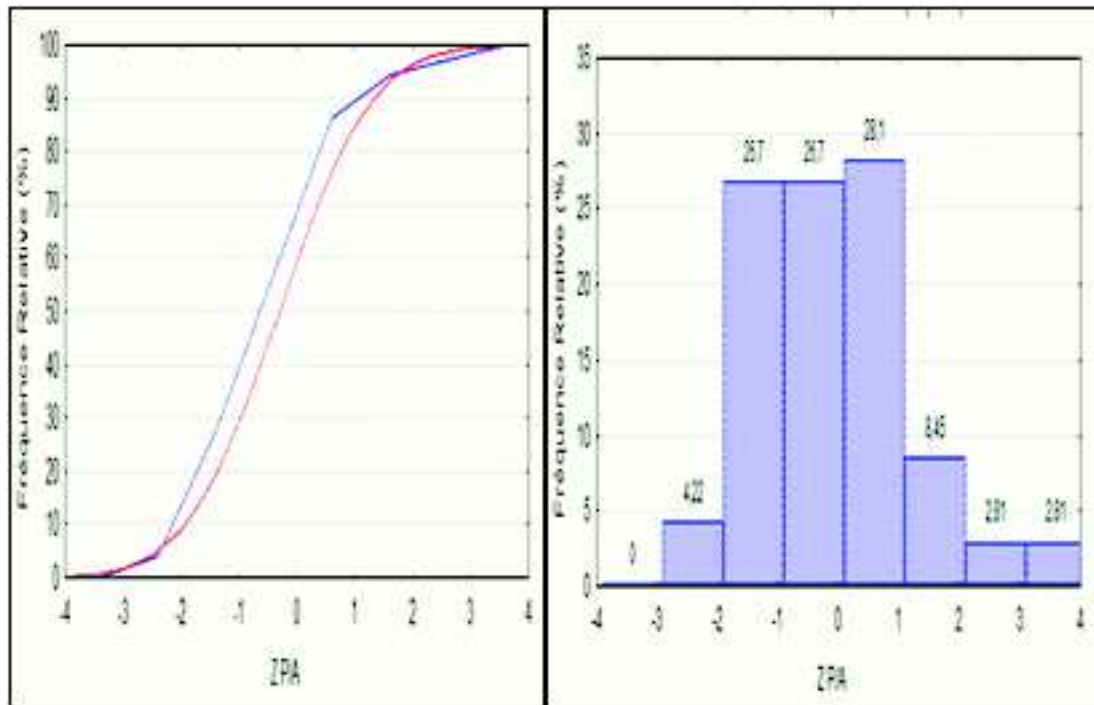


Figure 74: Distribution des valeurs des Z T/A score chez les garçons.

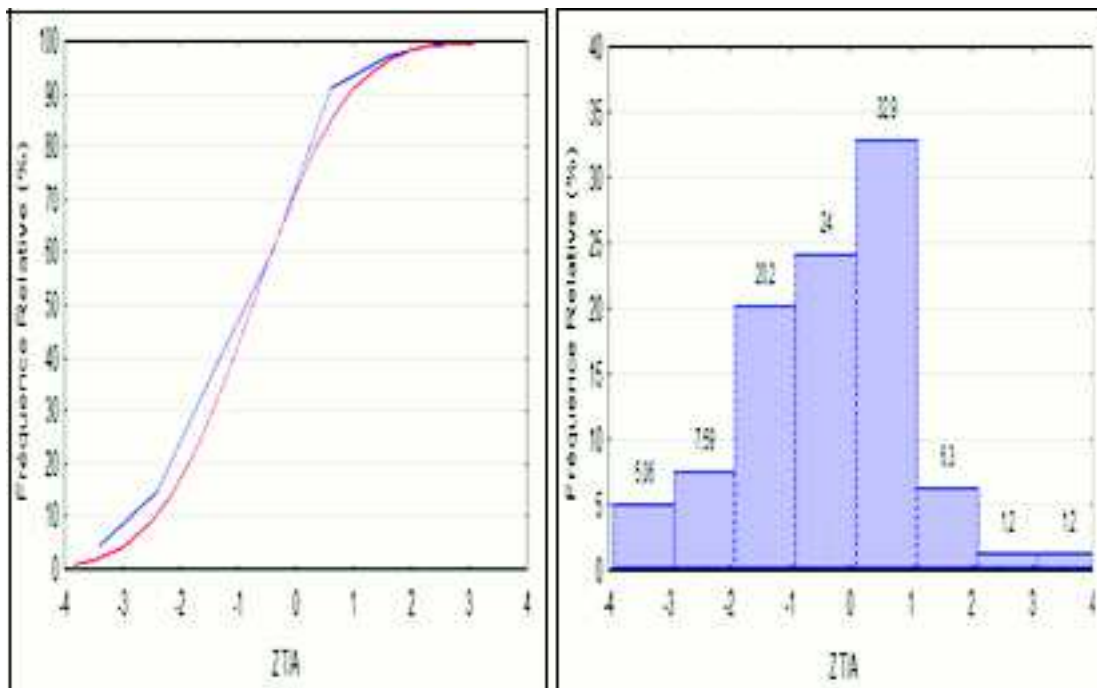


Figure 75: Distribution des valeurs des z score Z T/A chez les filles.

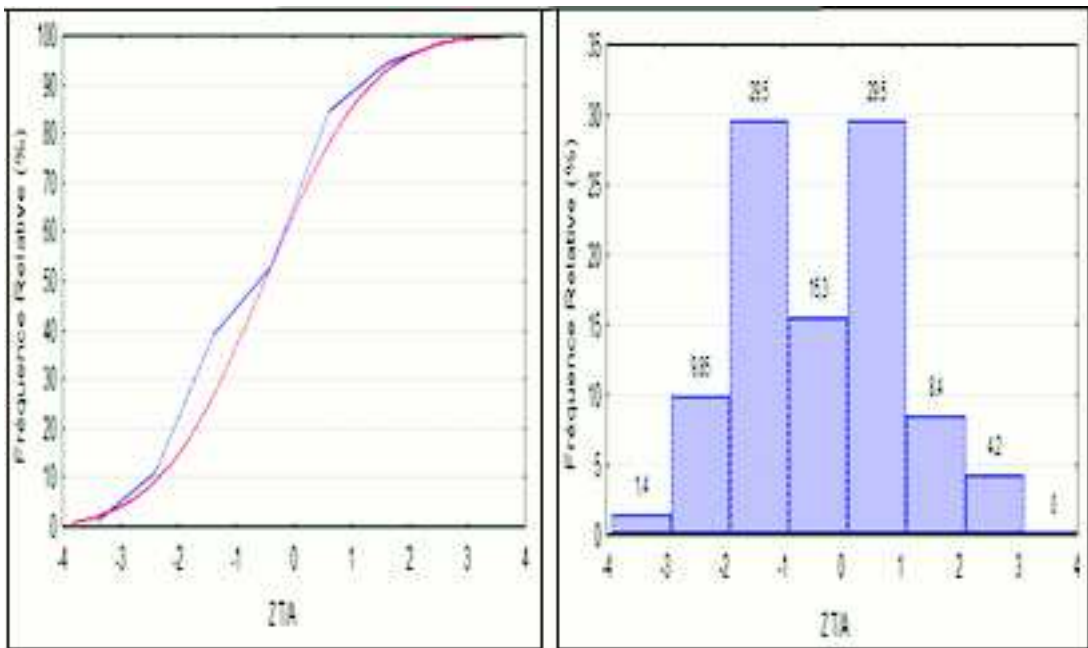


Figure 76: Distribution des valeurs des Z score (Z IMC/A) chez les garçons.

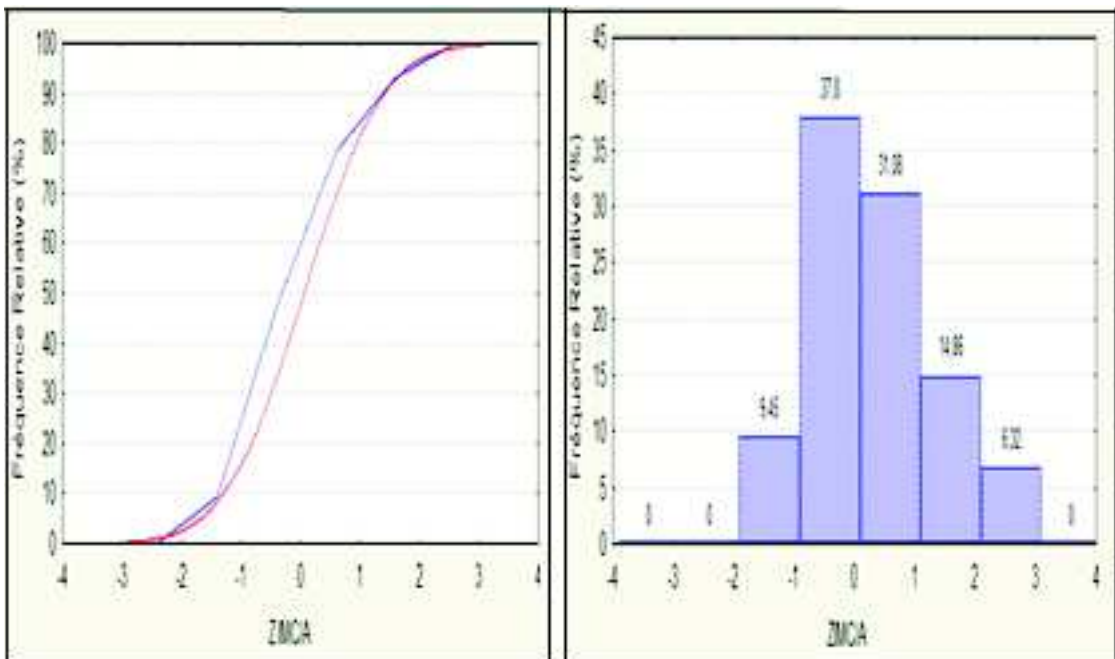


Figure 77: Distribution des valeurs des Z score (IMC/A) chez les filles.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

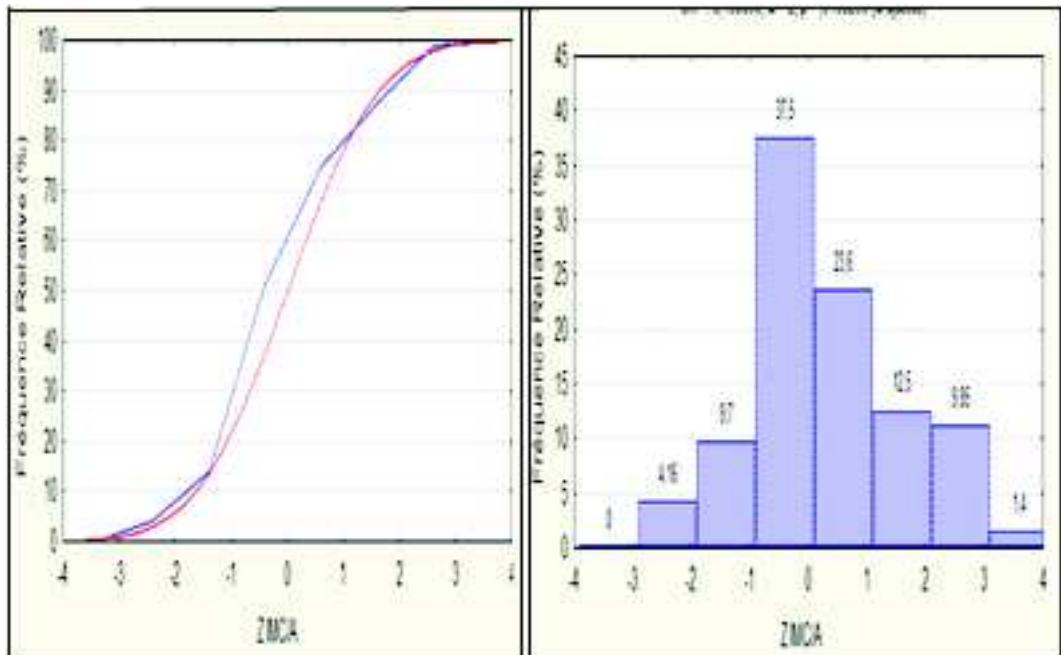


Figure 78: Distribution des Z scores P/T chez les garçons.

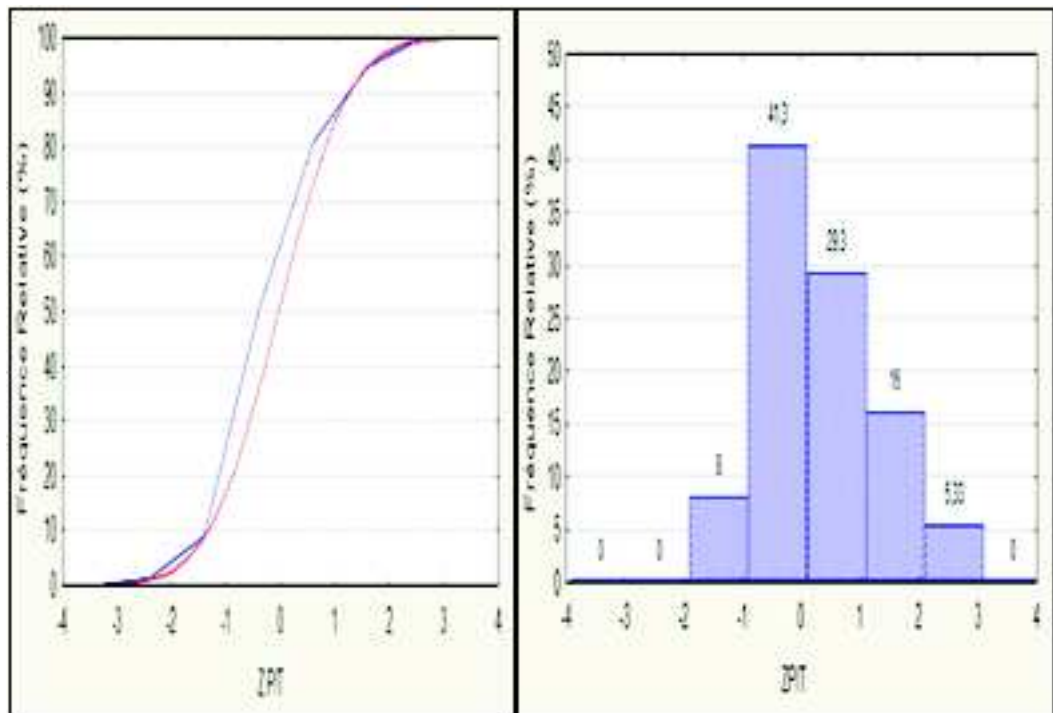


Figure 79: Distribution des Z scores P/T chez les filles.

L'examen des données des Z scores en fonction du sexe des enfants, révèle que la fréquence de la malnutrition est relativement élevée chez les filles.

La présente étude révèle l'absence de la malnutrition aiguë ( $Z P/T < -2$ ) chez les garçons et d'autre part, des fréquences élevées de filles souffrant d'un retard de croissance ( $Z T/A < -2$ ) (14,08%) et de surpoids ( $Z T/A > 2$ ) (11,26%) (Fig. 81), cependant, aucune différence significative n'est observée entre le sexe et la fréquence de la malnutrition sauf pour

l'émaciation où sa fréquence est significativement élevée chez mes filles par rapport aux garçons (Tableau n° 58).

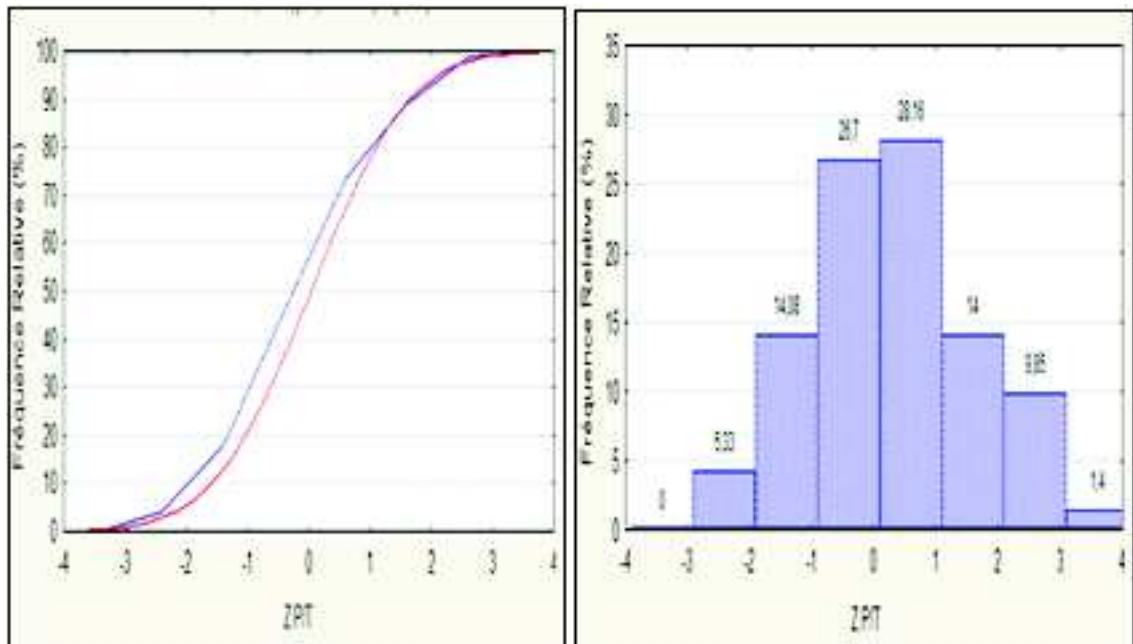


Figure 80: Prévalence des formes de la malnutrition protéino-énergétique en fonction du sexe de l'enfant.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

	$\Sigma$ rangs garçons	$\Sigma$ rangs Filles	U	$\chi^2$	P ( $\chi^2$ )	P (U)
Z P/A	6052	5273	2717			0,74
Z T/A	6028	5296	2740,5			0,8
Z P/T	5968	5256	2800			0,28
ZIMC/A	6030	5295	2739			0,8
Liaison * Fréquence Insuffisance pondérale et sexe				0,61	0,23	
Liaison Fréquence Retard de croissance et sexe				0,36	0,34	
Liaison * Fréquence malnutrition aigue et sexe *				5,66	0,01	
Liaison * Fréquence surpoids, obésité) et sexe				2,73	0,18	

*Tableau 58: Analyse statistique de la fréquence de la malnutrition (P-E) en fonction du sexe de l'enfant :*

La présente enquête montre que le sexe n'est pas significativement lié aux fréquences du retard de croissance, de l'insuffisance pondérale, et du surpoids.

La plupart des études ponctuelles effectuées en Algérie signalaient que la malnutrition affectait à égalité les garçons et les filles (**UNICEF**,1996 ; **INSP**,2001 ; **Chenikhar et Chiheb**, 2012 ; **Fedala**, 2012), d'autres enquêtes effectuées au Maroc par (**El Hioui et al**, 2009) et au Soudan par (**Mahgoub et al**, 2012) démontrent que le sexe n'est pas un facteur de risque de l'apparition de la malnutrition protéino-énergétique chez les enfants de bas âge, ces auteurs rapportent qu'à un âge de moins de 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, cependant peu d'études permettant d'expliquer l'élévation significative de l'émaciation chez les filles que chez les garçons, dans la présente étude, des enquêtes Tunisiennes assez récentes effectuées sur des jeunes filles montrent des fréquences élevés de l'émaciation de l'ordre de 13,8% dans la région sud du pays (**Chaatani et al**, 2012), d'autres études plus anciennes menées en Inde sur des enfants du préscolaires montraient des prévalences significativement élevées de la maigreur chez les filles par rapport aux garçons (**Dasgupta**,1987)

#### **VI.2.4.3 Malnutrition Protéino-énergétique (MPE) selon l'âge**

Les figures (de 82 à 88) nous renseigne sur les différentes distributions des Z scores chez les enfants selon leur âge :



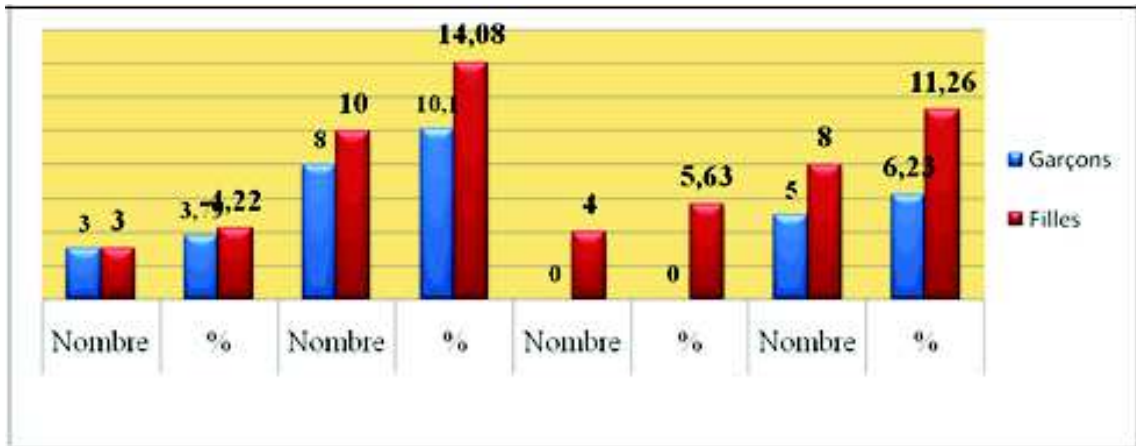


Figure 81: Distribution des Z scores P/A (Age≤24mois).

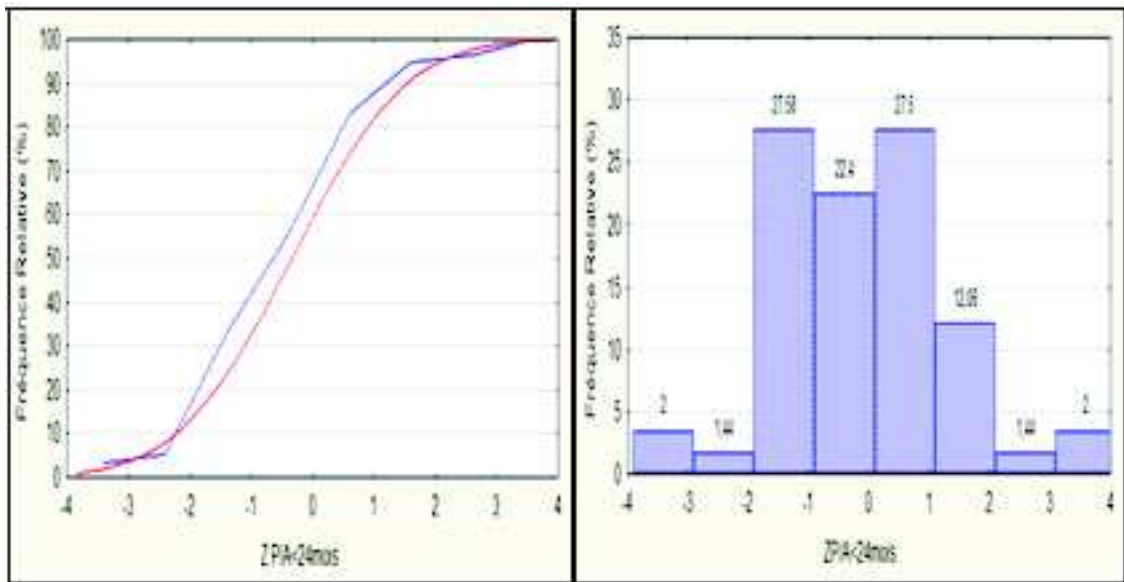


Figure 82: Distribution des valeurs des Z T/A (enfants ≤24mois).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

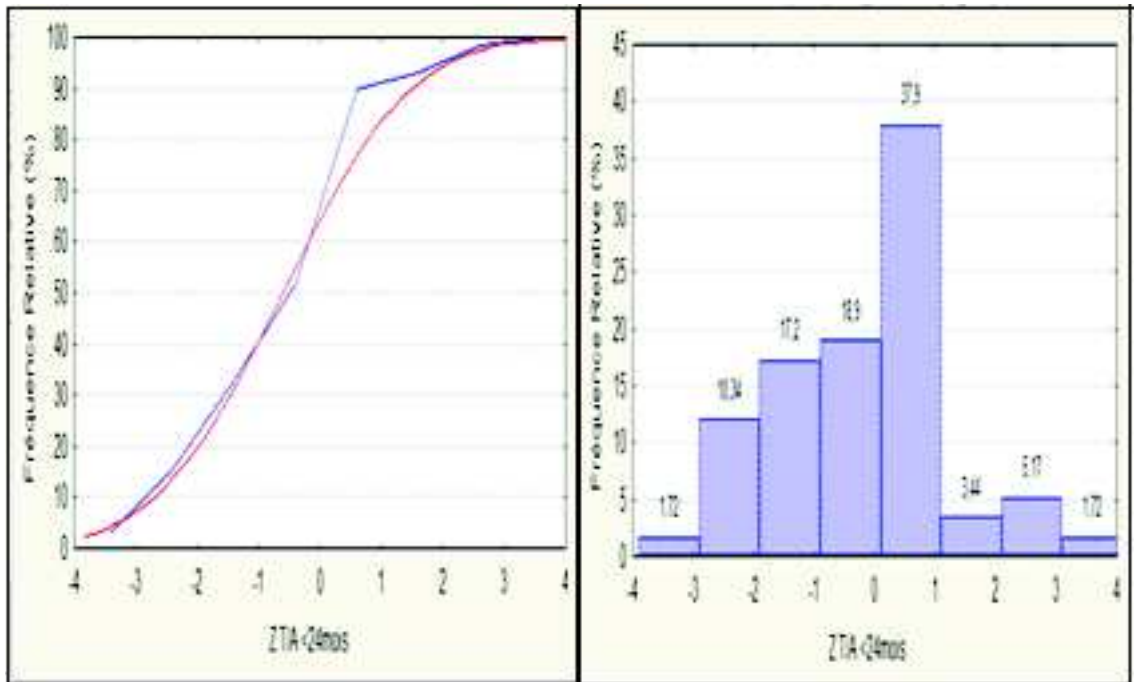


Figure 83: Distribution des valeurs des Z IMC/A (enfants mois).

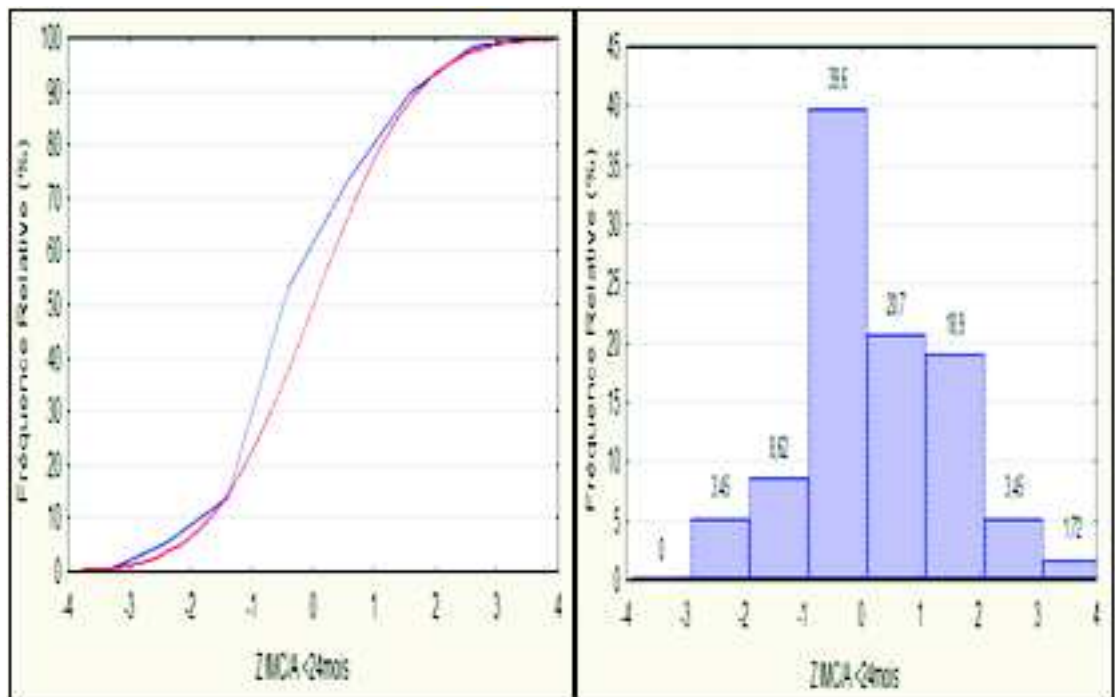


Figure 84: Distribution des Z scores P/T (Enfants <24mois).

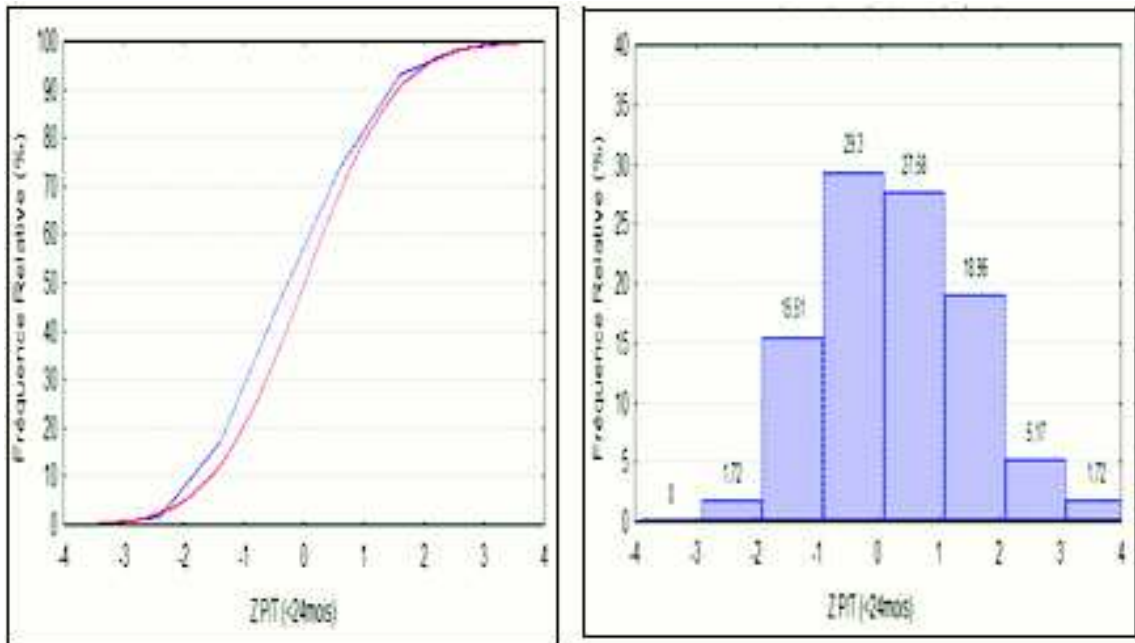


Figure 85: Distribution des Z scores P/A (Enfants >24mois).

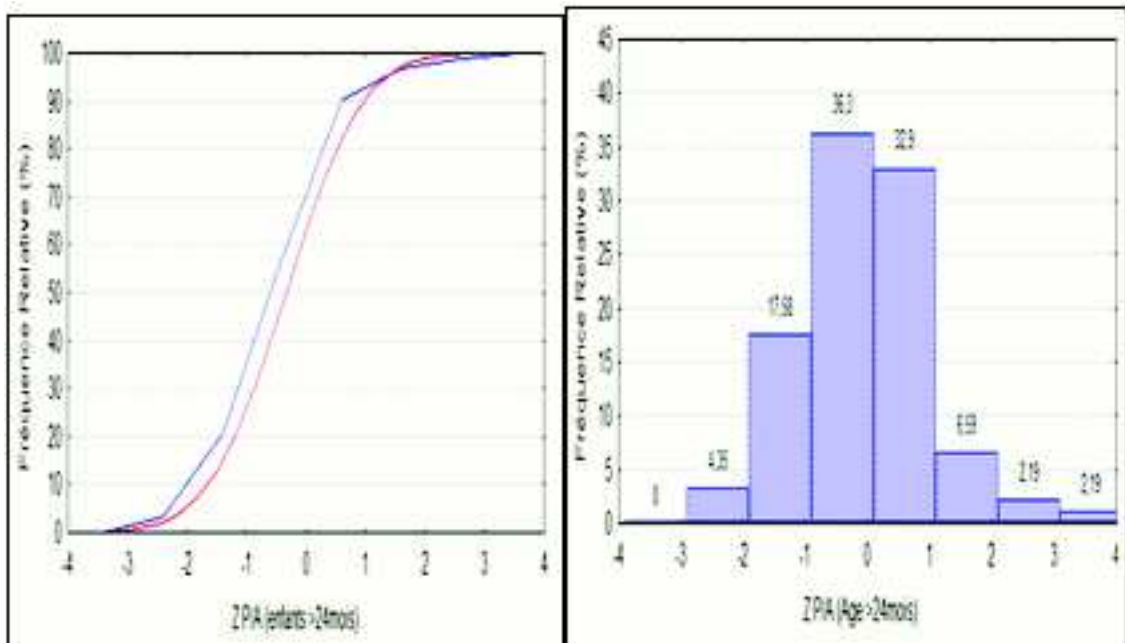


Figure 86: Distribution des Z scores T/A (enfants >24mois).

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**

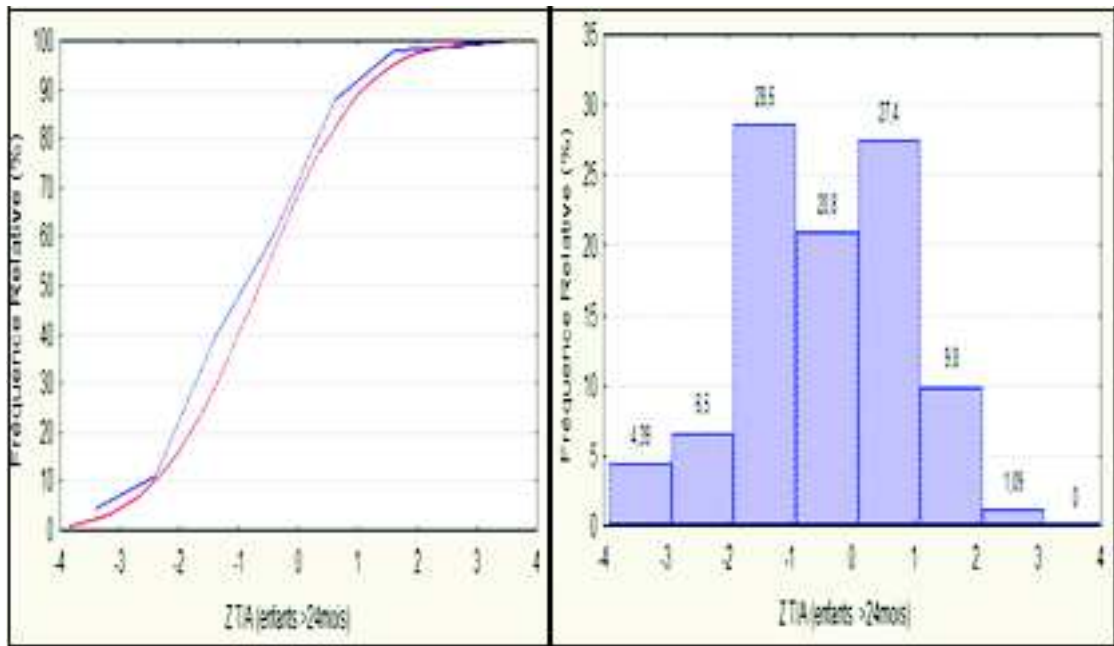


Figure 87: Distribution des Z P/T (enfants >24mois).

La répartition des enfants malnutris en fonction de leur âge montre des fréquences élevées d'insuffisance pondérale, d'émaciation et de surpoids chez les enfants âgés de plus de 2 ans, par ailleurs le retard de croissance est plus fréquent chez les enfants de moins de 24 mois (Fig. 89).

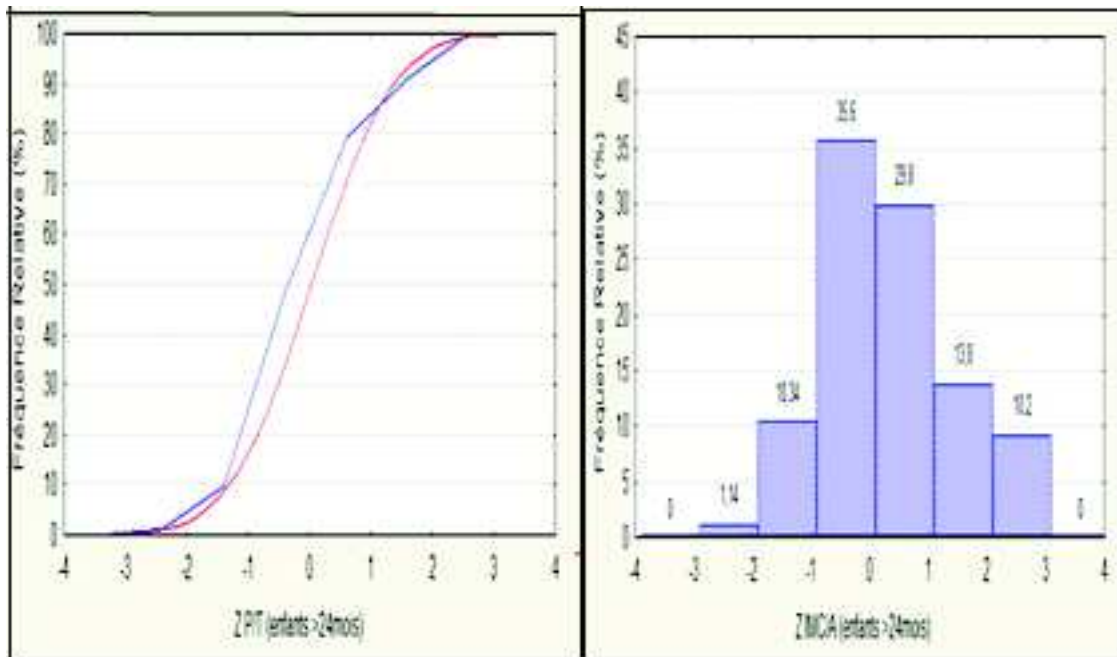


Figure 88: Prévalence des formes de malnutrition en fonction de l'âge.

Le test de Man Whitney et le test de l'indépendance du Khi 2 n'indique cependant aucun lien significatif entre l'âge et la fréquence de malnutrition (Tableau n°59).

	$\Sigma$ rangs Enfants (Age $\leq$ 24mois)	$\Sigma$ rangs Enfants « Age > 24mois »	U	$\chi^2$	P ( $\chi^2$ )	P (U)
Z P/A	4140	7184	2431			0,58
Z T/A	4279	7046	2293			0,27
Z P/T	3965	7360	2534			0,88
ZIMC/A	4043	7282	2529			0,87
Liaison (Fréquence Insuffisance pondérale et Age)				0,46	0,53	
Liaison (Fréquence de Retard de croissance et Age)				2,42	0,11	
Liaison Fréquence de malnutrition aigue et Age				1,91	0,16	
Liaison (Fréquence du surpoids et Age)				0,72	0,39	

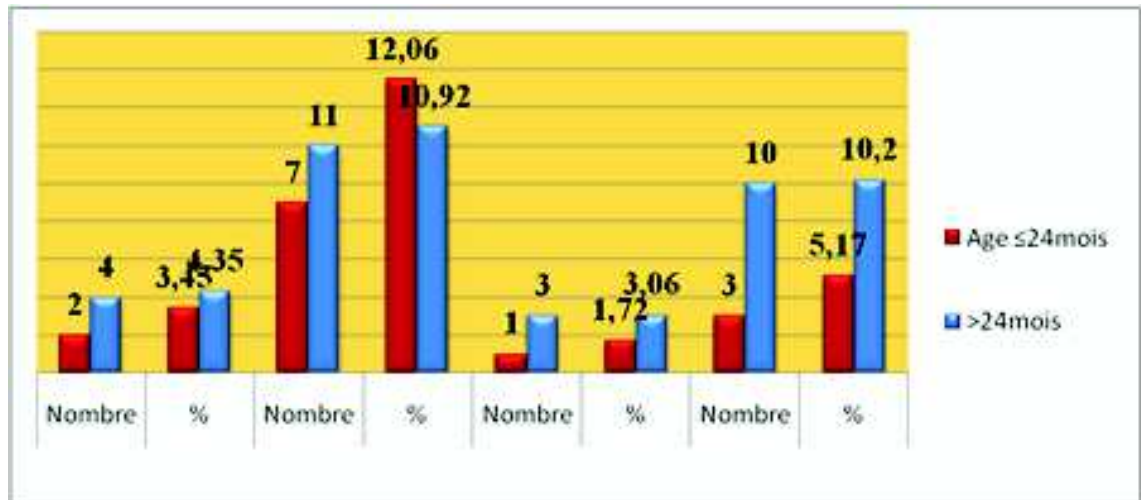
Tableau 59: Analyse statistique de la malnutrition protéino-énergétique selon l'âge

Nombreuse études tel que celles menées par (**Fitzroy et al**, 2004 ; **El Mouzan et al**, 2010) démontrent que la malnutrition sévit essentiellement chez les enfants de moins de 5 ans cependant, celle-ci varie selon ces mêmes études de manière indépendante selon l'âge et le sexe de l'enfant. Cette constatation a été également observée lors de l'enquête précédente d'El Harrach (**Chenikhar et Chiheb**, 2012) et celle d'**El Hiou i** (2009) au Maroc où aucun lien significatif n'a été observé entre la fréquence de la malnutrition et l'âge de l'enfant.

#### VI.2.4.4 Liaison Malnutrition proteino-énergétique et anémie par carence martiale

La figure n° 90 nous renseigne sur la répartition du nombre ainsi que la fréquence de chaque forme de la malnutrition selon que les enfants répondent ou non aux critères fixés de l'anémie ferriprive.

**Prévalence de l'anémie ferriprive et de la malnutrition protéino-énergétique chez un groupe d'enfants âgés de 6 mois à 5 ans en bonne santé apparente recrutés dans deux centres sanitaires de la Daïra d'El Idrissia (Wilaya de Djelfa)**



*Figure 89: Prévalence des différentes formes de la malnutrition en fonction de la présence ou l'absence de l'anémie ferriprive.*

L'analyse des données des Z scores chez les enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive et celles des enfants qui ne répondent pas aux critères fixés de l'anémie ferriprive ne montre aucun lien significatif classique entre la malnutrition globale (retard de croissance, insuffisance pondérale et émaciation, surpoids) et la fréquence de l'anémie ferriprive, cette constatation a été observée sur des échantillons dont la taille est assez proche de celui de notre enquête (**De Silva et al**, 2003 ; **El Hioui**, 2009) (Tableau n° 60).

	$\Sigma$ rangs d'enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive	$\Sigma$ rangs d'enfants qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive	U	P (U)	$\chi^2$	P ( $\chi^2$ )
Z P/A	2395,5	8229	1834	0,66		
Z T/A	2441,5	8883,5	1880,5	0,82		
ZP/T	2452	8873	1891	0,85		
Z IMC/A	2499,5	8825,5	1922,5	0,97		
Liaison retard de croissance et anémie ferriprive					2,24	0,20
Liaison insuffisance pondérale et anémie ferriprive					1,1	0,75
Liaison émaciation et anémie anémie ferriprive					1,75	0,28
Liaison surpoids et anémie ferriprive					0,92	0,76

Tableau 60: Analyse statistique du l'état nutritionnel des enfants selon la présence ou l'absence de l'anémie ferriprive

## CONCLUSION GENERALE

Au terme de ce travail, il se dégage que l'anémie ferriprive et la malnutrition protéino-énergétique sont de réels problèmes de santé chez les enfants du préscolaire d'El Idrissia .

Dans cette région, l'anémie apparait moins fréquente et d'intensité modérée si on la compare aux estimations de l'OMS et aux résultats obtenus lors des enquêtes nationales avec une prévalence de 24%.

Les résultats obtenus, suggèrent que l'anémie est paradoxalement moins fréquente dans cette région agropastorale, et son étiologie est attribuée en grande partie à la carence en fer (61%), l'âge et le prolongement de l'allaitement exclusif sont les principaux facteurs de risque de développement de la carence martiale. Une étude approfondie est donc nécessaire a fin de distinguer les facteurs qui interviennent dans l'amélioration de l'état nutritionnel en fer dans cette zone.

Le déficit staturo-pondéral et l'excès du poids sont encore considérables ; en effet le retard de croissance et le surpoids touchent respectivement 12% et 9,3% de ces enfants. Concernant l'insuffisance pondérale elle affecte 4% des enfants alors que l'émaciation n'en touche que 2,7%



# Références bibliographiques

- ABDELHAK NAJIB**, 2010. L'anémie au Maroc: des mesures d'urgences. *Maroc Hebdo International*, n.891, p52.
- ABELY M.**, 2005. Mécanismes de la dénutrition chez l'enfant et l'adolescent. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, vol.19, n.4.
- ABIDOYE R.O., OSIBOGUN A.O., ODUWOLE M.D.**, 1997. Assesment of haemoglobin level of the infants attending government clinics in sagamu, Lagos-Environs, Nigeria. *Nutrition Research*, vol.17, n.4, p.p. 581-589.
- ADDISON G., BEAMISH M.R., HALES C. N., HODKINS M., JACOBS A.**, 1972. An immuniradiometric assay for ferritine in the serum of overload. *J. Clin. Pathol.*, n.25, p.p. 326-329.
- AGGET, P.J. AGOSTONI, C. AXELSSON, I. BRESSON, J-L. GOULET, O. HERNELL, O. KOLETZKO, B. LAFEVER, HL. MICHAELSEN, KF. MICHELI, J-L. RIGO, J. SZAJEWSKA, H. WEAVER, LT.**, 2002. Iron Metabolism and Requirements in Early Childhood: Do We Knowenough? A Commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 34:337–345.
- ALANDERSON A RAMALHO, SAULO AS MANTOVANI, BRENO M DELFINO, THASCIANY M PEREIRA, ANTONIO C MARTINS, HUMBERTO OLIART-GUZMÁN, ATHOS M BRÃNA,FERNANDO LCC BRANCO, RHANDERSON G CAMPOS, ANDRÉIA S GUIMARÃES, THIAGO S ARAÚJO, CRISTIELI SM OLIVEIRA, CLÁUDIA T CODEÇO, PASCOAL T MUNIZ AND MÔNICA DA SILVA-NUNES** , 2013. Nutritional status of children under 5 years of age in the Brazilian Western Amazon before and after the Interoceanic highway paving: a population-based study. *BMC Public Health* , 13:1098.
- ALMCHS**,1995. *Arab Project for Children. Libyan Mother and Child Health Survey 1995. PAPCHILD Survey.* Arab League Mother and Child Survey. League of Arab Nations, General People's Committee for Health and Social Security.
- ALLAIS C.**, 2011.Carence martiale et troubles cognitifs chez l'adolescent, Thèse de doctorat. *Université de Paris descartes*, Paris.
- AL-MEKHLAFI M. HESHAM, SURIN JOHARI, ATIYA A. S., ARIFFIN W. A., MOHAMMED MAHDY A. K., CHE ABDULLAH H.**, 2008. Anaemia and iron deficiency anaemia among aboriginal schoolchildren in rural Peninsular Malaysia: an update on a continuing problem. *Transactions of the royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*; 102:1046-1052.
- AL-SALEH I., AL-DOUSH I.**, 1998. Survey of trace elements in household and bottled drinking water samples collected in Riyadh, Saudi Arabia. *The Science of the Total Environnement*; 216:181-192.
- ANDELMAN MB, SERED BR.**, 1966. Utilization of dietary iron by term infants. A study of 1,048 infants from a low socioeconomic population. *Am J Dis Child.*;111(1):45–55.

- ANDERSON GJ, FRAZER DM, MCKIE AT, VULPE CD, SMITH A.**, 2005. Mechanisms of haem and non-haem iron absorption: lessons from inherited disorders of iron metabolism. *Biometals*, n.18, v.4, p.p.339–348.
- ANDREWS NC.**, 1999. Disorders of iron metabolism [published erratum appears in *N Engl J Med* 2000 Feb 3; 342(5):364]. *N Engl J Med*;341(26):1986-1995.
- ANDREWS NC.**, 2000. Disorders of iron metabolism. *N Engl J Med*, n.5, p.p.342-364.
- ANTUNES HENEDINA, SANTOS CRISTINA, CARVALHO SUSANA, GONÇALVES SÓNIA, COSTA-PEREIRA ALTAMIRO**, 2012. Male gender is an important clinical risk factor for iron deficiency in healthy Infants. *e-SPEN Journal*;7: 219-222.
- ATANDA HL., BON JC., FORCE-BARGE P., PORTE J., RODIER J.**, 1997. Contribution à l'étude de la prévalence de l'anémie chez l'enfant en milieu tropical. *Med Afr Noire* ; 44 :1-5.
- BAEHLER P., BAENZIGER O., BELLI D., BRAEGGER C.**, 2008.Recommandations pour l'alimentation du nourrisson. *Pediatrica*, vol.19, n.1.
- BALHANI M.**, 1992. Hématologie collections des cours en médecine sous la direction du professeur BALHANI M., 1992.
- BENITO P. et MILLER D.**, 1998. Iron absorption and bioavailability: an update review. *Nutrition Research*, n.18, p.p. 581-603.
- BERISTAIN-MANTEROLA ROSALIA, PASQUETTI-CECCATELLI ALBERTO, MELÉNDEZ-MIER GUILLER MO, SÁNCHEZ-ESCOBARA OLGA ANDREA, CUEVAS-COVARRUBIAS SERGIO ALBERTO**, 2010. Evaluation of iron status in healthy six-month-old infants in Mexican population: Evidence of a high prevalence of iron deficiency. *The European Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*; 5: 37-39.
- BERNARD J.**, 1996. Hématologie. Paris. Abrégé Masson.
- BERNARD J., LEVY J. P., VARET B., CLAUREL J.P., RAIN J.D., SULTANT Y.**, 1998.Abrégés d'hématologie, 9ème édition, Paris : Manson.
- BERNARD J., BRABIN.,ZULFIQUARALI P.,FRANCINE V.**, 2001.Iron deficiency Anemia : Reexamining the Nature and Magnitude of the public Health Problem.American society for Nutritional Sciences 636S.13p.
- BEYNE-RAUZY O.**, 2009. Anémie inflammatoire : physiopathologie et prise en charge. La revue de médecine interne, 30S, p.p.311-314.
- BITAM A.**, 1999. Impact de la supplémentation en fer et en acide folique sur le statut martial des femmes enceintes au 6ème mois de la grossesse et répercussion sur celui des nouveau-nés à l'âge de 6 mois. Mémoire Magister, *E.N.S.A*, El Harrach, Algérie, 122 p.
- BITEW FIKREWOLD H., TELAKE DANIEL S.**, 2010.Undernutrition among Women in Ethiopia. *Demographic and Health Research*, No. 77, 31p.
- BOCQUET A., BRESSON J. L., BRIEND A., CHOURAQUI J. P., DARMAUN D., DUPONT C., et al**, 2003.Alimentation du nourrisson et de l'enfant en bas âge : Réalisation pratique. *Archives de pédiatrie*, 10 : 76-81.
- BOUVIER PAUL, PAPART JEAN-PIERRE, WANNER PHILIPPE, PICQUET MICHEL, ROUGEMONT ANDRE**, 1995.Malnutrition of children in Sikasso (Mali): Prevalence and socio-economic determinants. *Soz Paraventimed*, 40: 27-34.

- BRABIN Bernard J., PREMJI Zulfiqarali, VERHOEFF Francine**, 2001. Iron-Deficiency Anemia: Reexamining the Nature and Magnitude of the Public Health Problem: An Analysis of Anemia and Child Mortality. *American Society for Nutritional Sciences*, n 131, p.p 636-648.
- BRADLEY CK, HILLMAN L, SHERMAN AR, LEEDY D, CORDANO A.**, 1993. Evaluation of two iron-fortified milk-based formulas during infancy. *Pediatrics*; 91(5):908 -914.
- BRISSOT P., WRIGHT TL., MA WL., WEISIGER RA.**, 1985. Efficient clearance of non-transferrin-bound iron by rat liver. Implications for hepatic iron loading in iron overload states. *J. Clin. Invest.*, n.76, vol.4, p.p.1463-1470.
- BROOKER S, PESHU N, WARN PA, MOSOBO M, GUYATT H, MARSH K, SNOW RW**, 1999. Epidemiology of hookworm infection and its contribution to anemia among preschool children on the Kenyan coast. *Trans Royal Soc Trop Med Hyg* 93: 240–246.
- BRUCE COGILL**, 2003. Guide de Mesure des Indicateurs Antropométriques. *Food and Nutrition Technical Assistant*. Washington, 86p.
- BUTTE NANCY F., FOW MARY KAY, BRIEFEL RONETTE R., SIEGARIZ ANNA MARIA, DWYER JOHANNA T., DEMING DENISE M., REIDY KATHLEEN C.**, 2010. Nutrient intakes of US infants, toddlers, and preschoolers meet or exceed dietary reference intakes. *Journal of the American Dietetic Association*, vol.110,n.12, p.p.27-37.
- CACHET FRANÇOIS, DIEZI MANUEL, POPOVIC MAJA BECK**, 2012. Carence en fer sans anémie chez l'enfant et l'adolescent : un traitement intraveineux est-il indiqué ? justifié ? : revue systématique de la littérature, propositions d'investigations et de traitement. *Paediatrica*, vol.23, n.2, p.p. 32-41.
- CADET E., GADENNE M., CAPRON D., ROCHETTE J.**, 2005. Données récentes sur le métabolisme du fer : un état de transition. *La revue de médecine interne*, n.26, p.p. 315-324.
- CALIS JC., PHIRI KS., FARAGHER EB.**, et al., 2008. Severe anemia in Malawian children. *NEJM*; 358: 888-899.
- CANONNE-HERGAUX F., ZHANG AS., PONKA P., GROS P.**, 2001. Characterization of the iron transporter DMT1(NRAMP2/DCT1) in red blood cells of normal and anemic mk/mk mice. *Blood*, n.98, vol.13, p.p.3823-3830.
- CAPOZZI L, RUSSO R, BERTOCCO F, FERRARA D, FERRARA M.**, 2010. Diet and iron deficiency in the first year of life: a retrospective study. *Hematology*;15(6):410-413.
- CARVALHO AG, LIRA PI, BARROS MDE F, ALESSIO ML, LIMA MDE C,
- CARBONNEAU MA, et al.**, 2010. Diagnosis of iron deficiency anemia in children of northeast Brazil. *Rev Saude Publica*; 44(3):513-9.
- CHAATANI SANA, CHAATANI Wafa, SAID MOHAMED, SOUISSI NIZAR**, 2012. Prévalence du déficit statur pondéral chez les jeunes filles tunisiennes des régions Nord et Sud. *Antropo*, 28 :55-62
- CHAULIAC M., MASSE-RAINBAULT A.M.**, 2010. L'enfant en milieu tropical. Revue du centre international de l'enfance, n.181, p.p.1-81.

- CHENIKHAR NORA, CHIEB HADJIRA**, 2012. Contribution à l'étude de l'état nutritionnel d'un groupe d'enfants âgés entre 6 mois et 5 ans en bonne santé apparente, recrutés à El Harrach : Fréquence et analyse causale de l'anémie. Mémoire d'ingénieur, *E.N.S.A*, El Harrach, Algérie, 88 p.
- CISSE DJIBRIL**, 1997. Utilisation des Aliments de Complement dans la Lutte Contre L'anémie par Carence en Fer chez les enfants au Sénégal : Etude de la biodisponibilité du fer, essais d'enrichissement et de supplémentation alimentaire. Thèse doctorat, *UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, Sénégal*, 145p.
- CNERNA-CNRS** ; 2001. Apports nutritionnels conseillés pour différents groupes de population : nourrissons, enfants et adolescents. In : apports nutritionnels conseillés pour la population française. 3e éd. Paris : *Ed. Tec et Doc*.
- COLOMB V.**, 2004. Malnutrition proteïn-calorique. In urgencies pédiatriques. Volume 1. Pathologies: Clinique, pathologies, strategies, gestes, sous la coordination de Philippe La Brune, Denis Oriot, Bernard La Brune, Gilbert Huault. Editions ESTEM.
- COULATE TOM P.**, 2009. Food : The Chemistry of Its components. *Royal society of Chemistry*, 446p.
- CRICHTON R.**, 2001. The importance of iron for biological systems. In: Chrichton R, editor. Inorganic biochemistry of iron metabolism. Chichester: John Wiley and Sons, p.17-48.
- CHRISTOFIDES A., SCHAUER C., ZLOTKIN SH.**, 2005. Iron deficiency and anemia prevalence and associated etiologic risk factors in First Nations and Inuit communities in northern Ontario and Nunavut. *Can J Public Health*; 96: 304-307.
- CODEX ALIMENTARIUS**, 1999. Norme codex pour les laits en poudre et la crème en poudre, 207-1999.4p.
- COOK J. D., FINCH C. A., SMITH N. J.**, 1976. Evaluation of the iron status of a population. *Blood*; 81: 449-455.
- CSAH (Comité Scientifique de L'alimentation Humaine)**, 1993. Apports recommandés en fer, 211p.
- CSAO (Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest) –CILSS (Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse sans le Sahel)**, 2008. Profil sécurité alimentaire : Mauritanie, 23p.
- DASGUPTA PARTHA AND RAY DEBRAJ**, 1987. Inequality as a determinant of malnutrition and unemployment: Policy. *The Economic Journal*; 97: 177-188.
- DALLMAN PR, LOOKER AC, JOHNSON CL, CARROLL M.**, 1996. Influence of age on laboratory criteria for the diagnosis of iron deficiency anaemia in infants and children. In: Hallberg L, Asp N-G, eds. Iron nutrition in health and disease. London, UK: John Libby & Co.;65-74.
- DEMMOUCHE A. et MOULESSEHOUL S.**, 2011. Anémie maternelle durant la grossesse et la supplémentation en fer. *Antropo*, n .24, p.p 21-30.
- DERMAN D. P., LYNCH S. R., BOTHWELL T. M., CHARATION R. W., TORRANCE J. P., BRINK B. A.**, 1978. Serum ferritin as an index of iron nutrition in rural and urban South African children. *Brit. J. Nutr.*; 39:383-389.

- DE SILVA, NR.**, 2003. Impact of mass chemotherapy in the morbidity due to soil transmitted nematodes. *Acta Trop*, n.86, p.p 197-214.
- DEWEY K.G., BEATON G., FIELD C., LONNERDAL B., REEDS P.**, 1996. Protein requirements of infants and children. Proceeding of the international dietary Energy Consultative Group. *European journal of Clinical Nutrition*, vol.50, p.p.119-147.
- DIAGNE I., FALL A. L., DIAGNE-GUEYE N. R., DEME-LY I., LOPEZ-SALL P., FAYE C. E., SARR M., CAMARA B., SOW H.D.**, 2010. Anémies hypochromes microcytaires en pédiatrie: fréquence et réponse au traitement martial. Etude chez les enfants suivis en ambulatoire au centre hospitalier national d'enfants Albert Royer de Dakar au Sénégal. *Journal de pédiatrie et de puériculture*, vol.23, p.p.119-124.
- DILLON JEAN-CLAUDE**, 2000. Nutrition et malnutrition chez l'enfant. *Antenna technologies*, p.p.1-18.
- DOMELLOF M. et al.**, 2002. The diagnostic criteria for iron deficiency in infants should be reevaluated. *Journal of Nutrition*; 132: 3680-3686.
- DOUIDICH M.**, 1998. Emploi, chômage et stratégies familiales au Maroc. *Population*, 6, 1185-1206.
- DUNCAN B , SCHIFMAN RB , CORRIGAN JJ JR , SCHAEFER C .**, 1985. Iron and the exclusively breast-fed infant from birth to six months. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* ; 4(3):421-425.
- DUGDALE AE.**, 2006. Predicting iron and folate deficiency anemia from standard blood testing: the mechanism and implications for clinical medicine and public health in developing countries. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 3:34.
- DUQUE X, FLORES-HERNANDEZ S, FLORES-HUERTA S, MÉNDEZ- RAMIREZ I, MUNOZ S, TURNBULL B, et al.**, 2007. Prevalence of anaemia and deficiency of iron, folic acid, ad zinc in children younger than 2 years of age who use the health services provided by the Mexican Social Security Institute. *BMC Public Health*;7:345.
- ELALFY MOHSEN S., HAMDY AHMED M., ABDEL MAKSOUD SAHAR S., ABDEL MEGEED REHAM I.**, 2012. Pattern of milk feeding and family size as risk factors for iron deficiency anemia among poor Egyptian infants 6 to 24 months old. *Nutrition Research*, n.32, p.p. 93-99.
- EL HAZMI MAF, WARSY AS.**, 1999. The pattern for commun anaemia among Saudi children. *J Trop Pediatr*, 45:221-225.
- EL-HIOUI Mohamed**, 2008. Etude cognitive-comportementale, neuropsychologique et nutritionnelle chez les consultants adultes et les écoliers anémiques de la région rurale de Kenitra. Thèse doctorat, *Univesité Ibn Tofail*, Kenitra, Maroc, 132 p.
- EL-HIOUI M., ABOUSSALEH Y., AHAMI A.O.T., FARSI M.**, 2009. Contribution à l'étude de la prévalence de l'anémie chez les enfants préscolaires de la région de Kenitra, Maroc. *Antropo*, n.19, p.p.1-5.
- EL MOUZAN MI , FOSTER PJ , AL HERBISH AS , AL SALLOUM AA , AL OMAR AA , QURACHI MM** , 2010. Prevalence of malnutrition in Saudi children: a community-based study. *Annals of Saudi Medicine* ; 30(5):381-385.
- EL- SAYED Nawal, GAD Ashry, NOFAL Laila, ABOU ZEID Hamdy, EL-MORSHEDY Hala et EL- WASEEF**, 1999. Assessment of the prevalence and potential

determinants of nutritional anemia in Upper Egypt. *Food and Nutrition Bulletin*, vol.20, n.4, p.p 417-421.

**EL-SAYED N, GAD A, NOFAL L, ZEID HA, EL-MORSHEDY H, EL-WASEEF S.**, 2000. Assessment of the prevalence and potential determinants of nutritional anemia in upper Egypt. *Food Nutr Bull*; 21:417-421.

**EL ZANATY F., WAY A.** Egypt demographic and health survey 2005. Cairo, Egypt: Ministry of Health and Population, National Population Council. El Zanaty Associates and ORC Macro; 2006, p.p. 169-187.

**FAO/OMS**, 1989. Besoins en vitamine A, fer, acide folique et vitamine B12. Collection FAO : Alimentation et Nutrition. Rome, n.29, 119 p.

**FAO/OMS**, 1992. Déclaration mondiale sur la nutrition et plan d'action. Rome, Dec (1992), imprimé en Italie.

**FAO**, 1992. Conférence internationale sur la nutrition. Rome, 5-11 décembre 1992.

**FAO**, 2005. Profil Nutritionnel de l'Algérie. Division de l'Alimentation et de la Nutrition, 41p.

**FAO**, 2010. Profil Nutritionnel de Pays: République du Mali, 66p.

**FAO**, 2011. Profil Nutritionnel de Pays Royaume Du Maroc, 57p.

**FAO**, 2012. Enquête Nationale Post-récoltes sur la Sécurité Alimentaire des Ménages Ruraux du Tchad.71p.

**FEDALA N.** 2012. 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. Mémoire de magister. *ENSA*, El-Harrach, Alger, 60p.

**FINCH C.A., COOK J.D.**, 1984. Iron deficiency. *Amer. J. Clin. Nutr.* 39, p.p.471.477.

**FITZROY, H.**, 2004. The obesity epidemic - a major threat to Caribbean development: the case for public policies. *Cajanu*; 37(1).

**FLEMING MD., TRENOR CC., SU MA., FOERNZLER D., BEIER DR., DIETRICH WF., et al**, 1997. Microcytic anemia mice have a mutation in *Nramp2*; a candidate iron transporter gene. *Nat Genet*, n.16, p.p.383-386.

**FMH, CBS & UNICEF.** 2001. *Multiple Indicator Cluster Survey*, 2000. Sudan Final Report. Federal Ministry of Health, Central Bureau of Statistics, United Nations Children's Fund. Sudan. (available at <http://www.childinfo.org/MICS2/newreports/sudan1/sudan1.htm>).

**FRANCIS J, SHERIDAN D, SAMANTA A, NICHOL FE**, 2005. Iron deficiency anaemia in chronic inflammatory rheumatic diseases: low mean cell haemoglobin is a better marker than low mean cell volume. *Ann Rheum Dis*; 64:787-788.

**FURIOLI J.**, 1997. Prévention de la carence martiale. *J Pédiatr Puériculture* ; 10 : 395-399.

**FERNANDES EMA CANDIDA BRANCO , MONTEIRO ROSANE APARECIDA , RIBEIRO LUCIANA CISOTO , SARTORELLI DANIELA SAES** , 2013. Prevalence of nutritional deficits among children under five years of age in Angola. *Rev. Saúde Pública* vol.47 no.4,

- GALAN P., HERCBERG S., TOUITOU Y.**, 1984. The activity of tissue enzymes in iron deficient rat and man. An overview. *Comp. Biochem. Physiol.* 77B, p.p.647-653.
- GANZ T.**, 2011. Heparin and iron regulation, 10 years later. *Blood*;117(17):4425–33.
- GHUFRAN AHMED, KUBRA S. HASHIM, ENAS AL EKRI, OSAMA AL ARRAYED, MOHAMMED MANDEEL**, 2006. Treatment of anemia in Infants. *Bahrain Medical Bulletin*, vol.28, n.3, 5p.
- GODDARD AF, JAMES MW, MCINTYRE AS, SCOTT BB**, 2011. On behalf of the British Society of Gastroenterology. *Gut*; 60:1309–1316.
- GRANADO FS , AUGUSTO RA , MUNIZ PT , CARDOSO MA ; ACTION STUDY TEAM** , 2013. Anaemia and iron deficiency between 2003 and 2007 in Amazonian children under 2 years of age: trends and associated factors. *Public Health Nutr* .;16(10):1751-1759.
- GRANGAUD, J.P.** 1991. *Rapport algérien, CIN.* 24 pp.
- GUPTA SAURABH; BANSAL DEEPAK; MALHI PRAHBHJOT; DAS REENA**, 2010. Developmental profile in children with iron deficiency anemia and its changes after therapeutic iron supplementation. *The Indian Journal of Pediatrics* , Volume 77, Number 4, pp. 375-379.
- GUERREIRO DOS REIS MÁRCIA CRISTINA, ANA MÁRCIA SPANÓ NAKANO, ISÍLIA APARECIDA SILVA, FLÁVIA AZEVEDO GOMES, MARIA JOSÉ BISTAFÁ PEREIRA**, 2010. Prevalence of Anemia in Children Three to 12 Months Old in a Health Service in Ribeirão Preto, SP, Brazil. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, Jul-Aug; 18(4):792-9
- HALL A., ROSCHNIK N., OUATTARA F., TOURE I., SOCKO M., MOESTUE H. & BENDECH M. A.**, 2002. A randomized trial in Mali of the effectiveness of weekly iron supplements given by teachers on the hemoglobin concentration of schoolchildren. *Public Health Nutrition*, vol.5, n.3, p.p.413-418.
- HALLBERG L., BRUNE M., ROSSANDER L .**, (1986). Effect of ascorbic acid on iron absorption from different types of meals. Studies with ascorbic acid-rich foods and synthetic ascorbic acid given in different amounts with different meals. *Human Nutrition: Applied Nutrition*, 40A, p.p.97-113
- HANUMANTE NM , KANVINDE S , SANWALKA NJ , VAIDYA MV , KHADILKAR AV .**,2008. Iron deficiency anemia in an urban slum. *Indian J Pediatr.* ;75(4):355-357.
- HARTFI ELD DS TAN J, YAGER JY , et al.**, 2009. Anémie dans le monde Nils Man . *Clin Pediatr*;48:420-426.
- HASSANE HAMIDINE**, 1999. Prévalence de la malnutrition protéino-énergétique et de l'anémie ferriprive chez un groupe d'enfants Nigériens Agés de 1 à 5 ans. Mémoire d'ingénieur, *E.N.S.A*, El Harrach, Algérie, 94 p.
- HERCBERG S., GALAN P., CHAULIAC M., MASSE-RAIMBAULT A.M., DEVANLAY M., BILEOMAS, ZOHOUN I., CHRISTIDES J.P., POTIER DE COURCYG**, 1987. Nutritional anemia in pregnant beninese women consequences on the haematological profile of the newborn. *Brit. J. Nutr.* ; 57 : 185-193.

- HERCBERG S**, 1988. La carence en fer en nutrition humaine, Editions Médicales Internationales.Paris, 203 p.
- HERCBERG S.**, 2001. Fer, Vitamines, Oligo-éléments : Le fer. Institut Scientifique et Technique de la Nutrition et de l'Alimentation (CNAM Paris), 44 p.
- HERCBERG SERGE, PREZIOSI PAUL AND GALAN PILAR**, 2001. Iron deficiency in Europe. *Public Health Nutrition*; 4(2B): 537-545.
- HERESI G, OLIVARES M, PIZARRO F, et al.**, 1987. Effect of an iron fortified milk on morbidity in infancy: a field trial. *Nutr Res*;7:915-922.
- HOSSAIN MM et al.**, 1995. The prevalence and correlates of anaemia among young children and women of childbearing age in Al Ain, United Arab Emirates. *Annals of Tropical Paediatrics*, 15: 227-235.
- HURRELL R. F.**, 1997. Bioavailability of iron. *European journal of Clinical Nutrition*, n.51, p.p. 4-8.
- HYEON-JEONG CHOI, HYE-JA LEE, HAN BYUL JANG, JU YEON PARK, JAE-HEON KANG, KYUNG-HEE PARK AND JIHYUN SONG**, 2011.Effects of maternal education on diet, anemia, and iron deficiency in Korean school-aged children.*Choi et al. BMC Public Health*, 11:870.
- INACG (International Nutritional Anemia Consultative Group)**, 1997. Guidelines for the eradication of iron deficiency. The nutrition foundation, New York.
- INACG**, 2003. Efficacy and effectiveness on interventions to control iron deficiency and iron deficiency anemia, 6p.
- INN (Institut National de Nutrition)**, 1997/1996. Evaluation de l'état nutritionnel de la population. Enquête nationale de nutrition. Rapport 2000.
- INNTA**, 2002. Anémies en Tunisie : Causes et Mesures d'Intervention, 137 p.
- INSP**. 2001. *Enquête nationale sur les objectifs de la fin décennie, Santé mère et enfant*. Algérie, 2000, MICS2. (EDG 2000). Ministère de la Santé et de la Population, Institut National de Santé Publique, Fond des Nations Unies pour l'Enfance et Organisation Mondiale de la Santé. Alger.122 pp.
- JACKSON ROBERT T., AL HAMAD NAWAL, AL-SOMAIE MONA, AL GUOAD NAWAL, PRAKASH PRASANNA**, 2004. Gender and age differences in anemia prevalence during the lifecycle in Kuwait. *Ecology of Food and Nutrition*,n.43, p.p.61-75.
- JOLOBE OSCAR M.P.**, 2013. Hypochromia is more prevalent than microcytosis in iron deficiency anaemia. *European Journal of Internal Medicine*; 24:e9.
- JBIREAL M. J.**, 1999. Iron deficiency among school children in sabretha. High institute of Medical Technologies. Musrata. Libya.
- KECHIDI Ourdia**, 1998. Analyse de la fréquence de la carence martiale et de la malnutrition protéino-énergétique modérée dans un groupe d'enfants âgés de 2 à 6 ans. Mémoire Magister, *E.N.S.A*, El Harrach, Algérie, 193 p.
- KEDJI**, 1982. Les anémies nutritionnelles. Cliniques médicales des enfants, Service Prs. A. LEBIED-H., BERRAH.



- KEIKHAEI BIJAN, ZANDIAN KHODAMORAD, GHASEMI ALI, TABIBI RAMIN**, 2007. Iron-deficiency anemia among children in south-west Iran. *Food and Nutrition Bulletin*, vol.28, n.4, p.p.406-411.
- KENNETH BROWN, BERTRAM LUBIN, ROBERT SMITH, FRANK OSKI**, 1972. Prevalence of anemia among preadolescent and young adolescent urban black Americans. *The Journal of Pediatrics*, vol.81, n.4, p.p.714-718.
- KOURA M. KOBTO GHISLAIN**, 2012. Conséquences de l'anémie maternelle sur le jeune enfant de la naissance à 18 mois de vie. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris, France, 284p.
- KOUTRAS AK , VIGORITA VJ , QUIROZ E .**, 1986. Effect of iron-fortified formula on SIgA of gastrointestinal tract in early infancy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* ; 5(6):926-30.
- KULKARNI RASHMI, DESHPANDE AJIT, SAXENA KIRAN, VARMA MEENA & SINHA AKHOURI RS**, 2012. Ginger supplementary therapy for iron absorption in iron deficiency anemia. *Indian Journal of Traditional Knowledge*; vol.11, n.1, p.p. 78-80
- LALYS L., GRANGE G., PINEAU J.-C.**, 2012. Estimation du poids de naissance de fœtus de petit poids (#2500g) et de gros poids (#4000g) à partir des données échographiques : Estimation of small and large fetal weight at delivery from ultrasound data. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction*, vol. 41, n.6, p.p.566-573.
- LAMBE T, SIMPSON RJ, DAWSON S, BOURIEZ-JONES T, CROCKFORD TL, LEPHERD M, et al.**, 2009. Identification of a Steap3 endosomal targeting motif essential for normal iron metabolism. *Blood*; n.113, vol.8, p.p.1805–1808.
- LANGER, E.E., HAINING, R.G., LABBE, R.F., JACOBS, P., CROSBY, E.F. AND FINCH, C.A.**, 1972. Erythrocyte protoporphyrin. *Blood*; 40, 112-128.
- LEBANE, D. ET ARFI, H.** 2003. Progrès accomplis dans la prise en charge des nouveaux-nés de très faible poids de naissance au service de néonatalogie CHU Mustapha Alger centre. *Journal Algérien de Médecine*, XII, 2 : 65-72.
- LEUNG AK., CHAN KW.**, 2001. Iron deficiency anemia. *Adv Pediatr*, 48:385-408.
- LIE-INJO LUANENG, H. K. VIRIK**, 1966. Institute for Medical Research, Kuala Lumpur, G. IV. Hooper Foundation and Haematology Unit, University of California Medical Center, San Francisco and Pediatric Unit, General Hospital, Kuala Lumpur, Malaysia.
- LOMBARD M., CHUA E., O'TOOLE P.**, 1997. Regulation of intestinal non-haem iron absorption. *Gut*, n.40, p.p.435-439.
- LOOKER AC, DALLMAN PR, CARROLL MD, GUNTER EW, JOHNSON CL.**, 1997. Prevalence of iron deficiency in the United States. *JAMA*; 277(12):973-6.
- LOREAL Olivier, ROPERT Martine, DOYARD Mathilde, ISLAND Marie-Laure, FATIH Nadia, DETIVAUD Lenaïck, BARDOU-JACQUET Edouard, BRISSOT Pierre**, 2012. Métabolisme du fer en 2012. *Revue Francophone des Laboratoires*, n.442, p.p 31-37.
- LOREAL O., BRISSOT P.**, 2005. L'hepcidine: le Graal du métabolisme du fer. *Gastroentérol Clin Biol*, n.26, p.p.805-807.

- LORENA W. TENGCO, PURA RAYCO-SOLON, JUAN A. SOLON, , JESUS N. SAROL, AND FLORENTINO S. SALON**, 2008. Determinants of anemia among preschool children in the Philippines. *Journal of the American college of nutrition*, vol.27, n.2, p.p.229-243.
- LOZOFF BETSY, KATY M. CLARK, YUEZHOU JING, RINAT ARMONY-SIVAN, MARY LU ANGELILLI, AND SANDRA W. JACOBSON**, 2008. Dose-Response Relationships between Iron Deficiency with or without Anemia and Infant Social-Emotional Behavior. [\*The Journal of Pediatrics\*](#) , [vol.152, n.5](#) , p.p.696–702.
- LYNCH S. R.**, 2002. Food iron absorption and its importance for the design of food fortification strategies. *Nutrition Reviews*, n.60, p.p 3-15.
- MADRPM/DERD**, 2005. Prévenir la carence en fer au Maroc.4p.
- MAGONI MICHELE, MUHAMMED JABER, RADAELLI PIERA**, 2008. Fighting anaemia and malnutrition in Hebron (Palestine): Impact evaluation of a humanitarian project. *Acta Tropica*; 105:242-248.
- MAHFUZ A.**, 2002. Collected data on blood analysis of 6-12 years old school children. High institute of Medical Technology. Musrata. Libya.
- MAHGOUB HYDER M., ADAM ISHAG**, 2012. Morbidity and mortality of severe malnutrition among Sudanese children in New Halfa Hospital, Eastern Sudan. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*;106:66– 68
- MAHGOUB SALAH E.O., NNYEPI MARIA, BANDEKE THEODORE**, 2006. Factors Affecting Prevalence of Malnutrition Among Children Under Three Years of Age in Botswana. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, vol. 6, n.1.
- 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.
- MARTTI A. SIIMES, LEENA SALMENPERÄ, AND JAAKKO PERHEENTUPA**, 1984. Exclusive breast-feeding for 9 months: Risk of iron deficiency. *The Journal of Pediatrics*;104(2):196-199.
- MASON JOHN, RIVERS JONATHAN, AND HELWIG CAROL, GUEST EDITORS**, 2005. Recent trends in malnutrition in developing regions: Vitamin A deficiency, anemia, iodine deficiency, and child underweight. *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 26, no. 1, p.p 57-162.
- MASSEN Z., DIB S., EL MEZOUAR C., ARABI Z., CHEFAÏ S.**, 2010. Prévalence de la malnutrition protéino-calorique (MPC) chez les enfants Algériens. *Archives de Pédiatrie*, vol.17, n.6, supp.1, 77p.
- McKie AT, Barrow D, Latunde-Dada GO, Rolfs A, Sager G, Mudaly E, et al.**, 2001. An iron-regulated ferric reductase associated with the absorption of dietary iron. *Science* ; n.291, p.p.1755-1759.
- 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.
- MEANS Jr. R. T., KRANTZ S. B.**, 1992. Progressing understanding the pathogenesis of the anemia of chronic disease. *Blood*, n.80, p.p. 1639-1647.

- MEKHANCHA-DAHEL CORINNE COLETTE**, 2005. Unité De Dépistage Et De Suivi. Cadre pour la surveillance nutritionnelle des enfants et adolescents Cas du Khroub (Constantine, Algérie) - 1996/97 - 1999/00 - 2001/02. Thèse De Doctorat, Université Mentouri, Constantine, 405p.
- MONCKERBERG F.**, 1990. Treatment of the Malnourished Child, in : R. M. Suskind, L. Lezinter-Suskind, édés, *The Malnourished Child*, Vevey/Raven Press, New York, 339-358.
- MONTALEMBERT M., BRESSON J.L., BROUZES C., RUEMMELE F. M., PUY H., BEAUMONT C.**, 2012. Exploration d'une anémie microcytaire chez l'enfant. *Archives de Pédiatrie* ; 19 : 295-304.
- MONTERROSA EC, FRONGILLO EA, VÁSQUEZ-GARIBAY EM, ROMERO-VELARDE E, CASEY LM, WILLOWS ND.**, 2008. Predominant breast-feeding from birth to six months is associated with fewer gastrointestinal infections and increased risk for iron deficiency among infants. *J Nutr*;138(8): 1499-504.
- MOREL P., GUIBOURDENCHE J., PORQUET D.**, 1995. Détermination des valeurs de référence de la ferritine sérique en pédiatrie à l'aide de l'automate ACS 180. *Immunoanal Biol Spéc*, n.10,p.p.285-290.
- MOSHE G , AMITAI Y , KORCHIA G , KORCHIA L , TENENBAUM A , ROSENBLUM J , SCHECHTER A .**, 2013. Anemia and iron deficiency in children: association with red meat and poultry consumption. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* ; 57(6):722-727.
- MOTIL KJ, PHILIPS SM, CONKIN CA.**, 1999. Nutritional assessment. In: Wyllie R, Hyams JS, editors. *Pediatric gastrointestinal disease*. Philadelphia: WB Saunders Company; p.p. 717-740.
- MOURSI, 2009**. Indice et indicateurs de l'alimentation du jeune enfant : développement et validation chez des enfants de 6-23 mois en milieu urbain à Madagascar.Thèse de Doctorat en Sciences Biologique.
- MSPRH**, 2003. *Enquête nationale sur les objectifs de la fin décennie, Santé mère et enfant. Algérie, 2000, MICS2. (EDG 2000)*. Ministère de la Santé et de la Population, Institut National de Santé Publique, Fond des Nations Unies pour l'Enfance et Organisation Mondiale de la Santé. Alger.122 pp.
- MSPRH**, 2003. La santé des algériennes et des Algériens en 2002. Rapport annuel avril 2003. Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière. Alger, 113 pp. et annexes. (Disponible à <http://www.ands.dz> ).
- MSPRH, ONS et LEA**. 2004. *Enquête algérienne sur la santé de la famille -2002*. Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière, Office National des Statistiques, Ligue des Etats Arabes. Rapport principal. Algérie. 374 pp.
- NEMETH E, TUTTLE MS, POWELSON J, VAUGHN MB, DONOVAN A, WARD DM, et al.**, 2004. Hcpidin regulates cellular iron efflux by binding to ferroportinand inducing its internalization. *Science* ; 306(5704):2090-2093.
- NETTO MICHELE PEREIRA, ROCHA DANIELA DA SILVA, FRANCESCHINI SYLVIA DO CARMO CASTRO, LAMOUNIER JOEL ALVES**, 2011. Anemia

- associated factors in infants born at term with normal weight. *Rev Assoc Med Bras*; 57(5):539-546.
- 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. Ecole de Santé Public.
- NHANES** cité dans **CHANTRY CJ , HOWARD CR , AUINGER P .**, 2007. Full breastfeeding duration and risk for iron deficiency in U.S. infants. *Breastfeed M ed.*; 2(2):63-73.
- NIKOI EBENEZER, ANTHAMATTEN PETER**, 2013. Childhood anaemia in Ghana: an examination of associated socioeconomic and health factors. *African geographical Review*, 19p.
- WILLOWS NOREEN D., MOREL JOHANNE, GRAY-DONALD KATHERINE**, 2000. Prevalence of anemia among James Bay Cree infants of northern Quebec. *Canadian Medical Association*; 162 (3): 323-236.
- O'DONNELL GWEN, SHEFFIELD VICTORIA, BARROWS JOHN, ABSASTAFLORE WIDEN, MORALES MABEL, SOLOMONS NOEL W.**, 2004. Characteristics of human ecological, child caring practices and nutritional status of children 0-60 months and their mothers in a lowland Bolivian community. *Ecology of Food and Nutrition*; 43:463-495.
- OLIVEIRA AS, SILVA RDE C, FIACCONE RL, PINTO EDE J, ASSIS AM.**, 2010. Effect of length of exclusive breastfeeding and mixed feeding on hemoglobin levels in the first six months of life: a follow-up study. *Cad SaudePublica*; 26(2):409-417.
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé)**, 1989. Protection, encouragement et soutien de l'allaitement maternel : le rôle spécial des services liés à la maternité. Une déclaration conjointe OMS/UNICEF. OMS, 126, 14p.
- OMS.**, 1995. Rapport d'un comité OMS d'experts, Utilisation et interprétation l'anthropométrie, Organisation Mondiale de la Santé, Genève, 1995, n°854, 498 pages.
- OMS**, 1998. Complementary feeding of young children in developing countries: a review of current scientific knowledge. UNICEF/ University of California-Davis/WHO/ORSTOM. Geneva: WHO/NUT/98.1.
- OMS**, 2002. Mise en œuvre de programmes efficaces et durables d'enrichissement des aliments, p.p 155-291.
- OMS**, 2003.. *Régime alimentaire, nutrition et prévention des maladies chroniques*. Rapport d'une Consultation OMS/FAO d'experts. OMS, Série de Rapports techniques 916. Organisation mondiale de la Santé. Genève.
- OMS expert consultation**, 2004. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *The Lancet*; 157-163.
- OMS Multicentre growth Reference Study group**, 2006 : Who child growth standards based on length/height, weight and age. *Acta Perdiatr Supp*; 450: 76-85.
- OMS**, 2008. Worldwide prevalence of anemia 1993-2005: OMS global database on anemia. Geneva, Switzerland, World Health Organization.

- OMS**, 2011. Concentration en Hémoglobine permettant de diagnostiquer l'anémie et d'en évaluer la sévérité, 6p.
- OMS/UNICEF**, 1995. Guidelines for the control of iron deficiency in countries of the eastern Mediterranean Middle East and North Africa. 65p.
- OMS/UNICEF**, 2002. Global strategy for infant and young child feeding. Geneva: World Health Organization.
- OMS/UNU/UNICEF**, 2001. Iron deficiency anemia: assessment, prevention, and control. A guide for programme managers. Genève, Organisation mondiale de la santé. OMS/NHD/01.3.
- ONS**, 2004. *Résultats 2002*. L'Algérie en quelques chiffres No. 33. Office National des Statistiques. Alger.
- OPPENHEIMER S.J.**, 1989. Iron and infection: the clinical evidence. *Actapediatr. Supp*; 361: 53-62.
- OUADJIR TOUNSIA et DOUBI HALIMA NOUR EL HOUDA**, 2011. Fréquence de la malnutrition protéino-énergétique et de l'anémie ferriprive dans un groupe de nourrissons âgés de 12 à 24 mois. Mémoire d'ingénieur, *E.N.S.A*, El Harrach, Algérie, 70p.
- OUELLA H.**, 2010. L'anémie hémolytique liée à l'allo immunisation : notre expérience sur l'allo immunisation anti-érythrocytaire chez les polytransfusés. Société Algérienne de Biologie Clinique 2ème congrès. P.17.
- PALAFX NEAL A., GAMBLE MARY V., DANCHECK BARBARA, RICKS MICHELLE O., BRIAND KENNAR, SEMBA RICHARD D.**, 2003. Vitamin A deficiency, iron deficiency, and anemia among preschool children in the republic of the Marshall Islands. *Nutrition*, vol.19, n.5, p.p.405-408.
- PARAKAC H SHETTY**, 2006. Malnutrition and Undernutrition. *Medicine*; 34(12): 524-529.
- PARMLEY RT., BARTON JC., CONARD ME., AUSTIN RL., HOLLAND RM.**, 1981. Ultra-structural cytochemistry and radioautography of hemoglobin-iron absorption. *Exp Mol Pathol*, n. 34, p.p.131-144.
- PICCIANO, M.F.**, 2001. Representative values for constituents of human milk. *Ped. Clin. N. Am.*, 48:1-3.
- PITKIN RM., ALLEN LH., ABRAMS B. et al 1990**. Nutrition during pregnancy. Part II. Nutrient supplements. Committee on nutrition status during pregnancy and lactation, Institute of medicine- Food and Nutrition Board, National Academy Press. Washington DC : 272-98.
- PLANTAZ DOMINIQUE**, 2004. Démarche diagnostique devant une anémie chez l'enfant (297e);7p.
- POLLITT E., HARHIRAT P., KOTCHABHAKDI NJ., MISSELL L., VALYASEVI A.**, 1989. Iron deficiency and educational achievement in Thailand. *The american journal of clinical nutrition*. Sep 1989; 50 (3 Suppl) :687-696.
- RICHARD D. SEMBA, SASKIA DE PEE, MICHELLE O. RICKS, MAYANG SARI, MARTIN W. BLOEM**, 2008. Diarrhea and fever as risk factors for anemia among

children under age five living in urban slum areas of Indonesia. *International Journal of Infectious Diseases*;12: 62-70.

**ROBERTO HERKLOTZ, ANDREAS HUBER**, 2010. Diagnostic de laboratoire des troubles du métabolisme du fer. *Forum Med Suisse*,10(30-31), p.p.500-507.

**ROGERS J. T., BRIDGES K. R., DURMOWIEZ G. P., 1990.** Translational control during the acute phase response. *J. Bio. Chem.*, n.265, p.p.14572-14578.

**ROHNER F , WOODRUFF BA , AARON GJ , YAKES EA , LEBANAN MA , RAYCO-SOLON P , SANIEL OP ., 2013.** Infant and young child feeding practices in urban Philippines and their associations with stunting, anemia, and deficiencies of iron and vitamin A. *Food Nutr Bull* ; 34(2 Suppl): 17-34.

**SAARINEN U. M., SIIMES M.A., 1978.** Developmental changes in red blood cells and indices of infants after exclusion of iron deficiency by laboratory criteria and continuous iron supplementation. *J. Pediatr*, 92, 412.

**SACHDEV HS., FALL CH., 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*, vol.82, p.p.456-466.

**SAMIRAN BISAI, KAUSHIK BOSE, SWAPON DIKSHIT**, 2009. Under-nutrition among slum children aged 3-6 years in Midnapore town, India. *Internet Journal of Biological Anthropology*, vol.2, n.2,p.9.

**SAUNDERS JOHN, SMITH TREVOR, STROUD MIKE**, 2010. Malnutrition and Undernutrition. *Medicine* ;39(1): 45-50.

**SANDJAJA S , BUDIMAN B , HARAHAH H , ERNAWATI F , SOEKATRI M , WIDODO Y , SUMEDI E , RUSTAN E , SOFIA G , SYARIEF SN , KHOUW I ., 2013.** Food consumption and nutritional and biochemical status of 0-5-12-year-old Indonesian children: the SEANUTS study. *Br J Nutr* ;110, Suppl 3: 11-20.

**SCHAISSON G., BARUCHEL A., 1995.** Le blanc T. références des normes biologiques : valeurs de référence en hématologie pédiatrique. In : Hématologie de l'enfant, Ed. Flammarion, 21p.

**SCHNEIDER J. M., FUJII M. L., LAMP C. L., LONNERDAL B.O., DEWEY K. G., ZIDENBERGCHERR S., 2005.** Anemia, iron deficiency, and iron deficiency anemia in 12-36-mo-old children from low-income families. *Am J Clin Nutr*, 82:1269-1275.

**SETHI V, GOINDI G AND KAPIL U., 2003.** Prevalence of anemia among primary school children (6-11 years) in National Capital Territory of Delhi (Letter to editor). *Indian Journal of Pediatrics*; 70:519.

**SIEGEL EH., STOLTZFUS RJ., KHATRY SK., LECLERG SC., KATZ J., TIELSCH JM., 2006.** Epidemiology of anemia among 4 to 7 month old children living in south central Nepal. *Eur J Clin Nutr*, 60(2):228-235.

**SITI-NOOR AS , WAN-MAZIAH WM , NARAZAH MY , QUAH BS ., 2006.** Prevalence and risk factors for iron deficiency in Kelantanese pre-school children. *Singapore Med J* ; 47(11):935-9.

**SILLA LUCIA MARIANO DA ROCHA, ALICE ZELMANOWICZ, INGRID MITO, MARIANA MICHALOWSKI, TANIA HELLWING, MARCO ANTONIO**

---

- SHILLING, JOÃO RICARDO FRIEDRISCH, CHRISTINA M. BITTAR** et al, 2013. High Prevalence of Anemia in Children and Adult Women in an Urban Population in Southern Brazil. *PLoS ONE*, 8(7).
- SHERIFF, A. EMOND, A. HAWKINS, N. GOLDING, J.**, 1999. Haemoglobin and ferritin concentrations in children aged 12 and 18 months. *Arch Dis Child*, 80:153–157.
- SOH P., FERGUSON EL., MCKENZIE JE., HOMS MY., GIBSON RS.**, 2004. Iron deficiency and risk factors for lower iron stores in 6-24 month-old New Zealanders. *Eur j Clin Nutr*; 58(1):71-79.
- SOUGANIDIS ELLIE S., SUN KAI, SASKIA DE PEE, KLAUS KRAEMER, JEE-HYUN RAH, REGINA MOENCH-PFANNER, MAYANG SARI, MARTIN W. BLOEM, RICHARD D. SEMBA**, 2012. Relationship of Maternal Knowledge of Anemia with Maternal and Child Anemia and Health-Related Behaviors Targeted at Anemia Among Families in Indonesia. *Matern Child Health J*; 16:1913–1925.
- SPINELLI MG, MARCHIONI DMI, SOUZA JMP, SOUZA SB, SZARFARC SC.**, 2005. Fatores de risco para anemia em crianças de 6 a 12 meses no Brasil. *Rev Panam Salud Publica*, 17, p.p.84-91.
- STAFFAN BERGLUND, BJOM WESTRUP, MAGNUS DOMELLOF**, 2008. Iron supplements reduce the prevalence of anemia at 6 months of age in Swedish marginally low birth weight infants. *Early Human Development*, vol 84, p.p.103-104.
- STOCKMAN JA, GRAEBER JE, CLARK DA, MCCLELLAN K, GARCIA JF, KAVEY RE**, 1984. Anemia of prematurity: determinants of the erythropoietin response. *J Pediatr*. ;105:786–792.
- STOLTZFUS, R.J., CHWAYA, H.M., TIELSCH, J.M., SCHULZE, K.J., ALBONICO, M. AND SAVIOLI, L.**, 1997. Epidemiology of iron deficiency anemia in Zanzibari schoolchildren: The importance of hookworms. *Am. J. Clin. Nutr.*, 65: 153-159.
- 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*; 15(2): 3-7.
- TANU ANAND** , 2013. Issues In Prevention Of Iron Deficiency Anemia In India. *Nutrition*, 25p.
- THANE CW , WALMSLEY CM , BATES CJ , PRENTICE A , COLE TJ** .,2000. Risk factors for poor iron status in British toddlers: further analysis of data from the National Diet and Nutrition Survey of children aged 1.5-4.5 years. *Public Health Nutr* .; 3(4):433-440.
- THORNE CJ , ROBERTS LM , EDWARDS DR , HAQUE MS , CUMBASSA A , LAST AR .**, 2013. Anaemia and malnutrition in children aged 0-59 months on the Bijagós Archipelago, Guinea-Bissau, West Africa: a cross-sectional, population-based study. *Paediatr Int Child Health*. ; 33(3):151-160.
- TORUN BENJAMIN**, 1979. Nutritional quality of soybean protein isolates: Studies in children of preschool age. *Soy protein and Human Nutrition*, p.p.101-119.
- TRAORE KLENON, MARIKO SOUMAILA, DOUMBIA BAKARY, BERTHE SAFOURA**, 2010. Enquête sur la prévalence de l'Anémie et de la Parasitémie palustre chez les enfants (EA&P) au mali. MS (PNLP), 88p.

**TROUSSARD X.**, 1998. Anémie par carence martiale, *La revue du praticien*, n°48 p1025-1028.

**TSIGGA MARIA , MARIA G. GRAMMATIKOPOULOU** , 2012. Assessing the silent epidemic of malnutrition in Palestinian preschool children. *Journal of Epidemiology and Global Health*, vol.2, n.4, p.p. 181-191.

**TYMPA-PSIRROPOULOU E, VAGENAS C, DAFNI O, MATALA A, SKOPOULI F.**, 2008. Environmental risk factors for iron deficiency anemia in children 12-24 months old in the area of Thessalia in Greece. *Hippokratia*; 12(4): 240-50.

**U.S. Preventive Services Task Force**, 2006. Screening for Iron Deficiency Anemia-- Including Iron Supplementation for Children and Pregnant Women, 12p.

**UNICEF**, 1990. Dans archives de la FAO. Les indicateurs de la situation nutritionnel des enfants.

**UNICEF. 1996.** *Enquête nationale sur les objectifs de la mi-décennie - Santé de la mère et de l'enfant (MDG Algérie, 1995)*. Ministère de la Santé et de la Population, Fond des Nations Unies pour l'Enfance et Fond des Nations Unies pour la population. Alger. 227 pp.

**UNICEF, 1998.** La malnutrition : Causes, Conséquences et Solutions, 46 p.

**UNICEF, 2000.** *End-decade Database on Low Birth Weight*. Fond des Nations Unies pour l'Enfance. New- York. (disponible à : <http://www.childinfo.org/areas/birthweight/database.php>).

Consulté en mars 2000.

**VALDIGUIE P.**, 1993. Biochimie Clinique. Conde sur Noireau. *Editions Médicales Internationales*.

**VENDT NEVE, GRUNBERG HELI, LEEDO SIRJE, TILLMANN VALLO, TALVIK TIINA**, 2007. Prevalence and causes of iron deficiency anemias in infants aged 9 to 12 months in Estonia. *Medicina*; vol.43, n.12, p.p 947-952.

**VIEIRA AC, DINIZ AS, CABRAL PC, OLIVEIRA RS, LOLAMM, SILVA SM, et al.**, 2007. Nutritional assessment of iron status and anemia in children under 5 years old at public daycare centers. *J Pediatr (Rio J)*; 83(4):370-6.

**WEISS G., GOOSEN B., DOPPLER W., 1993.** Translation regulation via iron responsive elements by the nitric oxid / NO synthesis pathway. *EMBO. J.*, n.12, p.p.3651-3657.

**World Health Organization (WHO)**, 2003. Global strategy for infant and young child feeding. Geneva, Switzerland.

**WIERINGA FT , BERGER J , DIJKHUIZEN MA , HIDAYAT A , NINH NX , UTOMO B , WASANTWISUT E , WINICHAGOON P .**, 2007. Sex differences in prevalence of anaemia and iron deficiency in infancy in a large multi-country trial in South-East Asia. *Br J Nutr*, 98(5):1070-1076.

**WHARF SG, FOX TE, FAIRWEATHER-TAIT SJ, COOK JD.**, 1997. Factors affecting iron stores in infants 4-18 months of age. *European Journal of Clinical Nutrition*; 51: 504 -509.



- 
- WIDDOOWSON E.M., SPRAY C.M., 1951.** Chemical development in utero. *Arch. Chi.* 26, 205p.
- WILLIS S. AKHWALE, J. KOJI LUM, AKIRA KANEKO, HIDEAKI ETO, CHARLES OBONYO, ANDERS BJÖRKMAN, TAKATOSHI KOBAYAKAWA, 2004.** Anemia and malaria at different altitudes in the western highlands of Kenya. *Acta Tropica*; 91:167–175
- WONKE B., MODELL M., MARLOW T., KHAN M., MODELL B., 2007.** Microcytosis, iron deficiency and thalassaemia in a multi-ethnic community: a pilot study. *Scand J Clin Lab Invest*, vol.67, n.1, p.p.87-95.
- YAHIA N., 1994.** Evaluation du statut nutritionnel chez des enfants âgés de 0 à 59 mois dans la région de Ain-Taya. Mémoire d'ingénieur, E.N.S.A, El-Harrach, Alger.
- YANG Z, LÖNNERDAL B, ADU-AFARWUAH S, BROWN KH, CHAPARRO CM, COHEN RJ, et al., 2009.** Prevalence and predictors of iron deficiency in fully breastfed infants at 6 mo of age: comparison of data from 6 studies. *Am J Clin Nutr*; 89(5):1433-1440.
- YIP R., 1989.** The changing characteristics of childhood iron nutritional status in the United States. In: Filer LJ Jr, ed. Dietary iron: birth to two years. New York, NY: Raven Press; p.p.37- 61.
- 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 : 56-60.
- ZAHZEH TOURIA, ZAHZEH MERIEM RABIA, MERAD ZAKARIA, 2013.** Evaluation du statut martial chez des enfants âgés de 3 à 5 ans à Sidi Bel Abbès (ouest algérien). *Antropo*, 29, p.p.85-88.
- ZITTOUN R., BERNADOU H., SAMMARA M., 1982.** Manuel d'hématologie, Editions Doin, Paris.
- ZLOTKIN STANLEY H., STE-MARIE MICHELINE, KOPELMAN HINDA, JONES ADRIAN, ADAM JEANNE, 1996.** The prevalence of iron depletion and iron-deficiency anaemia in a randomly selected group of infants from four Canadian cities. *Nutrition Research*, vol.16, n.5, p.p. 729-733.

## Annexes

### Annexe 1: Situation Géographique de la Daïra d'EL Idrissia.



### Annexe 2: Questionnaire de l'enquête

Date de l'enquête // 2012 Fiche N° ..... /

Lieu de l'enquête

Noms des enquêteurs

Nom et Prénom de l'enfant

Sexe M F

Date de naissance ou âge (mois)

Tel des parents GSM Tel fixe

Examen clinique. 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)

L'enfant a-t-il reçu un traitement par du fer ou des vitamines au cours des 6 derniers mois

Lequel et sa durée?

Date de naissance ou âge de la mère

Parité : primipare multipare : nombre de grossesse

Intervalle de temps entre les deux dernières grossesses

La mère a-t-elle reçu un traitement par du fer ou des vitamines au cours de la dernière grossesse

Si OUI, lequel s?

#### Niveau d'instruction

de la mère		du père	
Non scolarisé	Secondaire incomplet	Non scolarisé	Secondaire incomplet
Primaire	Secondaire complet	Primaire	Secondaire complet
Elémentaire	Universitaire	Elémentaire	Universitaire

Profession de la mère :

Profession du père

Nombre de personnes à charge du chef de famille :

Type de logement des parents :

Eloignement du logement par rapport au centre de soins (cabinet médical, centre de santé, PMI ? etc) moins de 5 km

plus de 5 km

Temps mis pour arriver au centre de soins : moins de 30 mn

plus de 30 mn

Fréquentation du centre de soin : régulière, irrégulière, occasionnelle

Poids de l'enfant à la naissance (g)

Poids actuel (kg) Taille actuelle (cm)

Périmètre brachial (cm )

L'enfant est t- il scolarisé ? Oui Non

Prend t- il un ou plusieurs repas ou collation à l'école ?

ENFANTS ENCORE ALLAITES A CE JOUR

1) Alimentation lactée exclusive :

Au sein uniquement lait industriel + lait industriel autres lait (origine)

Oui /Non OUI/ NON OUI/NON OUI/NON

Allaitement au sein	Lait industriel	Autre lait
Durée (mois)	Age d'introduction (m) : Durée (m) :	Age d'introduction (m) Durée (m):
Tête t il à sa faim : O/ N Nb tété/j :	Type : 1 <sup>er</sup> âge : durée (m): 2 <sup>ème</sup> âge : durée (m):	Nature :

2) Alimentation diversifiée :

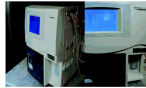
A quel mois la diversification a été introduite :

Type d'aliments introduits (citer) :

céréales (pain, galette, etc.)

1. viandes, poisson, volaille, etc.
2. Produits laitiers (lait, fromage, yaourt, etc.)
3. Légumes
4. Fruits
5. Compote
6. MG (beurre, huile d'olive, etc)
7. Boissons (sodas, jus de fruits, etc)
8. Autres

### **Annexe 3: Appareils et instruments utilisés.**



Analyseur de Densité D1020, 2005



Évaluation de la Qualité de l'Air



Analyseur de Densité pour granulométrie en suspension (densité) D1020 plus



Taux de transfert de laqueuse (TST) (type industriel) (2000ml)



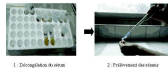
Mesure de la conductivité (conductivité)



Fonction de laqueuse (type de laqueuse)



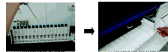
Débit de laqueuse (type de laqueuse)



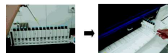
1. Démontage de la sonde



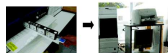
2. Préparation de la sonde



3. Vérification de la sonde



4. Fonctionnement de la sonde



5. Fonctionnement de la sonde

6. Fonctionnement de la sonde