

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Ecole Nationale Supérieure Agronomique - El Harrach -Alger**

**THÈSE**

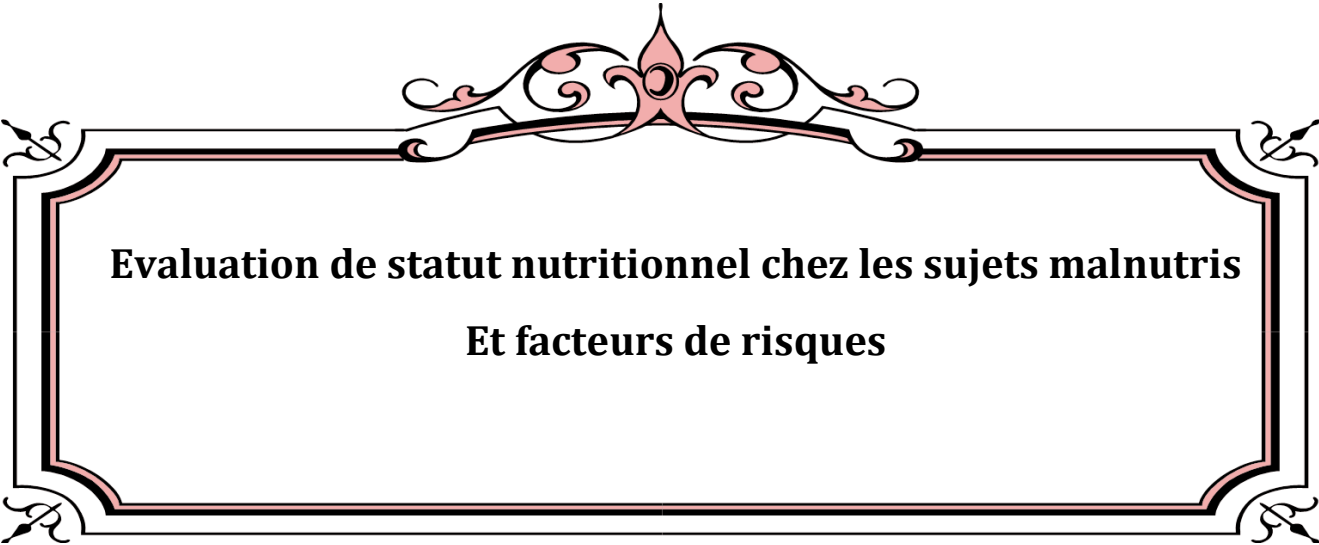
**Présentée par :**

**M<sup>lle</sup> CHIHEB Hadjira.**

**En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques**

**Option : Sciences et Qualité des aliments**

**THÈME :**



**Evaluation de statut nutritionnel chez les sujets malnutris  
Et facteurs de risques**

**Soutenue publiquement le 21/10/2018**

**Devant le jury composé de :**

**Mr BENCHABANE Ahmed, Professeur, ENSA,.....Président**

**Mr BITAM Arezki, Professeur, ENSA,..... Directeur de thèse**

**Mme BOUDERBA Saïda, Professeur, USTHB, ..... Examinatrice**

**Mme OMARI Naïma, Professeur, FSB, USTHB, ..... Examinatrice**

**Mr YARGUI Lyèce, Professeur, CHU Mustapha Bacha,.....Examineur**

**2017/2018**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا  
إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

سورة البقرة: الآية 31

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ

# *Remerciements*

## Remerciements

Mes profonds remerciements s'adressent à mon directeur de thèse, **Pr. BITAM Arezki** qui s'est toujours montré à l'écoute tout au long de la réalisation de ce travail, pour m'avoir fait bénéficier de son expérience, pour ses conseils sans réserve depuis le début, pour m'avoir initié avec rigueur et enthousiasme, à la recherche scientifique, et ses grandes qualités humaines.

Ma reconnaissance respectueuse ira à **Pr. BENCHABANE Ahmed**, d'avoir bien accepté de présider ce jury et qui a été toujours présent pour m'encourager

Ma profonde gratitude ira à **Pr. YARGUI Lyèce**, chef de service de Laboratoire Central de Biochimie à **CHU Mustapha Bacha**,

Mes remerciements s'adressent aussi à **Mme BOUDERBA Saïda**, et **Mme OMARI Naïma**, Professeurs à l'USTHB, d'avoir bien accepté de juger ce travail.

J'adresse également mes profonds remerciements à **Pr. BOUCHENE Zahia** chef de service de laboratoire mère-enfant au **CHU ISSAD HASSANI BENI MESSOUS**

À toutes les étudiantes qui ont accepté de participer à l'enquête.

Aux biologistes qui ont effectué les prélèvements

À toute l'équipe médicale de **CHU ISSAD HASSANI BENI MESSOUS** pour leur contribution au bon déroulement de ce travail.

A ma meilleure amie **NORA** qui m'a aidé tout au long de ce travail

*Dédicace*

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut.  
Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la  
reconnaissance.

Aussi, c'est tout simplement que je dédie cette thèse

*Au bon dieu tout puissant*

Qui m'a guidé dans le bon chemin

Louange et remerciements pour votre clémence et miséricorde.

*A mes très chers parents*

Aux deux êtres qui m'ont prodigué tant d'amour, d'affection et de bonheur, qui  
ont fait tant de sacrifice pour mon éducation, mes études et mon bien être, qui  
m'ont comblé par leur soutien et leur générosité durant toute mon existence et qui  
continuent toujours à m'entourer de leur ample affection.

Que ce modeste travail puisse être le résultat de vos efforts et de vos sacrifices et un  
début de mes récompenses envers vous.

Puisse Dieu vous protéger et vous accorder une bonne santé et une longue vie.

*A mes frères et sœurs*

*A mes neveux*

Owais, Wael, Ahmed et Ayoub et Sohaib

*A mes meilleures amies :*

Nora et Asma ; Ouarda ; Amel et maria

Merci d'avoir toujours été présentes pour moi, aussi bien dans les bons que dans  
les mauvais moments.

«Les vrais amis acceptent qui tu es, mais aussi t'aident à devenir ce que tu dois  
être»

*A tous ceux ou celles qui me sont chers*

*A tous mes enseignants tout au long de mes études.*

*A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## Tables de matières

<b>Introduction Générale</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Bibliographie Générale</b>	
<b>I. Le fer dans l'organisme</b>	
<b>I.1 Répartition du fer dans l'organisme</b>	<b>4</b>
<b>I.1.1 Le fer héminique ou compartiment fonctionnel</b>	<b>4</b>
1. Rôle biologique du fer	4
2. Processus de l'érythropoïèse	5
3. L'hémoglobine	5
4. La myoglobine	6
5. L'hème des enzymes	6
<b>I.1.2 Le fer non héminique</b>	<b>6</b>
<b>I.1.2.1 Formes de réserves ou Compartiment de stockage</b>	<b>7</b>
1. La ferritine	7
2. L'apoferritine	7
3. L'hémosidérine	7
<b>I.1.2.2 Formes de transport</b>	<b>8</b>
<b>I.2 Métabolisme de fer</b>	<b>8</b>
1. Besoins en fer	8
2. Absorption du fer	9
● Les facteurs influençant l'absorption du fer	10
3. Transport du fer dans le plasma	10
4. Pertes en fer	11
<b>I.2.1. Régulation du métabolisme cellulaire du fer</b>	<b>11</b>
<b>I.3 Les apports du fer dans l'organisme</b>	<b>12</b>



<b>II. Carence en fer, Anémie et Anémie Ferriprive</b>	
<b>II.1 La carence en fer (CF)</b>	<b>15</b>
<b>II.2 Anémie : définitions et classification</b>	<b>15</b>
<b>II.2.1 Définition</b>	<b>15</b>
<b>II.2.2 Classification d'anémie</b>	<b>16</b>
<b>II.3 L'anémie par carence martiale ou anémie ferriprive</b>	<b>17</b>
<b>II.3.1 Les symptômes liés à l'anémie</b>	<b>17</b>
<b>II.3.2 Les facteurs de risque de l'anémie ferriprive</b>	<b>17</b>
<b>II.3.3 Conséquences de l'anémie et de la carence en fer</b>	<b>18</b>
<b>III. Carence en fer, Anémie et Anémie Ferriprive chez les femmes en âge de procréer</b>	
<b>III.1 Quantité de fer dans l'organisme adulte</b>	<b>19</b>
<b>III.2 Besoins en fer chez la femme en âge de procréer</b>	<b>19</b>
<b>III.3 Les Apports Journaliers Recommandés</b>	<b>19</b>
<b>III.4 Les pertes</b>	<b>20</b>
<b>III.5 Carence en fer et Anémie Ferriprive chez les femmes en âge de procréer</b>	<b>20</b>
<b>III.5.1 Facteurs de risques</b>	<b>21</b>
<b>III.5.2 Conséquences de l'anémie chez la femme en âge de procréer</b>	<b>22</b>
<b>III.6 Exploration biologique du statut nutritionnel en fer</b>	<b>23</b>
<b>● Paramètres biochimiques du cycle du fer : Bilan martial</b>	<b>23</b>
<b>1. Le fer sérique</b>	<b>23</b>
<b>2. La ferritine</b>	<b>24</b>
<b>3. La transferrine et sa capacité de saturation</b>	<b>24</b>
<b>● Paramètres biochimiques de l'inflammation</b>	<b>25</b>
<b>- Protéine Réactive C (CRP)</b>	<b>25</b>
<b>III.7 Anthropométrie et statut nutritionnel</b>	<b>25</b>

<b>III.8 Epidémiologie de l'anémie chez les femmes en âge de procréer (étude de prévalence)</b>	<b>26</b>
<b>III.9 Traitement de l'anémie</b>	<b>27</b>
<b>1. Changement d'alimentation</b>	<b>27</b>
<b>2. Traitement de fer oral</b>	<b>28</b>
<b>3. Traitement de fer intraveineux</b>	<b>28</b>

## **Chapitre II : Sujets et Méthodes**

<b>II.1 Lieu de stage</b>	<b>29</b>
<b>II.2 Population d'étude</b>	<b>29</b>
<b>II.3 Questionnaire</b>	<b>29</b>
<b>II.4 Les mesures anthropométriques</b>	<b>29</b>
<b>II.4.1 Le poids</b>	<b>29</b>
<b>II.4.2 La taille</b>	<b>29</b>
<b>II.4.3 Calcul de l'Indice de Masse Corporelle (indice de Quételet)</b>	<b>30</b>
<b>II.4.4 Calcul de l'Indice de Masse Grasse (IMG)</b>	<b>30</b>
<b>II.5 Mesure de la fatigue</b>	<b>30</b>
<b>II.6 Prélèvements sanguins</b>	<b>32</b>
<b>II.7 Principe de dosage des indicateurs biologiques du statut en fer</b>	<b>33</b>
<b>II.7.1 Dosages hématologiques</b>	<b>33</b>
<b>● Dosage de l'hémoglobine</b>	<b>33</b>
<b>● Le VGM (Volume Globulaire Moyen)</b>	<b>34</b>
<b>● La TCMH (Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine)</b>	<b>34</b>
<b>II.7.2 Analyses biochimiques</b>	<b>35</b>
<b>● Dosage de la ferritine Sérique</b>	<b>35</b>
<b>● Dosage du fer sérique</b>	<b>35</b>
<b>● Dosage de la transferrine</b>	<b>35</b>
<b>● Dosage de la CRP (Protéine Réactive C)</b>	<b>36</b>
<b>● Calcul de la CFT (Capacité de Fixation Totale de la transferrine)</b>	<b>36</b>
<b>● Calcul de CST (Coefficient de Saturation de la transferrine)</b>	<b>36</b>

**Chapitre III : Résultats et discussion**

<b>III.1 Etude descriptive et caractéristique de l'échantillon</b>	<b>38</b>
<b>III.1.1 Répartition selon l'âge</b>	<b>38</b>
<b>III.1.2 Données anthropométriques</b>	<b>38</b>
<b>III.1.2.1 Distribution de l'échantillon selon le poids (kg) et la taille (m)</b>	<b>39</b>
<b>III.1.2.2 Distribution de l'échantillon selon l'IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>41</b>
<b>III.1.2.3 Distribution de l'échantillon selon l'IMG (%)</b>	<b>41</b>
<b>III.1.2.4 Corrélation entre les différents paramètres anthropométriques</b>	<b>42</b>
<b>III.1.3 Répartition selon le lieu de résidence</b>	<b>42</b>
<b>III.1.4 Répartition des étudiantes selon les menstrues</b>	<b>43</b>
<b>III.1.5 Répartition des étudiantes selon le degré d'abondance des règles</b>	<b>44</b>
<b>III.1.6 Répartition des étudiantes selon l'usage des contraceptifs oraux</b>	<b>44</b>
<b>III.1.7 Mesure de la fatigue dans l'échantillon</b>	<b>45</b>
<b>III.2 Evaluation de statut nutritionnel en fer</b>	<b>45</b>
<b>III.2.1 Comparaison des valeurs des indices biochimiques</b>	<b>46</b>
<b>III.2.2 Distribution des valeurs de l'hémoglobine</b>	<b>46</b>
<b>III.2.3 Distribution des valeurs de la ferritine</b>	<b>47</b>
<b>III.2.4 Distribution du fer sérique</b>	<b>48</b>
<b>III.2.5 Distribution des valeurs de la transferrine sérique (TRF)</b>	<b>49</b>
<b>III.2.6 Distribution des valeurs de la capacité de fixation de la transferrine (CFTR)</b>	<b>50</b>
<b>III.2.7 Distribution des valeurs de Coefficient de Saturation (CST%)</b>	<b>51</b>
<b>III.2.8 Distribution de la CRP</b>	<b>52</b>
<b>III.2.9 Corrélation entre les différents paramètres hémato-biochimiques</b>	<b>53</b>
<b>III.3 Prévalence et caractérisation de l'anémie dans l'échantillon</b>	<b>54</b>
<b>III.3.1 Intensité de l'anémie</b>	<b>55</b>
<b>III.3.2 Prévalence de l'anémie selon l'âge</b>	<b>55</b>
<b>III.3.3 Anisocytose érythrocytaire</b>	<b>56</b>

<b>III.3.3.1 Comparaison des valeurs des indices érythrocytaires</b>	<b>56</b>
<b>III.3.4 Prévalence de l'anémie selon le lieu de résidence</b>	<b>57</b>
<b>III.3.5 Prévalence de l'anémie selon les menstruations</b>	<b>58</b>
<b>III.3.6 Prévalence de l'anémie selon la régularité du cycle menstruel</b>	<b>59</b>
<b>III.3.7 Prévalence de l'anémie selon le degré d'abondance des menstruations</b>	<b>60</b>
<b>III.3.8 Prévalence de l'anémie selon l'usage de contraceptifs oraux</b>	<b>61</b>
<b>III.3.9 Prévalence de l'anémie selon l'état de fatigue</b>	<b>62</b>
<b>III.3.10 Prévalence de l'anémie selon l'IMC</b>	<b>63</b>
<b>III.3.11 Prévalence de l'anémie selon l'IMG</b>	<b>64</b>
<b>III.4 Prévalence de la carence martiale et de l'anémie par carence martiale (AF)</b>	<b>65</b>
<b>III.4.1 Epuisement de réserves ou déplétion (ER)</b>	<b>65</b>
<b>III.4.2 Prévalence de la carence en fer (CF)</b>	<b>66</b>
<b>III.4.3 Prévalence de l'anémie par carence martiale (anémie ferriprive AF)</b>	<b>66</b>
<b>III.4.3.1 Intensité de l'anémie ferriprive</b>	<b>66</b>
<b>III.4.3.2 Anisocytose érythrocytaire de l'anémie ferriprive</b>	<b>67</b>
<b>III.5 Prévalence de l'anémie mixte</b>	<b>67</b>
<b>Discussion</b>	<b>68</b>
<b>Conclusion générale</b>	<b>83</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>85</b>
<b>Annexe</b>	

<i>Abréviation</i>	<i>Désignation</i>
- FAO	Food and Agriculture Organisation
- OMS	Organisation Mondiale de la Santé
- IMC	Indice de Masse Corporelle
- IMG	Indice de Masse Grasse
- Test K-S	Kolmogorov-Smirnov
- Hb	Hémoglobine
- ADN	Acide désoxyribonucléique
- GR	Globules Rouges
- HCP1	Heme Carrier Protein 1
- DMT1	Divalent Metal Transporter 1
- Dcytb	Duodenal Cytochrome b
- sTfR	Récepteur soluble de la transferrine
- IRP	Iron Regulatory Proteins
- IRE	Iron Responsive Elements
- ARNm	Acide ribonucléique messenger
- CF	Carence en Fer
- ANAES	Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé
- EPO	Erythropoïétine
- VGM	Volume Globulaire Moyen
- TCMH	Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine
- CCMH	Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine
- AF	Anémie Ferriprive
- AJR	Apports Journaliers Recommandés
- IOM	Institute of Medicine
- CRP	Protéine Réactive C
- FT $\mu$ ,	Ferritine
- FS	Fer Sérique
- TRF	Transferrine
- CST	Coefficient de Saturation de la Transferrine
- HAS	Haute Autorité de Santé
- kDa	Kilodalton
- $\mu$ M	Micromole
- AVC	Accidents Cardio-Vasculaire
- EDTA	Ethylène Diamine Tétra Acétique
- IDR	Indice de Distribution des Hématies

- NFS	Numération Formule Sanguine
- CFT	Capacité de Fixation de la Transferrine
- Ht	Hématocrite
- ER	Epuisement de réserves
- AM	Anémie Mixte
- OCP	Pilule Contraceptive Orale
- NHANS	National Health and Nutrition Survey
- NIH	National Institute of Health
- NICE	National Institute for Health and Care Excellence
- CDU-HGE	HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE ET CHIRURGIE DIGESTIVE
- ENNS	Etude Nationale Nutrition Santé

<b>Tableau 1</b>	Répartition du fer dans l'organisme humain	8
<b>Tableau 2</b>	Les besoins quotidiens en fer	9
<b>Tableau 3</b>	Quelques sources alimentaires de fer héminique	13
<b>Tableau 4</b>	Quelques sources alimentaires de fer non héminique	14
<b>Tableau 5</b>	Les seuils d'hémoglobine selon l'âge et le sexe	15
<b>Tableau 6</b>	Classification d'anémie selon les indices érythrocytaires	17
<b>Tableau 7</b>	Interprétation de l'indice de masse grasse (IMG)	30
<b>Tableau 8</b>	Valeurs moyennes de l'âge des étudiantes	38
<b>Tableau 9</b>	Valeurs moyennes des paramètres anthropométriques	39
<b>Tableau 10</b>	Corrélations entre les différents paramètres anthropométriques	42
<b>Tableau 11</b>	Caractéristiques de distribution du bilan martial	46
<b>Tableau 12</b>	Valeurs moyennes du taux d'hémoglobine	46
<b>Tableau 13</b>	Corrélations entre les indices hémato-biochimiques	54
<b>Tableau 14</b>	Caractéristiques de distribution des principaux indices érythrocytaires	56
<b>Tableau 15</b>	Classification de l'anémie	57

<b>Figure 1: Schéma représentatif de la Structure de l'hémoglobine et de l'hème</b>	<b>5</b>
<b>Figure 2: Schéma représente la structure de myoglobine</b>	<b>6</b>
<b>Figure 3: Schéma représentant le mécanisme de stockage de fer dans les cellules de foie</b>	<b>7</b>
<b>Figure 4: Absorption du fer non-hémérique et du fer hémérique par l'entérocyte</b>	<b>10</b>
<b>Figure 5 : Homéostasie du fer</b>	<b>12</b>
<b>Figure 6: Fréquence de distribution des pertes sanguines menstruelles</b>	<b>20</b>
<b>Figure 7 : Interprétation de l'IMG</b>	<b>26</b>
<b>Figure 8 : Anémie globale de 1990 à 2010</b>	<b>27</b>
<b>Figure 9 : Prévalence globale de l'anémie selon l'âge</b>	<b>27</b>
<b>Figure 10 : Mesure de la fatigue - ECHELLE DE PICHOT</b>	<b>31</b>
<b>Figure 11 : Automate d'hématologie de type SYSMEX: Xs-500 I</b>	<b>32</b>
<b>Figure 12: Cobas e 411</b>	<b>33</b>
<b>Figure 13: Cobas Intégra 400 Plus</b>	<b>33</b>
<b>Figure 14 : Distribution de l'âge des étudiantes (ans)</b>	<b>38</b>
<b>Figure 15 : Distribution de l'échantillon selon le poids en Kg</b>	<b>40</b>
<b>Figure 16 : Distribution de l'échantillon selon la taille en m</b>	<b>40</b>
<b>Figure 17 : Classement des étudiantes selon l'IMC</b>	<b>41</b>
<b>Figure 18 : Répartition des étudiantes selon l'IMG</b>	<b>41</b>
<b>Figure 19 : Répartition selon le lieu de résidence</b>	<b>42</b>
<b>Figure 20 : Répartition des étudiantes selon les menstrues</b>	<b>43</b>
<b>Figure 21: Cycle menstruel régulier et irrégulier</b>	<b>43</b>
<b>Figure 22 : Répartition des étudiantes selon le degré d'abondance des règles</b>	<b>44</b>
<b>Figure 23 : Répartition des étudiantes selon l'usage des contraceptifs oraux</b>	<b>44</b>
<b>Figure 24 : Répartition de l'échantillon selon la fatigue</b>	<b>45</b>
<b>Figure 25 : Distribution des valeurs de l'hémoglobine</b>	<b>47</b>
<b>Figure 26 : Distribution des valeurs de la ferritine</b>	<b>48</b>
<b>Figure 27 : Distribution du fer sérique</b>	<b>49</b>
<b>Figure 28: Distribution des valeurs de la transferrine sérique</b>	<b>50</b>
<b>Figure 29 : Distribution des valeurs de la capacité de fixation de la transferrine</b>	<b>51</b>
<b>Figure 30 : Distribution des valeurs de Coefficient de Saturation</b>	<b>52</b>
<b>Figure 31: Distribution de la protéine C réactive</b>	<b>53</b>
<b>Figure 32 : Répartition des étudiantes anémiées et non anémiées</b>	<b>54</b>
<b>Figure 33 : Intensité de l'anémie dans l'échantillon</b>	<b>55</b>



<b>Figure 34 : Prévalence de l'anémie selon l'âge</b>	<b>56</b>
<b>Figure 35 : Corrélation entre le VGM et le TCMH</b>	<b>57</b>
<b>Figure 36 : Répartition des anémiques et non anémiques selon la résidence</b>	<b>58</b>
<b>Figure 37 : Répartition des anémiques et non anémiques selon les menstruations</b>	<b>59</b>
<b>Figure 38 : Répartition des anémiques et non anémiques selon la régularité du cycle menstruel</b>	<b>60</b>
<b>Figure 39 : Prévalence de l'anémie selon le degré d'abondance des menstruations</b>	<b>61</b>
<b>Figure 40 : Répartition des anémiques et non anémiques selon l'usage des contraceptifs oraux</b>	<b>62</b>
<b>Figure 41 : Répartition des anémiques et non anémiques selon l'état de fatigue</b>	<b>63</b>
<b>Figure 42 : Prévalence de l'anémie selon l'IMC</b>	<b>64</b>
<b>Figure 43 : Prévalence de l'anémie selon l'IMG</b>	<b>65</b>
<b>Figure 44: Les différents stades de l'anémie</b>	<b>66</b>
<b>Figure 45 : Intensité de l'anémie ferriprive</b>	<b>67</b>
<b>Figure 46 : Anisocytose érythrocytaire de l'anémie ferriprive</b>	<b>67</b>

# *Résumé*

## Résumé

La présente étude vise à estimer la fréquence de l'anémie et de l'anémie ferriprive chez les étudiantes Algériennes et d'identifier d'éventuelles corrélations avec les paramètres anthropométriques.

Des échantillons de sang veineux ont été recueillis auprès de 140 étudiantes universitaires (âgées de 20 à 26 ans). Des analyses hémato-biochimiques et des mesures anthropométriques ont été utilisées pour évaluer l'état nutritionnel. L'anamnèse, les caractéristiques de la menstruation et l'utilisation de contraceptifs oraux ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire.

Parmi les 140 étudiantes, 39 sont anémiques (28%), 24,28% ont une carence en fer, et 12,85% ont une anémie ferriprive ; 61, 53% ont été classés avec une anémie microcytaire hypochrome ; et 99 d'entre elles soit 70,71% ont un Indice de masse corporelle dans la gamme normale.

Les contraceptifs oraux ont été utilisés par environ 13% des étudiantes. La plupart d'entre elles (77,14%) ont indiqué que leur cycle menstruel est régulier.

Une attention particulière devrait être accordée afin d'éviter les complications physiologiques dues à l'anémie pendant la grossesse.

Mots clés : Anémie, Anémie ferriprive, Etat nutritionnel, Anthropométrie, Etudiantes

## Abstract

This study aimed to estimate the frequency of iron deficiency and iron deficiency anemia in Algerian female students and to identify possible correlations with anthropometric parameters.

Venous blood samples were collected from 140 university students (20-26 years old). Hemato-biochemical analyses and anthropometric measurements were conducted to assess nutritional status.

Anamnesis, characteristics of menstruation and contraceptive use were collected through a survey.

Of the 140 female students, 39 were anemic (28%), 24,28% had iron deficiency and 12,85% had iron deficiency anemia; 61, 53% were classified with hypochromic microcytic anemia; And 99 (70.71%) had body mass index values within the normal range. Oral contraceptives were used by nearly 13% of respondents. Most (77.14%) of them reported a regular menstrual pattern.

Special attention should be paid to avoiding physiological complications due to anemia during pregnancy.

Keywords: Anemia; Iron deficiency anemia; Nutritional status; Anthropometric, students

## ملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقدير نقص الحديد وفقر الدم الناتج عنه لدى الطالبات الجزائريات وتحديد الارتباطات المحتملة مع المؤشرات الأنثروبومترية.

تم جمع عينات الدم من 140 طالبة جامعية (تتراوح أعمارهن بين 20-26 سنة) واستخدمت التحاليل مع قياسات المؤشرات الأنثروبومترية لتقييم الحالة الغذائية. جمعت معلومات حول السوابق الطبية، خصائص العادة الشهرية واستخدام موانع الحمل من بين 140 طالبة، 39 منهن مصابة بفقر الدم (28 في المائة)، 24,28 في المائة تعاني من نقص الحديد بينما 12,85 في المائة مصابة بفقر الدم بسبب نقص الحديد.

61.5 في المائة منهن تعاني من نقص حجم الكريات الحمراء مع انخفاض شدة اللون الأحمر، 99 من هؤلاء ما يقارب 70.71 في المائة لديهم مؤشر الكتلة الجسمية في المعدل الطبيعي. استخدمت أقراص منع الحمل عند ما يقارب 13 في المائة من الطالبات بينما أفاد معظمهم (77.14٪) أن دورة الطمث كانت منتظمة. ينبغي إيلاء اهتمام خاص لتجنب المضاعفات الفسيولوجية بسبب فقر الدم أثناء الحمل. الكلمات الدالة: فقر الدم، فقر الدم بسبب نقص الحديد، الحالة الغذائية، المؤشرات الأنثروبومترية، الطالبات

# *Introduction Générale*

La pauvreté est toujours considérée comme principal déterminant des problèmes nutritionnels dans les pays en voie de développement malgré l'amélioration remarquable des conditions du niveau de vie ces dernières décennies, **(El Azami, 2013)**. Les carences en micronutriments (Fer, vitamine A et Iode) sont assez répandues dans les populations les plus défavorisées, dont la carence en fer est la plus fréquente et touche plus de 2,15 milliards de personnes à travers le monde **(El Azami, 2013)**.

L'anémie est l'une des pathologies les plus courantes et n'est que l'ultime expression d'une carence en fer qui en est la cause dans 90 % des cas **(Marine, 2008)**. Elle est définie comme une condition dans laquelle le nombre de globules rouges ou leur capacité de transport d'oxygène est insuffisante pour répondre aux besoins physiologiques qui varient selon l'âge, le sexe, l'altitude, le tabagisme et l'état de grossesse **(OMS, 2016)**.

Dans son dernier rapport sur le sujet, 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. Les enfants en âge préscolaire, les femmes enceintes et les femmes en âge reproductif représentaient les groupes les plus touchés dont les prévalences étaient respectivement : 47,4%, 41,8% et 30,2% **(OMS, 2008)**. Les estimations de la prévalence de l'anémie pour les cinq régions (Afrique, Amérique, Asie du Sud-Est, Europe, Méditerranée Orientale, Pacifique Occidentale) ont montré que l'Afrique et l'Asie du Sud-Est étaient les deux régions les plus touchées 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)**.

La prévalence de l'anémie semble élevée sur le continent africain, elle touche plus de 70% des jeunes enfants et plus de 45% des femmes dans des pays comme la Côte d'Ivoire, la Gambie ou le Malawi dont les faibles apports alimentaires en fer sont la cause majeure de la carence en fer **(Martin et al., 2017)**.

En Algérie, la prévalence de l'anémie en 2016 était de 30% chez les enfants de moins de 5 ans, 35,70% chez les femmes en âge de procréer et 38,9% chez les femmes enceintes **(OMS, 2016)**. Il n'est pas simple d'établir la prévalence du manque de fer, du fait que les infections, les inflammations et les hémoglobinopathies constituent un obstacle à la fiabilité des mesures **(Andrew, 2008)**.

Les conséquences de cette affection peuvent se révéler extrêmement sérieuses: risque élevé de morbidité et de mortalité du fœtus et de la mère; naissance prématurée et faible poids de naissance; perturbation du développement mental et physique, souvent irréversible, chez les nourrissons et les enfants ; moindre résistance aux infections ; fatigue et diminution des capacités physiques chez les adultes (**Dogoni, 2014**). Même en absence d'anémie, la carence en fer légère à modérée a été associée à de graves conséquences pour la santé humaine (**Kudaravalli, 2011**).

L'un des groupes à risque d'être anémiques est celui des femmes en âge de procréer qui ont des besoins nutritionnels particuliers en raison des périodes de grossesse, de lactation et de menstruations (**Saranaz, 2016**). Les conséquences fonctionnelles les plus importantes comprennent une diminution de l'activité physique et des performances cognitives, de la dépression et de la fatigue, ainsi que des conséquences sociales et économiques (**McClung et al., 2013**).

Au regard de l'ampleur du problème, il est important de redoubler d'efforts pour formuler et mettre en œuvre des programmes de prévention et de lutte contre l'anémie. Les approches alimentaires, incluant la diversification des aliments, sont des stratégies qui ont leur importance dans la lutte contre la carence en fer et donc contre l'anémie, même si leur potentiel n'a pas été encore suffisamment exploité. Toutefois, il est nécessaire de promouvoir des approches qui combinent les interventions visant à apporter du fer à d'autres mesures plus générales de santé publique là où la carence en fer n'est pas la seule cause de l'anémie (**OMS, 2005**).

Les stratégies de lutte contre l'anémie devraient se greffer sur les systèmes de soins de santé primaire et les programmes de santé publique déjà existants comme les programmes relatifs à la santé de la mère et de l'enfant, à la santé de l'adolescent et des femmes enceintes (Pour une grossesse à moindre risque), au paludisme (Faire reculer le paludisme), et aux maladies parasitaires.

Ces stratégies devraient reposer sur des bases scientifiques solides et adaptées aux conditions locales. Elles devraient prendre en compte l'étiologie spécifique de l'anémie et sa prévalence dans un endroit donné pour un groupe de population donné (**OMS, 2005**).

En Algérie, la majorité des études ont été réalisées sur des bébés, des enfants, des adolescents et des femmes enceintes. Cependant, très peu d'études ont porté sur des femmes en âge de procréer, qui doivent surveiller leur apport en fer (**Sultan, 2007**).

Les objectifs de notre travail sont les suivants :

- L'évaluation de la prévalence de la carence en fer, d'anémie et d'anémie ferriprive chez un groupe d'étudiantes (en âge de procréer) selon les différents facteurs de l'enquête (l'âge, le lieu de résidence, caractéristiques de cycle menstruel, l'usage des contraceptifs, et la fatigue)
- Identifier les corrélations avec les paramètres anthropométriques (Indice de Masse Corporelle, Indice de Masse Grasse)

Ce travail sera présenté en trois parties :

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

## *Bibliographie Générale*



## Chapitre I : Bibliographie Générale

### I. Le fer dans l'organisme

Le fer est le sixième élément le plus abondant dans l'univers, un micronutriment essentiel à toute forme de vie, car il intervient dans de nombreuses activités biologiques (**Doudi et Atia, 2014**), son intégration dans l'hème de l'hémoglobine permet le transport de l'oxygène aux tissus et au niveau cellulaire (**Vaulont., 2014**).

#### I.1 Répartition du fer dans l'organisme :

Le fer se répartit entre plusieurs compartiments (fonctionnel, de transport, de réserve) sous deux formes : le fer héminique et le fer non héminique (**Bayebié Bado, 2013**).

##### I.1.1 Le fer héminique ou compartiment fonctionnel :

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

- L'hémoglobine (Hb)
- La myoglobine
- De nombreuses enzymes cellulaires

#### 1. Rôle biologique du fer :

Le fer est impliqué dans de nombreux processus biologiques en raison de son association à des protéines telles que les hémoprotéines, les protéines à centre fer-soufre et d'autres protéines non héminiques contenant un ou deux atomes de fer. Il assure le transport de l'oxygène via l'hémoglobine, en participant à la synthèse de l'ADN et au fonctionnement de différentes enzymes (**Gavazzi, 2014**).

Son rôle dans les mécanismes d'oxydo-réduction par le transport d'électrons connu depuis longtemps explique aussi que présent en excès, il facilite la libération d'espèces réactives de l'oxygène. Ces dernières interagissent avec une majorité des éléments constitutifs des cellules - lipides, protéines, acides nucléiques - et peuvent par-là entraîner des altérations des membranes cellulaires et des organelles intra-cytoplasmiques aboutissant au dysfonctionnement cellulaire (**Bauduer, 2009**).

## 2. Processus de l'érythropoïèse :

L'érythropoïèse est un processus complexe qui aboutit à la formation de 100 milliards de globules rouges/jour. Elle a lieu chez l'adulte dans la moelle osseuse et finement régulée pour permettre d'adapter la production aux besoins en oxygène des tissus périphériques. L'érythropoïétine est le facteur régulateur principal de l'érythropoïèse, celle-ci est produite par le rein et va agir au niveau de la moelle osseuse pour stimuler la production des globules rouges (Zermati *et al.*, 2003).

## 3. L'hémoglobine :

L'hémoglobine est la principale protéine des globules rouges assurant le transport de l'oxygène ( $O_2$ ) du poumon vers les tissus et le retour du gaz carbonique ( $CO_2$ ) des tissus vers le poumon (Baudin, 2016).

Elle comporte une partie protéique : les chaînes de globine, au nombre de quatre et identiques deux à deux (deux chaînes de type  $\alpha$  et deux chaînes de type  $\beta$ ), unies par des liaisons non covalentes et une partie non protéique : l'hème. Cette dernière est logée dans une cavité en forme de V de chaque sous-unité de globine. C'est une Protoporphyrine ayant à son centre un atome de fer sous forme réduite, qui peut fixer de façon réversible un atome d'oxygène (Couprie, 2000). (Figure 1)

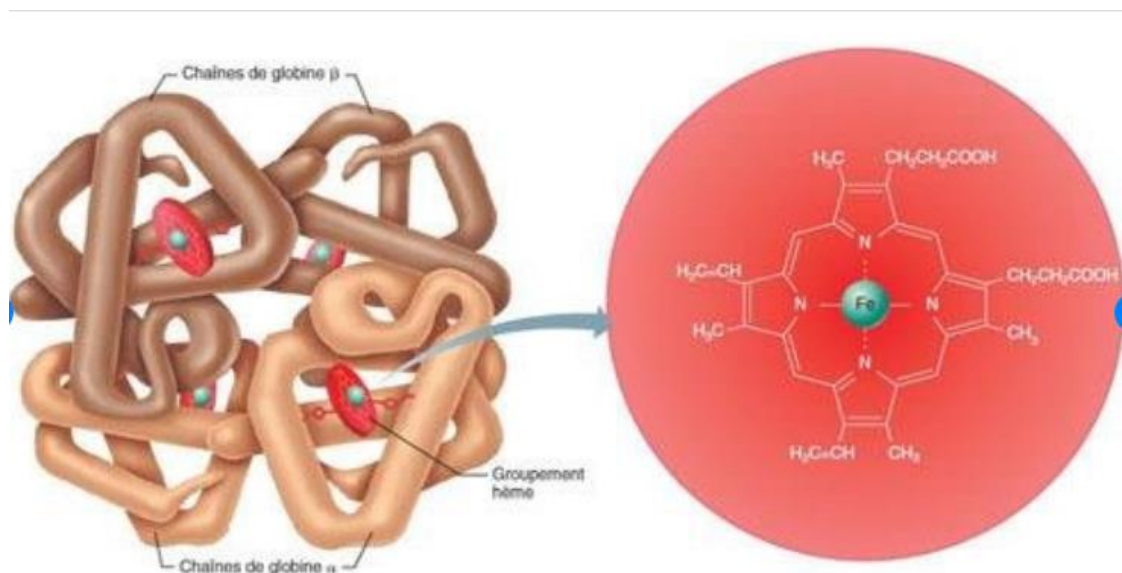
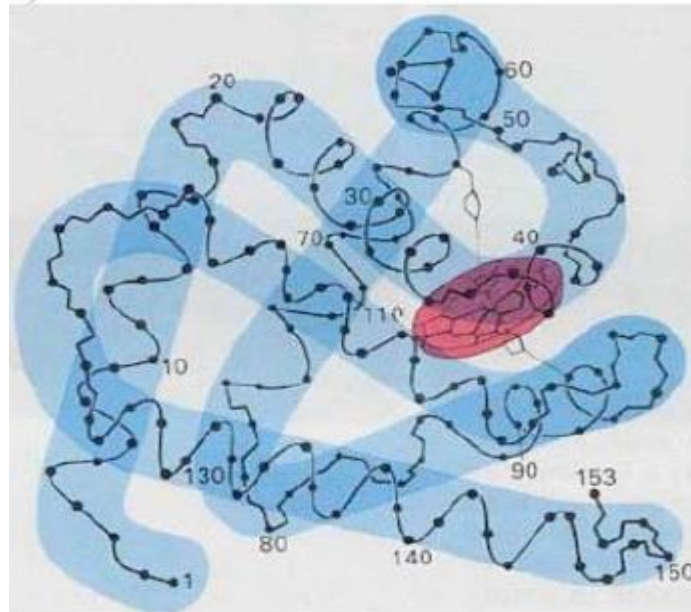


Figure 1 : Schéma représentatif de la Structure de l'hémoglobine et de l'hème (Marieb, 2005)

#### 4. La myoglobine :

La myoglobine est une protéine cytoplasmique des muscles striés (muscles squelettiques et myocarde), fonctionnellement identique à l'hémoglobine mais constituée d'une seule sous-unité. C'est une Protéine héminique, de forme sphéroïde et de faible poids moléculaire (17,8 kDa), elle participe au transport de l'oxygène dans les myocytes (**Manchon, 2006 ; HAS, 2010**). (Figure 2)



**Figure 2: Schéma représente la structure de myoglobine (Manchon, 2006 )**

#### 5. L'hème des enzymes :

L'hème intervient dans la plupart des réactions où l'oxygène coopère telles que les réactions d'oxydo-réduction et c'est l'exemple des cytochromes, de la chlorophylle et des enzymes comme les peroxydases et les catalases.

Les protéines contenant des centres « fer- soufre » sont des transporteurs d'électrons (ferrédoxines) extrêmement importants. Ce sont parfois des enzymes impliquées dans les réactions d'oxydo-réduction comme les hydrogénases et la nitrogénase (**Marzougui, 2012**).

#### I.1.2 Le fer non héminique :

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

### I.1.2.1 Formes de réserves ou Compartiment de stockage:

Il est représenté surtout par le foie et les macrophages de la rate et assure uniquement la fourniture du fer nécessaire au compartiment fonctionnel (**Debril, 2007**). Le fer présent dans ce compartiment de stockage est localisé avant tout dans la ferritine.

#### 1. La ferritine :

La ferritine est composée de 24 sous-unités arrangées en une coquille protéique creuse contenant un noyau de fer dans la cavité centrale. Ce noyau de fer peut contenir de 0 à 4500 atomes de fer. Deux types de sous-unités ont été identifiés, à savoir la sous-unité L (light ou liver Ferritine) et la sous-unité H (heavy ou heart ferritine).

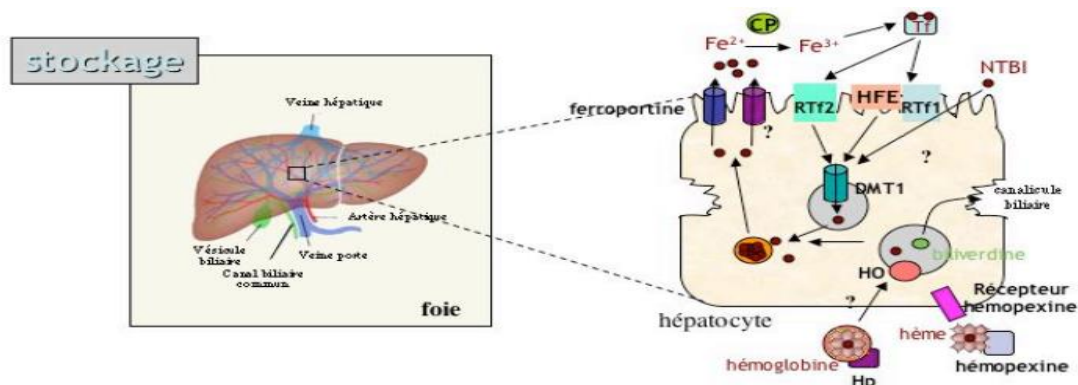
La sous-unité H présente une activité ferroxidase permettant d'oxyder le fer ferreux en fer ferrique, tandis que la sous-unité L catalyse la formation du noyau ferrique (**Beguin, 2002**).

#### 2. L'apoferritine :

C'est une protéine non chargée en fer de forme sphérique, est synthétisée par les hépatocytes, induite par la quantité de fer du milieu. Plus elle est chargée en fer, plus elle est insoluble et lente à le libérer (**Duvallet, 2008**).

#### 3. L'hémosidérine :

C'est une forme annexe de stockage de fer, provient de la dégradation de ferritine et assemble de grandes quantités d'atomes de fer sous forme de formations cristallines insolubles. Elle est localisée surtout dans les macrophages de la rate, produit de dégradation de l'hémoglobine (**Debril, 2007**).



**Figure 3: Schéma représentant le mécanisme de stockage de fer dans les cellules du foie (Viatte, 2006)**

### I.1.2.2 Formes de transport :

Dans le plasma, le fer est principalement lié à la transferrine. L'apotransferrine,  $\beta$  globuline synthétisée essentiellement par le foie, peut fixer de façon réversible 2 atomes de  $Fe^{3+}$ , formant ainsi la transferrine proprement dite. Le complexe ferapotransferrine est internalisé dans les cellules des différents tissus par l'intermédiaire de récepteurs spécifiques de la transferrine (R-Tf) (Imbert, 2001).

**Tableau 1 : Répartition du fer dans l'organisme humain (Diallo, 2014)**

	Homme adulte (70kg)	Femme adulte (60kg)
<b>Fer fonctionnel:</b> - <b>Hémoglobine: 60 -70%</b> - <b>Myoglobine : 6%</b> - <b>Enzymes:</b>	<b>3 g</b> <b>0.3 g</b> <b>0.3 g</b>	<b>2.5 g</b> <b>0.2 g</b> <b>0.3 g</b>
<b>Fer de transport plasmatique:</b> <b>Transferrine</b>	<b>4 mg</b>	<b>4 mg</b>
<b>Fer de réserve (ferritine, hémossidérine) : 30%</b>	<b>0.8 - 1g</b>	<b>0.4 – 0.5 g</b>
<b>Total du fer</b>	<b>50-60 mg/Kg</b>	<b>40-50 mg/Kg</b>

## I.2 Métabolisme de fer :

Le métabolisme du fer fonctionne comme un circuit fermé. L'intestin absorbe le fer à partir des aliments et les macrophages stockent et recyclent le fer après phagocytose des globules rouges en fin de vie. Dans la circulation, le fer est redistribué grâce à la transferrine aux tissus cibles, notamment la moelle osseuse pour la maturation des précurseurs érythropoïétiques. Très peu de fer est filtré par le glomérule rénal, ce fer est totalement réabsorbé le long du néphron (Beaumont *et al.*, 2005).

### 1. Besoins en fer :

Les besoins quotidiens sont d'environ 1 à 2 mg chez l'homme et 2 à 4 mg chez la femme. Chez l'enfant de 6 mois à 6 ans, ils sont proportionnellement 8 fois plus importants que chez l'homme adulte (Plantaz, 2004).

Tableau 2 : Les besoins quotidiens en fer

Âge	Homme	Femme
Nourrisson de 0 à 4 mois	0,5 mg	0,5 mg
Nourrissons et enfants de 4 mois à 7 ans	8 mg	8 mg
Enfants de 7 à 10 ans	10 mg	10 mg
Enfants et jeunes de 10 à 19 ans	12 mg	15 mg
Adultes de 19 à 51 ans	10 mg	15 mg
Adultes à partir de 51 ans	10 mg	10 mg
Femmes enceintes		30 mg
Femmes allaitant		20 mg

(Valeurs de référence pour les apports nutritionnels, 2013)

## 2. Absorption du fer :

L'absorption du fer est effectuée essentiellement au niveau du duodénum et à un degré moindre dans le jéjunum (**Olivier, 2001**). Cette absorption est conditionnée entre autre par l'acidité gastrique, qui transforme le fer ferrique ( $Fe^{3+}$ ) en fer ferreux ( $Fe^{2+}$ ) pour le rendre absorbable passivement par l'entérocyte (**Maton, 2008**).

Selon le type de fer, on peut citer deux mécanismes d'absorption :

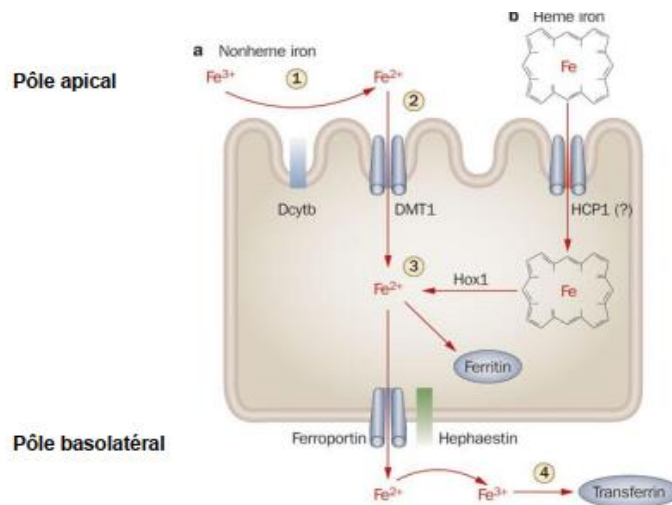
### - Le fer héminique « $Fe^{2+}$ » :

Le fer héminique est plus facile à absorber, il est transporté dans l'entérocyte probablement via le transporteur apical spécifique HCP1 (heme carrier protein 1) (**Beard, 2009**). Suite à la dégradation de l'hémoglobine, puis de l'hème, via l'action de l'hème-oxygénase 1 (HMOX1), le fer est libéré dans la cellule.

### - Le fer non héminique « $Fe^{3+}$ » :

Le fer ferrique ( $Fe^{3+}$ ) est réduit en fer ferreux ( $Fe^{2+}$ ) par une réductase, DCYTB (Duodenal cytochrome B), à la surface apicale de l'entérocyte puis il est absorbé par la cellule via un transporteur de métal divalent, DMT1 (divalent metal transporter 1) (**McKie et al., 2001**).

Une fois à l'intérieur de l'entérocyte, le fer peut être soit stocké au sein d'une protéine, la ferritine, soit excrété au niveau basolatéral dans la circulation sanguine via le seul exportateur de fer connu chez les mammifères : la ferroportine (**Donovan et al., 2005**).



**Figure 4: Absorption du fer non-hémérique et du fer hémérique par l'entérocyte (Stein, 2010)**

❖ **Les facteurs influençant l'absorption du fer :**

Depuis une vingtaine d'années, un certain nombre de nutriments ou d'aliments ont été identifiés comme susceptibles de favoriser ou au contraire de diminuer l'absorption du fer alimentaire (**Hercberg, 2000**).

L'absorption du fer non hémérique est favorisée par l'acidité gastrique, l'acide ascorbique, les citrates et les acides organiques qui favorisent la solubilisation du fer. Par contre, le calcium, les phosphates, les oxalates, les phytates, les tannins et les fibres alimentaires inhibent son absorption, en formant des chélates insolubles. Le rendement d'absorption digestive du fer hémérique est supérieur à celui du fer non hémérique : 30 % versus 5 % (**Omar, 2006**).

**3. Transport du fer dans le plasma :**

✓ **Transferrine :**

Après absorption, le fer circulant (pool labile) est transporté par la transferrine, également appelée sidérophiline. C'est une glycoprotéine plasmatique de 80 000 daltons synthétisée par le foie, dont la demi-vie est de 8 jours, et qui possède deux sites de fixation pour le fer (**Mario, 2007 ; Arleta et al., 2012**).

Il existe trois types de transferrine : la transferrine diferrique, la transferrine monoferrique et de l'apotransferrine.

✓ **Récepteur soluble de la transferrine :**

Le récepteur soluble de la transferrine (sTfR) est la forme protéolysée et circulante du récepteur membranaire de la transferrine. Il augmente lors d'une carence en fer. Il est majoritairement exprimé par les précurseurs érythroïdes mais disparaît des érythrocytes matures (**Weiss ; Goodnough, 2005**).

**4. Pertes en fer :**

Le fer est recyclé dans l'organisme et les besoins doivent juste compenser les pertes :

○ **Pertes régulières :**

Elles sont le fait de la desquamation cellulaire digestive et cutanée, des pertes urinaires, d'une excrétion biliaire, et de la sudation (**Goncalves ; Beaumont., 2005**). Ceci représente environ 1 mg.j-1 pour un adulte (**Fillet, 2009**).

○ **Pertes épisodiques :**

Elles sont liées aux hémorragies, aux pertes menstruelles (4mg/j), à la grossesse, et à l'allaitement (**Fillet, 2009**).

**I.2.1. Régulation du métabolisme cellulaire du fer :**

La régulation des entrées selon les besoins occupe une place centrale dans le métabolisme du fer (**Cattan, 2004**) qui doit donc être strictement contrôlé pour éviter l'apparition de situations pathologiques :

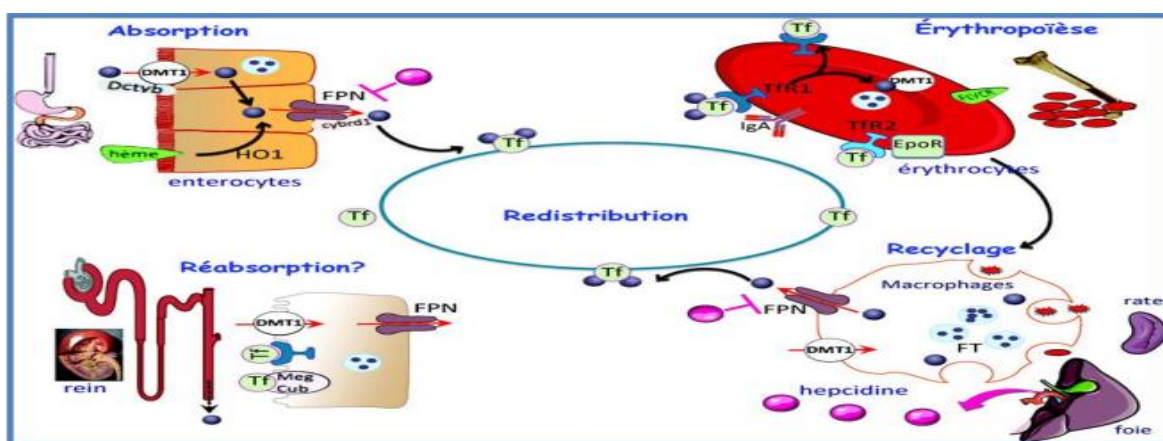
- La régulation systémique de l'absorption intestinale : elle est assurée par l'hepcidine d'origine hépatique qui est l'hormone centrale de régulation du fer (**Dine et al., 2010**).
- Régulation intracellulaire de l'absorption intestinale : L'identification de protéines de transport a été d'une grande importance pour les études de la régulation de l'absorption du fer à l'échelle cellulaire et moléculaire.



- La régulation du contenu cellulaire global en fer fait intervenir des éléments qui contrôlent l'entrée, la sortie et la répartition intracellulaire du fer permettant d'éviter des phénomènes délétères (**Anderson et al., 2005**).

Il existe un système original qui vise en particulier à stabiliser au maximum le pool de transit, et fait intervenir le couple IRE/IRP. Il permet le contrôle de l'équilibre entre les trois pools de fer intracellulaire. Ceci est réalisé en régulant à un niveau post-transcriptionnel l'expression du récepteur de la transferrine et de la ferritine (**Benmansour, 2012**).

L'effet de l'interaction des IRP en région 5' de la ferritine et de la FPN n'est pas le même. Lorsque la teneur en fer du pool labile est faible, l'interaction IRP/IRE en 5' aboutit à l'arrêt de la traduction de l'ARNm de la ferritine, sans affecter celle de la FPN. Parallèlement, l'interaction IRP/IRE en région 3' stabilise l'ARNm du DMT1 et induit une entrée apicale du fer, qui sera suivie de sa sortie basale vers le pool circulant (**Roy, 2000**).



**Figure 5 : Homéostasie du fer (Beaumont et Karim, 2013).**

### **I.3 Les apports du fer dans l'organisme :**

Deux sources de fer sont discernables :

- **L'alimentation :**

Pour compenser les pertes et couvrir les besoins, l'organisme doit recevoir de l'alimentation la quantité de fer nécessaire. Sa biodisponibilité dépend de sa forme chimique et de la présence d'autres nutriments du régime qui favorisent ou inhibent son absorption (**Berger, 2002**). (**Tableaux 3 et 4**)

Tableau 3 : Quelques sources alimentaires de fer hémérique (Santé Canada, 2010)

	Aliments	Taille de la portion
<b>Excellente source de fer 3,5 mg ou plus (soit 25 % ou plus de la valeur quotidienne)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palourdes</li> <li>• Huîtres</li> <li>• Foie de porc braisé</li> <li>• Foie de poulet braisé</li> <li>• Moules bleues cuites</li> </ul>	<p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p>
<b>Bonne source de fer 2,1 mg ou plus (soit 15 % ou plus de la valeur quotidienne)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bœuf cuit</li> <li>• Boudin</li> </ul>	<p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p>
<b>Source de fer 0,7 mg ou plus (soit 5 % ou plus de la valeur quotidienne)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinde et poulet (la viande brune en contient plus)</li> <li>• Porc et jambon</li> <li>• Agneau</li> <li>• Veau</li> <li>• Flétan</li> <li>• Aiglefin</li> <li>• Perche</li> <li>• Saumon</li> <li>• Crevettes</li> <li>• Sardines</li> <li>• Thon</li> <li>• Œufs cuits dur</li> </ul>	<p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>75 g (2 ½ oz)</p> <p>2 moyens</p>

Tableau 4 : Quelques sources alimentaires de fer non hémérique (Santé Canada, 2010)

	Aliments	Taille de la portion
<b>Excellente source de fer 3,5 mg ou plus (soit 25 % ou plus de la valeur quotidienne)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fèves blanches cuites</li> <li>• Fèves de soya cuites</li> <li>• Lentilles cuites</li> <li>• Pois chiches cuits</li> <li>• Graines de citrouille</li> <li>• Graine de sésame</li> <li>• Flocons de son</li> <li>• Tofu ferme</li> <li>• Mélasse noire</li> </ul>	<p>175 mL (¾ tasse)</p> <p>125 mL (½ tasse)</p> <p>175 mL (¾ tasse)</p> <p>175 mL (¾ tasse)</p> <p>60 mL (¼ tasse)</p> <p>60 mL (¼ tasse)</p> <p>250 mL (1 tasse)</p> <p>150 g (¾ tasse)</p> <p>15 mL (1 c. à soupe)</p>
<b>Bonne source de fer 2,1 mg ou plus (soit 15 % ou plus de la valeur quotidienne)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haricots de Lima</li> <li>• Haricots rouges</li> <li>• Pois cassés</li> <li>• Épinards cuits</li> <li>• Pomme de terre au four avec pelure</li> <li>• Nouilles aux œufs enrichies cuites</li> </ul>	<p>175 mL (¾ tasse)</p> <p>175 mL (¾ tasse)</p> <p>175 mL (¾ tasse)</p> <p>125 mL (½ tasse)</p> <p>1 grosse</p> <p>250 mL (1 tasse)</p>
<b>Source de fer 0,7 mg ou plus (soit 5 % ou plus de la valeur quotidienne)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arachides</li> <li>• Pacanes</li> <li>• Pistaches</li> <li>• Amandes grillées</li> <li>• Noix d'acajou grillées</li> <li>• Graines de tournesol</li> <li>• Pâtes, macaroni, enrichi, cuit</li> <li>• Pain de blé, commercial, grillé</li> <li>• Germe de blé</li> </ul>	<p>60 mL (¼ tasse)</p> <p>60 mL (¼ tasse)</p> <p>60 mL (¼ tasse)</p> <p>60 mL (¼ tasse)</p> <p>60 mL (¼ tasse)</p> <p>60 mL (¼ tasse)</p> <p>250 mL (1 tasse)</p> <p>1 tranche (35 g)</p> <p>30 mL (2 c. à soupe)</p>

▪ **Les échanges internes du fer :**

✚ Le macrophage : principale source de fer plasmatique → par érythrophagocytose peut fournir du fer au plasma (Cadet *et al.*, 2005) ;

✚ L'enthérocyte : source de fer pour l'organisme → l'organisme perd chaque jour environ 1 mg de fer, donc il importe de compenser ces pertes par une absorption digestive de fer adapté au niveau de duodénum (Anderson *et al.*, 2005).

## II. Carence en fer, Anémie et Anémie Ferriprive

### II.1 La carence en fer (CF):

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime que, globalement, 468 millions de femmes adultes souffrent d'anémie, dont 50% due à la carence en fer (OMS, 2008). En plus de l'apport inadéquat de fer, l'infection et les pertes du sang sont une cause fréquente de la carence en fer (Chandyo, 2015).

Elle évolue en trois stades : tout d'abord, les réserves de fer dans les cellules réticulo-endothéliales du foie, de la rate et de la moelle osseuse sont épuisées ; la deuxième étape est représentée par l'érythropoïèse, où le fer de transport diminue et, par conséquent, l'apport en fer des cellules est réduit. Ces deux premiers stades sont également appelés «carence en fer latente ».

Dans le dernier stade de la carence en fer, la synthèse de l'hémoglobine est due à une insuffisance d'apport en fer, entraînant une anémie (Alaunyte, 2015).

### II.2 Anémie : définitions et classification :

#### II.2.1 Définition :

L'anémie est définie comme la diminution de la concentration d'hémoglobine dans le sang, inférieure aux valeurs attendues pour des personnes de même âge et même sexe. (Barro, 2013).

L'OMS et l'ANAES ont défini l'anémie selon des normes quasiment identiques, comme le montrent le tableau ci-après (ANAES, 1997 ; OMS, 2008).

**Tableau 5 : Les seuils d'hémoglobine selon l'âge et le sexe (OMS, 2008)**

<b>Age et sexe</b>	<b>Seuil d'hémoglobine (g/dL)</b>
Enfant 6 à 59 mois	11
Enfant 5 à 11 ans	11,5
Enfant 12 à 14 ans	12
Femmes non enceintes (> 15 ans)	12
Femmes enceintes	11
Hommes (> 15 ans)	13

## **II.2.2 Classification d'anémie:**

### ➤ **Selon le taux de réticulocytes :**

Les réticulocytes sont des érythrocytes non matures avec la présence de réticulum endoplasmique que l'on peut retrouver dans la circulation sanguine. Leur taux permet de définir une anémie comme étant :

- Anémies régénératives réticulocytes  $\geq 120$  G/l
- Anémies arégénératives réticulocytes  $< 70$  G/l

#### **1. Les anémies régénératives :**

Elles correspondent à une perte excessive érythrocytaire par une hémorragie ou par une destruction érythrocytaire périphérique dite hémolyse pathologique, et sont donc d'origine périphérique. Le fonctionnement médullaire est normal.

Les anémies régénératives sont le plus souvent macrocytaires, le volume globulaire augmentant du fait de l'accélération de l'érythropoïèse mais cette macrocytose peut être masquée par l'association à une autre cause d'anémie (**Thi Mai Anh, 2010**).

Elles sont de trois types :

- les anémies hémolytiques,
- les anémies hémorragiques
- les anémies correspondant à un stade intermédiaire de correction (anémie par carence ferriprive en cours de supplémentation martiale par exemple).

#### **2. Les anémies arégénératives :**

Elles correspondent à un trouble de la production : soit les cellules médullaires sont fonctionnelles mais manquent de substrats (trouble au niveau de la synthèse de l'Hb par carence en Fer, folates, ou B12, une diminution de la synthèse de l'EPO), soit les cellules médullaires sont incompetentes. Ces anémies sont donc d'origine centrale (**Thi Mai Anh, 2010**).

### ➤ **Selon les indices érythrocytaires :**

Les indices érythrocytaires VGM, TCMH et CCMH permettent aussi de caractériser le type d'anémie en :

- Anémies microcytaires ou hypochromes;
- Anémies normochromes (normocytaires ou macrocytaires);
- Anémies normochromes.

**Tableau 6 : Classification d’anémie selon les indices érythrocytaires (Barro, 2013)**

MCV (Volume Corpusculaire Moyen)	Moyenne des volumes de toutes les hématies mesurées	82-98 fL
MCH (Teneur Corpusculaire Moyenne en hémoglobine)	Taux moyen d’hémoglobine par hématie	26-34 pg
MCHC (Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine)	Taux moyen d’hémoglobine dans le volume occupé par les hématies dans le sang obtenu en divisant le taux d’hémoglobine par l’hématocrite	320-360 g/L
Anémie microcytaire	Anémie avec érythrocytes de petite taille en moyenne	MCV < 82 fl
Anémie macrocytaire	Anémie avec érythrocytes de grande taille en moyenne	MCV > 98 fl
Anémie hypochrome	Anémie avec une teneur corpusculaire d’hémoglobine inférieure à la normale	MCHC < 320 g/L
Anémie hyperchrome	Anémie avec une teneur corpusculaire d’hémoglobine supérieure à la normale	MCHC > 360 g/L

### II.3 L’anémie par carence martiale ou anémie ferriprive :

La principale cause de l’anémie est la carence en fer encore appelée carence martiale. L’association entre ces deux dernières est désignée par l’expression « anémie ferriprive » (Jutchka *et al.*,2016).

#### II.3.1 Les symptômes liés à l’anémie :

Les symptômes les plus courants sont la fatigue, léthargie, sensation de faiblesse, l’essoufflement, maux de tête, battements de cœur irréguliers (palpitations), altération du goût, bouche douloureuse et bourdonnements dans les oreilles (acouphènes) (Soundarya, 2016).

#### II.3.2 Les facteurs de risque de l’anémie ferriprive :

L’anémie est l’une des pathologies à rechercher systématiquement lors de la présence de certains facteurs de risques tels que : la multiparité, l’allaitement prolongé, les saignements antérieurs à la grossesse, les régimes alimentaires carencés, les grossesses rapprochées (écart entre deux grossesses de moins d’un an) , les grossesses multiples , les âges extrêmes (< 18 ans ou > 40 ans), l’adolescence notamment , une mauvaise situation socio-

économique, les antécédents d'anémie ferriprive, gravidique ou pas, la géophagie (l'argile absorbée par certaines ethnies) empêchant l'absorption intestinale du fer et pouvant être responsable de carences martiales sévères (**Lansac, 2008**).

### **II.3.3 Conséquences de l'anémie et de la carence en fer :**

Il est maintenant reconnu que même sans anémie, une carence en fer légère à modérée comporte de graves conséquences pour la santé et le bien-être ainsi que des répercussions sociales et économiques (**OMS, 2001 ; Davidsson et Nestel, 2003**).

La carence en fer affecte négativement :

- La performance cognitive, le comportement et la croissance physique des nourrissons, des enfants d'âge préscolaire et d'âge scolaire;
- Le statut immunitaire et la morbidité due aux infections de tous les groupes d'âges.

Pendant la grossesse : (**OMS, 2001**)

- Elle augmente les risques périnataux pour les mères et les nouveau-nés;
- Elle augmente la mortalité maternelle et infantile

En outre, les humains carencés en fer ont des fonctions gastro-intestinales et une production hormonale altérées (neurotransmetteurs et hormones thyroïdiennes)

### **III. Carence en fer, Anémie et Anémie Ferriprive chez les femmes en âge de procréer**

Le fer est essentiel, tant au niveau de notre système nerveux que dans la lutte contre les infections. Coup de fatigue, maux de tête, voire anémie sont monnaies courantes chez les femmes, qui manquent souvent de cet élément fondamental.

De la puberté à la ménopause, les femmes doivent surveiller leur apport en fer, qui en cas de déficit peut conduire à une anémie, c'est-à-dire une diminution du nombre de globules rouges et de la teneur en hémoglobine, qui transporte l'oxygène.

Selon l'OMS, l'anémie dans le monde touche 30,2 % des femmes en âge de procréer (**Benoist *et al.*, 2008**). Ces effets sur la santé de l'individu sont multiples, se traduisant chez l'adulte par une diminution de la capacité physique et de la productivité (**FAO, 2013; Sellam et Bour, 2014**).

#### **III.1 Quantité de fer dans l'organisme adulte :**

Un organisme adulte contient 3 à 5 g de fer. Chez les individus sains, et plus particulièrement chez la femme adulte en âge de procréer, la quantité de fer est d'environ 35 mg/kg de poids corporel (**Curvat, 2013**).

#### **III.2 Besoins en fer chez la femme en âge de procréer :**

Pour déterminer les besoins en fer, il faut tenir compte de plusieurs facteurs: les besoins physiologiques liés à l'âge et au sexe, la teneur en fer de la ration, la biodisponibilité et l'état des réserves (**Stella et Kengne, 2011**).

Les besoins quotidiens en fer sont d'environ 2 mg chez la femme en période d'activité génitale. Une alimentation normale apporte environ 10 à 15 mg de fer dont seulement 5 à 10% sont absorbés (**CDU-HGE, 2015**).

#### **III.3 Les Apports Journaliers Recommandés :**

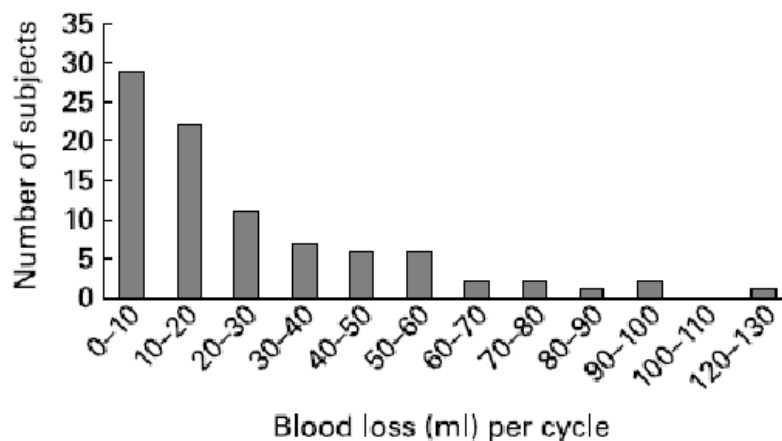
Les AJR pour le fer varient dans de larges proportions selon l'âge et le sexe. Pour les femmes en âge de procréer, ils sont de 18mg/j et augmentent à 33mg/j pour une femme végétarienne.



En France, l'apport moyen de fer est estimé à 11,5 mg/j chez les femmes, la prévalence d'inadéquation d'apports est élevée et varie de 67,1 à 74,9% (Curvat, 2013).

### III.4 Les pertes :

Les femmes sont les plus exposées aux carences martiales. En effet, elles ont les apports en fer les plus faibles et les pertes les plus élevées. On admet que la perte de fer liée aux règles est de l'ordre de 0,5 à 2 mg/jour en moyenne pour une femme ayant des pertes menstruelles normales. Ce chiffre double (2 à 4 mg/jour) en cas de règles très abondantes et fréquentes. Certains travaux suggèrent que les pertes de fer dépassent 1,7 mg/jour chez 30 % des femmes environ (Rigaud, 2000). La perte de sang menstruel médiane est de 17,6 mL. Les résultats de la présente étude ont démontré que la perte menstruelle de fer est inversement proportionnelle aux réserves de fer (Harvey, 2005) (Figure 6)



**Figure 6: Fréquence de distribution des pertes sanguines menstruelles (mL/cycle) (Harvey, 2005)**

### III.5 Carence en fer et Anémie Ferriprive chez les femmes en âge de procréer :

La carence en fer est la carence nutritionnelle la plus répandue dans le monde, elle touche à la fois les pays développés et ceux en voie de développement (Sirdaha, 2014). Il a été estimé que 25% de la population mondiale souffre d'anémie, et environ 50% des cas sont dus à la CF (Falkingham, 2010). L'anémie par CF ou AF se caractérise par une diminution de la concentration d'hémoglobine (Hb) (Schweitzer, 2013). Elle affecte les individus quel que soit leur âge mais prédomine chez les femmes en âge de procréer en raison des pertes menstruelles ainsi qu'aux besoins en fer (Haas, 2016).

### **III.5.1. Facteurs de risques:**

Plusieurs facteurs autres que l'alimentation peuvent affecter le statut en fer et/ou les apports en fer des individus et causer une déficience en ce nutriment :

#### **❖ Facteurs socio-économiques**

Ils sont directement en lien avec le statut en fer selon différentes études. En effet, la déficience en fer est plus répandue chez les groupes ayant un faible statut socio-économique.

Des associations significatives ont été observées entre l'anémie, la sévérité de l'anémie et un niveau socio-économique bas (**Choudhary et al., 2006**).

#### **❖ Restriction alimentaire**

Puisque le fer est présent dans plusieurs aliments, son apport est généralement relié à l'apport énergétique (**Zimmermann et Hurrell, 2007; Narasinga, 2007**). Ainsi, le risque de déficience en fer est plus grand si des besoins en fer élevés sont associés à un besoin énergétique peu élevé ou à une restriction volontaire de l'apport calorique.

#### **❖ Insuffisance de poids et surpoids :**

Les individus se trouvant aux extrêmes des catégories de l'indice de masse corporelle (IMC) semblent plus à risque de déficience en fer (**Moench-Pfanner et al., 2005**).

#### **❖ Menstruations et contraception :**

Chez les femmes, la prévalence de déficience en fer commence à augmenter surtout à l'adolescence où les pertes de sang par les menstruations se superposent au besoin accru de fer relié à la croissance (**Zimmermann et Hurrell, 2007**). Les pertes menstruelles abondantes et une longue durée des menstruations ont aussi été identifiées comme facteurs de risque de déficience en fer (**Heath et al., 2001**).

Les méthodes de contraception pouvant affecter les menstruations (flux et durée) ont aussi été associées à la déficience en fer dans la littérature. En effet, les femmes utilisant des contraceptifs oraux ont des pertes menstruelles moins abondantes (**Harvey et al., 2005 ; IOM, 2006**) et des menstruations significativement plus courtes.

D'autres facteurs interviennent comme :

❖ **Infection bactérienne :**

Une infection par la bactérie **Helicobacter pylori (HP)** a été impliquée dans plusieurs études récentes, comme une cause importante de l'anémie ferriprive (**Ben Chaabane et al., 2011**).

❖ **Pertes et dons de sang :**

Les pertes de sang aiguës ou chroniques peuvent causer une déficience en fer. Également, un don de sang annuel de 500 mL augmente les besoins en fer absorbé d'environ 0,6 mg/jour pour l'année (**IOM, 2006**).

❖ **Facteurs génétiques :**

Il est de plus en plus évident qu'il existe une influence génétique sur le statut en fer (**Dénie et Agarwal, 2007**). Il apparaît désormais que certains syndromes génétiques correspondent au plan du mécanisme sous-tendant le développement d'une surcharge en fer, tel est le cas d'hémochromatoses de types 1, 2 et 3, dont les mutations ont pour effet une diminution de la production hépatique de l'hepcidine, hormone régulatrice du métabolisme du fer. Tandis que dans le cas d'hémochromatose de type 4, les mutations sont responsables d'un défaut de fonctionnement de la ferroportine qui est la protéine d'export cellulaire du fer et donc la conséquence est une rétention intracellulaire du fer (**Brissot et al., 2008**).

❖ **Activité physique intense :**

Selon certaines études, le statut en fer des femmes qui pratiquent régulièrement une activité physique intense est souvent marginal ou inadéquat (**IOM, 2006**). Les besoins en fer de ces dernières peuvent être de 30 à 70 % plus élevés que chez celles qui ne pratiquent pas d'activité physique soutenue (**IOM, 2006**).

### **III.5.2. Conséquences de l'anémie chez la femme en âge de procréer :**

L'anémie est associée à de graves conséquences sur la santé, on trouve :

❖ **Les conséquences fonctionnelles :**

La diminution de l'activité physique et les performances physiques et cognitives, ainsi que l'augmentation de la dépression et de la fatigue (**Haas, 2016**).

❖ **Les conséquences sociales et économiques :**

L'augmentation de la mortalité maternelle et périnatale, une faible productivité du travail, et des besoins énergétiques accrus (**Haas, 2016**).

❖ **Les conséquences cliniques et subcliniques :**

Elles sont nombreuses et affectent négativement la performance, la santé et le bien-être général des femmes atteintes.

- **Performance**

La capacité de travail physique est l'une des performances humaines qui ont été largement altérées par une carence en fer (**Haas, 2001**). Cela a été confirmé par des études menées dans des pays en développement d'Amérique du Sud (**Charles, 2012**).

- **Santé :**

La déficience en fer est associée à une diminution du bien-être et de la santé générale, par exemple, le fer étant un élément important de l'immunocompétence, une prévalence d'infections plus élevée a été remarquée chez les individus déficients en fer (**Agarwal, 2007**).

De plus, les adultes qui ont une anémie sévère sont à risque de complications cardiopulmonaires (**Helfand et al., 2006**). Le cœur doit travailler plus fort pour compenser le manque d'oxygène et à long terme, ce stress peut mener à des battements de cœur irréguliers, de la tachycardie, des douleurs thoraciques et même un arrêt cardiaque (**NIH, 2006**).

### **III.6 Exploration biologique du statut nutritionnel en fer :**

L'hémogramme est l'examen de référence. Il est réalisé par un prélèvement sur anticoagulant, de sang veineux chez l'adulte, il est complété par différentes analyses biochimiques (**Maire, 2010**).

❖ **Paramètres biochimiques du bilan martial :**

**1. Le fer sérique :**

Bien que le dosage du fer sérique (ou plasmatique) reste inscrit à la nomenclature des actes de biologie médicale, sa mesure isolée n'a pas d'intérêt. Chez l'adulte, les valeurs usuelles du fer plasmatique varient de 10 à 30  $\mu\text{mol/L}$ , avec des valeurs plus faibles chez la femme. Il est recommandé de prélever le patient à jeun le matin afin de limiter la variabilité des

résultats liée au cycle nyctéméral. Les travaux de **C. Ricos** ont montré que le fer plasmatique est un paramètre à forte variation interindividuelle (26,5 %) et intra-individuelle (23,2%) pour lequel l'imprécision et l'erreur totale acceptables sont élevées (13,3 % et 30,7 %, respectivement) (**Marinoa, 2012**).

## **2. La ferritine :**

Le fer du pool circulant peut être stocké pour constituer un pool de réserve intracellulaire, principalement au niveau hépatique. Le fer est stocké au sein de la ferritine, macromolécule protéique, pouvant contenir jusqu'à 4 500 atomes de fer.

L'exploration indirecte du pool de réserve repose sur les dosages de la ferritine sérique ou plasmatique et érythrocytaire (**OMS, 2004**).

Chez le sujet sain, la concentration en ferritine plasmatique ou érythrocytaire est corrélée à la ferritine tissulaire et donc au fer de réserve. L'augmentation de 1 µg/L de la concentration en ferritine correspond au stockage de 8 mg de fer.

Une ferritine plasmatique < 15 µg/L est le reflet de réserves en fer épuisées et une ferritine < 30 µg/L témoigne de réserves insuffisantes (**OMS, 2004**).

## **3. La transferrine et sa capacité de saturation :**

Le fer circulant est transporté par la transferrine, glycoprotéine de 80 kDa de masse moléculaire, synthétisée par le foie, dont la demi-vie est de 8 jours, et qui possède deux sites de fixation pour le fer.

L'exploration du fer circulant s'effectue par le dosage couplé du fer plasmatique et de la transferrine qui permet le calcul du coefficient de saturation de la transferrine (CST), selon la formule :

$$CST (\%) = \left\{ \frac{\text{concentration en fer plasmatique } (\mu\text{mol/L})}{2 / 80\ 000 \times 10^6 \times \text{concentration en transferrine } (g/L)} \right\} \times 100.$$

Le calcul du CST, remplace la mesure de la capacité totale de fixation qui était utilisée lorsque les dosages immunologiques de la transferrine n'étaient pas disponibles, elle est normale chez la femme lorsque sa valeur est de l'ordre de 40 à 80 µM (**HAS, 2011**).

La diminution du CST en dessous de 16 % est observée dans les carences en fer à un stade avancé (Thomas, 2002).

❖ **Paramètres biochimiques de l'inflammation:**

- **Protéine Réactive C (CRP) :**

Il est très important de prendre en compte l'état inflammatoire lors de l'exploration du statut martial. De nombreuses études nutritionnelles utilisent couramment la protéine C-réactive (Burke, 2014).

C'est une protéine synthétisée dans le foie et se trouve normalement à des concentrations inférieures à 10 mg / L dans le sang. Au cours des maladies infectieuses ou inflammatoires, les taux de CRP augmentent rapidement dans les 6 à 8 heures et atteignent un maximum de 350 à 400 mg / L après 48 heures (OMS, 2014).

La CRP a été largement mesurée à l'aide de tests ELISA, d'immuno-turbidimétrie ou dosages néphélométriques à base d'anticorps, qui sont généralement sensibles à des concentrations de 5 à 20 mg / L (OMS, 2014).

### **III.7 Anthropométrie et statut nutritionnel :**

Les changements dans les dimensions du corps témoignent de la santé et du bien-être en général des individus et des populations (Cogill, 2003).

L'anthropométrie est la technique de mensuration du corps humain et de ses diverses parties, le mot vient du grec « anthrôpos », l'homme, et « metron », la mesure au sens strict du terme. En somme, elle est l'étude des proportions du corps humain. C'est une mesure très utilisée, peu chère et non invasive de l'état nutritionnel (Cogill, 2003).

• **Mesure de l'IMC (Indice de Masse Corporelle) et IMG (Indice de Masse Grasse):**

L'état nutritionnel de chaque femme a été évalué par mesure anthropométrique du poids et de la taille afin de calculer l'indice de masse corporelle (IMC) et d'estimer la graisse corporelle (IMG).

IMC est une mesure du poids par rapport à la taille, les individus sont répartis entre les catégories de poids insuffisant (IMC inférieur à 18, kg/m<sup>2</sup>), de poids normal (IMC variant de 18 à 25 kg/m<sup>2</sup>), d'excès de poids (IMC variant de 25, à 30 kg/m<sup>2</sup>), et d'obésité (IMC > 30kg/m<sup>2</sup>) (Shields, 2008).

$$IMC \text{ kg/m}^2 = \text{poids (kg)} / \text{taille (m}^2)$$

Indice de masse grasse est utilisé pour évaluer la proportion de tissu adipeux selon la formule de Deurenberg :

$$IMG \% = (1.2 * IMC) + (0.23 * \alpha) - (10.8 * x) - 5.4$$

$\alpha$  : âge (ans) et  $x = 0$  pour femme

Un excès de graisse peut avoir des conséquences plus ou moins graves sur la santé, qui peuvent aller de l'essoufflement au cholestérol, voire même provoquer des risques d'AVC (Accidents Cardio-Vasculaire). Une surveillance régulière grâce à cet indice est donc tout indiquée pour surveiller sa masse grasseuse (Deurenberg, 1991).

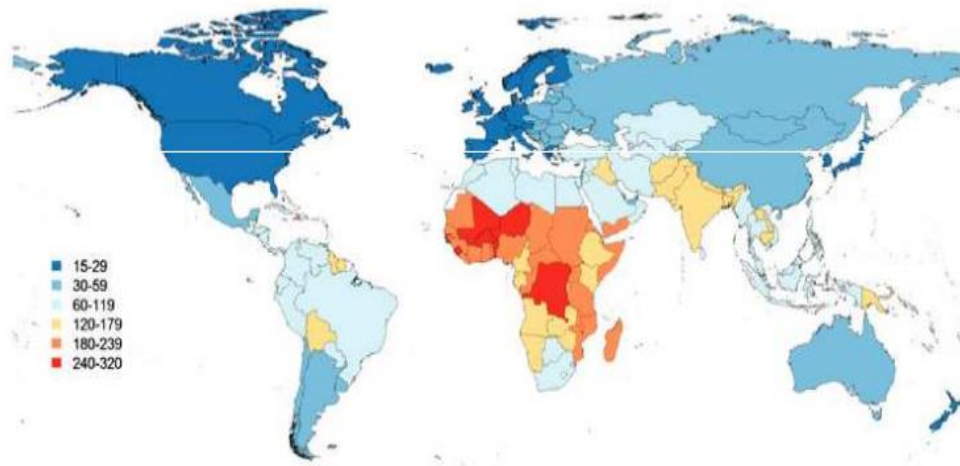
L'interprétation de la formule se fait selon les propositions de Deurenberg (Figure 7)

Pour les femmes	
Valeur de l'IMG	Interprétation
Inférieur à 25%	Trop maigre
Entre 25% et 30%	Pourcentage normal
Supérieur à 30%	Trop de graisse

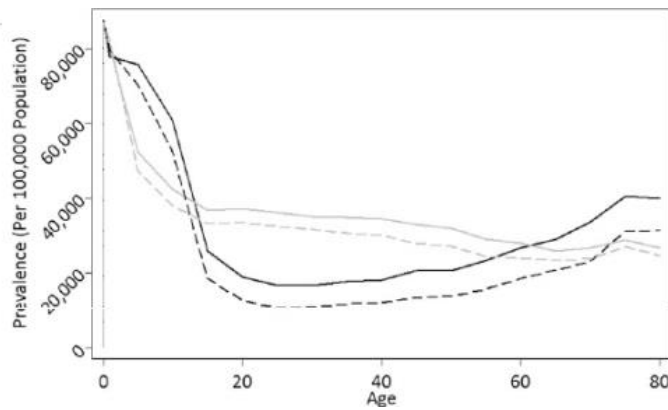
**Figure 7 : Interprétation de l'IMG (Deurenberg, 1991)**

### **III.8 Epidémiologie de l'anémie chez les femmes en âge de procréer (étude de prévalence) :**

Les études antérieures sur l'épidémiologie de l'anémie ont été géographiquement limitées avec peu de détails sur la sévérité ou sur l'étiologie (Kassebaum , 2014). L'anémie est le problème de santé publique le plus fréquemment rencontré dans le monde en général, et dans les pays en développement en particulier. Les femmes en âge de procréer, notamment les femmes enceintes et les enfants sont les groupes à plus haut risque (Dogoni, 2014).



**Figure 8 : Anémie globale de 1990 à 2010 (Kassebaum , 2014)**



**Figure 9 : Prévalence globale de l'anémie selon l'âge (Bourgarit-Durand, 2014)**

L'OMS estime qu'environ 468 millions de femmes âgées de 15 à 49 ans (30 % de la population féminine totale) sont anémiques, dont au moins la moitié du fait d'une carence en fer (De Benoist, 2008).

C'est en Afrique que la proportion de femmes anémiques est la plus grande (entre 48 % et 57 %) et en Asie du Sud-est qu'elles sont les plus nombreuses (182 millions de femmes en âge de procréer) (OMS, 2012).

### **III.9 Traitement de l'anémie :**

#### **1. Changement d'alimentation:**

Il est possible de refaire les réserves de fer par le seul conseil diététique et un changement de l'alimentation, mais il faut beaucoup de patience et les pertes continues ne doivent pas être trop importantes.



Plus de poissons et de viandes, de fruits et jus de fruits, et il est indiqué de diminuer les inhibiteurs de l'absorption du fer: thé, café, produits laitiers et autres aliments riches en calcium et en phosphates ne doivent pas être consommés en même temps que les repas principaux riches en fer (**Ferdinand, 2009**).

## **2. Traitement de fer oral :**

Le fer par voie orale est bon marché et sûr, c'est donc toujours le standard du traitement de substitution. Son effet est plus lent. Il est vrai que celui du traitement parentéral, mais dans une carence martiale sans anémie, il est suffisamment rapide. La mauvaise tolérance gastro-intestinale (ballonnements, douleurs, constipation) est prise comme argument contre les comprimés de fer. Il ne faut donc jamais renoncer a priori à un essai de traitement par voie orale (**Ferdinand, 2009**).

## **3. Traitement de fer intraveineux :**

Il est utilisé pour traiter les carences en fer lorsque les préparations orales sont inefficaces. Les plus vieux médecins ont encore en mémoire les graves incidents secondaires à l'administration parentérale de fer dextran de haut poids moléculaire.

Comme ce n'est pas le fer de l'Hb qui doit être substitué, il faut 500–1000 mg pour remplir les réserves, fractionnés en doses de 200 mg (Fe-Saccharose) ou en 1–2 doses pour le Fe- carboxymaltose.

Un contrôle de la ferritine n'est indiqué qu'après 8–12 semaines, vu que pendant les premières semaines suivant l'injection, il se produit une ascension passagère mais marquée de la ferritine sérique, sans corrélation avec la quantité de fer en réserve (**Ferdinand, 2009**).

# *Sujets et Méthodes*

## **Chapitre II : Sujets et Méthodes**

### **II.1 Lieu de stage :**

Notre étude a été réalisée à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) située à El Harrach, Alger en collaboration avec le laboratoire Mère-Enfant du CHU Beni Messous.

### **II.2 Population d'étude:**

Notre échantillon est composé de 140 étudiantes, âgées de 20 à 26 ans, recrutées à l'ENSA pendant un mois. Ces étudiantes sont en bonne santé apparente.

### **II.3 Questionnaire :**

Après consentement des participantes, un questionnaire leur a été soumis pour le recueil des renseignements (**Annexe**) portant sur :

- L'identité de chaque étudiante (l'âge, lieu de résidence)
- L'anamnèse : toutes les étudiantes qui présentent des antécédents cliniques ou chirurgicaux ou bien des maladies influençant leur statut en fer ont été éliminées de l'échantillon.
- Cycle menstruel :
  - Régliées ou non le jour de prélèvement ;
  - Cycle régulier ou irrégulier ;
  - Degré d'abondance des menstruations ;
  - L'usage de contraceptifs oraux.

### **II.4 Les mesures anthropométriques :**

Le poids et la taille de chaque étudiante ont été mesurés.

#### **II.4.1 Le poids :**

Elles ont été pesées pied nu, légèrement vêtues à l'aide d'une balance de 120 kg de portée

Le poids est exprimé en kilogramme (kg)

#### **II.4.2 La taille :**

- Elle est mesurée à l'aide d'une toise graduée

- La taille est exprimée en mètre (m)

### II.4.3 Calcul de l'Indice de Masse Corporelle (indice de Quételet) :

A partir du poids et la taille, on peut calculer l'IMC par la formule suivante :

$$IMC \text{ kg/m}^2 = \text{poids (kg)} / \text{taille (m}^2)$$

IMC est exprimé en Kg/m<sup>2</sup>

- $IMC < 18 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow$  Maigre
- $18 \text{ Kg/m}^2 < IMC < 25 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow$  Etat normal
- $25 \text{ Kg/m}^2 < IMC < 30 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow$  Surpoids
- $IMC > 30 \text{ Kg/m}^2 \rightarrow$  Obésité

### II.4.4 Calcul de l'Indice de Masse Grasse (IMG) :

L'indice de masse grasse (IMG) est un indice, exprimé en pourcent, permettant de juger la proportion de tissus adipeux d'un être humain adulte, qui rend compte de la disproportion entre la masse de graisse et celles des muscles.

$$IMG \% = (1.2 * IMC) + (0.23 * a) - (10.8 * x) - 5.4$$

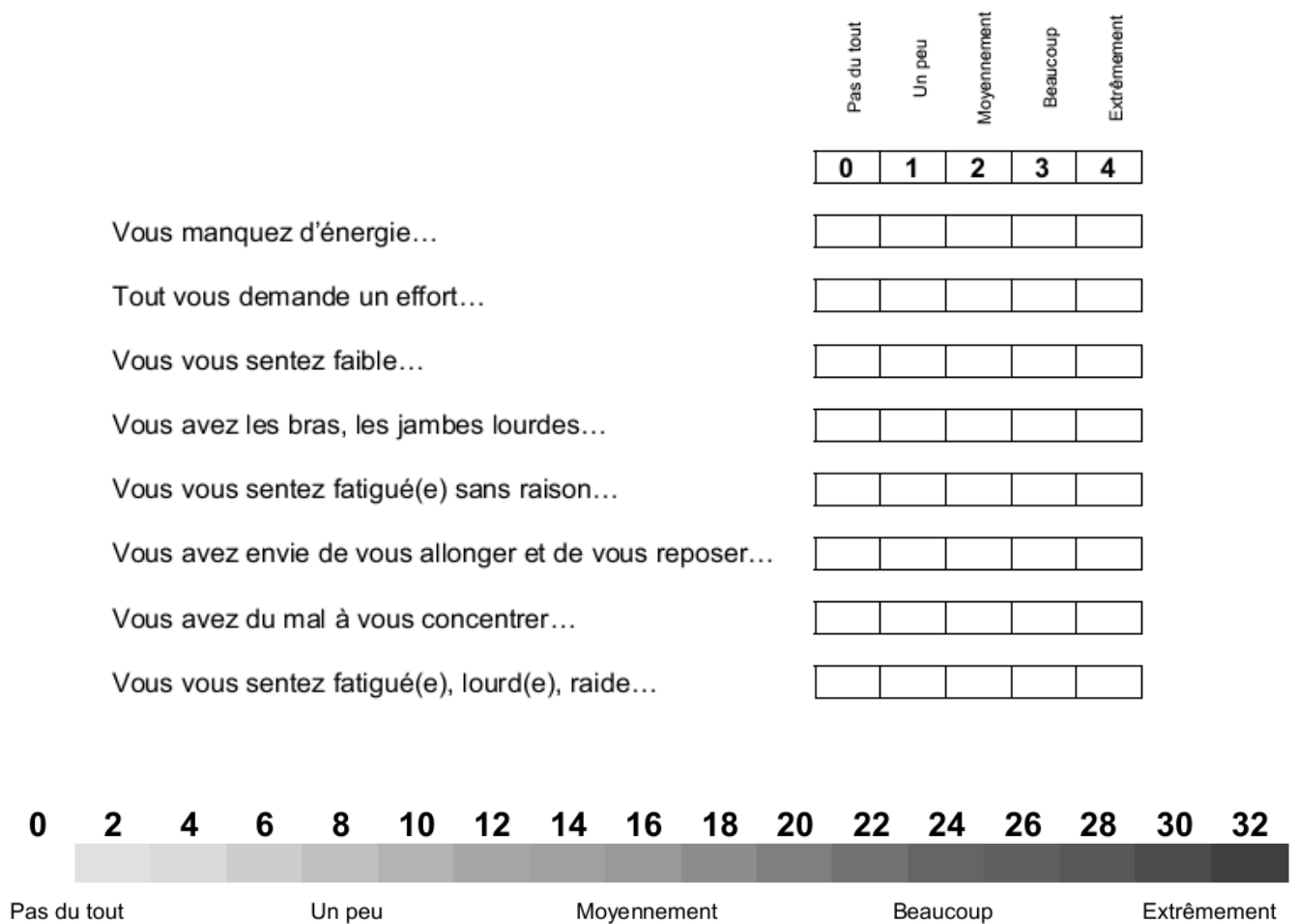
a : âge (ans) et x = 0 pour femme

**Tableau 7 : Interprétation de l'indice de masse grasse (IMG)**

IMG %	Interprétation
IMG < 25 %	Petite quantité de graisses (trop maigre)
25% < IMG < 30 %	Quantité de graisses normale
IMG > 30 %	Trop de graisses

### II.5 Mesure de la fatigue :

L'Etat de fatigue est mesuré en suivant l'ensemble de questions de PICHOT (échelle de PICHOT (Pichot , 1984) (Figure 10):



**Figure 10 : Mesure de la fatigue - ECHELLE DE PICHOT**

Les réponses sont notées comme suit :

0. Pas du tout
1. Un peu
2. Moyennement
3. Beaucoup
4. Extrêmement

Si le score obtenu est de :

- 0 à 8 → Pas du tout fatiguée
- 8 à 16 → Peu fatiguée
- 16 à 24 → Moyennement fatiguée
- 24 à 28 → Beaucoup fatiguée
- 28 à 32 → Extrêmement fatiguée

## **II.6 Prélèvements sanguins :**

Pour chaque étudiante, 9 mL du sang veineux sont prélevés par ponction veineuse au niveau du pli du coude. Les prélèvements sont répartis dans deux tubes : l'un contenant un anticoagulant « EDTA » destiné au dosage de l'hémoglobine ainsi qu'au calcul des indices érythrocytaires grâce à un automate de type (**SYSMEX: Xs-500 I**) (Figure 11)



**Figure 11 : Automate d'hématologie de type SYSMEX: Xs-500 I**

Le sang prélevé dans l'autre tube sec (sans anticoagulant) a subi une centrifugation à 3000 tours / min pendant 15 minutes à l'aide d'une centrifugeuse. Le sérum récupéré est congelé à -20° C pendant 1 mois servant aux dosages de différents paramètres notamment :

La Ferritine (FT $\mu$ ), le Fer Sérique (FS), la Transferrine (TRF) et la Protéine C Réactive (CRP) à l'aide de deux automates (**Cobas E 411 et Cobas Integra 400+**) au niveau du laboratoire Mère-Enfant du CHU Beni Messous Alger.



**Figure 12: Cobas e 411**



**Figure 13: Cobas Intégra 400 Plus**

## **II.7 Principe de dosage des indicateurs biologiques du statut en fer :**

### **II.7.1 Dosages hématologiques :**

#### **● Dosage de l'hémoglobine :**

Le **SYSMEX** utilise une méthode sans cyanide basée sur l'utilisation du Sodium Lauryl Sulfate (SLS) exempt de cyanure. Le réactif hémolyse les globules rouges et les globules blancs de l'échantillon, la réaction chimique commence par altérer la globine puis oxyde le groupe

hémique. Les groupes hydrophiles SLS peuvent désormais se lier au groupe hémique et former un complexe coloré stable (SLS-HGB) qui est analysé à l'aide d'une méthode photométrique.

L'automate compte également d'autres paramètres hématologiques qui sont :

- ❖ Globules Rouges, exprimé en  $10^6/\text{mm}^3$
- ❖ Globules Blanc, exprimé en  $10^3/\text{mm}^3$
- ❖ Hématocrite, exprimé en %
- ❖ Volume Globulaire Moyen (VGM), exprimé en fl
- ❖ Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine (TCMH), exprimé en pg
- ❖ Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine (CCMH), exprimé en %
- ❖ Indice de Distribution des globules rouges (IDR ou RDW), exprimé en %
- **La valeur de référence d'Hb : 12-16 g/dL**

● **Le VGM (Volume Globulaire Moyen) :**

Le VGM est exprimé en femtolitre (fl) ou millimètre cube ( $\text{mm}^3$ ), et est calculé grâce à la formule suivante :

$$VGM = \frac{\text{Hématocrite (\%)}}{\text{nombre hématie}/\text{mm}^3 \text{ (millions)}} \times 10$$

- ❖  $VGM < 80 \text{ fl} \rightarrow$  définit la microcytose
- ❖  $VGM = 80 - 100 \text{ fl} \rightarrow$  définit la normocytose
- ❖  $VGM > 100 \text{ fl} \rightarrow$  définit la macrocytose

● **La TCMH (Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine) :**

Il correspond à la quantité d'hémoglobine contenue dans une hématie. La TCMH est exprimée en picogramme (pg), et est calculée grâce à la formule suivante :

$$TCMH = \frac{\text{hémoglobine (g/dl)}}{\text{nombre hématies}/\text{mm}^3} \times 10$$

- ❖  $TCMH < 27 \text{ pg}$  définit l'hypochromie
- ❖  $TCMH > 27 \text{ pg}$  définit la normochromie



### **I.7.2 Analyses biochimiques :**

#### **● Dosage de la ferritine Sérique :**

Un test immunologique effectué par électrochimiluminescence « ECLIA » dont le principe est le suivant :

- 1ère incubation : Une prise d'essai de 15 µl d'échantillon est mise en présence d'un anticorps monoclonal anti-ferritine biotinylé et d'un anticorps monoclonal anti-ferritine marqué au ruthénium\*\* pour former un complexe.
- 2e incubation : Les microparticules tapissées de streptavidine sont ajoutées; le complexe immunologique est fixé à la phase solide par une liaison streptavidine-biotine.
- Le mélange réactionnel est transféré dans la cellule de mesure, les microparticules sont maintenues au niveau de l'électrode par un aimant. L'élimination de la fraction libre est effectuée par le passage de ProCell. Une différence de potentiel appliquée à l'électrode déclenche la production de luminescence qui est mesurée par un photomultiplicateur.
- Les résultats sont obtenus à l'aide d'une courbe de calibration. Une courbe de référence est mémorisée dans le code-barres du réactif et est réajustée, pour l'analyseur utilisé, par une calibration en deux points.

- **Valeurs de référence : 13-160 ng/mL**

#### **● Dosage du fer sérique :**

Effectué selon une méthode colorimétrique sans déprotéinisation. Dans le sang, le fer est lié à la transferrine sous la forme trivalente (forme oxydée ou forme ferrique ou Fe<sup>3+</sup>), l'utilisation d'un milieu acide a favorisé la rupture de la liaison transferrine-fer. Nous obtenions donc la forme ferreuse ou forme réduite du fer (Fe<sup>2+</sup>).

En présence du chromogène (FerroZine), les ions ferreux ont formé un complexe coloré mesurable de 560 à 580 nm. L'intensité de coloration de ce complexe était proportionnelle à la concentration du fer dans l'échantillon de sérum.

- **Valeurs de référence : 37-147 µg/dL**

#### **● Dosage de la transferrine :**

Son dosage est réalisé en mettant en œuvre une réaction spécifique antigène-anticorps, la transferrine humaine forme un précipité mesuré par turbidimétrie.

- Valeurs de référence : 2-4 g/L

- **Dosage de la CRP (Protéine Réactive C) :**

La CRP humaine s'agglutine sur les particules de latex recouvertes d'anticorps monoclonaux anti-CRP. Les amas de particules sont déterminés par turbidimétrie à 552nm.

- Valeurs de référence : < 5mg/L

- **Calcul de la CFT (Capacité de Fixation Totale de la transferrine) :**

Le fer est transporté dans l'organisme par la transferrine (sidérophiline) produite au niveau du foie. La quantité de fer pouvant être fixée à la transferrine, ajoutée au fer déjà lié, représente la capacité totale de fixation du fer (**CFT**), cette dernière peut être appréciée par la formule suivante :

$$CFT \mu mol Fer/l = TRF g/l \times 25$$

Où TRF : transferrine

- Valeurs de référence : 50-70  $\mu$ mol/L

- **Calcul de CST (Coefficient de Saturation de la transferrine) :**

C'est le rapport entre le fer sérique et la capacité de fixation totale de la transferrine :

$$CST\% = \frac{Fer\ sérique}{CFT} * 100$$

- Valeurs de référence : 15-35%

## II.8 Analyse des données :

Le programme informatique utilisé pour la saisie des données est l'Excel, le traitement statistique s'est fait grâce au logiciel STATISTICA, version 8. Signalons qu'une vérification lors de la saisie est appliquée, et ce pour éviter les erreurs de traitement des données.

Une analyse descriptive a été effectuée pour toutes les variables quantitatives. Le test de Kolmogorov Smirnov est utilisé pour l'analyse des distributions et la validation de nos hypothèses avec un seuil de signification  $p < 0,05$ . Si la valeur de P ou la signification asymptotique obtenue est supérieure au seuil de 0,05 (5 %), l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) est retenue et donc il n'existe pas de différence significative entre la distribution uniforme et observée.

Le calcul de coefficient de corrélation « r » et le test ANOVA ont été utilisés pour établir les liens entre les différents paramètres de l'étude.

L'ANOVA permet de savoir si une ou plusieurs variables dépendantes (variables quantitatives) sont en relation avec une ou plusieurs variables dites indépendantes (variables qualitatives).

- Si la signification ou la valeur de p est inférieure à 0,05, il y a une différence significative ce qui confirme la présence d'un lien entre les variables de l'étude.

## *Résultats et Discussion*

**Chapitre III : Résultats et discussion**

**III.1 Etude descriptive et caractéristique de l'échantillon :**

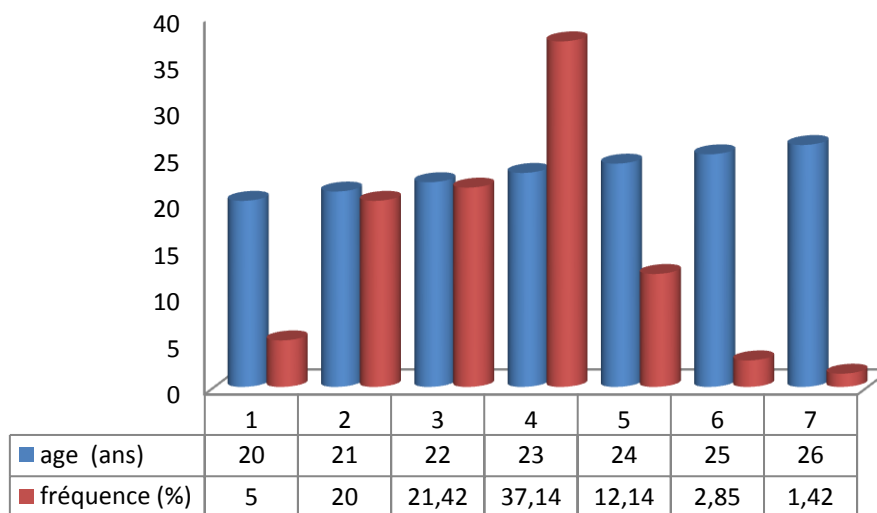
**III.1.1 Répartition selon l'âge:**

L'âge moyen des étudiantes est de  $22,45 \pm 1,24$  ans. La plus jeune étudiante est âgée de 20 ans et la plus âgée atteint 26 ans (Tableau 8)

**Tableau 8 : Valeurs moyennes d'âge des étudiantes**

	<b>N total</b>	<b>M± E.T</b>	<b>Méd</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
<b>Age (ans)</b>	<b>140</b>	<b>22,45±1,24</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>26</b>

Le graphique 19 représente la distribution de l'âge dans l'échantillon et montre que la majorité des étudiantes (37,14%) sont âgées de 23 ans, 30 (21,42%) sont âgées de 22 ans, 25% ont un âge compris entre 20 et 21 ans, tandis que seulement 1,42% sont âgées de 26 ans.



**Figure 19 : Distribution de l'âge des étudiantes (ans)**

**III.1.2 Données anthropométriques :**

Le tableau 9 donne les valeurs moyennes des paramètres anthropométriques, les écarts-types, la médiane, le minimum et le maximum qui ont été déterminés pour tout l'échantillon. Les valeurs moyennes du poids et de la taille sont respectivement de  $60,70 \pm 10,06$  kg et

1,64 ± 0,05 m. En utilisant les deux derniers paramètres, l'IMC et l'IMG ont été calculés selon les formules suivantes:

$$IMC \text{ kg/ m}^2 = \text{Poids (kg)} / (\text{taille (m)}^2).$$

$$IMG \% = (1.2 * IMC) + (0.23 * \alpha) - (10.8 * x) - 5.4$$

Ses valeurs moyennes sont respectivement de 22,47 ± 3,23 kg / m<sup>2</sup> et de 26,73 ± 3,88%.

**Tableau 9 : Valeurs moyennes des paramètres anthropométriques**

Paramètres	Moy± ET	Méd	Min	Max
<b>POIDS (kg)</b>	<b>60,70 ± 10,06</b>	<b>60</b>	<b>44</b>	<b>94</b>
<b>Taille (m)</b>	<b>1,64± 0,05</b>	<b>1,64</b>	<b>1,50</b>	<b>1,79</b>
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>22,47 ± 3,23</b>	<b>22,28</b>	<b>15,94</b>	<b>34,52</b>
<b>IMG %</b>	<b>26,73 ± 3,88</b>	<b>26,50</b>	<b>19,25</b>	<b>41,09</b>

### III.1.2.1 Distribution de l'échantillon selon le poids (kg) et la taille (m) :

La distribution de l'échantillon selon le poids (Figure 20) montre que 34,29% des étudiantes ont un poids inférieur à 55 kg, 21,43% ont un poids compris entre 55 et 60 kg, 43,57% ont un poids compris entre 60 et 90 kg, tandis qu'une seule étudiante a pesé plus de 90 kg.

Selon la taille, 1 étudiante a une taille inférieure à 1,52 m, 29,29% ont une taille comprise entre 1,52 et 1,60 m, 68,57% d'entre elles ont une taille comprise entre 1,60 et 1,76 m, tandis que seulement 2 filles (1,42%) ont plus de 1,76 m (Figure 21).

Ces distributions ont été analysées par le test de K-S (Kolmogorov-Smirnov), qui permet de comparer les distributions de fréquences et tester si celles-ci sont significativement différentes. Il montre qu'il n'y a pas de différence significative pour ces distributions, l'hypothèse nulle (H0) est donc acceptée (P>0,05)

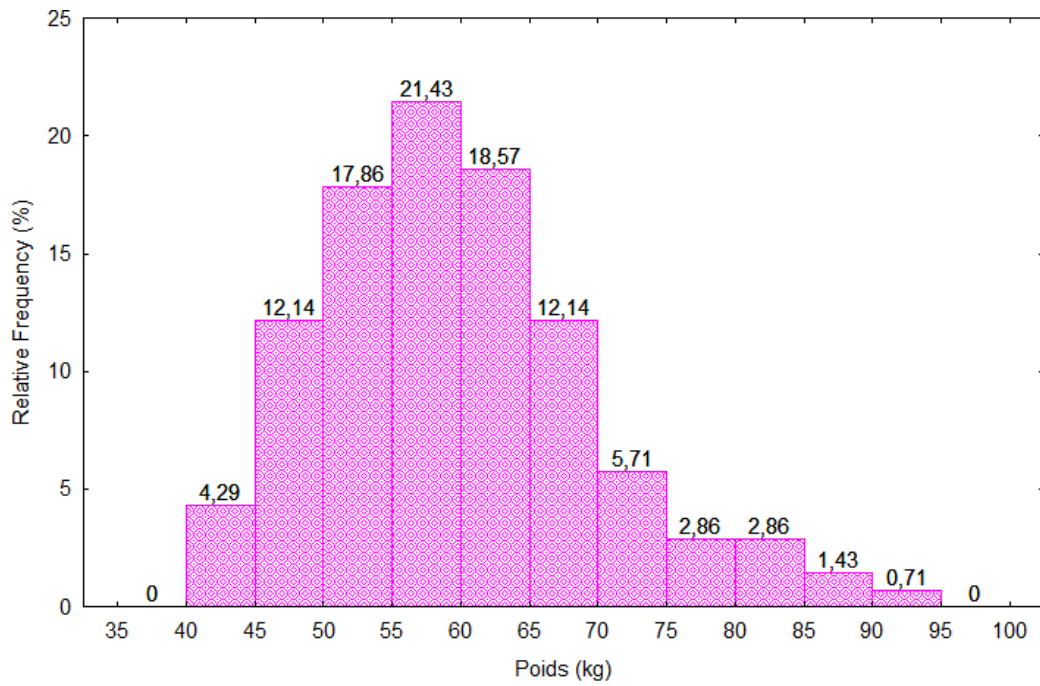


Figure 20 : Distribution de l'échantillon selon le poids (Kg)

Poids Kg. Distribution : Normal Kolmogorov-Smirnov  $d=0,08488$ , Chi-Square test= $8,55436$ ,  $df=5$  (adjusted),  $p=0,12822$

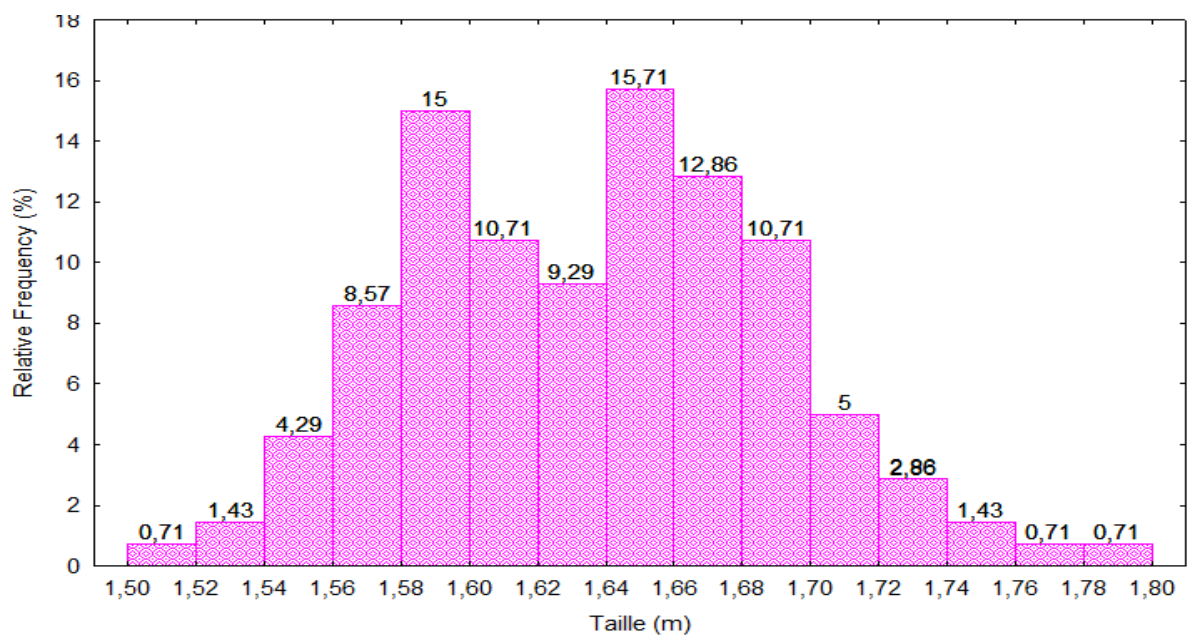


Figure 21 : Distribution de l'échantillon selon la taille en m

Taille (m). Distribution : Normal Kolmogorov-Smirnov  $d=0,08342$ , Chi-Square test= $10,38536$ ,  $df=7$  (adjusted),  $p=0,16777$

### III.1.2.2 Distribution de l'échantillon selon l'IMC (kg/m<sup>2</sup>) :

Selon les normes de l'IMC, 11 étudiantes (7,85%) sont en insuffisance pondérale, 99 (70,71 %) ont une corpulence normale, celles qui ont un surpoids sont au nombre de 28 (20%), tandis que seulement 2 étudiantes (1,42%) souffrent d'obésité (Figure 22).

### III.1.2.3 Distribution de l'échantillon selon l'IMG (%) :

L'IMG est utilisé pour évaluer la proportion du tissu adipeux. Selon cet indice, sur les 140 étudiantes 50 (35,71%) ont peu de graisses, 61 (43,58%) ont quantité normale de graisses tandis que 20,71% ont un excès de graisses (Figure 23)

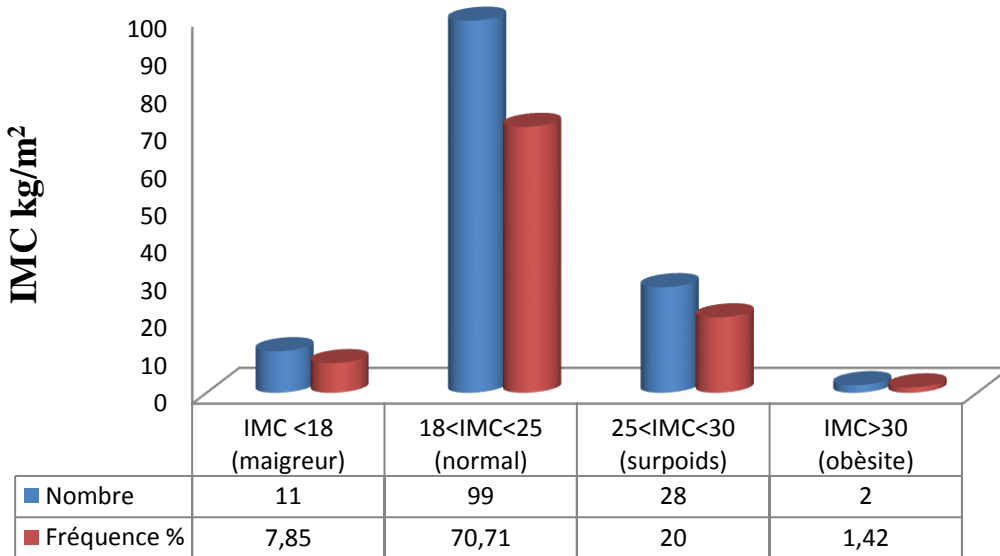


Figure 22 : Classement des étudiantes selon l'IMC

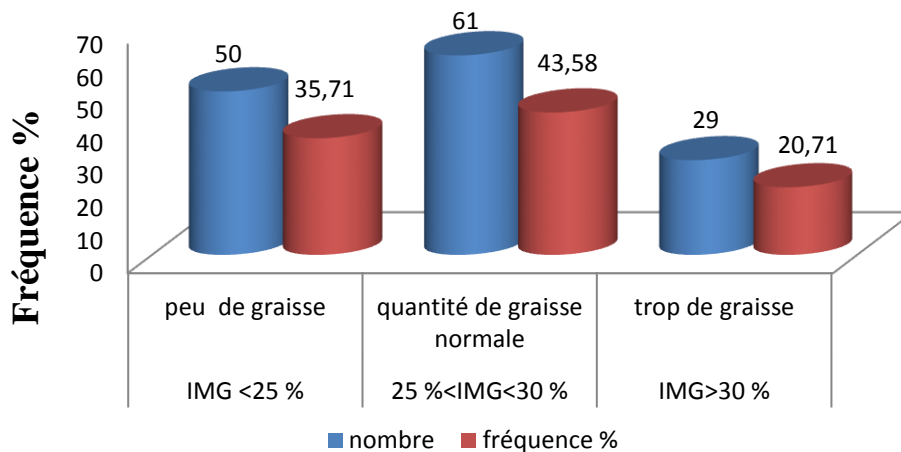


Figure 23 : Répartition des étudiantes selon l'IMG



### III.1.2.4 Corrélation entre les différents paramètres anthropométriques :

Les corrélations entre les différents paramètres anthropométriques sont montrées dans le tableau 10. La plus forte corrélation est celle obtenue entre IMC et IMG ( $r=0,99$ ).

Tableau 10 : Corrélations entre les différents paramètres anthropométriques

Corrélations	P (kg)	T (m)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	IMG %
P (kg)	1	0,48	0,92	0,91
		P=0	P=0	P=0
T (m)		1	0,1	0,1
			P=0,2	P=0,2
IMC (kg/m <sup>2</sup> )			1	<b>0,99</b>
				P=0
IMG %				1

### III.1.3 Répartition selon le lieu de résidence :

Sur les 140 filles étudiées, 66 d'entre elles résident à la cité universitaire (47%). Le reste (74 étudiantes) résident à Alger (Figure 24).

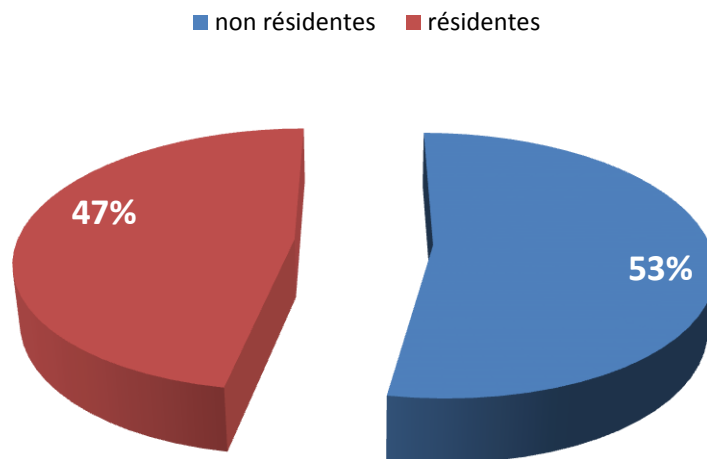


Figure 24 : Répartition selon le lieu de résidence

### III.1.4 Répartition des étudiantes selon les menstrues :

Vingt-neuf étudiantes étaient menstruées le jour de prélèvement (21%), le reste (79%) ne l'étaient pas. Cent-huit d'entre elles soit 77,14% avaient un cycle menstruel régulier, tandis que 32 avaient un cycle menstruel irrégulier (22,86%) (Figure 25,26).

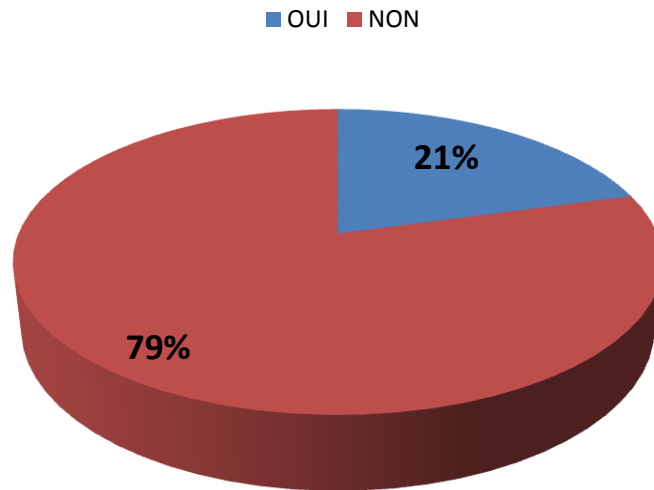


Figure 25 : Répartition des étudiantes selon les menstrues

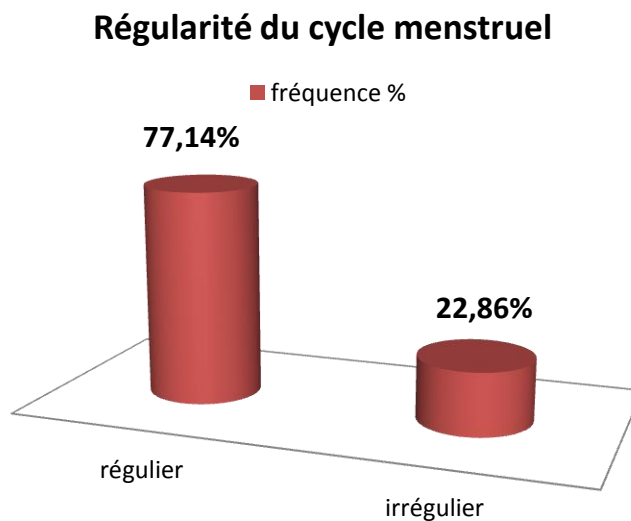


Figure 26: Cycle menstruel régulier et irrégulier

### III.1.5 Répartition des étudiantes selon le degré d'abondance des règles :

La figure 28 donne la répartition des étudiantes selon l'abondance des règles et montre que 119 étudiantes (85%) avaient une abondance moyenne, 10 (7%) avaient des règles abondantes.

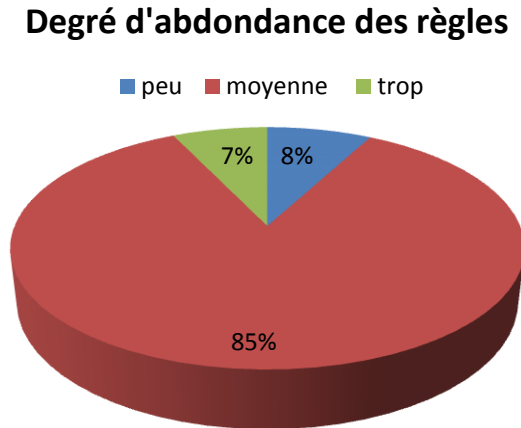


Figure 28 : Répartition des étudiantes selon le degré d'abondance des règles

### III.1.6 Répartition des étudiantes selon l'usage des contraceptifs oraux:

La figure 29 montre que 122 étudiantes avec une proportion de 87% n'ont jamais utilisé des contraceptifs oraux (CO). Le reste (13%) l'ont déjà utilisé dont la pilule utilisée est la Diane 35 (une pilule de deuxième génération).

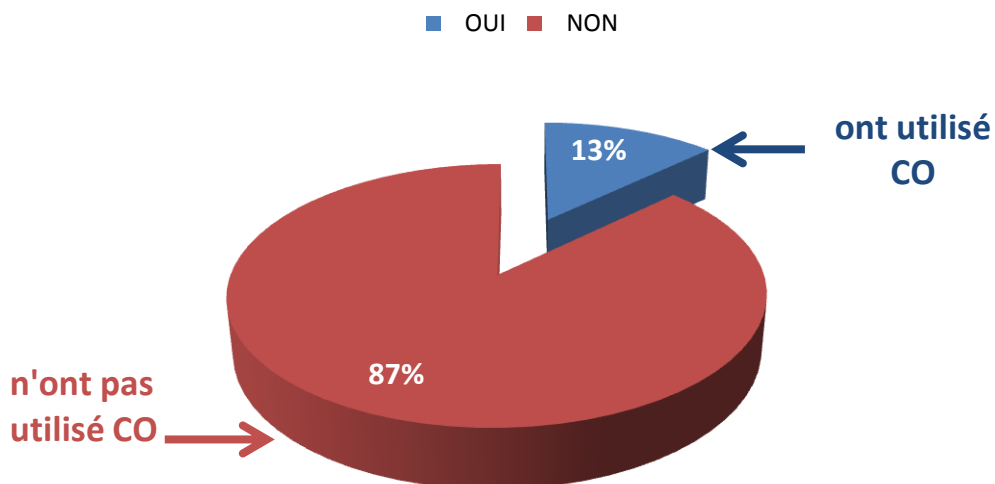
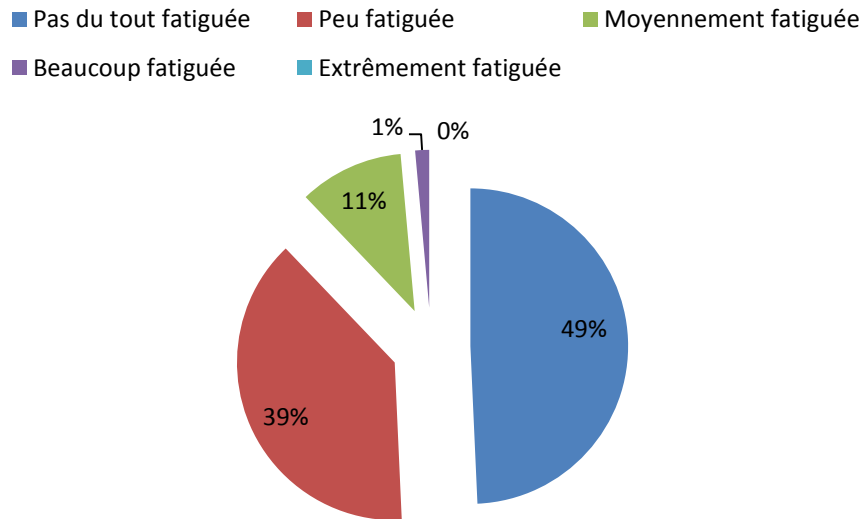


Figure 29 : Répartition des étudiantes selon l'usage des contraceptifs oraux

### III.1.7 Mesure de la fatigue :

Selon l'échelle de Pichot et l'ensemble de questions posées, la répartition selon la fatigue est comme suit (Figure 30) :



**Figure 30 : Répartition de l'échantillon selon la fatigue**

La figure 30 montre que 69 étudiantes (49%) n'étaient pas du tout fatiguées, 39% étaient peu fatiguées, 15 (11%) étaient moyennement fatiguées, la forte fatigue était présente chez deux étudiantes seulement avec une proportion de 1%, tandis que la forme de la fatigue extrême n'existe pas dans l'échantillon.

### III.2 Evaluation de statut nutritionnel en fer :

Le terme «statut nutritionnel» désigne les aspects physiques et physiologiques de l'organisme humain (Chalcarz, 2013).

Les indices hémato-biochimiques utilisés pour évaluer le statut nutritionnel en fer sont: l'Hb, le VGM, le TCMH, la transferrine et son coefficient de saturation , ainsi que la ferritine sérique, le fer sérique et la CRP .

### III.2.1 Comparaison des valeurs des indices biochimiques de notre échantillon:

Le tableau 11 donne les valeurs de la moyenne, l'écart-type, la médiane, le minimum, et le maximum des indices biochimiques (Ferritine « FT $\mu$  », Fer Sérique « FS », Transferrine « TRF », Capacité de Fixation de la Transferrine « CFT », Coefficient de Saturation « CST »).

**Tableau 11 : Caractéristiques de distribution du bilan martial**

L'indice	Moy $\pm$ E.T	Médiane	Minimum	Maximum
FT $\mu$ (ng/mL)	29,35 $\pm$ 21,54	24,43	2,95	116,50
FS ( $\mu$ g/dL)	60,79 $\pm$ 34,77	56	6	166
TRF (g/L)	2,67 $\pm$ 0,74	2,65	1,27	4,95
CFT ( $\mu$ mol/L)	66,98 $\pm$ 18,71	66,25	31,75	123,75
CST (%)	17,14 $\pm$ 10,25	15,21	1,08	45,03

### III.2.2 Distribution des valeurs de l'hémoglobine :

La distribution de l'hémoglobine dans l'échantillon est représentée par la figure 31. Elle montre selon le test (K-S) qu'il n'y a pas de différence significative entre la répartition du taux d'hémoglobine et la distribution normale ( $p > 0,05$ ).

La valeur moyenne de l'hémoglobine de notre échantillon est de 12,34 $\pm$ 1,07g/dL. Le maximum est de 15 g/dL ; le minimum est de 8g/dL (Tableau 12).

**Tableau 12 : Valeurs moyennes du taux d'hémoglobine**

Echantillon	Moy $\pm$ ET	Méd	Min	Max
Hb g/dL	12,34 $\pm$ 1,07	12,45	8	15

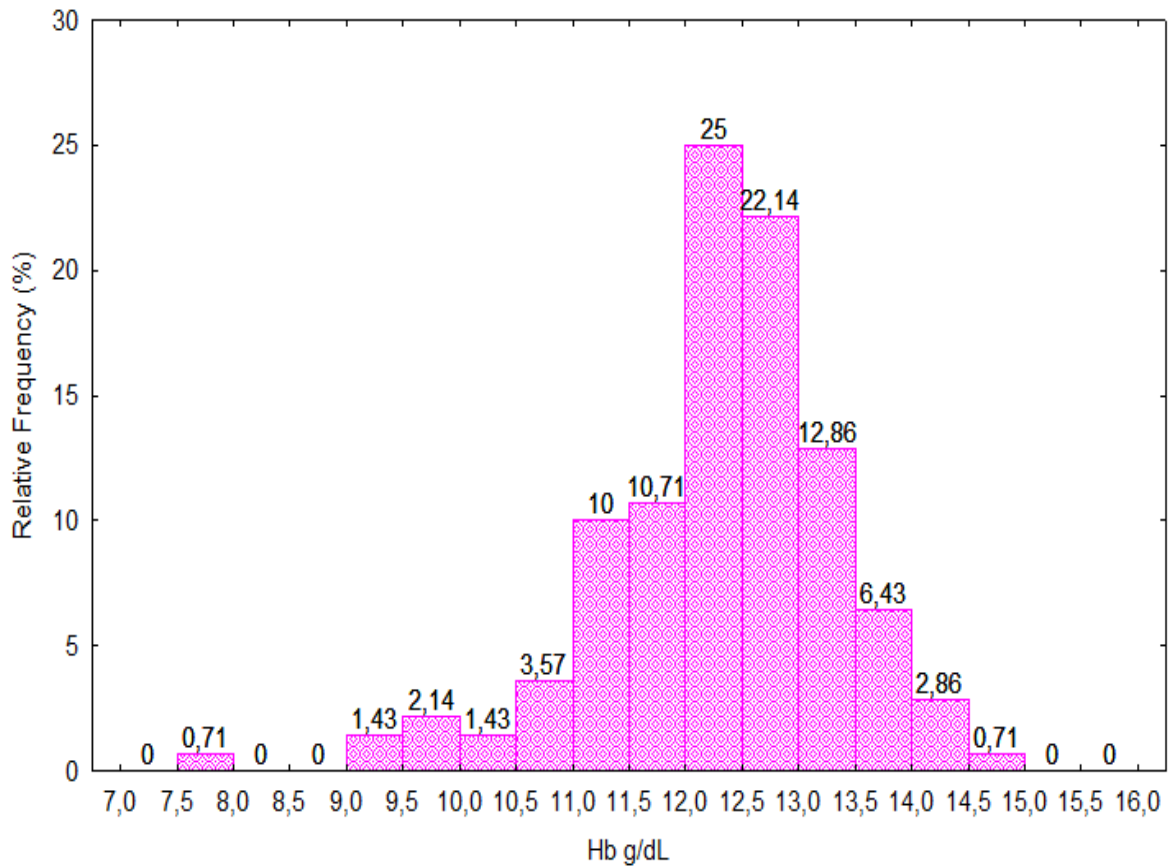


Figure 31 : Distribution des valeurs de l'hémoglobine

Hb g/dL. Distribution : Normale Kolmogorov-Smirnov  $d=0,07297$ , Chi-Square test= $11,97650$ ,  $df=6$  (adjusted),  $p=0,06250$

### III.2.3 Distribution des valeurs de la ferritine :

La figure 32 représente la distribution de la ferritine dans l'échantillon et montre que 16,43% des étudiantes ont une ferritinémie inférieure à 10 ng/mL ; 67,15% ont une ferritinémie comprise entre 10 et 50 ng/mL ; 15,7% d'entre elles ont une ferritinémie comprise entre 50 et 100 ng/mL, tandis que la ferritinémie supérieure à 110 ng/mL est observée chez 0,71% seulement.

Il y a une différence très hautement significative entre la distribution de la ferritine et la distribution normale ( $p<0,01$ ) selon le test K-S.

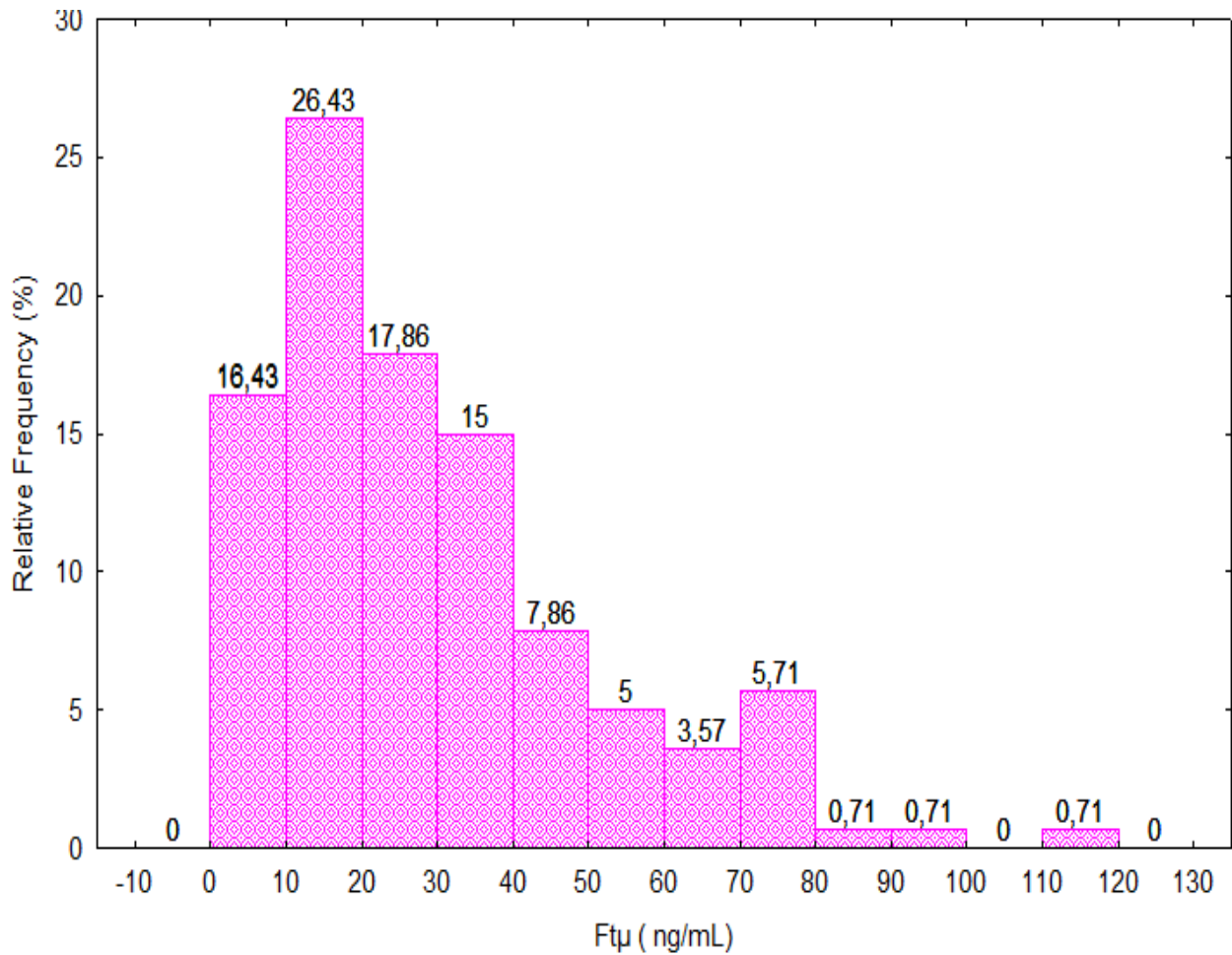


Figure 32 : Distribution des valeurs de la ferritine

Ftμ ng/mL. Distribution : Normale Kolmogorov-Smirnov d=0,09654, Chi-Square test=40,93785, df=5 (adjusted), p=0,00000

### III.2.4 Distribution du fer sérique :

La distribution du fer sérique dans l'échantillon montre que 1,43% des étudiantes ont une valeur inférieure à 10 μg/dL; 53,57% ont une valeur comprise entre 10 et 60 μg/dL ; 31,43% d'entre elles ont une valeur comprise entre 60 et 100 μg/dL. Une valeur qui varie de 100 à 170 μg/dL est observée chez 13,56% des filles étudiées.

Il n y a pas de différence significative entre la distribution du fer sérique et la distribution normale ( $p > 0,05$ ) (Figure 33).

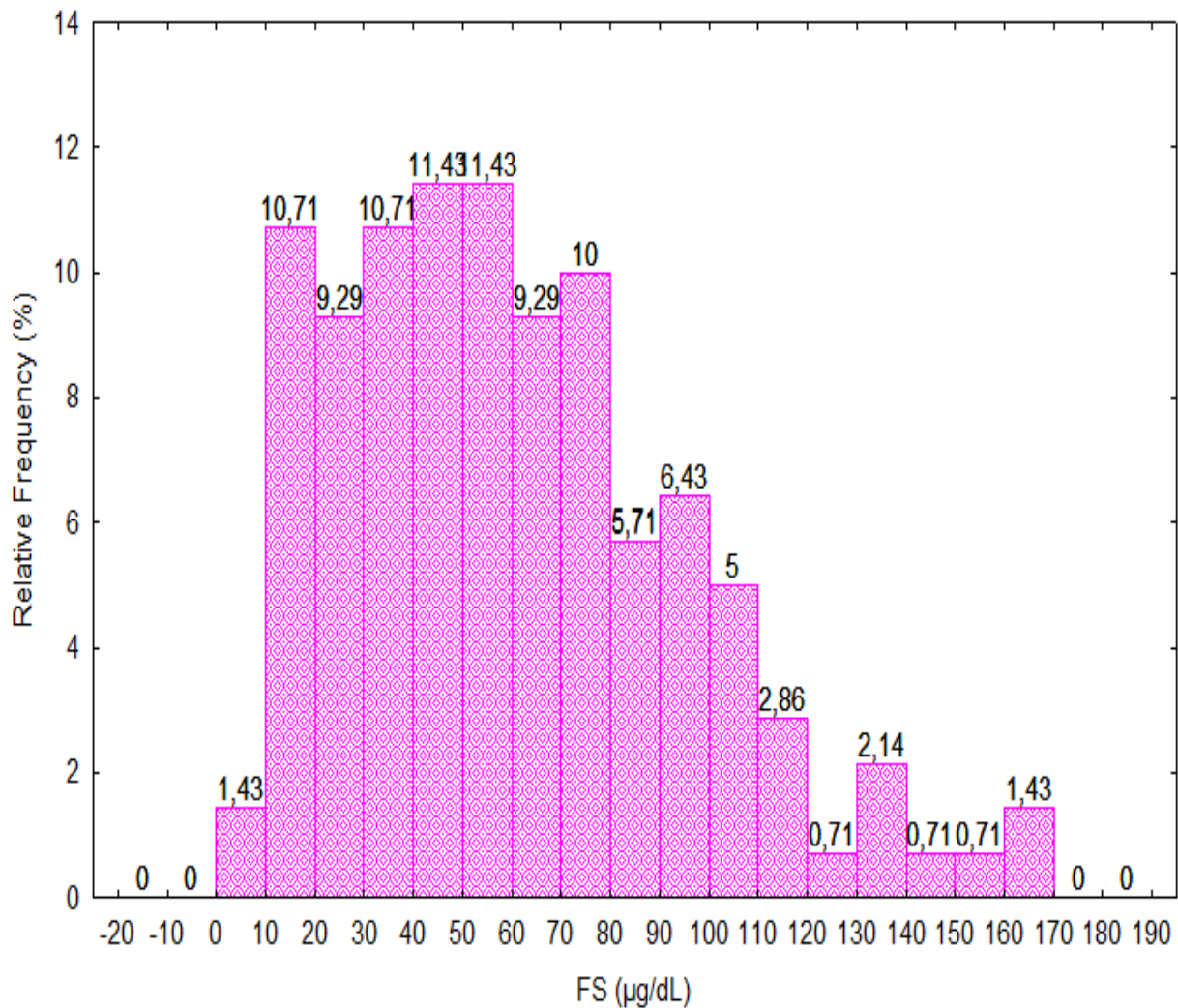


Figure 33 : Distribution du fer sérique

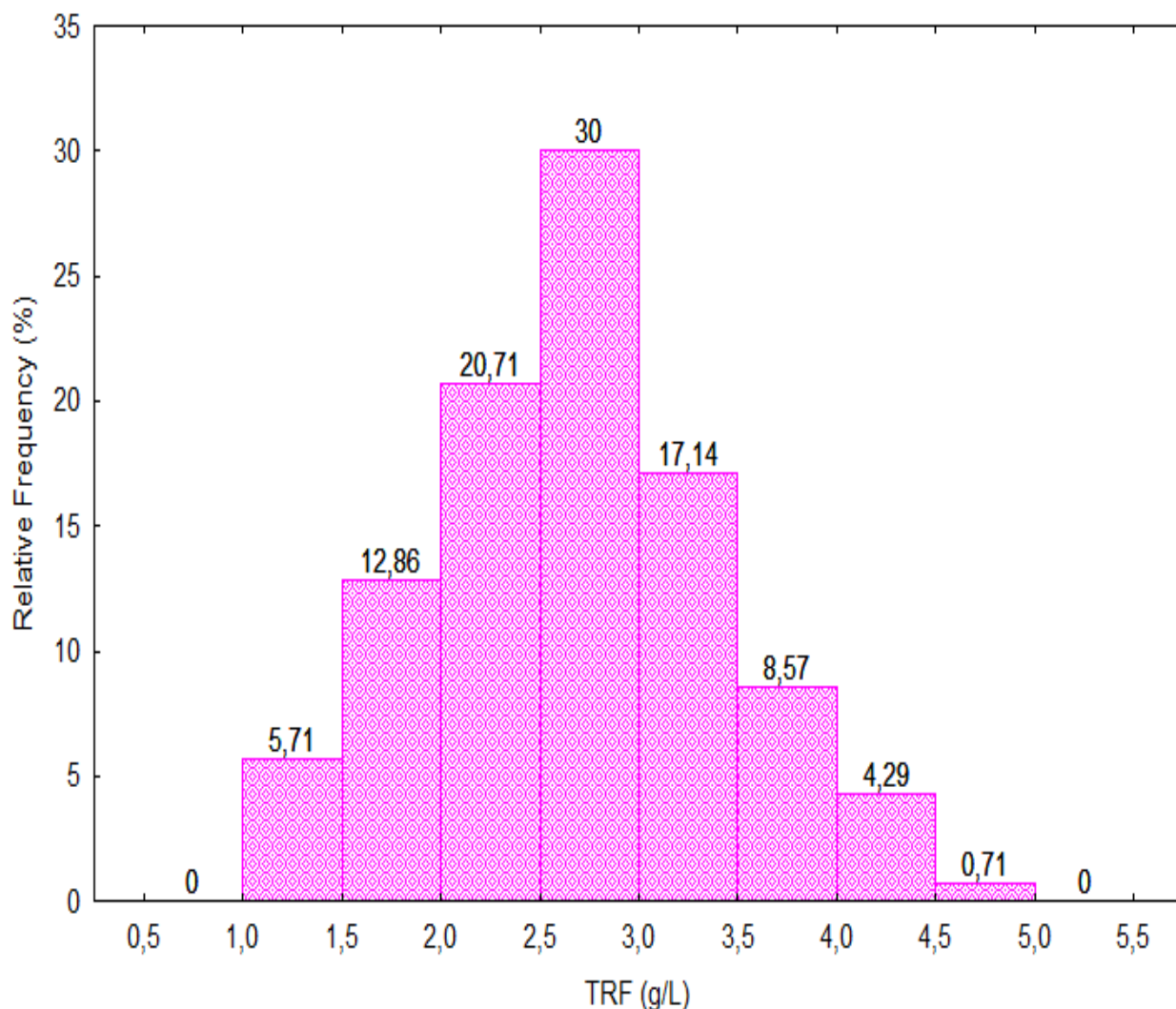
FS µg/dL. Distribution : Normale Kolmogorov-Smirnov d=0,05909, Chi-Square test=13,16050, df=9 (adjusted), p=0,15548

### III.2.5 Distribution des valeurs de la transferrine (TRF) sérique :

La figure 34 représente la distribution de la transferrine dans l'échantillon et montre que 5,71% ont une valeur comprise entre 1 et 1,5 g/L ; 63,57% d'entre elles ont une valeur qui varie entre 1,5 et 3 g/L. Une valeur allant de 3 à 5 g/L est observée chez 30,71% des étudiantes, tandis qu'il n'y a aucune étudiante avec une transferrine supérieure à 5 g/dL.

Il n'y a pas de différence significative entre la distribution de la transferrine et la distribution normale ( $p > 0,05$ ).





**Figure 34: Distribution des valeurs de la transferrine sérique**

TRF g/L. Distribution : Normale Kolmogorov-Smirnov  $d=0,02707$ , Chi-Square test= $2,16168$ ,  $df=4$  (adjusted),  $p=0,70605$

### III.2.6 Distribution des valeurs de la capacité de fixation de la transferrine (CFTR) :

La distribution de la CFTR dans l'échantillon montre que 18,57% ont une valeur inférieure à 50  $\mu\text{mol/L}$  ; 40,72% d'entre elles ont une valeur comprise entre 50 et 70  $\mu\text{mol/L}$ . Une valeur qui varie de 70 à 110  $\mu\text{mol/L}$  est observée chez 40% des étudiantes, tandis qu'il y a seulement 2 étudiantes qui ont une CFTR supérieure à 120  $\mu\text{mol/L}$  (Figure 35)

Il n'y a pas de différence significative entre la distribution de la CFTR et la distribution normale ( $p>0,05$ ).

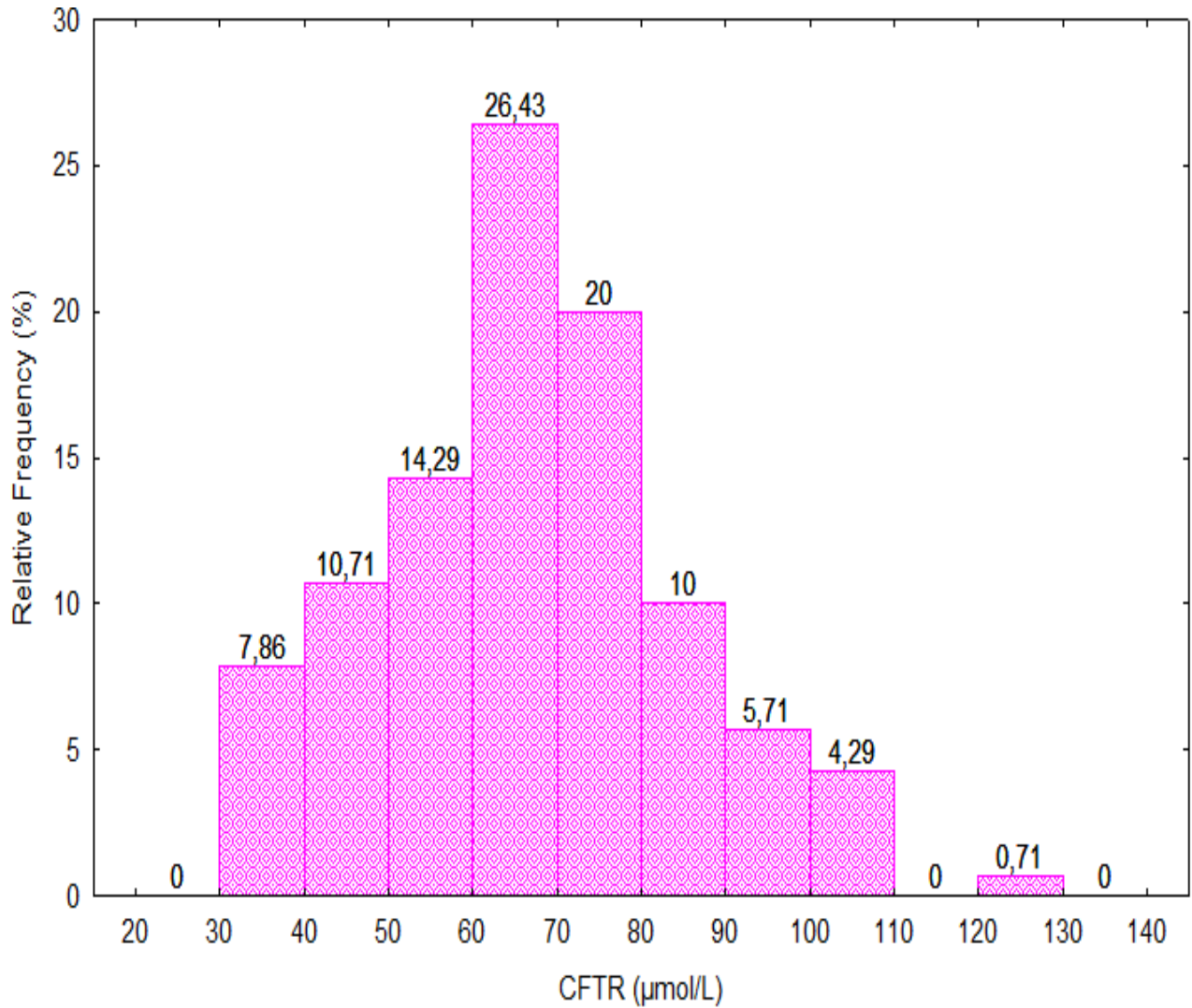


Figure 35 : Distribution des valeurs de la capacité de fixation de la transferrine

CFTR %µmol/L. Distribution : Normale Kolmogorov-Smirnov  $d=0,03625$ , Chi-Square test= $4,79453$ ,  $df=5$  (adjusted),  $p=0,44147$

### III.2.7 Distribution des valeurs de Coefficient de Saturation (CST%) :

La distribution de coefficient de saturation dans l'échantillon est représentée par la figure 36. Elle montre que 49,29% des étudiantes ont un coefficient de saturation inférieur à 15% ; 37,86% ont une valeur comprise entre 15 et 30% ; 12,14% d'entre elles ont une valeur qui varie de 30 à 45%, tandis qu'une valeur supérieure à 45% est observée chez 0,71% seulement.

Il y a une différence très hautement significative entre la distribution de CST et la distribution normale ( $p<0,01$ ).

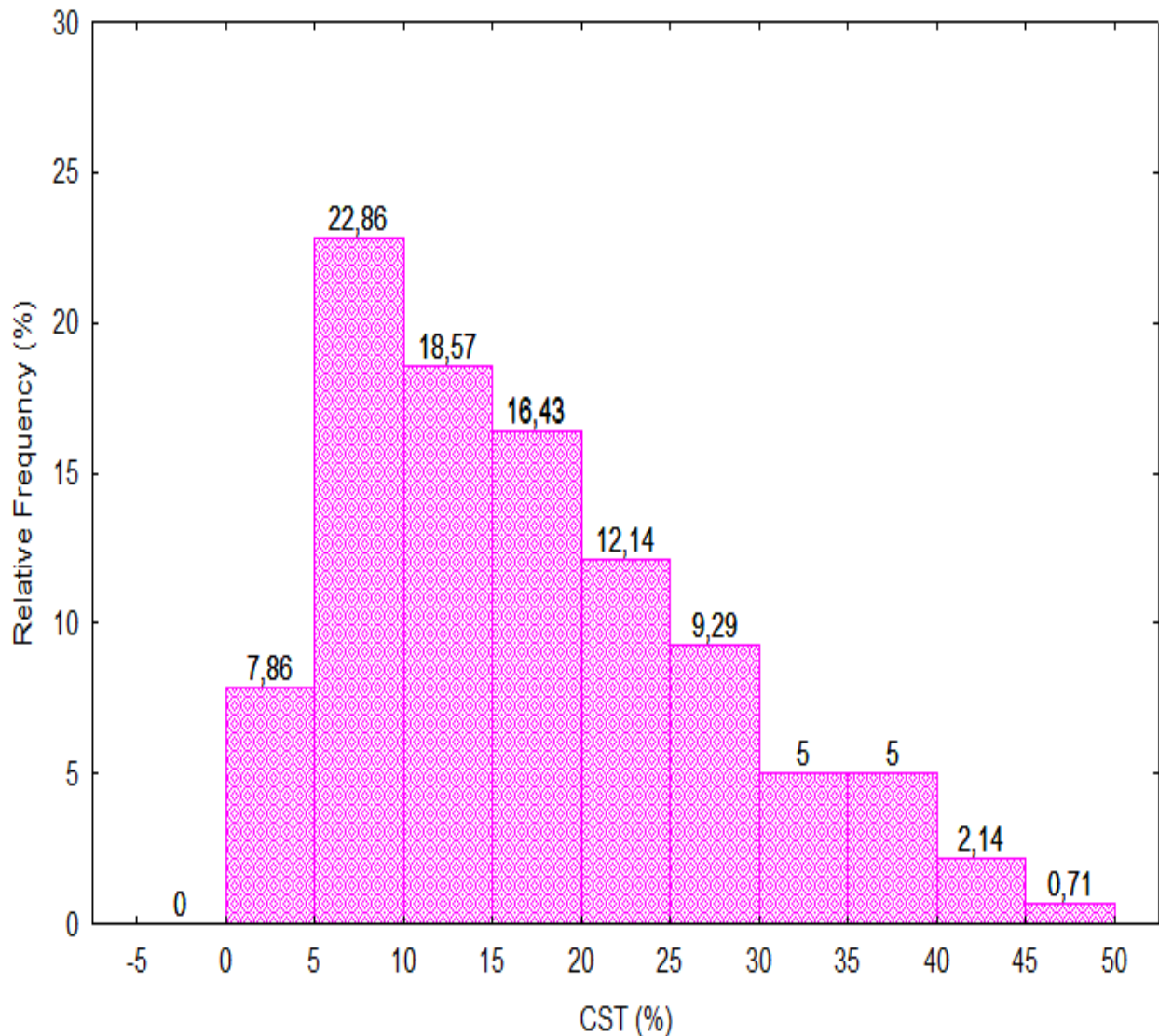


Figure 36 : Distribution des valeurs de Coefficient de Saturation

CST%. Distribution : Normale Kolmogorov-Smirnov  $d=0,07566$ , Chi-Square test= $27,35483$ ,  $df=6$  (adjusted),  $p=0,00012$

### III.2.8 Distribution de la CRP :

La protéine C Réactive est un indicateur important d'inflammation, sa distribution est représentée par la figure 37 et montre que la majorité des étudiantes (96,42%) ont une CRP inférieure à 6 mg/L. Le reste (3,58%) ont une valeur de CRP supérieure à 6 mg/L.

Il y a une différence très hautement significative entre la distribution de la CRP et la distribution normale ( $p<0,01$ )

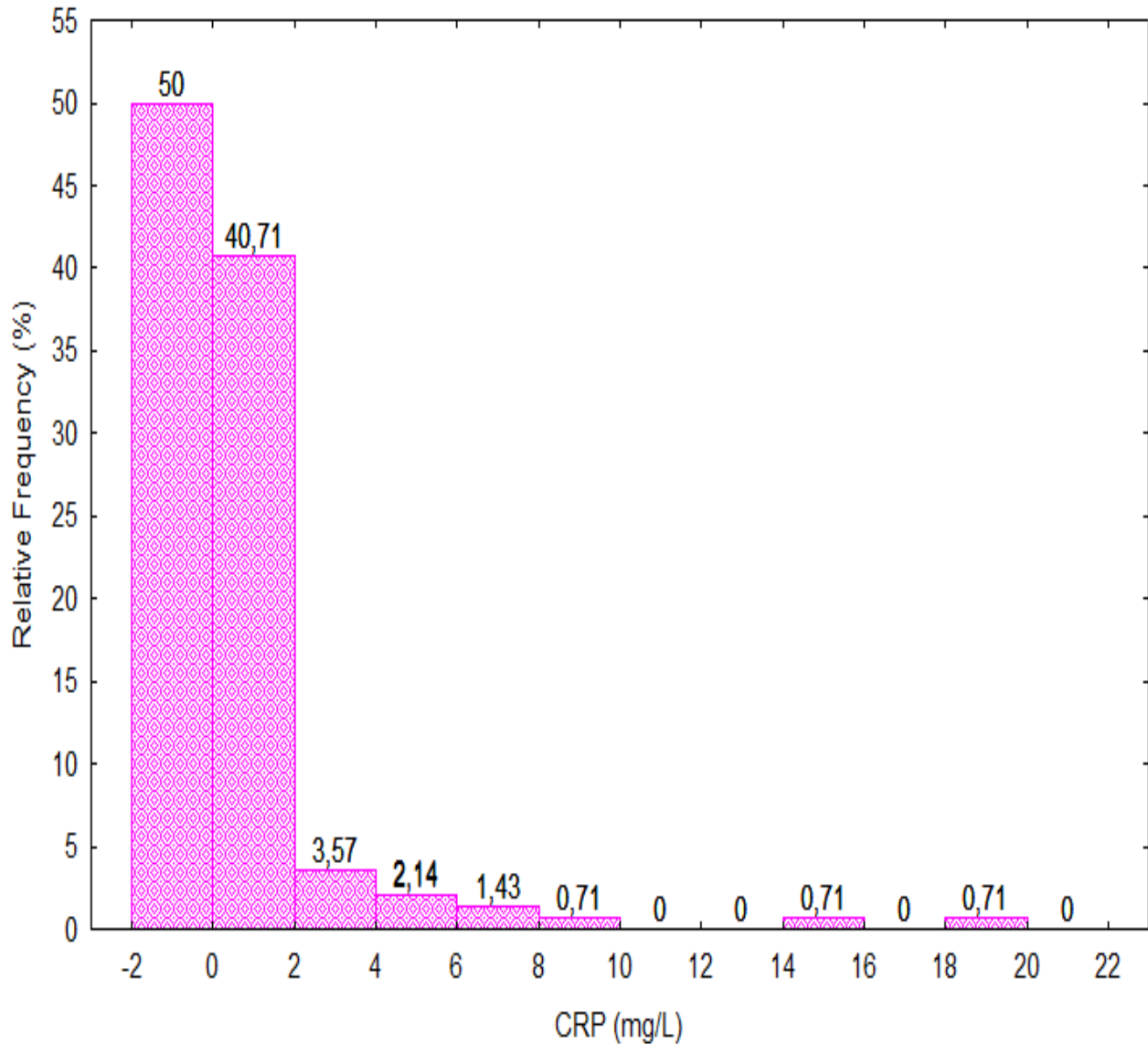


Figure 37: Distribution de la protéine C réactive

CRP mg/L. Distribution : Normale Kolmogorov-Smirnov  $d=0,27341$ , Chi-Square test= $47,52399$   
 $df=1$  (adjusted),  $p=0,00000$

### III.2.9 Corrélation entre les différents paramètres hémato-biochimiques :

Tous les indices hémato-biochimiques du statut nutritionnel en fer ont été corrélés entre eux (Tableau 13), les plus fortes corrélations sont celles obtenues entre l'hémoglobine et les indices érythrocytaires (VGM, TCMH). Cependant, de faibles corrélations entre les valeurs de l'hémoglobine et les paramètres du fer ont été observées, selon (Roberto *et al.*, 2010), ils fluctuent rapidement dès l'installation d'une carence martiale.

Tableau 13 : Corrélations entre les indices hémato-biochimiques

	Hb	VGM	TCMH	FT $\mu$	CST	FS
Hb	1	<b>0,65</b> P=0	<b>0,69</b> P=0	0,42 P=0	0,41 P=0	0,43 P=0
VGM		1	<b>0,97</b> P=0	0,21 P=0,01	0,31 P=0	0,24 P=0
TCMH			1	0,22 P=0	0,31 P=0	0,27 P=0
FT $\mu$				1	0,43 P=0	0,31 P=0
CST					1	0,85 P=0,04
FS						1

### III.3 Prévalence et caractérisation de l’anémie dans l’échantillon :

Sur le plan biologique, l’anémie est définie par un taux d’hémoglobine inférieur à 12g/dL (OMS, 2001) chez les femmes adultes. 39 étudiantes ont un taux d’hémoglobine inférieur à 12g/dL. La prévalence de l’anémie dans notre échantillon est alors de 28% (Figure 38).

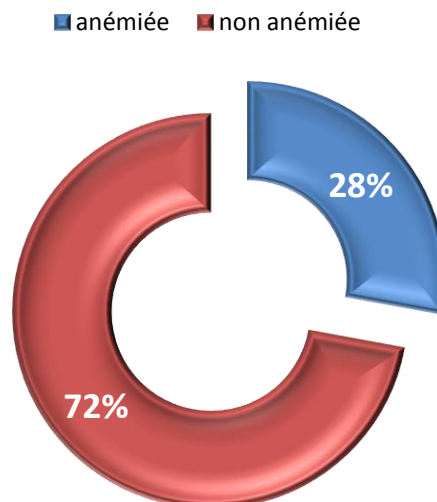


Figure 38 : Répartition des étudiantes anémiques et non anémiques

### III.3.1 Intensité de l'anémie :

Basée sur l'Hb, la majorité des étudiantes dans notre étude ont une anémie légère à modérée. Le taux d'anémie légère ( $11 < \text{Hb} < 11,9 \text{ g / dL}$ ) qui est la plus fréquente, est de 69,23%, suivie d'une anémie modérée ( $8 < \text{Hb} < 10,9 \text{ g / dL}$ ), avec une fréquence de 30,77%, tandis que l'anémie sévère n'existe pas dans l'échantillon. (Figure 39).

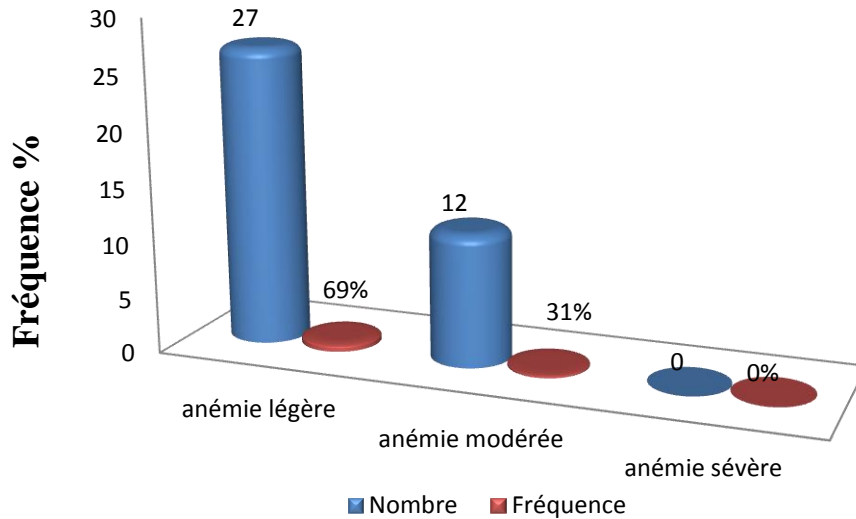


Figure 39 : Intensité de l'anémie dans l'échantillon

### III.3.2 Prévalence de l'anémie selon l'âge :

La prévalence de l'anémie augmente avec l'âge dans notre échantillon, elle est de l'ordre de 18% pour les étudiantes âgées entre 20 et 21 ans. Au-delà de cet âge, elle atteint 82%. Cette évolution suit les changements physiologiques et la vie reproductive des étudiantes (Figure 40).

- **L'analyse de variance** : indique qu'il y a une différence significative entre l'âge et l'hémoglobine ( $F = 3,990$ , ddl = 139,  $P = 0,048 < 0,05$ ) et donc «l'âge» influence sur l'anémie dans notre échantillon.

Hémoglobine	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter- groupes	4,484	1	4,484	3,990	0,048
Intra-groupes	155,084	138	1,124		
Total	159,569	139			

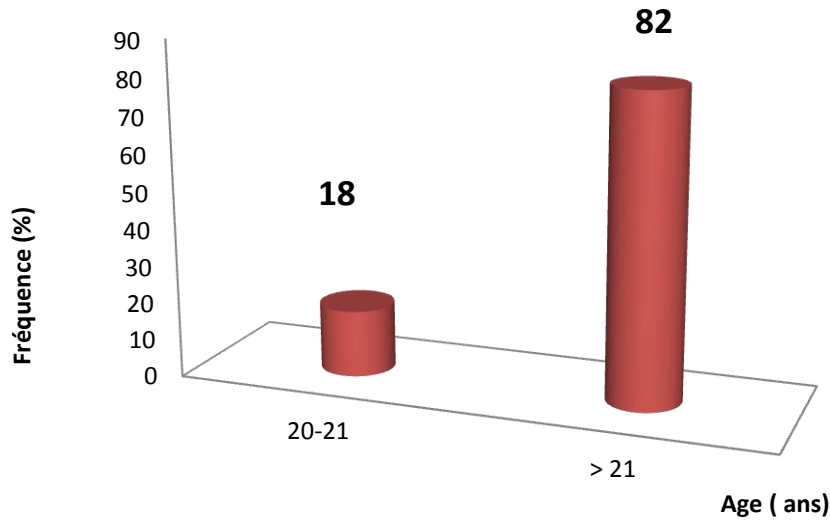


Figure 40 : Prévalence de l’anémie selon l’âge

### III.3.3 Anisocytose érythrocytaire:

#### III.3.3.1 Comparaison des valeurs des indices érythrocytaires :

Le tableau 14 donne les valeurs de la moyenne, l’écart-type, la médiane, le minimum, et le maximum des indices érythrocytaires (VGM, TCMH).

Tableau 14 : Caractéristiques de distribution des principaux indices érythrocytaires

L'indice	Moy± E.T	Médiane	Minimum	Maximum
VGM (fl)	82,57±6,10	83,85	56,6	93
TCMH (pg)	26,94± 2,42	27,30	17,7	30,50

Les indices érythrocytaires incluent la taille des globules rouges (normocytaire, microcytaire ou macrocytaire), le degré d'hémoglobinisation reflété dans la couleur des globules rouges (normochrome ou hypochrome) ; et la forme.

Selon ces indices (VGM, TCMH), parmi les 39 femmes souffrant d'anémie, 24 (61,54%) ont une anémie microcytaire hypochrome (VGM <80 fl et TCMH <27 pg) et 7 (17,95%) ont une anémie normocytaire hypochrome (VGM > 80 fl et TCMH <27 pg), tandis que le reste (20,51%) ont une anémie normocytaire normochrome (VGM > 80 fl et TCMH >27 pg).

Tableau 15 : Classification de l'anémie

Type d'anémie	MH	NH	NN
<b>Population totale</b> N=140	25%	17,14%	57,86%
<b>Anémiques (Hb&lt;12g/dL)</b> N=39	61,54%	17,95%	20,51%
<b>Non anémiques (Hb&gt;12g/dL)</b> N=101	10,89%	16,83%	72,28%

MH: microcytaire hypochrome, NH: normocytaire hypochrome, NN: normocytaire normochrome

L'analyse de corrélation entre la TCMH et le VGM, (Figure 41) montre que la microcytose est liée à l'hypochromie (r=0,97)

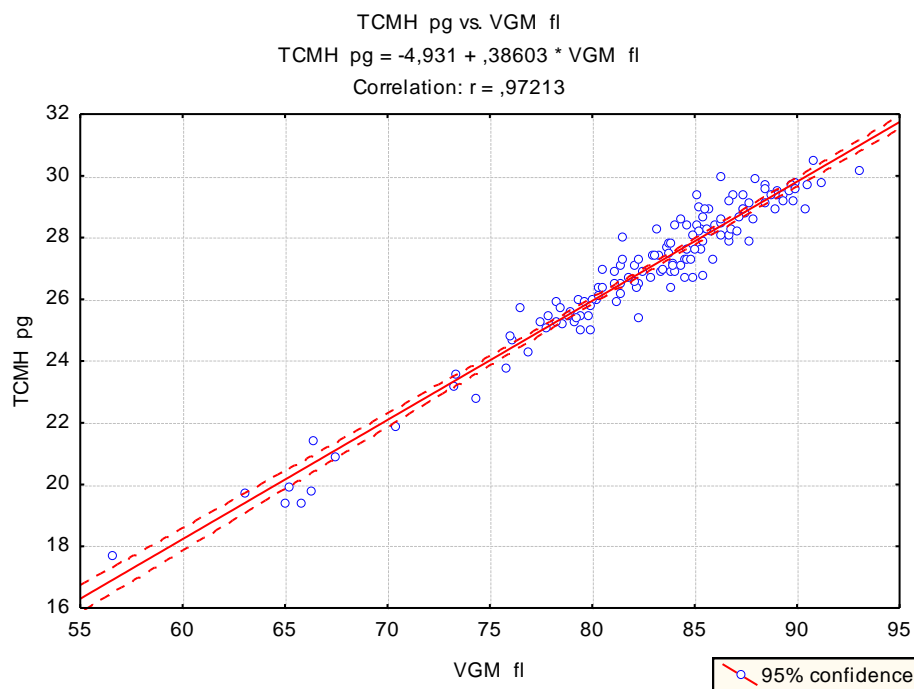


Figure 41 : Corrélation entre le VGM et le TCMH

### III.3.4 Prévalence de l'anémie selon le lieu de résidence :

La figure 42 montre que la même prévalence d'anémie (14%) a été détectée chez les étudiantes quel que soit leur lieu de résidence.



- **L'analyse de la variance** montre qu'il n'y a pas de différence significative entre l'hémoglobine et le lieu de résidence des étudiantes et donc conclure que ce paramètre n'a pas d'effet sur l'anémie dans notre échantillon ( $F = 0,306$ ,  $ddl = 139$ ,  $P = 0,581 > 0,05$ ).

Hémoglobine	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification
Inter- groupes	0,353	1	0,353	0,306	0,581
Intra-groupes	159,215	138	1,154		
Total	159,569	139			

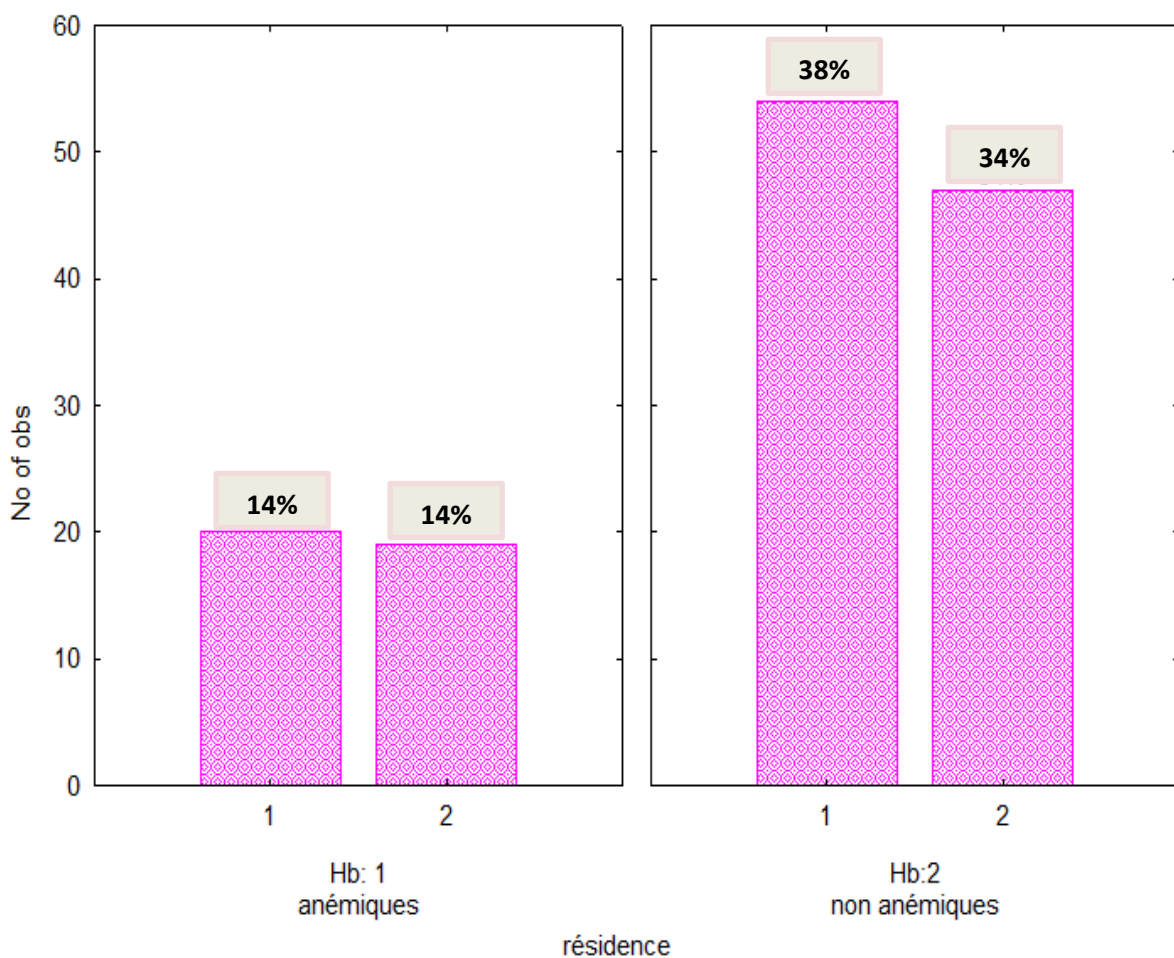


Figure 42 : Répartition des anémiques et non anémiques selon la résidence

### III.3.5 Prévalence de l'anémie selon les menstruations :

La figure 43 montre que les étudiantes qui étaient menstruées le jour de prélèvement sanguin sont au nombre de 29 dont seulement 9 (6,43 %) étaient anémiques.

- **L'analyse de la variance** : montre qu'il n'y a pas de différence significative entre l'hémoglobine et la présence des menstruations le jour de prélèvement et donc ce paramètre n'influence pas sur l'anémie dans notre échantillon ( $F = 0,289$ ,  $ddl = 139$ ,  $P = 0,592 > 0,05$ ).

Hémoglobine	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter- groupes	0,333	1	0,333	0,289	0,592
Intra-groupes	159,236	138	1,154		
Total	159,569	139			

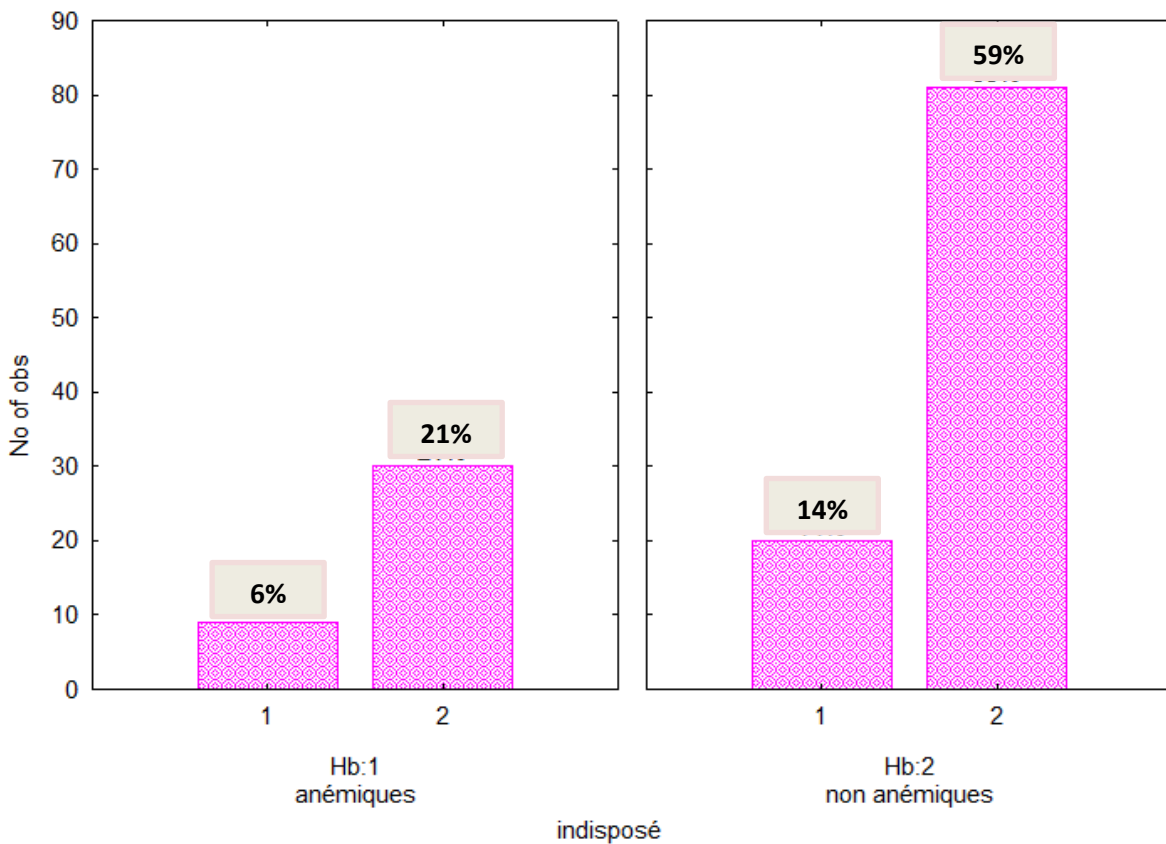


Figure 43 : Répartition des anémiques et non anémiques selon les menstruations

### III.3.6 Prévalence de l'anémie selon la régularité du cycle menstruel:

L'analyse montre que sur les 77% filles ayant un cycle régulier, 20% étaient anémiques tandis que 57% ne l'étaient pas (Figure 44).

- **L'analyse de la variance** montre qu'il n'y a pas de différence significative entre l'hémoglobine et la régularité du cycle menstruel et donc ce paramètre n'influence pas sur l'anémie ( $F = 0,994$ ,  $ddl = 139$ ,  $P = 0,320 > 0,05$ ).

Hémoglobine	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification
Inter- groupes	1,142	1	1,142	0,994	0,320
Intra-groupes	158,427	138	1,148		
Total	159,569	139			

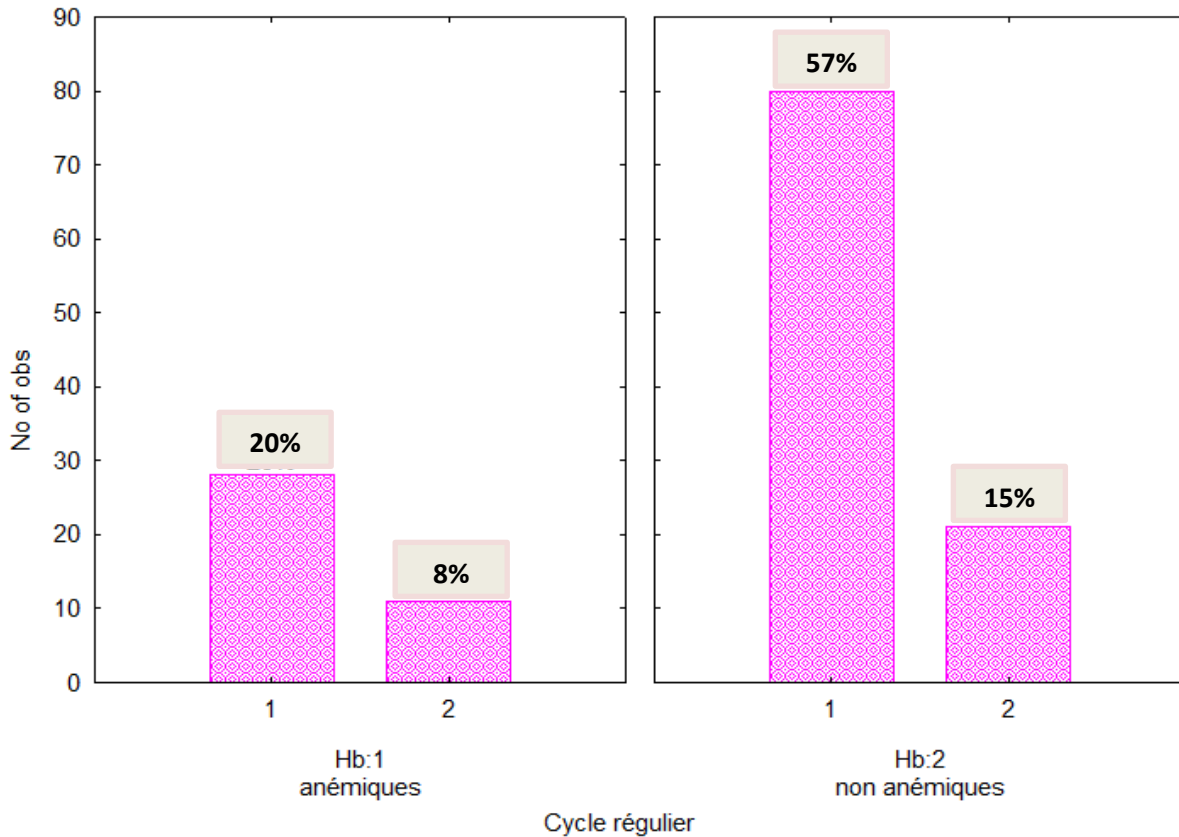


Figure 44 : Répartition des anémiques et non anémiques selon la régularité du cycle menstruel

### III.3.7 Prévalence de l'anémie selon le degré d'abondance des menstruations :

L'analyse des résultats montre que la majorité des étudiantes anémiques (25%) avaient une abondance moyenne des menstruations (Figure 45). Selon l'analyse factorielle, il n'y a pas de différence significative entre l'hémoglobine et le degré d'abondance des menstruations et donc ce paramètre n'influence pas sur l'anémie ( $F = 0,736$ ,  $ddl = 139$ ,  $P = 0,481 > 0,05$ ).

Hémoglobine	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification
Inter- groupes	1,696	2	0,848	0,736	0,481
Intra-groupes	157,873	137	1,152		
Total	159,569	139			

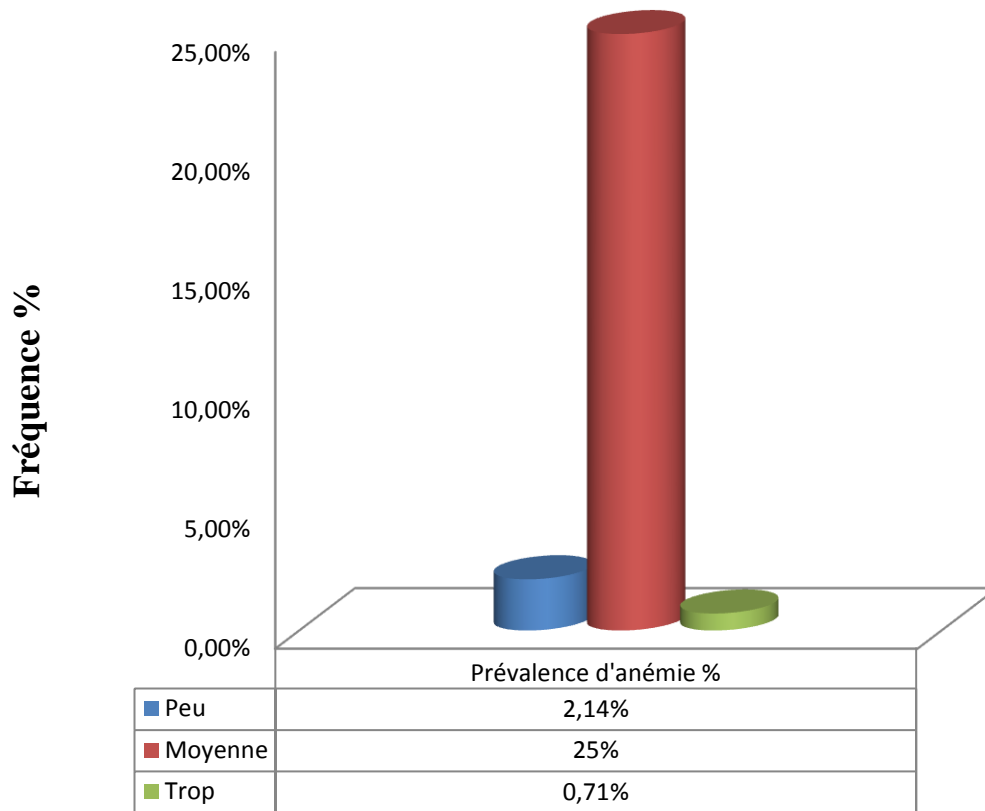


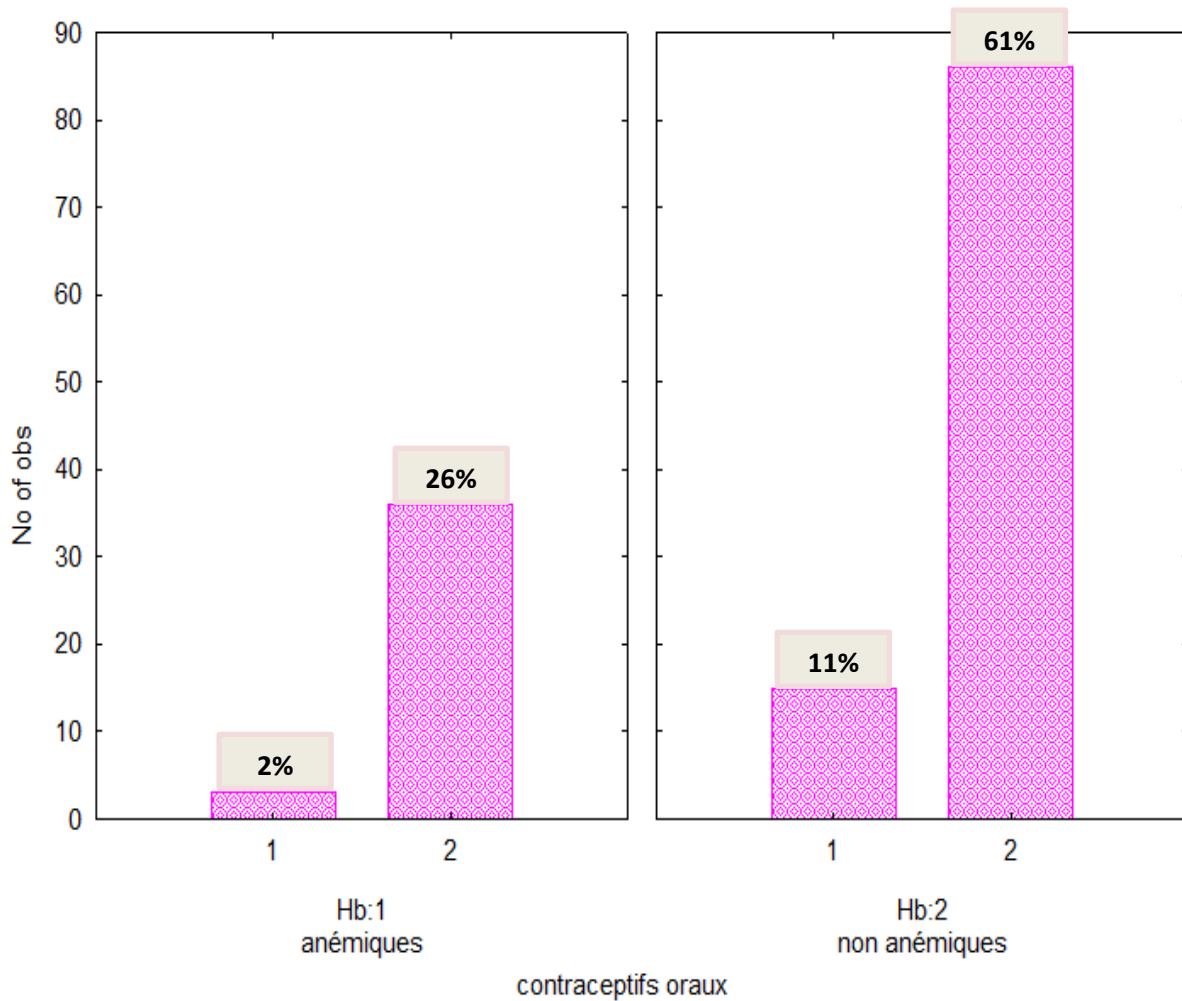
Figure 45 : Prévalence de l’anémie selon le degré d’abondance des menstruations

### III.3.8 Prévalence de l’anémie selon l’usage de contraceptifs oraux:

La figure 47 montre que parmi les étudiantes qui ont utilisé des contraceptifs oraux (12,86%), seulement 3 (2,14%) étaient anémiques tandis que le reste (11%) ne l’étaient pas.

- **L’analyse factorielle** montre qu’il n’y a pas de différence significative entre l’hémoglobine et l’usage des contraceptifs oraux, ce paramètre n’influence pas sur l’anémie ( $F = 1,004$ ,  $ddl = 139$ ,  $P = 0,318 > 0,05$ ).

Hémoglobine	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification
Inter- groupes	1,152	1	1,152	1,004	0,318
Intra-groupes	158,417	138	1,148		
Total	159,569	139			



**Figure 47 : Répartition des anémiques et non anémiques selon l'usage des contraceptifs oraux**

**III.3.9 Prévalence de l'anémie selon l'état de fatigue :**

La distribution de l'hémoglobine selon l'état de fatigue montre que 17 anémiques (12%) sont pas du tout fatiguées, 11 % sont peu fatiguées, celles qui sont moyennement fatiguées sont au nombre de 6, tandis qu'il n'y a pas une fatigue extrême chez les filles anémiques (Figure 48). **L'analyse factorielle** montre qu'il n'y a pas de différence significative entre l'hémoglobine et la fatigue des étudiantes, donc ce paramètre n'influence pas sur l'anémie ( $F = 0,379$ ,  $ddl = 139$ ,  $P = 0,769 > 0,05$ ).

Hémoglobine	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification
Inter- groupes	1,322	3	0,441	0,379	0,769
Intra-groupes	158,247	136	1,164		
Total	159,569	139			

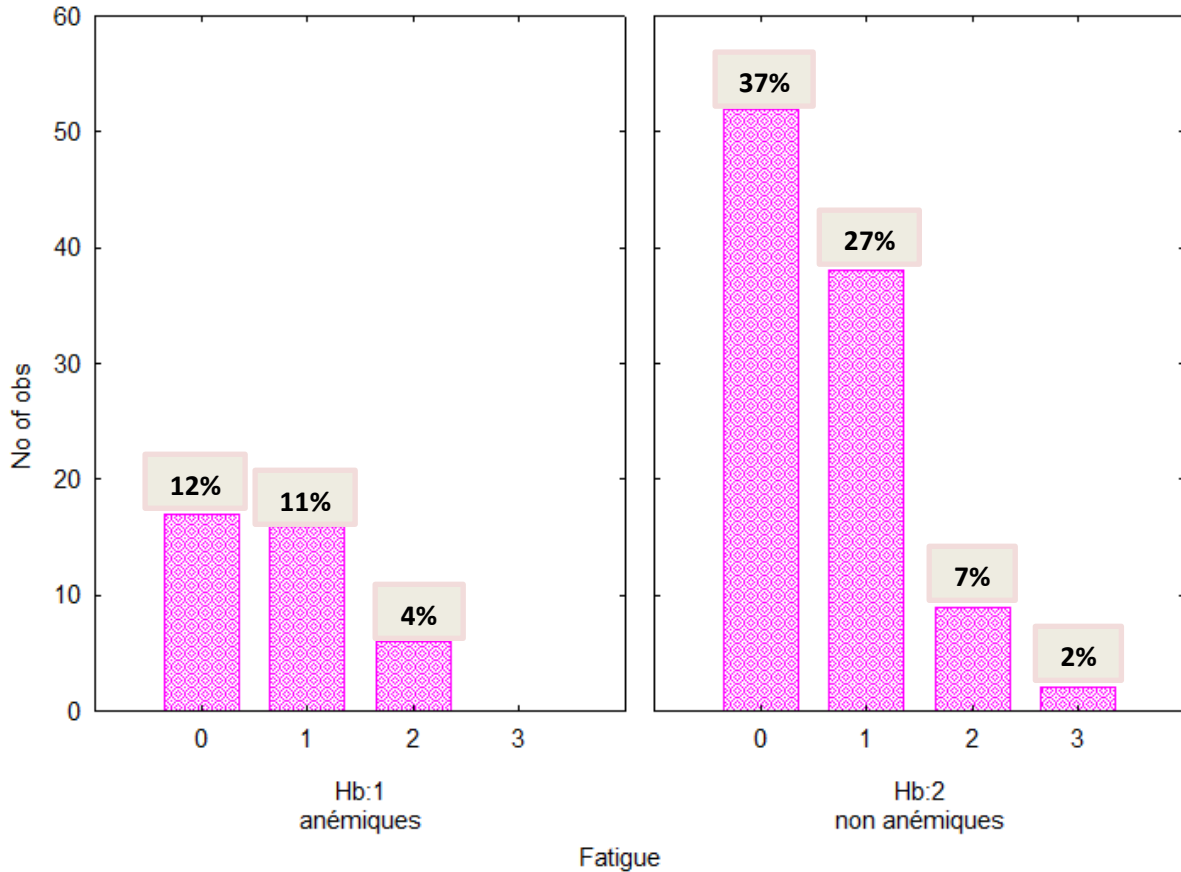


Figure 48 : Répartition des anémiques et non anémiques selon l'état de fatigue

### III.3.10 Prévalence de l'anémie selon l'IMC :

L'analyse des résultats ont montré que la plus grande prévalence d'anémie est chez les étudiantes avec un IMC normal (23%) tandis que la plus faible prévalence est de (4%) chez les étudiantes en surpoids (Figure 49). Selon l'analyse factorielle, il n'y a pas de différence significative entre l'hémoglobine et l'indice de masse corporelle (IMC), ( $F=1,681$ , ;ddl=139,  $P=0,174 > 0,05$ ) et donc ce paramètre n'a pas d'influence sur l'anémie dans notre échantillon.

Hémoglobine	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter- groupes	5,706	3	1,902	1,681	0,174
Intra-groupes	153,863	136	1,131		
Total	159,569	139			

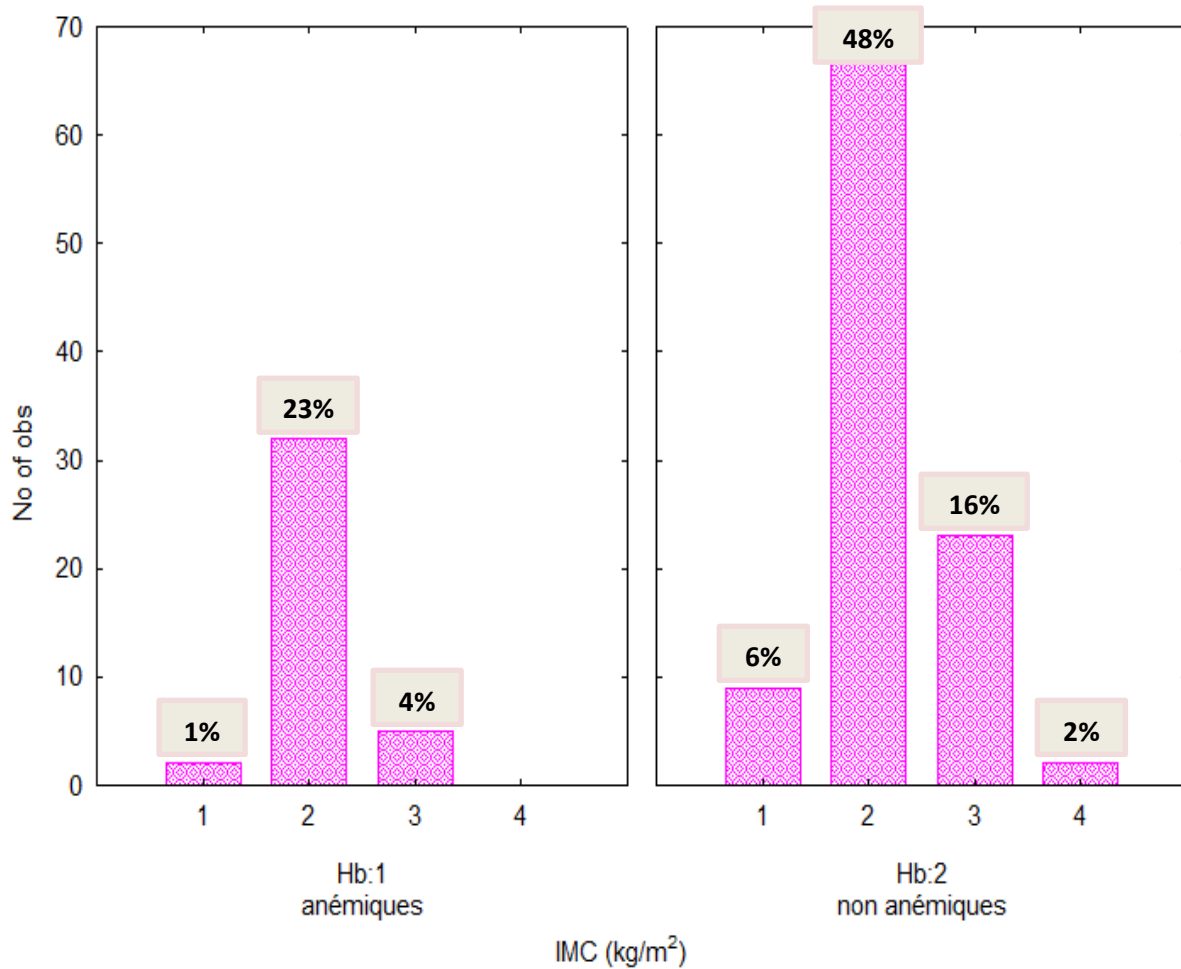


Figure 49 : Prévalence de l’anémie selon l’IMC

### III.3.11 Prévalence de l’anémie selon l’IMG :

Selon l’IMG, la prévalence d’anémie la plus élevée a été détectée chez les étudiantes avec un IMG normal (14%) tandis que la faible prévalence est de (4%) chez les étudiantes avec excès de graisses (Figure 50).

- **L’analyse factorielle** montre qu’il n’y a pas de différence significative entre l’hémoglobine et l’indice de masse grasse (IMG); ( $F = 1,533$ , ddl = 139,  $P = 0,220 > 0,05$ ) et donc ce paramètre n’a pas d’effet sur l’anémie dans notre échantillon.

Hémoglobine	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification
Inter- groupes	3,492	2	1,746	1,533	0,220
Intra-groupes	156,077	137	1,139		
Total	159,569	139			

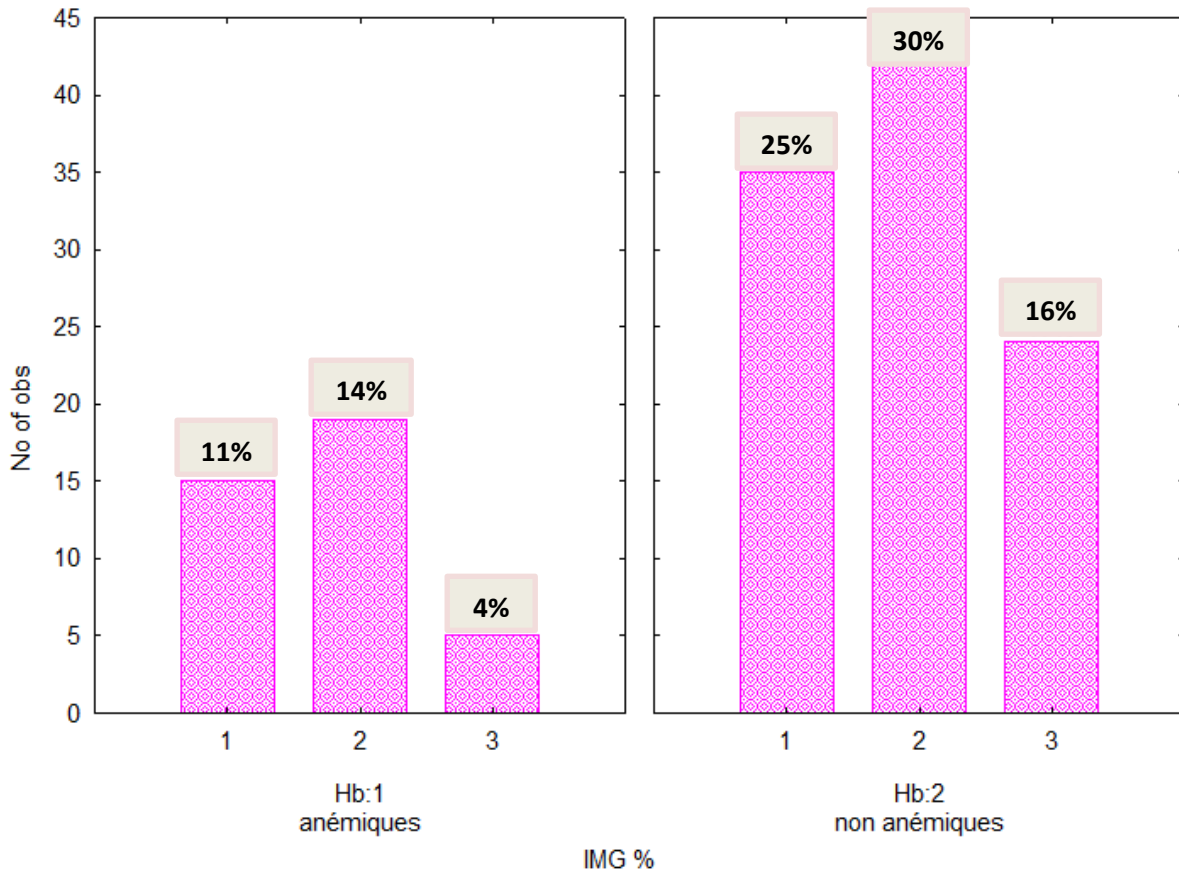


Figure 50 : Prévalence de l'anémie selon IMG

### III.4 Prévalence de la carence martiale et de l'anémie par carence martiale (AF) :

La carence martiale passe par différents stades qui sont déterminés dans cette étude à l'aide de l'exploitation de données de la ferritine, fer sérique, transferrine et son coefficient de saturation, CRP ainsi que l'hémoglobine.

#### III.4.1 Epuisement de réserves en fer (ER):

Les changements dans le métabolisme énergétique et la capacité de travail physique ont été décrits chez les humains avec un épuisement du fer. Selon l'OMS (2011), lorsque la ferritinémie est inférieure à la norme (13 ng / mL chez la femme adulte), elle constitue un signe d'épuisement de réserves ou ce qu'on appelle déplétion.

L'examen de données de ce critère montre que 39 soit 28% des étudiantes ont des réserves en fer épuisées (Figure 51).



### III.4.2 Prévalence de la carence en fer (CF) :

La carence en fer s’installe d’après certaines études comme celle menée par **Herceberg en 1987**, lorsqu’il y a anomalie d’au moins de deux indicateurs du statut en fer, cette technique de combinaison est confirmée par plusieurs auteurs tel que : (**Cook et al., 1976 ; Zahzah et al., 2013**).

Dans cette étude, la carence en fer est considérée présente lorsqu’il y a une combinaison de deux paramètres : une ferritinémie basse ( $FT\mu < 13 \text{ ng}$ ) avec un coefficient de saturation de la transferrine bas ( $CST < 15\%$ ). Sur les 39 étudiantes atteintes d’un épuisement de réserve, 34 soit **24,28%** ont une carence martiale (Figure 51).

### III.4.3 Prévalence de l’anémie par carence martiale (anémie ferriprive AF) :

Parmi les 34 étudiantes atteintes d’une carence en fer, 18 soit **12,85%** présentent un taux d’hémoglobine inférieur à  $12 \text{ g / dL}$  avec une CRP négative, ces étudiantes répondent aux critères de l’anémie ferriprive (Figure 51).

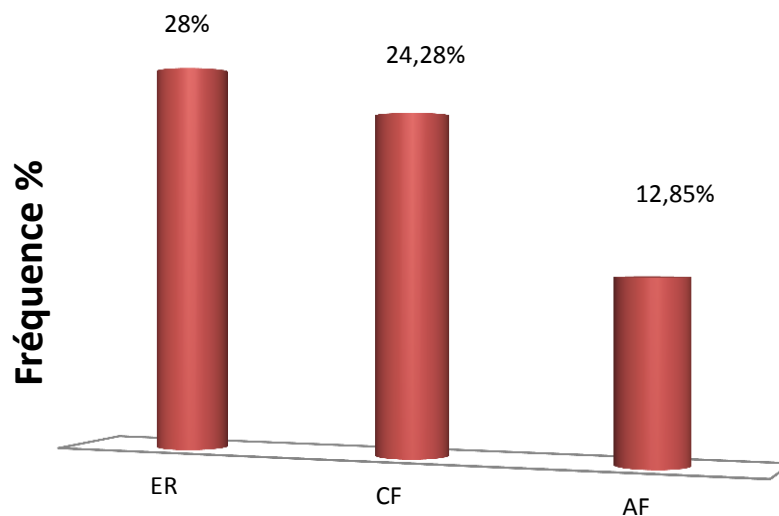


Figure 51 : Les différents stades de l’anémie

#### III.4.3.1 Intensité de l’anémie ferriprive :

Un taux identique de l’ordre de 50% d’anémie légère ( $11 < Hb < 11,9 \text{ g / dL}$ ) et d’anémie modérée ( $8 < Hb < 10,9 \text{ g / dL}$ ) a été détecté chez les étudiantes qui répondent aux critères de l’anémie ferriprive (Figure 52).

### III.4.3.2 Anisocytose érythrocytaire de l'anémie ferriprive :

L'analyse de données du VGM et de TCMH des étudiantes qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive montre que la forme microcytaire hypochrome est la forme la plus fréquente (77,78%) (Figure 53).

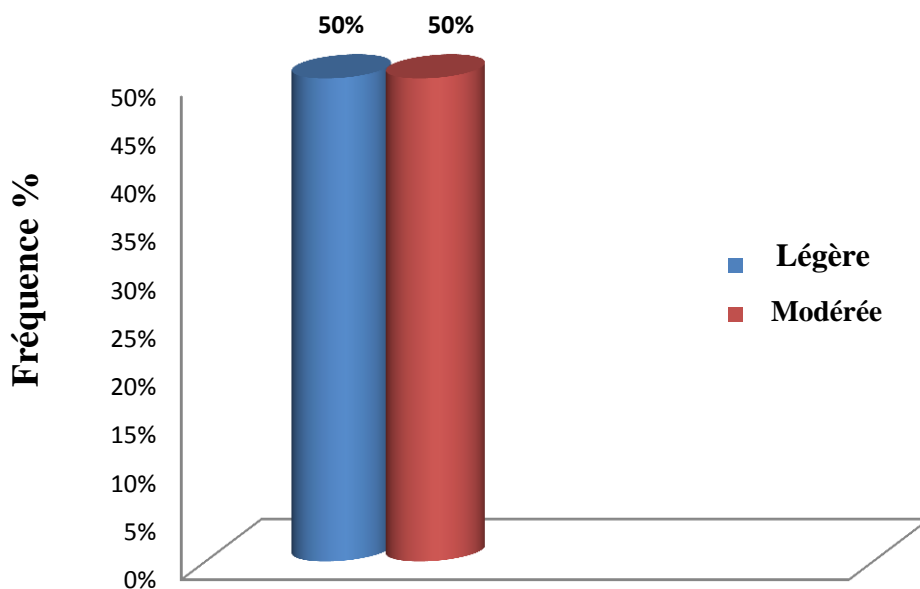


Figure 52 : Intensité de l'anémie ferriprive

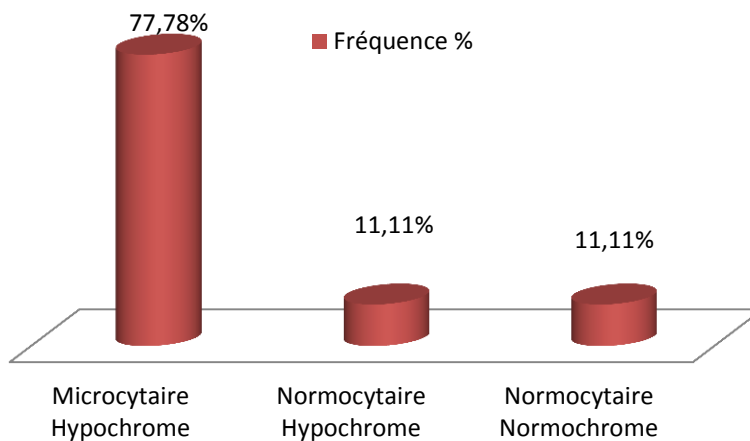


Figure n ° 53 : Anisocytose érythrocytaire de l'anémie ferriprive

### III.5 Prévalence de l'anémie mixte :

Elle comprend à la fois l'anémie ferriprive et l'anémie inflammatoire, et se caractérise par une augmentation du CRP, une ferritinémie normale et un CST bas. Un seul cas d'anémie mixte est observé (2,56%).

## Discussion

L'anémie ferriprive demeure un problème majeur de santé publique touchant plus de 3,5 milliards de personnes dans les pays en développement (**Diouf, 2015**).

En Algérie, la majorité des études ont été réalisées sur des bébés, des jeunes enfants, des adolescents et des femmes enceintes. Cependant, très peu d'études ont porté sur les femmes en âge de procréer qui doivent faire l'objectif d'une étude approfondie (**Sultan, 2007**).

L'objectif de notre étude est de déterminer la prévalence de la carence en fer, de l'anémie, et de l'anémie ferriprive ainsi que l'évaluation de statut nutritionnel à l'aide des paramètres anthropométriques.

### ● Prévalence de l'anémie :

La valeur moyenne du taux d'hémoglobine de notre échantillon est de **12,34±1,07g/dL**. Le maximum est de 15 g/dL ; le minimum est de 8g/dL. Ce taux est relativement élevé par rapport à celui détecté à Gaza (Palestine) chez un groupe de 240 étudiantes universitaires qui est de l'ordre de  $10,5 \pm 1,13$  g/dL (**Sirdah et al., 2014**). Cette valeur est inférieure à celle indiquée dans l'étude établie en Arabie Saoudite ( $13,68 \pm 0,83$ , n = 102) (**Al-Assaf, 2007**), tandis qu'elle est semblable à celle trouvée dans une étude menée en Inde chez les étudiantes de l'université de santé qui est de l'ordre de  $12,27 \pm 1,84$  (**Subramaniyan et al., 2016**).

Dans cette étude, la fréquence de l'anémie est estimée à **28%**. La même fréquence est détectée chez les femmes exerçant une activité physique en Colombie (n = 72), qui selon **Sinclair, 2005**, elle pourrait être due au type d'activité exercée. Cependant, la majorité d'entre elles ont participé au cyclisme, où les pertes sanguines attribuables à une hémolyse sont négligeables.

Une enquête menée sur 262 filles de collège (18-25 ans) à l'Université d'Assam en Inde, a révélé une fréquence de 54,11%. Cela pourrait être dû à plusieurs raisons : l'augmentation des besoins en fer en raison de la croissance, des pertes menstruelles, l'écart entre le besoin élevé en fer pour la formation de l'hémoglobine et la faible consommation d'aliments contenant du fer, et les habitudes alimentaires (**Deka, 2016**).

Une prévalence inférieure à 19% était également signalée chez les étudiantes de premier cycle de collège médical à Kottayam , Kerala (Inde). La durée des menstruations de plus

de cinq jours et le passage des caillots au cours du cycle sont les causes les plus fréquentes d'anémie (Manjula, 2014).

D'autres études estimant la fréquence de cette pathologie, comme celle menée en Arabie Saoudite, permettent de comparer les fréquences d'anémie à 64% chez les étudiantes (n = 268). Cette fréquence élevée pourrait être liée au mode de vie des étudiantes ainsi qu'à leurs habitudes alimentaires, en particulier la négligence du petit déjeuner et sa pauvreté en éléments nutritifs comparativement aux autres repas (Nasir al Hassan, 2014).

Dans une étude menée au département de médecine générale au niveau du centre de recherche hospitalier à Chennai, Tamil Nadu (Inde) entre Janvier et juillet 2016, sur un total de 455 femmes âgées de 18 à 45 ans qui étudient les soins infirmiers et la physiothérapie, 237 d'entre elles (43%) souffraient d'anémie selon les critères de l'OMS (OMS, 2016).

Une étude transversale a été menée en NPHTRA à Bursa entre juin 2004 et juin 2005 chez 488 femmes en âge de procréer (15-49 ans), a révélé une prévalence d'anémie de l'ordre de 32,8%. Cette prévalence élevée pourrait être due aux faibles conditions socio-économiques de la province (Pala, 2008).

Selon Subramaniyan en 2016, cette grande variabilité dans la prévalence de l'anémie, pourrait être due à différents facteurs tels que les facteurs socio-économiques, sensibilisation à la nutrition et le mode de vie. D'autres études signalent que cette variabilité est liée principalement aux habitudes alimentaires, à une consommation insuffisante de fer et aux facteurs physiologiques liés à l'âge (Sultan, 2007).

### ● **Intensité de l'anémie :**

Basée sur l'Hb, la majorité des étudiantes dans notre étude ont une anémie légère à modérée. **L'anémie légère** ( $11 < \text{Hb} < 11,9 \text{ g / dL}$ ) est la plus fréquente, elle est de l'ordre de **69,23%**. **L'anémie modérée** ( $8 < \text{Hb} < 10,9 \text{ g / dL}$ ) est de **30,77%**, tandis que **l'anémie sévère** n'existe pas dans notre population d'étude.

Ces résultats sont en accord avec les études antérieures. Sur un total de 302 étudiantes anémiques de l'Institut Sant Baba Bhang Singh en Inde, environ la moitié (51,3%) souffrait d'anémie modérée alors que 45,3% d'entre elles souffraient d'une légère anémie. Seulement (3,3%) souffraient d'anémie sévère (Babita *et al.*, 2014).

Deux-cent cinquante femmes ont été incluses dans une étude afin d'évaluer la prévalence de l'anémie dans une zone urbaine de Coimbatore, Inde. Ils ont révélé que 6 d'entre elles (2,4%) avaient une légère anémie (11-11,9 g / dL), 145 (58%) avaient une anémie modérée (8-10,9 g / dL) et seulement 10 (4%) avaient une anémie sévère (<8,0 g / dL) (**Sathya et al., 2017**).

Une autre étude effectuée par Verma et ses collaborateurs a rapporté que sur 187 filles âgées de 15 à 24 ans, 83 étaient légèrement anémiques, 26 étaient modérément anémiques et 5 étaient sévèrement anémiques. Ce qui représente respectivement (44,38%), (13,9%) et (2,67%) (**Verma et al., 2014**).

Une étude menée auprès des étudiantes du Collège Médical à Sri Manakula Vinayagar entre septembre 2015 et janvier 2017, 37% ayant une anémie légère, 4% ont une anémie modérée et seulement 2% ont une anémie sévère. Les facteurs contributifs sont: le stress des cours professionnels qui exigent plusieurs heures d'études et le changement des habitudes alimentaires (**Kannan, 2017**). De même, dans une étude réalisée par Bano et ses collaborateurs, 36,8% des étudiantes étaient Modérément anémique et 8,0% étaient légèrement anémiques (**Bano et al., 2012**).

En l'absence de tests de confirmation, la variation de l'Hb pourrait être attribuée à une présence d'hémoglobinopathies (**Sultan, 2007**).

### ● **Anisocytose érythrocytaire :**

Selon ces indices (**VGM, TCMH**), parmi les 39 femmes souffrant d'anémie, **24 (61,54%)** ont une anémie **microcytaire hypochrome** (VGM <80 fl et TCMH <27 pg) et **7 (17,95%)** ont une anémie **normocytaire hypochrome** (VGM> 80 fl et TCMH <27 pg).

Une étude menée sur les donneuses de sang dans un centre de transfusion sanguine à Nouakchott, en Mauritanie, la fréquence de l'anémie microcytaire hypochrome était de 28% et celle de l'anémie normochrome normocytaire était de 24% (**Tagny, 2009**). Sur un total de 96 étudiantes iraniennes anémiques, 81% avaient une anémie microcytaire tandis que 1,6% avaient une anémie macrocytaire cela a diminué la perception et le pouvoir d'apprentissage chez les étudiantes (**Soleimani , 2011**).

Chez un groupe de femmes en âge reproductif souffrant d'anémie ferriprive, l'anémie hypochrome normocytaire est la plus fréquente, elle représente 19,4%. (**Sharma, 2017**),

Selon **Al Akhali et al., 2013**, la caractérisation de l'anémie à l'aide d'un frottis périphérique chez un groupe de patientes hospitalisées dans la province d'Aseer (Arabie Saoudite), a montré que le type le plus répandu était l'anémie microcytaire avec une fréquence de 54,1% suivie par l'anémie normocytaire avec une prévalence de 45,9%.

Une étude réalisée au niveau du département de pathologie au centre de soins situé au nord-est d'Inde, parmi les 572 femmes adultes en âge reproductif, 50,35% avaient une anémie microcytaire hypochrome tandis que 41,96 avaient une anémie normochrome normocytaire. Cette fréquence élevée est causée principalement par des troubles de la synthèse de l'hémoglobine (le plus souvent à une carence en fer) mais d'autres facteurs pouvant intervenir comme l'inflammation, les tumeurs et les maladies chroniques (**Kouli et al., 2016**).

Il est difficile d'identifier les causes des variations des valeurs de VGM et de TCMH, mais elles peuvent être évaluées en effectuant un frottis sanguin coloré (**Sultan, 2007**). Ce frottis est important mais ne pouvant pas exclure l'anémie ferriprive seulement sur la base de l'apparence normale des globules rouges sur cet examen (**Sharma, 2017**).

### ● **Prévalence de la déplétion ou épuisement des réserves en fer :**

Les changements dans le métabolisme énergétique et la capacité de travail physique ont été décrits chez les humains avec un épuisement du fer.

Selon l'**OMS (2011)**, lorsque la ferritinémie est inférieure à la norme (13 ng / mL chez la femme adulte), elle constitue un signe d'épuisement des réserves ou ce qu'on appelle déplétion. L'examen des données de la ferritine montre que parmi les 140 étudiantes, **39** soit **28%** ont des réserves en fer épuisées. La prévalence de la déplétion chez 165 athlètes féminins de collège situé au centre du New York est de l'ordre de 30%, elles sont exposées à un risque élevé d'épuisement du fer en raison de leur état menstruel et de leur forte charge d'entraînement (**Diane, 2011**).

Il est à noter que l'épuisement du fer pourrait influencer la performance athlétique grâce à une faible concentration d'hémoglobine avec une réduction de la capacité de transport d'oxygène, en diminuant son absorption maximale (**Assenza, 2016**). Les athlètes ayant des antécédents d'anémie ou de carence en fer devraient recevoir des conseils sur la supplémentation et les choix alimentaires, ainsi que sur la surveillance en série de leur état de fer (hémoglobine, Ftμ) (**Diane, 2011**).

Dans une étude menée chez un groupe de femmes non-enceintes âgées de 18-74 ans au Nunavik, Canada, la prévalence de la déplétion en fer était de 30,2%. Au cours des dernières décennies, les habitudes de vie et le régime alimentaire de la population du Nunavik ont subi d'importants changements entraînant une consommation moindre d'aliments traditionnels qui représentent une bonne source de fer (**Plante, 2008**).

En outre, une autre étude menée au Groenland a montré que la prévalence de la déplétion en fer ( $F_{T\mu} < 16\mu\text{g/L}$ ) chez 224 femmes variait de 6,6% à 20,5% (**Milman, 2001**). En 2006, l'étude nationale de nutrition-santé (ENNS) portant sur un échantillon de 3100 adultes de la population française, estimait que la déplétion totale en fer évaluée par une ferritine inférieure à 15  $\mu\text{g/L}$  touchait plus particulièrement les femmes en âge de procréer avec une prévalence qui atteignait 13,5 % (**Ghazli, 2017**).

### ● **Prévalence de la carence en fer CF et de l'anémie ferriprive AF:**

Les fréquences de la **CF** et de l'**AF** dans notre population sont respectivement de **24,28% et 12,85%**. lors d'une étude menée auprès des étudiantes âgées de 18 à 22 ans à Gaza (Palestine), la prévalence de l'**AF** était estimée à 20,4% (**Sirdah, 2014**). Cette prévalence élevée pourrait être due à une réduction du statut socioéconomique liée à la situation politique ou à des restrictions qui ont sérieusement affecté les économies à Gaza au cours des sept dernières années (**OMS, 2012**).

Parmi les femmes soldats occupant des postes de combat dans l'armée américaine, la prévalence de la **CF** est de 32,8% et celle de l'**AF** est de 20,9%. Cette constatation pourrait être attribuée à une consommation insuffisante de fer chez les Américains de statut socioéconomique faible. D'autres causes sont possibles; à savoir des études montrent que, même après avoir ajusté les facteurs sociodémographiques et les régimes alimentaires, les femmes américaines risquent de consommer peu de fer (**McClung, 2006**).

Une recherche menée sur 90 étudiantes dans le domaine de mathématiques de la ville de Garmsar (Iran) durant l'année académique 2009-2010 a montré que 21,5% d'entre elles souffraient d'anémie ferriprive. Cette fréquence pourrait être due aux différences marquées en ce qui concerne les capacités sensorielles et physiques, l'apprentissage et l'état de leur mémoire ainsi qu'une perte de concentration par rapport à celles qui sont en bonne santé (**Nachvak et Rezaee, 2006**).

**Al-Sayes et al., 2011**, ont constaté que l'anémie ferriprive prédominait chez 23,9% des étudiantes de l'Université du Roi Abdulaziz (Djeddah). Cela pourrait être dû principalement à une mauvaise alimentation, une faible biodisponibilité du fer alimentaire et/ou aux menstruations.

Une recherche menée chez les étudiantes iraniennes a montré que 21,5% d'entre elles souffraient d'anémie ferriprive, cela est principalement causé par une mauvaise nutrition qui est créé en raison de l'apport insuffisant en nutriments (**Soleimani , 2011**).

Une autre étude a été réalisée chez des femmes en âge de procréation (20-40 ans) au service de consultation externe (Inde) entre décembre 2013 et décembre 2014, a révélé que 71,2% des femmes souffraient d'anémie ferriprive. Cela pourrait être dû au faible apport alimentaire en fer qui doit être amélioré pour lutter contre ce problème qui a une incidence sur la santé des futures mamans (**Bansal, 2016**).

L'analyse détaillée a démontré que l'anémie ferriprive est présente à des niveaux considérables chez les femmes adultes non-enceintes vivant dans la région de Kzyl-Orda, au Kazakhstan, la prévalence globale était de 40,2%. Cela pourrait être dû à la durée prolongée de menstruations et/ou aux changements de niveau de vie qui se reflètent dans les changements de statut de l'hémoglobine (**Dangour, 2001**).

La prévalence de la carence en fer était de 23,08% chez les femmes en âge de procréer dans la région rurale d'Andhra Pradesh, cela a été associé à une consommation hebdomadaire plus faible de viande. Cet apport insuffisant de fer, causé par la réduction d'accessibilité au fer de l'hème, qui se trouve principalement dans la viande et qui est hautement biodisponible, peut contribuer à la carence en fer (**Kudaravalli, 2011**).

### ● **Intensité de l'anémie ferriprive :**

Un taux identique de l'ordre de **50% d'anémie légère** ( $11 < \text{Hb} < 11,9 \text{ g / dL}$ ) et **d'anémie modérée** ( $8 < \text{Hb} < 10,9 \text{ g / dL}$ ) a été détecté chez les étudiantes qui répondent aux critères de **l'anémie ferriprive**. Ces résultats sont distincts de ceux trouvés par **Idris et al., 2005** qui ont constaté sur la base des concentrations de ferritine sérique que 43% des cas présentaient une anémie ferriprive modérée suivie d'une anémie ferriprive sévère (25%).



● **Anisocytose érythrocytaire :**

L'analyse des données de VGM et de TCMH des étudiantes lors de notre étude et qui répondent aux critères de l'anémie ferriprive montre que la forme **microcytaire hypochrome** est la forme la plus fréquente (**77,78%**). Selon **Roberto et al., 2010**, la baisse de la ferritinémie est dans la plupart des cas accompagnée d'une diminution des indices globulaires (Hb, VGM, TCMH) conduisant à l'installation de l'anémie ferriprive normocytaire normochrome puis microcytaire hypochrome.

Lors de l'évaluation des réserves en fer chez 240 étudiantes de l'université de Gaza, parmi les 49 d'entre elles (20,4%) qui présentaient un faible taux d'hémoglobine (Hb <12 g/ dL) et souffraient donc d'une anémie ferriprive, 9,6% avaient une anémie microcytaire (**Camaschella, 2013**).

● **L'anémie et les différents facteurs de l'enquête :**

○ **L'anémie et l'âge :**

La prévalence de l'anémie augmente avec l'âge dans notre échantillon, elle est de l'ordre de **18%** pour les étudiantes âgées entre **20 et 21 ans**. Au-delà de cet âge, elle atteint **82%**. Cette évolution suit les changements physiologiques et la vie reproductive des étudiantes.

Ce constat a été confirmé par **Ghose et al., 2016** qui a montré que la prévalence de l'anémie au Bangladesh était de 32,3% chez les femmes âgées de moins de 25 ans et atteint 67,7% pour celles âgées de plus de 25 ans. Cela est dû selon **Torheim et al., 2010 ; Darnton-Hill et Mkparu, 2015**, au problème d'insécurité alimentaire qui a une influence importante sur les carences en micronutriments en particulier la carence en fer.

**Selon Vitull et al., 2011**, l'âge n'est pas un déterminant important de l'anémie chez les femmes mais les résultats ont montré que sa prévalence diminue avec l'âge de 67.7% à 42.6%, la raison possible de ceci serait la consommation de suppléments en fer, entraînant une moindre prévalence de l'anémie.

La prévalence de l'anémie chez les femmes du Nunavik diffère avec l'âge, elle atteint plus de 61% chez celles âgées de 18 à 49 ans. Après cet âge elle diminue pour atteindre 14%. Cela peut refléter les besoins faibles en fer et la consommation accrue d'aliments traditionnels riches en fer à cet âge (**Blanchet, 2008**).

Sur un total de 288 femmes indiennes, 59,8% d'entre elles appartenant au groupe d'âge de 15-24 ans étaient anémiques, ce qui est significativement plus élevé que la prévalence d'anémie marquée chez celles âgées de 25 à 34 ans (39,2%). Le Statut socio-économique faible, la chômage et le régime alimentaire pauvre en fer ont une forte influence sur la variabilité de la prévalence d'anémie (**Lavangare et al., 2016**).

○ **L'anémie et le lieu de résidence :**

Une prévalence similaire de **14%** a été détectée chez les deux groupes d'étudiantes quel que soit leur lieu de résidence, cela confirme que ce dernier n'a pas d'effet sur la prévalence de l'anémie dans notre échantillon.

Nos résultats sont identiques à ceux trouvés en chine (la huitième enquête sur la santé et la nutrition CHNS, 2009) dont une quasi-équivalence de prévalence de l'anémie entre les femmes urbaines et rurales (22,9%) malgré l'écart socio-économique important entre les deux zones. Cela pourrait être attribué aux facteurs encourageant les ménages ruraux qui sont les plus pauvres, à consommer plus de viande et donc à avoir une prévalence d'anémie plus faible (**Liying, 2015**).

Un groupe de 708 femmes en âge reproductif a été recruté au centre clinique en Serbie afin d'évaluer la prévalence et l'intensité d'anémie et son association avec les différents facteurs de risque. 47% des femmes anémiques étaient d'origine urbaine tandis que 53% d'entre elles provenaient de ménages ruraux. Le déficit d'espace de vie et l'approvisionnement en électricité sont les principaux facteurs de risque (**Rakic et al., 2013**).

Cela a été confirmé par **Bentley et Griffiths en 2003**, qui ont démontré que les femmes en âge de procréer en Inde provenant de milieu rural, ont un risque d'anémie presque deux fois plus élevé par rapport à celles vivant en milieu urbain. Cela pourrait être dû au nombre de repas pris par jours, car la plupart des femmes rurales ont déclaré avoir pris deux repas par jour (69%), tandis que les participantes urbaines ont pris trois repas par jour (62%) ainsi qu'à l'apport alimentaire insuffisant qui est inférieur aux apports diététiques recommandés.

Un groupe de 14,978 femmes adultes âgées de 18 ans et plus qui étaient sous surveillance, ont participé à une enquête menée dans deux régions : Karonga (rurale) et Lilongwe (urbaine) au Malawi à partir de mai 2013. La prévalence de l'anémie légère, modérée et sévère était respectivement de 19,4%, 12% et 7,4% chez les femmes rurales; et 23,5%, 13,6% et 10,1% chez les femmes urbaines (**Aishatu, 2017**).

Cette prévalence était moins répandue chez les résidentes rurales car ces dernières ont un meilleur accès aux différentes sources de nourritures, aux aliments riches en fer, tels que les œufs, les légumes verts, les poissons et les fruits riches en vitamine C stimulant l'absorption du fer (**Lakudzala, 2011**).

Une étude a été réalisée chez 36180 femmes visant à déterminer l'impact de mode de vie sur la prévalence de l'anémie à Mumbai (Inde), a montré que les femmes urbaines sont moins anémiques (37,3%) par rapport aux femmes de la zone rurale (42,9%). La raison derrière cette différence pourrait être leur faible niveau d'alphabétisation et la pauvreté (**Upadhyay et al., 2011**).

○ **L'anémie et les menstruations :**

Les menstruations abondantes sont définies du point de vue de la recherche comme une perte de sang de plus de 80 mL par cycle affectant la qualité physique, émotionnelle, et sociale de vie d'une femme (**NICE, 2014**). Les femmes perdent entre 20 et 35 mL de sang par mois, ce qui équivaut à 11 mg de fer (**Heath, 2001**). Une perte menstruelle excessive épuise les réserves du fer au fil du temps, ce qui entraîne une carence en fer et, en fin de compte, une anémie ferriprive (**Vannella, 2008 ; Evstatiev, 2012**).

Dans notre échantillon, **29** filles (**21%**) étaient menstruées le jour de prélèvement, dont seulement **6,43%** étaient anémiques, **20%** d'entre elles avaient un cycle régulier. Une abondance moyenne des menstruations a été observée chez **25%** des étudiantes.

Nos résultats sont comparables à ceux trouvés dans une étude analytique descriptive menée chez 200 femmes en âge de procréer âgées de 15 ans et plus, au niveau de quatre centres de santé dans la ville de Kerbala, Baghdad, dont 85% avaient une durée de cycle variant entre 4 et 7 jours, 64,5% d'entre elles avaient une abondance moyenne tandis que 80,5% avaient un cycle menstruel régulier (**Hussein Ali, 2015**).

Contrairement à nos résultats, l'étude qui a été menée par **Chandra et al., 2017** chez les étudiantes de département de physiologie, Collège Médical (Inde) entre 2011 et 2012, a montré une corrélation positive entre les indicateurs de statut en fer et les caractéristiques de cycle menstruel.

Une enquête effectuée entre avril et mai 2012 sur un échantillon de 211 femmes inscrites à l'université de Taibah à Almadinah Almunawwarah, Royaume d'Arabie Saoudite, a

montré que 70 d'entre elles soit 33,17% étaient anémiques dont, 64,3% étaient menstruées à l'âge de 13-15 ans, 48,6% avaient leurs règles tous les 21-30 jours, et 51,4% avaient des règles régulières (**Hanafi, 2013**).

Dans une grande enquête américaine sur des femmes hospitalisées, 25% d'entre elles qui ont été hospitalisées pour des troubles gynécologiques associés aux pertes menstruelles abondantes ont été anémiques (**Morrison, 2008**).

Les données générales sur une population suisse montrent que la carence en fer est fréquente chez les femmes sportives menstruées. Elle atteint 22,7% ce qui influe sur leur performance physique. Cela est dû aux périodes répétées d'entraînement physique ; au type, intensité et durée du sport pratiqué (**Clémin, 2016**).

Une enquête a été réalisée chez des femmes dans cinq pays européens entre janvier et février 2012. Parmi les 330 femmes qui ont terminé l'enquête détaillée, 208 (63%) avaient déjà été diagnostiquées avec une carence en fer ou une anémie ferriprive. L'enquête n'a pas fourni des preuves spécifiques pour expliquer le lien entre les menstruations abondantes et l'anémie ; certains médecins ne pouvaient que confirmer la présence des menstruations excessives lorsque l'anémie est également présente ou si les femmes souffrant d'un écoulement important, ils ont pu éclairer les symptômes lors de leur présentation chez leur médecin (**Ian S Fraser et al., 2014**).

○ **L'anémie et l'usage des contraceptifs oraux:**

Les contraceptifs hormonaux sont couramment utilisés par les femmes en âge de procréer et peuvent réduire la fréquence des menstruations. Plus spécifiquement, la pilule contraceptive orale (OCP) a démontré qu'elle entraîne une réduction de 50% de la perte de sang menstruelle mensuelle (**Greig, 2010**).

Dans notre échantillon, **12,86%** des étudiantes ont utilisé des contraceptifs oraux (Diane 35 : pilule de deuxième génération) afin de réguler leur cycle menstruel.

Trois étudiantes soit **2,14%** étaient anémiques tandis que le reste (**10,71%**) était non anémique. Cela prouve l'efficacité des contraceptifs oraux à réduire la perte menstruelle du sang et donc diminuer le risque d'anémie.

**Balarajan et al., 2013** visaient à examiner l'effet d'inégalité socio-économique sur la prévalence de l'anémie au fil de temps chez les femmes en âge de procréer en Inde. Parmi celles qui ont utilisé des contraceptifs oraux seulement 9% étaient anémiques.

Une étude effectuée au niveau d'une clinique de santé située dans le centre hospitalo-universitaire à Riyad chez 325 femmes en âge reproductif a montré que la fréquence d'épuisement des réserves en fer était faible chez les femmes prenant des contraceptifs oraux (**Joharah, 2001**).

Deux-cent deux femmes italiennes en bonne santé (âgées de 18 à 40 ans) ont été recrutées à Udine, dans le nord de l'Italie. La prévalence globale de la carence en fer était de 29,7%, tandis que celle de l'anémie ferriprive était de 9,4%. Cette prévalence n'était pas affectée par l'utilisation des contraceptifs oraux (**Casabellata et al., 2007**). Il est important de noter que l'une des principales causes d'utilisation des contraceptifs pour réduire la fréquence des menstruations est de réduire les pertes en fer chez les femmes à risque.

Les données de l'étude australienne ont démontré que 63% des femmes interrogées ont utilisé des contraceptifs oraux, dont un quart d'entre elles avaient déjà été diagnostiquées avec une carence en fer. Cela pourrait résulter d'une faible ingestion de fer alimentaire, car la majorité des femmes (48%) mangeaient moins de deux plats de viande rouge par semaine et 6% étaient végétariennes (**Greig, 2010**).

○ **L'anémie et la fatigue :**

La fatigue se définit comme une sensation subjective de manque d'énergie et d'affaiblissement, elle constitue avec l'anémie une entité interconnectée, qui peuvent causer des troubles du sommeil, une fragilité et une diminution de la qualité de vie (**Rodriguez-Vida, 2014**).

**L'analyse des résultats** dans notre échantillon a montré que **17** étudiantes anémiques (**12%**) étaient pas du tout fatiguées, **11%** d'entre elles étaient peu fatiguées. La fatigue moyenne a été observée chez **6** étudiantes, tandis que la fatigue extrême n'existe pas chez les étudiantes anémiques.

**Verdon et al., 2003** ont effectué une étude dans un centre universitaire chez 136 femmes dont la fatigue était la raison principale de la consultation, et ont montré qu'il y a une forte corrélation entre la prévalence de la carence en fer et la fatigue accrue. Cette dernière s'associe souvent à des facteurs de stress psychosociaux.

Selon **Ian et al., 2014**, sur 83 femmes qui répondent aux critères de la carence en fer, 75 (90,4%) ont signalé que l'effet principal était la fatigue. Cette forte association a été confirmée par **Alan en 2014**.

Selon **Tralongo et al., 2003**, la fatigue était corrélée à l'anémie, dont elle est un symptôme caractéristique. Le taux d'hémoglobine moyen varie selon la gravité de la fatigue, pour les femmes ayant une fatigue modérée, le taux était de 11,9 g / dL tandis que pour celles qui étaient extrêmement fatiguées, le taux d'hémoglobine était de 10 g/dL.

○ **L'anémie et l'IMC :**

**L'analyse de nos résultats** a montré que la plus grande prévalence d'anémie est chez les étudiantes avec un IMC normal (**22,86%**) tandis que la plus faible est de **3,57%** chez les étudiantes en surpoids.

Le contraire a été prouvé par **Ramachandra et al., 2008** qui a montré une association significative entre la prévalence élevée de l'anémie et l'IMC faible. Cette corrélation négative a été confirmée par **Vitull et al., 2011** dont la prévalence de l'anémie chez les femmes a augmenté avec une diminution de l'IMC (la prévalence était de 91,4% chez les femmes ayant un IMC faible, de 83,6% chez celles ayant un IMC normal et de 73,7% chez les femmes ayant un IMC élevé).

Les analyses des résultats chez les femmes adultes mexicaines en âge reproductif ont montré une plus grande prévalence d'anémie chez les personnes en surpoids et une prévalence plus faible chez les individus normaux. Cette association entre l'IMC et l'anémie est confondue par des facteurs socio-économiques et démographiques (**Cepeda-Lopez, 2010**).

**Selon Hanafi et al., 2013**, l'étude du taux d'hémoglobine et sa relation avec l'IMC est d'une grande importance. L'anémie était plus fréquente chez les étudiantes de statut pondéral normal (45,7%) et celles présentant une insuffisance pondérale (40%) sans association significative entre le statut de l'hémoglobine (anémie) et le statut de l'IMC ( $p > 0,05$ ).

Plus de 50% des étudiantes anémiques dans une étude menée par **Amato et al., 2010** étaient malnutris, à la fois en insuffisance pondérale et en surpoids. L'analyse des taux d'hémoglobine des femmes africaines a montré des fortes associations entre l'anémie et l'IMC (**Haverkate, 2014**).

Des études ont démontré que le statut de l'anémie et le poids corporel ont été fortement corrélés (**Qin et al., 2013**) tandis que d'autres ont prouvé le contraire comme celle menée à l'Institut Himalayen des sciences médicales dont, 8% des étudiantes étaient anémiques avec une association négative entre l'Hb et l'indice de masse corporelle (**Saxena, 2011**).

La même conclusion a été tirée de l'étude effectuée par **Sunita, 2016** chez 98 étudiantes de l'institut des sciences médicales de Belgavi (Inde) qui a montré qu'il n'y a pas de corrélation entre l'IMC et l'Hb, cela pourrait être dû à une inflammation causée par l'augmentation de l'hepcidine.

Dans une étude effectuée par **Hemamalini, 2013**, comparativement aux femmes présentant une insuffisance pondérale, celles qui sont obèses ou en surpoids avaient un apport en fer plus élevé. **Bharati et al., 2008** ont montré que les femmes en insuffisance pondérale (IMC <18,5 kg/m<sup>2</sup>) avaient une prévalence d'anémie légèrement plus faible (46,6%) que leurs homologues normales (47,7%), ceci n'est pas statistiquement significatif (P>0,05).

○ **L'anémie et l'IMG :**

Concernant l'IMG, la plus grande prévalence d'anémie a été détectée chez les étudiantes avec un IMG normal (**13,57%**) tandis que la faible prévalence est de (**3,57%**) chez les étudiantes avec un excès de graisses. Le test de corrélation a montré l'absence de lien positif entre l'IMG et la prévalence de l'anémie dans notre population (**r<0,5/ P>0,05**).

Contrairement à nos résultats, ceux trouvés par **Sunita et al., 2016** chez 98 étudiantes de l'institut des sciences médicales de Belgavi (Inde), ont montré la présence d'une association significative entre le fer sérique, les récepteurs solubles de la transferrine et l'IMG.

Selon l'étude menée par **Fanou-fogny et al., 2011** à Mali, l'obésité qui est une accumulation excessive de graisses pourrait être nécessaire pour associer la composition corporelle avec le pauvre statut en fer chez les adultes obèses. Sur un total de 108 femmes maliennes en âge reproductif, aucune obèse n'était anémique.

● **Evaluation de statut nutritionnel selon l'anthropométrie :**

Le terme «état nutritionnel» désigne les aspects physiques et physiologiques de l'organisme humain (**Chalcarz, 2013**). L'évaluation anthropométrique de l'état nutritionnel repose sur le calcul de l'IMC et de l'IMG.

Dans notre échantillon, le poids et la taille moyens sont respectivement de **60,70 ± 10,06 kg** et de **1,64 ± 0,05 m**, l'IMC moyen est d'environ **22,47 ± 3,23 kg/m<sup>2</sup>**.

Sur les 140 étudiantes, **11 (7,85%)** sont considérées comme maigres, **99 (70,71%)** en poids normal, **28 (20%)** en surpoids et **2 (1,42%)** comme obèses. L'IMG est utilisé pour évaluer la proportion des graisses dans le corps. L'IMG moyen est de **26,73 ± 3,88%**. Sur 140 femmes,

**50 (35,71%)** ont peu de graisses, **61 (43,58%)** ont un taux de graisses normal et **29 (20,71%)** ont un excès de graisses.

Au Koweït, le poids et la taille de 255 filles adultes ont été mesurés. L'IMC moyen était dans la fourchette normale, 37 filles étaient en surpoids et 17 filles étaient maigres (**Al Mousa, 2003**). Selon les résultats de l'Enquête Nationale sur la Santé et la Nutrition de 2007, 25,2% des jeunes femmes japonaises ont une insuffisance pondérale, avec un IMC inférieur à 18,5 (**NHANS, 2007**).

Une enquête auprès de jeunes femmes a révélé que leur poids corporel idéal en termes d'IMC était de 18,59 (**Kodama, 2010**). Les caractéristiques anthropométriques de 202 femmes italiennes ont montré que la majorité soit 89% avaient une masse corporelle normale (**Casabellata, 2007**).

Dans une enquête menée chez 262 filles (18-25ans) sélectionnées à l'Université d'Assam (Inde), 186 soit 71% étaient classées en insuffisance pondérale, 76 soit 29% ont une corpulence normale tandis qu'aucune femme n'était en surpoids ou obèse (**Deka et al., 2016**).

La prévalence de l'insuffisance pondérale chez les femmes adultes en République islamique d'Iran, au Maroc, en Arabie saoudite et en Tunisie est de l'ordre de 5 à 7% (**Belahsen, 2004 ; OMS, 2006**).

Sur un total de 491 femmes adultes âgées entre 18 à 20 ans recrutées au collège de Raja NL Khan Midnapore, les valeurs moyennes du poids, de la taille et de l'IMC étaient respectivement : 48,96 kg, 154,79 cm et 20,05 kg / m<sup>2</sup>. L'IMC moyen était le plus élevé (20,57 kg / m<sup>2</sup>) chez celles âgées de 20 ans et seulement 4,5% d'entre elles étaient en surpoids (**Mandal, 2011**).

La dénutrition semble être un phénomène très répandu chez les femmes à Bangladesh, avec environ **un tiers** d'entre elles vivant actuellement avec un indice de masse corporelle (IMC) inférieur à 18,5 kg / m<sup>2</sup> (**Ahmed et al., 2012**). Cela pourrait être dû selon **Ivers & Cullen, 2011** à l'impact de la vulnérabilité socio-économique des femmes sur leur manque de contrôle que ce soit sur les problèmes de santé personnels ou nutritionnels.

Selon l'étude menée par **Ghose et al., 2016**, 60,2% des participantes avaient un poids normal, environ un quart (24,5%) avaient un poids insuffisant et 15,3% étaient en surpoids / obèses.



Dans la zone de Sidama, au sud de l'Ethiopie, 202 femmes non enceintes âgées de 18 ans et plus sont portées volontaires pour participer à l'étude. L'analyse de l'indice de masse corporelle a montré que 24,8% des femmes étaient en insuffisance pondérale ( $IMC < 16 \text{ kg/m}^2$ ), quatre femmes soit 2% étaient classées en surpoids ( $IMC > 25 \text{ kg/m}^2$ ) tandis que le reste soit 73% avaient un IMC normal (**Gbreegziabher, 2017**).

## *Conclusion Générale*

L'anémie ferriprive chez les femmes en âge de procréer constitue un problème majeur de santé publique et qui nécessite une attention particulière.

Cette étude vise à déterminer la prévalence de la carence en fer, d'anémie et d'anémie ferriprive, établir les corrélations avec les différents facteurs qualitatifs de l'enquête ainsi qu'avec les mesures anthropométriques chez un groupe de 140 étudiantes (20 à 26 ans).

Les résultats révèlent que la prévalence de la carence en fer, d'anémie et d'anémie ferriprive était respectivement 24,28%, 28%, 12,85%. Sur les 140 étudiantes, 11 (7,85%) sont considérés comme maigres, 99 (70,71%) en poids normal, 28 (20%) en surpoids et 2 (1,42%) comme obèses.

Ces résultats sont inquiétants en termes de santé publique, ceci nous permet de confirmer que la population étudiée constitue un groupe à risque lors de futurs accouchements.

Par ailleurs, notre étude ne met en évidence aucune corrélation significative entre l'anémie et les différents facteurs d'étude sauf pour l'âge qui l'influence significativement ( $P < 0,05$ ).

La variabilité des résultats pourrait être due aux caractéristiques de population choisie, conditions de recrutement de l'échantillon, au changement d'habitudes alimentaires surtout pour les étudiantes résidentes à la cité universitaire ou bien à d'autres facteurs sociodémographiques.

De même, cette étude se limite à un échantillon d'étudiantes d'une seule université d'Alger, qui peut ne pas être une représentation efficace de l'étude. Des étudiantes provenant de différentes facultés peuvent fournir une image plus inclusive de statut nutritionnel des étudiantes universitaires Algériennes.

Le succès du dépistage et du contrôle de la plupart des aspects d'une mauvaise santé liées aux oligo-éléments restera contingent. Il faut prendre conscience de la nécessité d'une expertise multidisciplinaire dont laquelle les biologistes, statisticiens, nutritionnistes et médecins conjugueront leurs efforts pour identifier les risques et suggérer les moyens de les éliminer.

**PERSPECTIVES :**

- Une étude plus approfondie est nécessaire pour déterminer les causes majeures de l'anémie, en vue d'établir des programmes de lutte ;
- Etudier le comportement alimentaire de la population ;
- Il serait plus judicieux de combiner d'autres critères comme les récepteurs solubles de la transferrine; Protoporphyrine érythrocytaire, l'électrophorèse d'hémoglobine afin de confirmer les résultats et améliorer la précision du diagnostic en éliminant toute maladie génétique pouvant influencer le bilan martial.
- Traiter cette anémie par une alimentation diversifiée et équilibrée surtout les apports en fer et/ ou par supplémentation dont la forme la plus utilisée par les programmes de santé publique est le sulfate ferreux.

## *Références bibliographiques*



- Agarwal, R. (2007). Nonhematological Benefits of Iron. *American Journal of Nephrology*, 27(6), pp.565-571.
- Ahmed, T., Ireen, S., Ahmed, A., Rahman, S., Islam, M., Alam, N., Hossain, M., Rahman, S., Ali, M., Choudhury, F. and Cravioto, A. (2012). Nutrition of Children and Women in Bangladesh: Trends and Directions for the Future. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 30(1).
- Adamu, A., Crampin, A., Kayuni, N., Amberbir, A., Koole, O., Phiri, A., Nyirenda, M. and Fine, P. (2017). Prevalence and risk factors for anemia severity and type in Malawian men and women: urban and rural differences. *Population Health Metrics*, 15(1).
- Al Akhali Khaled., Mohamed Anwar Hammad Ali., Mohammad Asif Ansari. (2013). Evaluation of prevalence and pattern of anemia – a hospital based study in Aseer province, kingdom of saudi arabia. *Journal of Experimental Medical & Surgical Research*, 32 -35.
- Al Mousa, Z., Prakash, P., Jackson, R. and Al Raqua, M. (2003). A comparison of selected nutrient intakes in anemic and nonanemic adolescent girls in Kuwait. *Nutrition Research*, 23(4), pp.425-433.
- Al-Assaf AH. (2007). Anemia and iron intake of adult Saudis in Riyadh city Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Nutrition*, (6): 355-8.
- Alaunyte, I., Stojceska, V. and Plunkett, A. (2015). Iron and the female athlete: a review of dietary treatment methods for improving iron status and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12(1).
- Al-Sayes F. (2011). Prevalence of iron deficiency and iron deficiency anemia among females at university stage. *J Med Lab Diagn*, 2(1): 5–11.
- Amato, A., Santoro, N., Calabrò, P., Grandone, A., Swinkels, D., Perrone, L. and Miraglia del Giudice, E. (2010). Effect of body mass index reduction on serum hepcidin levels and iron status in obese children. *International Journal of Obesity*, 34(12), pp.1772-1774.
- ANAES. (1997). Lecture critique de l'hémogramme - Valeurs seuils à connaître comme probablement pathologiques et principales variations non pathologiques (Consulté le 22/11/12).
- Anderson, G., Frazer, D., McKie, A., Vulpe, C. and Smith, A. (2005). Mechanisms of Haem and Non-Haem Iron Absorption: Lessons from Inherited Disorders of Iron Metabolism. *BioMetals*, 18(4), pp.339-348.

- Andrews, N. (2008). Forging a field: the golden age of iron biology. *Blood*, 112(2), pp.219-230.
- Arlet, J., Pouchot, J., Lasocki, S., Beaumont, C. and Hermine, O. (2012). Supplémentation en fer : indications, limites et modalités. *La Revue de Médecine Interne*, 34(1), pp.26-31.
- Assenza, A., Congiu, F., Giannetto, C., Fazio, F. and Piccione, G. (2016). Serum iron, ferritin, transferrin and haptoglobin concentration variations during repeated show jumping competition in horse. *Acta Veterinaria Brno*, 85(4), pp.343-347.

## **B**

- Babita, B. (2014). Estimate the prevalence of anemia among unmarried female college students attending nursing college and influence of socio-economic demographic factors. *IOSR Journal of Nursing and Health Science*, 3(1), pp.05-08.
- Balarajan, Y., Fawzi, W. and Subramanian, S. (2013). Changing patterns of social inequalities in anaemia among women in India: cross-sectional study using nationally representative data. *BMJ Open*, 3(3), p.e002233.
- Bano R, Ahmad N, Sharma BC. (2012). Nutritional Anemia in the Medical Students, *Ind Med Gazette*.
- Bansal Ashish, Anil Kumar Sharma , Sanjay Sharma, Sujatha R. (2016). Iron deficiency anaemia in women of reproductive age group attending tertiary care hospital. *Indian J.Sci.Res*,109-113.
- Barro J, Casini A, Samii K. (2013). ANEMIE. Département de médecine communautaire, de premier recours et des urgences (DMCPRU) : Service de médecine de premier recours. HUG.
- Baudin, B. (2016). Les hémoglobines normales et pathologiques. *Revue Francophone des Laboratoires*, 2016(481), pp.27-34.
- Bauduer, F. (2009). Anémies par troubles du métabolisme du fer. *EMC - Hématologie*, 4(1), pp.1-11.
- Bayebié Bado M. (2013). Analyse des déterminants socioéconomiques de l'anémie ferriprive chez la femme enceinte au Sénégal: cas de la région de DAKAR. Mémoire de recherche: Economie de la santé. Sénégal : Institut Supérieure de Management de la Santé, 64p
- Beard, J. and Han, O. (2009). Systemic iron status. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, 1790(7), pp.584-588.

- Beaumont C. (2005). La ferroportine, une nouvelle molécule pour la régulation du métabolisme du fer. *Hématologie*. vol. 10(6) : 453-463.
- Beaumont C., Karim Z. (2013). Actualité du métabolisme du fer. *Revue de médecine interne*. vol. 34(1) : 17-25.
- Beguin Yves. (2002). Le métabolisme du fer. *Hématologie*, 7-11.
- Belahsen, R., Mziwira, M. and Fertat, F. (2004). Anthropometry of women of childbearing age in Morocco: body composition and prevalence of overweight and obesity. *Public Health Nutrition*, 7(04).
- Ben Chaabane Nabil, Imed Ben Mansour, Olfa Hellara, Hichem Loghmeri, Fethia Bdioui, Leila Safer, Hamouda Saffar. (2011). Rôle de l'infection par l'*Helicobacter pylori* dans l'anémie ferriprive. *Lpm*, 1-9.
- Benmansour-Merad-Boudia Nadia. (2012). Place du récepteur soluble de la transferrine dans le diagnostic et le traitement de la carence martiale chez l'insuffisant rénal chronique. Thèse pour l'obtention du doctorat : en sciences médicales. Tlemcen : Université Abou Bekr Belkaïd, 164p.
- Bentley ME, Griffiths PL. (2003). The burden of anemia among women in India. *Eur J Clin Nutr*, 57: 52-60
- Berger J; Thanh HT; Cavalli-Sforza T; Smitasiri S; Khan NC; Milani S; Hoa PT; Quang ND; Viteri F. (2005). Community mobilization and social marketing to promote weekly iron-folic acid supplementation in women of reproductive age in Vietnam: impact on anemia and iron status. *Nutr Rev*, 63, S95–108.
- Bharati, P., Som, S., Chakrabarty, S., Bharati, S. and Pal, M. (2008). Prevalence of Anemia and Its Determinants Among Nonpregnant and Pregnant Women in India. *Asia Pacific Journal of Public Health*, 20(4), pp.347-359.
- Blanchet C. (2004). Nutrition and food consumption among the Inuit of Nunavik. *Nunavik Inuit Health Survey Qanuippitaa? How are we?* Québec : Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) & Nunavik Régional Board of Health and Social Services (NRBHSS), 2008.
- Bourgarit-Durand A. (2014). Anémies ferriprives et/ou inflammatoires: actualités. SNFMI.
- Brissot, P., Troadec, M., Bardou-Jacquet, E., Lan, C., Jouanolle, A., Deugnier, Y. and Loréal, O. (2008). Current approach to hemochromatosis. *Blood Reviews*, 22(4), pp.195-210.



- Burke, R., Leon, J. and Suchdev, P. (2014). Identification, Prevention and Treatment of Iron Deficiency during the First 1000 Days. *Nutrients*, 6(10), pp.4093-4114.

## C

- 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.
- Camaschella, C. (2013). How I manage patients with atypical microcytic anaemia. *British Journal of Haematology*, 160(1), pp.12-24.
- Casabellata, G., Di Santolo, M., Banfi, G., Stel, G., Gonano, F. and Cauci, S. (2007). Evaluation of iron deficiency in young women in relation to oral contraceptive use. *Contraception*, 76(3), pp.200-207.
- Cattan D. (2004). Régulation de l'absorption du fer : données nouvelles. *Hépatologie*. vol. 1(2) : 82-97.
- CDU-HGE. (2015). Pathologie du fer chez l'adulte et l'enfant in *Abrégé d'hépto-Castro-Entérologie et de Chirurgie Digestive*, 19p.
- Cepeda-Lopez AC, Aeberli I, Zimmermann MB. (2010). Does obesity increase risk for iron deficiency? A review of the literature and the potential mechanisms. *Int J Vitam Nutr Res*, 80:263–70.
- Chalcarz W, Merkiel S, Poortmans JR, Szajek G. (2013). Nutritional status in female basketball players at various levels of performance. *Science & Sports*, (28)196—203.
- Chandra Shipra, Narendra Gupta, Sanjay Kumar Patel. (2017). Study of iron status indicators in different phases of menstrual cycle in first year medical college females. *Int J Res Med Sci*, 5(1):46-49.
- Chandra Deka Akshay, Vidhya S., Arpita Deb Nath and Pratap Chandra Sarma. (2016). Prevalence of anemia among undergraduate girl students of a university of assam. *Ejpmr*, 3(12), 401-404.
- Chandyo RK, Henjum S, Ulak M, Thorne- Lyman AL, Ulvik RJ, Shrestha PS, Locks L, Fawzi W and Strand TA. (2015). The prevalence of anemia and iron deficiency is more common in breastfed infants than their mothers in Bhaktapur, Nepal. *European Journal of Clinical Nutrition*, 1–7.

- Charles Christopher V. (2012). Iron Deficiency Anemia: A Public Health Problem of Global Proportions, *Public Health - Methodology, Environmental and Systems Issues*, Prof. Jay Maddock (Ed.), 110-130.
- Choudhary A, Moses PD, Mony P, Mathai M. (2006). Prevalence of anaemia among adolescent girls in the urban slums of Vellore, south India. *Trop.Doct*, 36(3):167-169.
- Clémin GE, Cordes M, Huber A, Schumacher YO Noack P, Scales J, Kriemler S. (2016). Iron Deficiency in sports -definition influence on performance and therapy. *Swiss Sports & Exercise Medicine*, 64 (1), 6–18.
- Cogill Bruce. (2003). Guide de mesure des indicateurs anthropométriques. Food and Nutrition Technical Assistant. Washington, 86p.
- Couprie Nicole. (2000). Les Hémoglobinopathies. Laboratoire Marcel Mérieux – Hématologie Spécialisée, 1-24.
- Curvat D. (2013). Impact d'une carence martiale sans anémie sur la performance sportive, intérêt d'une supplémentation. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en pharmacie, faculté de pharmacie de Grenoble.

## D

- Dangour AD, Hill HL , Ismail SJ. (2001). Haemoglobin status of adult non-pregnant Kazakh women living in Kzyl-Orda region, Kazakhstan. *European Journal of Clinical Nutrition*, (55), 1068–1075.
- Darnton-Hill I, Mkpuru UC. (2015). Micronutrients in pregnancy in low- and middle-income countries. *Nutrients* 7(3):1744–1768.
- De Benoist B. et al. (2008). Worldwide Prevalence of anemia 1993-2005, World Health Organization, Database on Anemia. Genève, Organisation Mondiale de la Santé.
- Debril Jean-Christophe. (2007). LA PRISE EN CHARGE DES SURCHARGES EN FER. THESE pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur : en Pharmacie. France : UNIVERSITE HENRI POINCARE - NANCY 1, 131p.
- Dénie S, Agarwal MM. (2007). Nutritional iron deficiency: an evolutionary perspective. *Nutrition*, 23(7-8):603-614.
- Deurenberg P1, Weststrate JA, Seidell JC. (1991). The assessment of body composition: *Br J Nutr*, 65(2):105-14.
- Diallo O. (2014). Physiologie de l'érythropoïèse. Mémoire : Médecine. Bamako, Mali: Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie, 91p.

- Diane M, DellaValle, Jere D. Haas. (2011). Impact of Iron Depletion Without Anemia on Performance in Trained Endurance Athletes at the Beginning of a Training Season: A Study of Female Collegiate Rowers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21, 501-506.
- Dine G., Fumagalli G., Van Lierde F., Genty V. (2010). Érythropoïèse et métabolisme du fer : interactions et applications biomédicales. *Biotribune*. vol. 34 : 22- 32.
- Diouf S, Folquet M , Mbofung K, Ndiaye O, Brou K, Dupont C, « et al. ». (2015). Prévalence et déterminants de l'anémie chez le jeune enfant en Afrique francophone. Implication de la carence en fer. *J Ped*, 22:1188-1197.
- Dogoni Lamine. (2014). Etude épidémiologique, clinique et thérapeutique de l'anémie sur grossesse au CSRef de KADIOLO. Thèse Pour obtenir le grade de Docteur : Médecine. Mali : Université des sciences des techniques et des technologies de Bamako : faculté de médecine, et d'odontostomatologie, 93p.
- Donovan A. Lima C.A. Pinkus J.L. Pinkus G.S. Zon L.I. Robine S. Andrews N.C. (2005). The iron exporter ferroportin/Slc40a1 is essential for iron homeostasis, *Cell Metab*, 191-200.
- Doudi Dalal, Atia Noura. (2014). Evaluation du métabolisme de fer, de cuivre et de stress oxydatif chez des femmes enceintes dans la région d'El-OUED. Mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique : Sciences biologiques. EL-OUED : Université echahid Hamma Lakhdar d'el-oued, faculté des sciences de la nature et de la vie, 78p.
- Duvallet Alain. (2008). Physiologie et régulation du fer. *P2-Physiologie*, 1-62.

## E

- Evstatiev R, Gasche C. (2012). Iron sensing and signalling. *Gut* , 61(6):933–952.
- El Azami Khader. (2013). LE FER: Aspects Métaboliques, Problèmes de carence et situation actuelle au Maroc. Thèse pour l'obtention du Doctorat : Pharmacie. RABAT : Université Mohammed V Souissi Faculté de médecine et de pharmacie, 120p.

## F

- Falkingham M, Abdelhamid A, Curtis P, Fairweather-Tait S, Dye L, Hooper L. (2010). The effects of oral iron supplementation on cognition in older children and adults: a systematic review and meta-analysis. *Nutr J*, 9:4.

- Fanou-Fogny, N., J. Saronga, N., Koreissi, Y., A. M. Dossa, R., Melse-Boonstra, A. and D. Brouwer, I. (2011). Weight status and iron deficiency among urban Malian women of reproductive age. *British Journal of Nutrition*, 105(04), pp.574-579.
- FAO. (2013). Iron In: Human vitamin and mineral requirements. Available at: <http://www.fao.org/docrep/004/Y2809E/y2809e0j.htm>.
- Ferdinand Martius. (2009). Carence martiale sans anémie – un sujet brûlant? Conséquences non hématologiques de la carence martiale: lesquelles sont confirmées, quand sont-elles importantes? *Forum Med Suisse*, 9(15–16):294–299.
- Fillet G. (2009). Anémies ferriprives- Métabolisme du fer : Traitement martial. *Hématologie*. vol. 7 : 55-61.

## G

- Gavazzi GaËtan. Métabolisme du fer : physiopathologie et biomarqueurs chez le sujet âgé. *Geriatr Psychol Neuropsychiatr Vieil*, vol. 12, supplement 2, 2014.
- Gebreegziabher Tafere; Barbara J. Stoecker. (2017). Iron deficiency was not the major cause of anemia in rural women of reproductive age in Sidama zone, southern Ethiopia: A cross sectional study. *The PLOS ONE Staff*, 12(9).
- Ghazli Abdelkader, Benzina Omar. (2017). Les anémies par carence en fer chez les nourrissons et les enfants. Thèse en vue de l'obtention de DOCTORAT : en Médecine. Tlemcen : Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie ,72p.
- Ghose, B., Tang, S., Yaya, S. and Feng, Z. (2016). Association between food insecurity and anemia among women of reproductive age. *PeerJ*, 4, p.e1945.
- Goncalves A. Beaumont C. (2005). La ferroportine, une nouvelle molécule pour la régulation du métabolisme du fer. *Hématologie*. vol. 10(6) : 453-63.
- Greig Alecia J. Michelle A. Palmer, Lynne M. Chepulis Alemayehu et al,. (2010). Hormonal contraceptive practices in young Australian women (625 years) and their possible impact on menstrual frequency and iron requirements. *Sexual & Reproductive Healthcare*, 99–103.

## H

- Haas Jere D, Sarah V Luna, Mercy G Lung'aho, Michael J Wenger, Laura E Murray-Kolb, Stephen Beebe, Jean-Bosco Gahutu, and Ines M Egli. (2016). Consuming Iron Biofortified Beans Increases Iron Status in Rwandan Women after 128 Days in a Randomized Controlled Feeding Trial. *The Journal of Nutrition*, (10).3945.

- Haas Jere D. Thomas Brownlie. (2001). Iron Deficiency and Reduced Work Capacity: A Critical Review of the Research to Determine a Causal Relationship. American Society for Nutritional Sciences, 1-15.
- Hanafi Manal Ibrahim, Abdallah Ayat Roushdy, Zaky Amal. (2013). Study of hemoglobin level and body mass index among preparatory year female students at Taibah University, Kingdom of Saudi Arabia. Journal of Taibah University Medical Sciences, 8(3), 160–166.
- Harvey LJ, Armah CN, Dainty JR, Foxall RJ, John LD, Langford NJ, Fairweather-Tait SJ. (2005). Impact of menstrual blood loss and diet on iron deficiency among women in the UK. Br.J Nutr, 94(4):557-564.
- HAS. (2011). Choix des examens du métabolisme du fer en cas de suspicion de carence en fer. Rapport d'évaluation. Saint-Denis, France, 81p.
- HAS. (2010). Les marqueurs cardiaques dans la maladie coronarienne et l'insuffisance cardiaque en medecine ambulatoire. Rapport d'évaluation technologique, 1-118.
- Haverkate M, Smits J, Meijerink H, van der Ven A. (2014). Socioeconomic determinants of haemoglobin levels of African women are less important in areas with more health facilities: a multilevel analysis. J Epidemiol Community Health,68:116–22.
- Heath AL, Skeaff CM, Williams S, Gibson RS. (2001). The role of blood loss and diet in the aetiology of mild iron deficiency in premenopausal adult New Zealand women. Public Health Nutr, 4:197-206.
- Helfand M, Freeman M, Nygren P, Walker M. (2006). Screening for Iron Deficiency Anemia in Childhood and Pregnancy: Update of 1996 USPSTF Review, Evidence Synthesis No. 43. Rockville, MD, Agency for Healthcare Research and Quality.
- Hemamalini J. (2013). Anemia in Relation to Body Mass Index and Waist Circumference among Andhra Pradesh Women. Obes Weight Loss Ther, 3:3.
- Hercberg S. Marie-Luz P. Luque, Pilar Galan. (2000). Les effets du thé sur l'absorption du fer alimentaire. cahiers de Nutrition et de Diététique, Vol 35, 171p.
- Hussein Ali Sana, Iqbal Majeed Abass. (2015). Misconceptions about Oral Contraceptive Pill Used Among Women at Primary Health Care Centers in Holy Karbala City. Journal of Nursing and Health Science, PP 70-77.

## I

- Ian S. Fraser, Diana Mansour, Christian Breyman, Camille Hoffman, Anna Mezzacasa, Felice Petraglia. (2014). Prevalence of heavy menstrual bleeding and experiences of affected women in a European patient survey. *International Journal of Gynecology and Obstetrics*, (09)027.
- Idris Muhammad, Anis-ur-Rehman. (2005). Iron deficiency anaemia in moderate to severely anaemic patients. *J Ayub Med Coll Abbottabad*,17(3).
- Imbert A., Darnige L., Barbare J.C. (2001). Métabolisme du fer : Application aux situations de surcharge en fer. *Progrès en hépatologie*, 212p.
- IOM. (2006). Les apports nutritionnels de référence : Le guide essentiel des besoins en nutriments. Otten, J. J., Pizzi Hellwig, J., and Meyers, L.D. 541. Washington D.C., National Academies Press.
- Ivers LC, Cullen KA. (2011). Food insecurity: special considerations for women. *American Journal of Clinical Nutrition* 94(6):1740S–1744S DOI 10.3945/ajcn.111.012617.

## J

- Joharah M. Al-Quaiz. (2001). Iron deficiency anemia A study of risk factors. *Saudi Med J.*, Vol. 22 (6): 490-496
- Jutcha Florent Duclerc, Thierry Franck Ngnimi Hougnia, Noel Nvogue, Michel Noubom, Nelson Fomulu. (2016). Prévalence de l'Anémie Ferriprive chez les Femmes Enceintes à Yaoundé. *Health Sci*, Vol 17 (1) 1-4.

## K

- Kannan Bhuvaneshwari, Erli Amel Ivan. (2017). Prevalence of anemia among female medical students and its correlation with menstrual abnormalities and nutritional habits. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*, 6(6):2241-2245.
- Kassebaum NJ, Jasrasaria R, Naghavi M, Wulf SK, Johns N, Lozano R et al. (2014). A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. *Blood*, 123: 615–624.
- Kodama H. (2010). Problems of Underweight in Young Females and Pregnant Women in Japan. *JMAJ* 2010; 53(5): 285–289.

- Kouli Reena, Ajit Kumar Pegu, Jasmine Teronpi, Ranu Shukla, Samrat Bhattarcharjee, Sima Sonowal, Vishal Agarwal, Kamal Kishore Challeng. (2016). Study of Anaemia in Correlation with Hematological Parameters among Adults in a Tertiary Care Centre of North-East India. *Int J Med Res Prof*, 2(4); 84-87.
- Kudaravalli Jyothsna, Madhavi S, Nagaveni D, Narayan Deshpande and Meka Rama Rao. (2011). Anemia, Iron Deficiency, Meat Consumption, and Hookworm Infection in Women of Reproductive Age in Rural area in Andhra Pradesh. *Annals of Biological Research*, 2 (3): 209-216.

## L

- Lakudzala DD, Khonje JJ. (2011). Nutritive potential of some 'edible' soils in Blantyre city, Malawi. *Malawi Med J*, 23:38–42.
- Lansac J, Magnin G. (2008). *Obstétrique, collection pour le Praticien*, éditions Masson, p. 199-02.
- Lavangare Sujata R. Balkrishna B. Adsul. (2016). Study of nutritional anaemia amongst non-pregnant women of reproductive age group in an urban slum of Mumbai, Maharashtra, India. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 3(10):2921-2925.
- Liying Li, Renfu Luo, Sean Sylvia, Alexis Medina and Scott Rozelle. (2015). The prevalence of anemia in central and eastern china: evidence from the china health and nutrition survey. *Southeast Asian J trop Med public health*, 1-15.

## M

- Maire Emilie. (2010). *Prise en charge thérapeutique des anémies associées au cancer. Thèse en vue de l'obtention de Doctorat : en Pharmacie. Nancy : Université Henri Poincare*, 141p.
- Manchon M.; Meley R.; Eynard JC.; Grafmeyer D. (2006). Troponine – Myoglobine Bilan du Contrôle de qualité. *Pro Bio Qual*, 1-38.
- Mandal Sumana. Nirmalya Kumar Sinha. Pradip Samanta. Subal Das. Kaushik Bose. (2011). Anthropometric Assessment Of Nutritional Status Among College Women Of Midnapore, West Bengal, India. *Biological Anthropology*, Vol 1:Issue 1.
- Manjula V D, Parameshwari P, Pothen L, Sobha A. (2014). Prevalence of Anemia Among Female Undergraduate Students of Government Medical College Kottayam, Kerala. *Int J Med Health Sci*, 3; 133-38.

- Marieb Elaine N. Katja Hoehn. (2005). Anatomie et Physiologie humaine, 6 ème Ed, p 668.
- Marine Legroux. (2008). Dépistage et prise en charge de l'anémie des grossesses à bas risque. Thèse en vue de l'obtention de diplôme d'état : Sage-femme. France : Université d'Angers, 60p.
- Mario Nathalie. (2007). Pascal Pernet. Quels marqueurs pour le bilan martial ?. Spectra Biologie n° 163, 1-6.
- Marioa Nathalie. (2012). Marqueurs biologiques pour le diagnostic des troubles du métabolisme du fer// revue francophone des laboratoires, N° 442 .p 2.
- Martin N. Mwangi, Kamija S. Phiri, Abdelhak Abkari, Mory Gbané, Raphaëlle Bourdet-Sicard, Véronique Azais Braesco, Michael B. Zimmermann and Andrew M. Prentice. (2017). Iron for Africa—Report of an Expert Workshop. *Nutrients*, 9(6), 576.
- Marzougui saida medjeldi. (2012). Peroxydase d'origine végétale : purification, caractérisation biochimique, immobilisation et application dans la détermination des peroxydes au niveau des aliments conservés. Thèse de Doctorat : en biochimie appliquée. ANNABA : Université BADJI Mokhtar, 156p.
- Maton Frédéric. (2008). Fer et Sport. IRBMS.
- McClung J P, Marchitelli LJ, Friedl KE, Young A J. (2006). Prevalence of Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia among Three Populations of Female Military Personnel in the US Army. *J Americ College of Nutr*, Vol. 25, No. 1, 64–69.
- McClung JP, Murray-Kolb LE. (2013). Iron nutrition and premenopausal women: effects of poor iron status on physical and neuropsychological performance. *Annu Rev Nutr*, 33:6.1–6.18.
- McKie A.T., D. Barrow, G.O. Latunde-Dada, A. Rolfs, G. Sager, E. Mudaly, M. Mudaly, C. Richardson, D. Barlow, A. Bomford, T.J. Peters, K.B. Raja, S. Shirali, M.A. Hediger, F. Farzaneh, R.J. Simpson. (2001). An iron-regulated ferric reductase associated with the absorption of dietary iron, *Science*, 291(5509) 1755-9.
- Milman N, Byg KE, Mulvad G, Pedersen HS, Bjerregaard P. (2001). Iron status markers in 224 indigenous Greenlanders: influence of age, residence and traditional foods. *Eur J Haematol*, 66:115-25.
- Moench-Pfanner R, de PS, Bloem MW, Foote D, Kosen S, Webb P. (2005). Food-for-work programs in Indonesia had a limited effect on anemia. *J Nutr*, 135(6):1423-1429.



- Morrison J, Patel ST, Watson W, Zaidi QR, Mangione A, Goss TF. (2008). Assessment of the prevalence and impact of anaemia on women hospitalized for gynecologic conditions associated with heavy uterine bleeding. *J Reprod Med*, 53(5):323–30.

## N

- Nachvak ,M.,Rezaei,M.(2006).The relationship iron deficiency and academic performance among mental low ability students. *Journal of exceptional children*.
- Narasinga Rao BS. (2007).Bioavailability of Dietary Iron and Iron Deficiency Anaemia. *NFI Bull*, 28(3):1-6.
- Nasir al Hassan N. (2014).The prevalence of iron deficiency anaemia in a Saudi University female students. *J Microsc Ultrastruct*, 52(4).
- National Institute for Health and Care Excellence. (2007). Heavy menstrual bleeding. [http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/CG44NICE\\_Guideline.pdf](http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/CG44NICE_Guideline.pdf).
- National Institute of Health. (2006). Iron deficiency anemia. National Heart Lung and Blood Institute. Diseases and Conditions Index. U.S. Department of Health & Human Services.

## O

- Olivier L., Brice C., Pigeon C., Brissot P. (2001). Métabolisme du fer. *Médecine thérapeutique*. vol. 7(5) : 340-345.
- Omar.S, Feki.M, Kaabachi.N. (2006). Le métabolisme du fer: revue générale et récents développements. *Ann Biol Clin*, 64 (6) : 523-34.
- OMS. (2014). C-reactive protein concentrations as a marker of inflammation or infection for interpreting biomarkers of micronutrient status. *VMNIS*, 1-4p.
- OMS. (2005). Focaliser sur l'anémie vers une approche intégrée pour un contrôle efficace de l'anémie.
- OMS. (2004). Focusing on anaemia, towards an integrated approach for effective anaemia control.
- OMS. (2006). Global database on body mass index. Geneva.
- OMS. (2012). Initial health assessment report: Gaza strip. EMRO.
- OMS. (2001). Iron Deficiency Anaemia Assessment, Prevention, and Control. A guide for programme managers, 1-114.

- OMS. (2012). La nutrition chez la femme pendant la période préconceptionnelle, la grossesse et l'allaitement. Soixante-cinquième assemblée mondiale de la santé.
- OMS. (2008). Worldwide prevalence of anaemia 1993–2005. WHO global data base on anaemia. (Consulté en ligne le 18/11/12).
- OMS.(2011). Concentration en Hémoglobine permettant de diagnostiquer l'anémie et d'en évaluer la sévérité, 6p.
- OMS. (2016). Health Topics-Anemia, Available from <http://www.who.int/topics/anaemia/en/> [Accessed 11th August 2016].

## P

- Pala Kayihan; Nilgun Dundar. (2008). Prevalence & risk factors of anaemia among women of reproductive age in Bursa, Turkey. *Indian J Med Res*, 128 pp 282-286.
- Pichot P, Brun JP. (1984). Questionnaire bref d'auto-évaluation des dimensions dépressive, asthénique et anxieuse. *J Am Med Psychol*, Vol 142, Num 6, pp 862-5.
- Plantaz Dominique. (2004). Anémie par carence martiale chez l'enfant, 1-9.
- Plante Céline. (2008). Statut et apports en fer chez les femmes non enceintes du Nunavik. Mémoire pour l'obtention du grade de maître en sciences : Sciences des Aliments et de Nutrition. Québec : faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation Université Laval, 129p.

## Q

- Qin Y, Melse-Boonstra A, Pan X, Yuan B, Dai Y, Zhao J, Zimmermann MB, Kok FJ, Zhou M, Shi Z. (2013). Anemia in relation to body mass index and waist circumference among chinese women. *Nutrition Journal*, 12(1):10.

## R

- Rakic L, Djokic D, Drakulovic MB, Pejic A, Radojicic Z, Marinkovic M. (2013). Risk factors associated with anemia among Serbian non-pregnant women 20 to 49 years old. A cross-sectional study. *Hippokratia*, 17, 1: 47-54.
- Ramachandra SS, Kasthuri A. (2008). Anaemia in the elderly who resided in a south Indian rural community. *Indian Journal for the Practising Doctor*, 10: 5(4):4.
- Rigaud D. (2000). L'anémie par carence d'apport en fer, folates et vitamine B12. *Act. Méd. Int. Gastroentérologie*, (14)5.

- Roberto Herklotz, Andreas Huber. (2010). Diagnostic de laboratoire des troubles du métabolisme du fer. *Forum Med Suisse*, 10(30-31), p.p.500-507.
- Rodriguez-Vida, A., Chowdhury, S. and Chowdhury, S. (2014). Management of fatigue and anaemia in men treated with androgen deprivation therapy. *Trends in Urology & Men's Health*, 5(3), pp.25-28.
- Roy CN, Enns CA. (2000). Iron homeostasis : new tales from the crypt. *Blood*, 96 : 4020-7.

## S

- Santé Canada. (2010). Fichier canadien sur les éléments nutritifs en ligne. <http://webprod.hc-sc.gc.ca/nutrition/> [Consulté le 26 novembre 2010.]
- Saranaz Jangjoo, Leila Hosseini. (2016). The Prevalence of Iron-Deficiency Anemia in Non Pregnant Women of Reproductive Age [14-45] with Anemia in Marvdasht's Shahid Motahari Hospital in 2012-2013. *Electronic Journal of Biology*, Vol.12(3): 294-299.
- Sathya P, Gandhimathi R, Viruthasarani K, Poornima Mary Rodriguez, Rajeswari PM, Subhathra N, Merlin MS. (2017). A study to assess the prevalence of anemia among women in a selected urban area in Coimbatore district. *Journal of Scientific and Innovative Research*, 6(1): 11-15.
- Saxena Y, Shrivastava A, Saxena V. (2011). Effect of gender on a correlation of anemia with body mass index in medical students. *Indian J Physiol Pharmacol*, 55(4):364-9.
- Schweitzer A. (2013). Diagnostic des anémies. In: *Hématologie*, 312.
- Sellam, E.B., Bour, A. (2014). Etat nutritionnel chez des femmes de l'oriental marocain (préfecture d'Oujda-Angad). *Antropo*, 31, 77-88.
- Sharma Anil Kumar, Ashish Bansal , Sanjay Sharma, Sujatha R. (2017). Study on diagnostic parameters in women of reproductive age group suffering from iron deficiency anaemia. *Indian J.Sci.Res*, 7(2) : 83-89.
- Shields, M. Connor Gorber, S, M.S. Tremblay. (2008). Estimations de l'obésité fondées sur des mesures auto-déclarées et sur des mesures directes. *Rapports sur la santé*, 19(2), p. 69-85.
- Sinclair LM, Hinton P S. (2005). Prevalence of Iron Deficiency with and without Anemia in Recreationally Active Men and Women. *J Am Diet Assoc*, 105:975-978.

- Sirdah MM, Maged M. Yassin, Sabreen El Shekhi, Abdel Monem Lubbad. (2014). Homocysteine and vitamin B12 status and iron deficiency anemia in female university students from Gaza Strip, Palestine. *Rev bras hematol hemoter*, 36 (3):208–212.
- Sirdaha MM, Maged MY, El Shekhi S, Lubbad A M. (2014). Homocysteine and vitamin B12 status and iron deficiency anemia in female university students from Gaza Strip, Palestine. *Rev bras hematolhemoter*, 36(3):208–212.
- Soleimani N. (2011). Relationship between anaemia, caused from the iron deficiency, and academic achievement among third grade high school female students. *Procedia: Soc Behav Sci*, 29:1877–84.
- Soundarya N. Suganthi P. (2016). A Review on Anaemia – Types, Causes, Symptoms And Their Treatments. *JOSTI*; 10- 17.
- Stein J. Hartmann F. Dignass. A.U. (2010). Diagnosis and management of iron deficiency anemia in patients with IBD, *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*, 7(11) 599-610.
- Stella Carine, Kengne Tiné. (2011). Facteurs d'agrégation de l'anémie dans les ménages au Cameroun. Mémoire en vue de l'obtention du grade de Maître en sciences : nutrition. Montréal : Université de Montréal, Faculté de Médecine, 143p.
- Subramaniyan K., Melvin George, Deepika Seshadri, Amrita Jena, N. Chandraprabha. (2016). Prevalence of anemia among health science students of a university in South India. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 4(10):4598-4601.
- Sultan A H. (2007). Anemia among Female College Students Attending the University of Sharjah, UAE. Prevalence and Classification. Medical Laboratory. Technology Department. College of Health Sciences. University of Sharjah. *J Egypt Public Health Assoc*, 82 (3).
- Sunita Kalyanshetti B.Rajshekar Kallur. (2016). Association of anemia with BMI in medical students, a cross-sectional study. *Indian Journal of Basic and Applied Medical Research*, 371-377 P.

## T

- Tagny C T, Diara A, Yahaya R, Hakizamana M, Nguessan A, Mbensa G, et al. (2009). Le centre de transfusion, le donneur de sang, et le sang donné dans les pays d'Afrique (Nouakchott). *Transfus clin biol*, 16 : 431-438.
- Thi Mai Anh KIM. Prévalence et étiologies de l'anémie chez le sujet âgé étude rétrospective d'une cohorte de patients hospitalisés en UGA. Thèse pour le doctorat:

Médecine Générale. PARIS XII : Université Paris Val-de-Marne faculté de médecine de Créteil, 2010,53p.

- Thomas C, Thomas L. (2002). Biochemical markers and hematologic indices in the diagnosis of functional iron deficiency. *Clin Chem*, 48(7):1 066-76.
- Torheim LE, Ferguson EL, Penrose K, Arimond M. (2010). Women in resource-poor settings are at risk of inadequate intakes of multiple micronutrients. *Journal of Nutrition* 140(11):2051S–2058S.
- Tralongo Paolo , Respini Daniela, Ferrau Francesco. Fatigue and aging. (2003). *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, S57–S64.

## U

- Upadhyay, S., Kumar, A. R., Singh, R., Raghuvanshi and Singh, B. B. (2011). Nutritional Status and Knowledge of Hill Women on Anemia: Effect of Various Socio-demographic Factors, *J Hum Ecol*, 33(1): 29-34.

## V

- Vannella L, Aloe Spiriti MA, Cozza G, Tardella L, Monarca B, Cuteri A, et al. (2008). Benefit of concomitant gastrointestinal and gynaecological evaluation in premenopausal women with iron deficiency anaemia. *Aliment Pharmacol Ther*, 28(4):422–30.
- Vaulont S. (2014). Le métabolisme du fer : vers de nouveaux horizons. *Annales d'Endocrinologie*. vol. 75(5-6): 252.
- Verdon F, Burnand B, Fallab Stubi C-L, Bonard C, Graff M, Michaud A, Bischoff T, de Vevey M, Studer J-P, Herzig L, Chapuis C, Tissot J, Pécoud A, Favrat B. (2003). Iron supplementation for unexplained fatigue in non-anaemic women: double blind randomised placebo controlled trial. *BMJ*, 326:1124.
- Verma R, Deswal S, Kamboj R. (2014). Prevalence of anaemia in college going youths in a rural block of Haryana, *Ind J Com Health*, 26(3).
- Viatte Lydie. Mode d'action de l'hepcidine, nouvelle hormone du métabolisme du fer, et son implication dans l'hémochromatose. Thèse de doctorat : Physiologie du développement et de la différenciation cellulaire. France : UNIVERSITE PARIS 7 - DENIS DIDEROT, 2006, 151p.
- Vitull K. Gupta, Arun Kumar Maria, RajiV Kumar,JaGjeet SinGh Bahia, Sonia Arora et al. (2011). To Study the prevalence of anaemia in young males and females with Respect

to the Age, Body Mass Index (BMI), Activity profile and the Socioeconomic Status in Rural Punjab. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. Vol-5(5): 1020-1026.

## W

- Weiss G and Goodnough LT. (2005). Anemia of chronic disease. *N Engl J Med*;352:1011–23.

## Z

- Zermati Y., Fakhouri.F, Delarue R., Ribeil J.A., Knebelmann B., Hermine O. Régulation De L'érythropoïèse:Applications Physiopathologiques En Néphrologie. Flammarion Médecine-Sciences — Actualités Néphrologiques, 2003 ;118-137.
- Zimmermann, M. and Hurrell, R. (2007). Nutritional iron deficiency. *The Lancet*, 370(9586), pp.511-520.

*Annexe*

N° de fiche

Date

Nom et Prénom	Age	Email	Adresse	Poids	Taille

	Oui	Non
Fumeuse		
Antécédents cliniques		
Antécédents chirurgicaux		

**Suppléments nutritionnels ou médicaments reçus au cours des 6 derniers mois**

Nature	Date prescription	Durée	Prescripteur

**Cycle menstruel :**

	Oui	Non
L'étudiante est indisposée le jour de prélèvement ?		
Le cycle est régulier		

Degré d'abondance des règles :

Peu	moyen	trop
-----	-------	------

Usage de contraceptifs

oui

non



Si oui pourquoi ?    Douleurs                    réguler le cycle                    autre

**MESURE DE LA FATIGUE - ECHELLE DE PICHOT**

	<b>Pas du tout</b>	<b>Un peu</b>	<b>Moyennement</b>	<b>Beaucoup</b>	<b>Extrêmement</b>
	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Vous manquez d'énergie...</b>					
<b>Tout vous demande un effort...</b>					
<b>Vous vous sentez faible...</b>					
<b>Vous avez les bras, les jambes lourdes...</b>					
<b>Vous vous sentez fatigué(e) sans raison...</b>					
<b>Vous avez envie de vous allonger et de vous reposer...</b>					
<b>Vous avez du mal à vous concentrer...</b>					
<b>Vous vous sentez fatigué(e), lourd(e), raide...</b>					

- › New releases
- › Browse by subject
- › Books
- › Journals
- › Book Series



## Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism

Official Journal of the Italian Association for Dietetics and Clinical Nutrition (ADI).  
 Official Journal of the Asociación Mexicana de Miembros de Facultades y Escuelas de Nutrición (AMMFEN).  
 Official Journal of the Turkish Food Safety Association (GGD)  
 Official Journal of the Serbian Physiological Society (DFS).

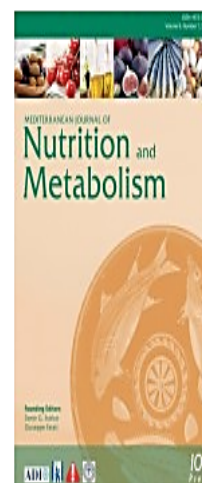
ISSN print 1973-798X  
 ISSN online 1973-7998  
 Volume 11; 3 issues  
 Status Last issue (11:1) online on 03 April 2018  
 Next issue 11:2 scheduled for August 2018  
 Back volumes 1-10  
 Subject Biochemistry, Medicine & Health

INSTITUTIONAL SUBSCRIPTION FOR 2018

**€305 / US\$380**

Excluding VAT

**Subscribe to Print**



- › Contents
- › Recommend this title to your librarian

We are delighted to announce that **Maurizio Battino**, Editor-in-Chief of *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, has been recognized for the third consecutive year as a

2017 Clarivate Highly Cited Researcher.

**Aims & Scope**

**Editorial board**

**Manuscript submission & Author instructions**

**Abstracted/Indexed in**

**News**

Academic OneFile

Embase

EMCare

Expanded Academic

Food Science and Technology Abstracts

Google Scholar

Health Reference Center Academic

OCLC

SCImago

Scopus

Summon by Serial Solutions

Web of Science: Emerging Sources Citation Index

# Iron deficiency anemia and nutritional status among women of childbearing age

Chiheb Hadjira<sup>a</sup>, Assami Mustapha Kamel<sup>a</sup>, Bouchene Zahia<sup>b</sup>,  
Aissiou Mohammed Yehya El Amin<sup>a</sup> and Bitam Arezki<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Laboratory of Human Nutrition and Food Technology, Higher National School of Agronomy (ENSA), El Harrach, Algiers, Algeria

<sup>b</sup>University Hospital Center Beni-Messous, Pediatric ward, Laboratory Mother Child, Beni-Messous, Algeria

Received 22 February 2017

Accepted 29 July 2017

## Abstract.

**BACKGROUND:** Anemia is a condition in which the number of red blood cells is insufficient to meet the body's physiologic needs. Iron deficiency is thought to be the most common cause of anemia, and its prevalence is an important health indicator.

**OBJECTIVES:** The purpose of this study is to estimate the frequency of iron deficiency anemia among women of childbearing age and to identify the relationship between iron deficiency anemia and nutritional status.

**METHODS:** Venous blood samples were collected from 140 women (20–26 years old). Hemato-biochemical analyses were conducted to assess nutritional status. Anamnesis, characteristics of menstruation and contraceptive use were collected through a survey. A statistical analysis was performed, and *P* values of less than 0.05 were considered statistically significant.

**RESULTS:** The data revealed that of 140 women, 39 (28%) had anemia, 46.15% had iron deficiency anemia, 61.53% had microcytic hypochromic anemia and 99 (70.71%) had body mass index values within the normal range. Oral contraceptives were used by nearly 13% of respondents. Most (77.14%) of them reported a regular menstrual pattern.

**CONCLUSION:** Special attention should be paid to avoiding physiological complications due to anemia during pregnancy.

Keywords: Anemia, iron deficiency anemia, nutritional status, women

## 1. Introduction

Iron deficiency (ID) is the most common nutritional deficiency worldwide [1]; it affects individuals of all ages in both developed and developing countries [2].

It is estimated that 25% of the world's population has anemia, and approximately 50% of cases are due to ID [3].

Iron deficiency anemia (IDA) is characterized by a reduced hemoglobin (Hb) concentration [4].

IDA affects people of all ages, but is prevalent among women of reproductive age because of menstrual blood losses and high physiologic iron requirements. The functional consequences of ID include decreased physical performance, physical activity, and cognitive performance, as well as increased depression and fatigue [5].

The social and economic consequences of ID include increased maternal and perinatal mortality, low work productivity, increased energy needs and lost disability-adjusted life years [5].

---

\*Corresponding author: Bitam Arezki, Laboratory of Human Nutrition and Food Technology, Higher National School of Agronomy (ENSA), El Harrach, Algiers, 16000, Algeria. Tel.: +00213 0 7 72 52 54 85; Fax: +00213 0 23 828 502; E-mail: a.bitam@ensa.dz.

Despite international economic and scientific efforts, the prevalence of IDA remains high worldwide [2].

This study aims to determine the frequency of anemia, ID and IDA among Algerian women of childbearing age and to identify correlations with nutritional status.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Study sample

This study was carried out with 140 women of childbearing age between 20 and 26 years old. Participants were in good health and were recruited during a one-month period at the Higher National Agronomic School in El Harrach (Algiers, Algeria). The present study was approved by the ethics committee of the Algerian Ministry of Health and carried out in accordance with the World Medical Association code of ethics (and the Declaration of Helsinki).

### 2.2. Exclusion criteria

All women diagnosed with a disease or taking drugs and/or supplements affecting the metabolism of iron were excluded from this study.

### 2.3. Data collection

A survey was prepared to collect the anamnesis, as well as information on menstruation and the use of contraceptives.

### 2.4. Anthropometric measurements

The nutritional status of each woman was assessed via anthropometric measurements: weight and height were collected in order to calculate the body mass index (BMI) and to estimate body fat.

$$BMI \left( \frac{Kg}{m^2} \right) = \frac{Weight (kg)}{(height (m))^2}$$

$$BFP \% = (1.2 * BMI) + (0.23 * a) - (10.8 * x) - 5.4$$

[6] Where: a is age in years and  $x=0$  for the women.

### 2.5. Venipuncture

After obtaining informed consent, 9 mL of blood was taken from each woman. Fasting blood samples were collected by venous puncture using dry and EDTA tubes, which are used to obtain a complete blood cell count or full blood count. This analysis was carried out using an apparatus (SYSMEX: Xs-500 I) that determines various erythrocytic indexes – mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) – that allow the classification of anemia. Dry tubes underwent centrifugation at 3000 RPM (Revolutions Per Minute) for 15 minutes in order to collect the serum used to determine serum ferritin (FT $\mu$ ), serum iron (SI), and serum transferrin (TRF) via two analyzers (Cobas E 411 and Cobas Integra 400+, France via electro chemiluminescence and colorimetry, respectively). The total binding capacity of transferrin (TIBC) and the siderophilin coefficient (SC) are calculated using the following formulas:

$$TIBC \mu mol/L = TRF (g/L) \times 25; SC\% = TIBC/SI$$

The serum collected was also used to evaluate C-reactive protein (CRP), which is normally lower than 5 mg/L and shows an absence of inflammation.

## 2.6. Statistical analysis

The statistical analysis was conducted using STATISTICA version 8. This software program allows the calculation of descriptive statistics such as averages and standard deviations for the dependent and independent variables.

Kolmogorov-Smirnov (K-S) tests are used to analyze the distributions, with a significance threshold of  $P < 0.05$ .

## 3. Results

### 3.1. Study sample characteristics

Our study included 140 women of childbearing age, and the characteristics of the sample are presented in Table 1. The age range is between 20 and 26, with an average age of  $22.45 \pm 1.24$  years. The average weight and height values are  $60.70 \pm 10.06$  kg and  $1.64 \pm 0.05$  m, respectively.

Using the two last parameters, BMI was calculated using the formula: weight in kg/ (height in m)<sup>2</sup>. The average BMI value is  $22.47 \pm 3.23$  kg/m<sup>2</sup>.

Of the 140 women, 11 (7.85%) are underweight, 99 (70.71%) are normal weight, 28(20%) are overweight, and 2 (1.42%) are obese.

Body fat percentage (BFP) is used to evaluate the proportion of adipose tissue. The average BFP value is of  $26.73 \pm 3.88\%$ . According to this index, of the 140 women, 50 (35.71%) have low BFP values, 61 (43.58%) have normal BFP values, and 29 (20.71%) have high BFP values. BMI and BFP are significantly correlated ( $R = 0.99$ ,  $p < 0.05$ ).

Table 2 presents various menstrual cycle characteristics and indicates that approximately 13% of the women used oral contraceptives. The majority of women (77.14%) have regular menstrual cycles, and 7.85% of them menstruate for 3–5 days/cycle.

Table 1  
Characteristics of studied population (N = 140)

Parameters	Mean $\pm$ SD	%
Age (years)	$22.45 \pm 1.24$	
weight (kg)	$60.70 \pm 10.06$	
height (m)	$1.64 \pm 0.05$	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )		
BMI < 18 $\rightarrow$ underweight		7.85
18 < BMI < 25 $\rightarrow$ normal	$22.47 \pm 3.23$	70.71
25 < BMI < 30 $\rightarrow$ overweight		20
IMC > 30 $\rightarrow$ obese		1.42
BFP%	$26.73 \pm 3.88$	
BFP < 25		35.71
25 < BFP < 30		43.58
BFP > 30		20.71

Table 2  
Characteristics of menstruations (N = 140)

Characteristics	N	%
Regular cycle		
Yes	108	77.14
No	32	22.86
Number of days of the cycle		
3–5	11	7.85
$\geq 5$	129	92.15
Use of oral contraceptives		
Yes	18	13
No	122	87

Table 3  
Severity of anemia (N = 140)

Hb g/ dl	N	(%)
Anemia (Hb < 12 g/dl)	39	28
Mild anemia ( $11 \leq \text{Hb} < 11.9$ g/ dl)	27	69.23
Moderate anemia ( $8 \leq \text{Hb} < 10.9$ g/dl)	12	30.77

### 3.2. Prevalence and severity of anemia

Anemia in women is defined by the World Health Organization as Hb < 120 g/L [7].

The average Hb of the sample is  $12.34 \pm 1.07$  g/dL. Of the 140 women, 39 (28%) have anemia. Of these, 69.23% present with mild anemia ( $11 < \text{Hb} < 11.9$  g/dL) and 30.77% with moderate anemia ( $8 < \text{Hb} < 10.9$  g/dL). No women present with severe anemia (Table 3).

### 3.3. Classification of anemia

Other hematological parameters (MCV, MCH) allow us to determine the type of anemia, as indicated in Table 4, which shows that of the 39 women with anemia, 24 (61.53%) present with hypochromic microcytic anemia, 7 (17.95%) with hypochromic normocytic anemia and 8 (20.52%) with normocytic normochromic anemia.

### 3.4. Anemia and age

The prevalence of anemia increases with age. It is approximately 18% for women between 20 and 21 years old. Beyond this age, it reaches 82%. This age-related pattern follows the reproductive life of a woman (Fig. 1).

### 3.5. Prevalence of ID and IDA

ID is characterized by a combination of two parameters: Hb < 12 g/dL and SC < 15%. The prevalence of ID is approximately 74.36% in our sample (Fig. 2).

IDA is characterized by a combination of Hb < 12 g/dL, FT $\mu$  < 13 ng/mL, SC < 15% and CRP < 5 mg/L. The prevalence of IDA is estimated at 46.15%.



Fig. 1. Evolution of anemia according to the age.

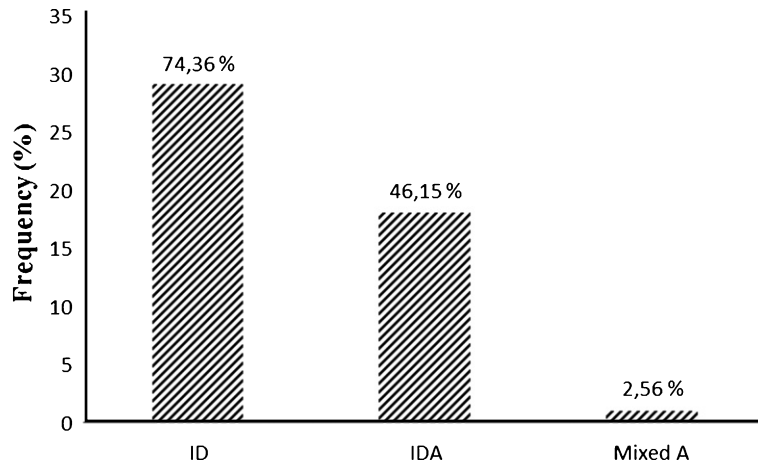


Fig. 2. Various types of anemia.ID: Iron deficiency; IDA: Iron Deficiency Anemia; Mixed A: Mixed Anemia.

Mixed anemia, which includes IDA and inflammatory anemia, is characterized by an increase in CRP, normal blood ferritin and low SC. Only one case of mixed anemia is observed (2.56%).

Inflammatory anemia, characterized by an increase in CRP with normal or elevated serum ferritin, is not observed in our sample (Fig. 2).

#### 4. Discussion

IDA remains a major public health problem affecting more than 3.5 billion people in developing countries [8].

In Algeria, the majority of studies have been carried out on babies, toddlers, children, teenagers, and pregnant women. However, very few studies have focused on women of childbearing age, a group at risk for anemia that must monitor iron intake [9].

Table 4  
Classification of anemia

Type of anemia		MH	NH	NN
Total Population	n	35	24	81
N = 140	%	25	17.14	57.86
Anemic (Hb < 12 g/dL)	n	24	7	8
N = 39	%	61.54	17.95	20.51
Non-anemic (Hb > 12 g/dL)	n	11	17	73
N = 101	%	10.89	16.83	72.28

MH: microcytic hypochromic, NH: Normocytic Hypochromic, NN: Normocytic Normochromic.

In this study, the frequency of anemia is estimated at 28%, the same frequency detected among women engaged in physical activity in Colombia ( $n = 72$ ) [10].

Other studies estimating the frequency of this pathology, such as one conducted in Saudi Arabia, find frequencies of anemia as high as 64% among female university students ( $n = 268$ ) [11].

Many studies attribute anemia mainly to dietary habits, insufficient consumption of iron and physiological factors related to age [9]. Based on Hb, mild anemia ( $11 < \text{Hb} < 11.9 \text{ g/dL}$ ) is most frequent, with a rate of 69.23%, followed by moderate anemia ( $8 < \text{Hb} < 10.9 \text{ g/dL}$ ), with a frequency of 30.77%. Indeed, a similar prevalence of anemia (51.3%) was found among the female students of Sant Baba Bhang Singh Institute in India [12]; in addition, no case of severe anemia was observed.

In absence of confirmatory tests, variation in Hb could be attributed to hemoglobinopathies [9].

Based on erythrocytic indexes (MCV, MCH), of the 39 women with anemia, 24 (61.54%) have hypochromic microcytic anemia (MCV < 80 fl and MCH < 27 pg) and 7 (17.95%) have hypochromic normocytic anemia (MCV > 80 fl and MCH < 27 pg).

In a study of female donors at a blood transfusion center in Nouakchott, Mauritania, the frequency of hypochromic microcytic anemia was 28% and that of normocytic normochromic anemia was 24% [13]. In a study of female university students in Saudi Arabia, the frequency of hypochromic microcytic anemia was 81% [11].

It is difficult to identify the causes of variations in MCV and MCH values, but they can be assessed by conducting colored blood film [9].

The frequencies of ID and IDA are 74.36% and 46.15%, respectively. In a study of female university students aged between 18 and 22 years old in Gaza (Palestine), the prevalence of IDA was estimated at 20.4% [14]. This high prevalence could be due reductions in socioeconomic status related to the political situation or to restrictions that have seriously affected savings in Gaza over the last seven years [15].

Among female soldiers in combat positions in the American army, the prevalence of ID is 32.8% and that of IDA is 20.9%. This finding could be attributed to insufficient iron intake among Americans of low socioeconomic status. Other causes are possible; studies show that even after adjusting for sociodemographic factors and diet, American women remain at risk for low iron reserves [16].

The evaluation of nutritional status is based on BMI and BFP. The average weight and height are  $60.70 \pm 10.06 \text{ kg}$  and  $1.64 \pm 0.05 \text{ m}$ , respectively. So, the average BMI is approximately  $22.47 \pm 3.23 \text{ kg/m}^2$ .

Of the 140 women, 11 (7.85%) are regarded as underweight, 99 (70.71%) as normal weight, 28 (20%) as overweight and 2 (1.42%) as obese based on BFP.

BFP is used to evaluate the proportion of fat in the body. The average BFP is  $26.73 \pm 3.88\%$ , of the 140 women, 50 (35.71%) are lean, 61 (43.58%) have normal fat levels, and 29 (20.71%) have excess fat.

In Kuwait, the weights and heights of 255 high school girls were measured. The mean BMI was in the normal range, 37 girls were overweight, and 17 girls were underweight [17].



According to the results of the 2007 National Health and Nutrition Survey, 25.2% of young Japanese females are underweight, with BMI of less than 18.5 [18]. A survey of young females revealed that their ideal body weight in terms of BMI was 18.59 [19].

In our sample, oral contraceptives were used by nearly 13% of the women. The majority (77.14%) indicated that their menstrual cycles were regular, and 7.85% menstruate for 3–5 days per cycle.

Among young Australian women, hormonal contraceptive use is high at 66.5%, with oral contraceptives being the most common. Hormonal contraceptive use increased from 33.6% in 1999 to 43.3% in 2007 [20, 21]. Oral contraceptive has been shown to reduce menstrual blood loss by up to 50% [22].

It is probable that cultural influences are responsible for high rates of oral contraceptive use in certain countries. The most effective oral contraceptives for preventing anemia reduce the volume of menstrual blood lost each cycle [23].

Among young women, IDA constitutes a major public health problem, which requires the attention of national authorities and other organizations operating in the health sector.

This study aimed to determine the prevalence and severity of IDA, as well as to evaluate nutritional status based on anthropometric measurements, among a group of women of childbearing age (20 to 26 years).

Our study revealed that anemia; ID and IDA are quite frequent. Consequently, any policy that aims to reduce the prevalence of these conditions must take into account all the determining factors.

## Conflict of interest

None to report.

## References

- [1] Beck K, Conlon C, Kruger R, Coad J, Stonehouse W. The effect of gold kiwifruit consumed with an iron fortified breakfast cereal meal on iron status in women with low iron stores: A 16-week randomised controlled intervention study. *BMC Public Health*. 2010;10:36.
- [2] Sirdaha MM, Maged MY, El Shekhi S, Lubbad AM. Homocysteine and vitamin B12 status and iron deficiency anemia in female university students from Gaza Strip, Palestine. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2014;36(3):208-12.
- [3] Falkingham M, Abdelhamid A, Curtis P, Fairweather-Tait S, Dye L, Hooper L. The effects of oral iron supplementation on cognition in older children and adults: A systematic review and meta-analysis. *Nutr J*. 2010;9:4.
- [4] Schweitzer A. Diagnostic des anémies. In: *Hématologie*. 2013;312.
- [5] Jere DH, Sarah VL, Mercy GL, Michael JW, Laura EM-K, Stephen B, et al. Consuming Iron Biofortified Beans Increases Iron Status in Rwandan Women after 128 Days in a Randomized Controlled Feeding Trial. *J Nutr*. 2016;10.3945/jn.115.224741.
- [6] Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC. *Br J Nutr*. 1991;65(2):105-14.
- [7] World Health Organization. Nutritional anemias. Report of a WHO scientific group. 1968. Report No.: 0512–3054. In: Björn W, Carl JÖ, Sigvard M, Patrik M. Prevalence and predictive importance of anemia in Swedish nursing home residents —a longitudinal study. *BMC Geriatrics*. 2016;16:206.
- [8] Diouf S, Folquet M, Mbofung K, Ndiaye O, Brou K, Dupont C, et al. Prévalence et déterminants de l'anémie chez le jeune enfant en Afrique francophone. Implication de la carence en fer. *J Ped*. 2015.
- [9] Sultan AH. Anemia among Female College Students Attending the University of Sharjah, UAE. Prevalence and Classification. Medical Laboratory. Technology Department. College of Health Sciences. University of Sharjah. *J Egypt Public Health Assoc*. 2007;82(3).
- [10] Sinclair LM, Hinton PS. Prevalence of Iron Deficiency with and without Anemia in Recreationally Active Men and Women. *J Am Diet Assoc*. 2005;105:975-8.
- [11] Nasir al Hassan N. The prevalence of iron deficiency anaemia in a Saudi University female students. *J Microsc Ultrastruct*. 2014;52(4):25-28.
- [12] Paul RC. Prevalence of Iron deficiency anemia in India: Results from a nationwide survey. *J PS Stud*. 2010;19(1):2806.
- [13] Tayou Tagny C, Diara A, Yahaya R, Hakizamana M, Nguessan A, Mbensa G, et al. Le centre de transfusion, le donneur de sang, et le sang donné dans les pays d'Afrique (Nouakchott). *Transfus Clin Biol*. 2009;16:431-8.

- [14] Radi SM, El-Sayed NA, Nofal LM, Abdeen ZA. Ongoing deterioration of the nutritional status of Palestinian preschool children in Gaza under the Israeli siege. *East Mediterr Health J.* 2013;19:234-41.
- [15] WHO. Initial health assessment report: Gaza strip. EMRO. 2012.
- [16] McClung JP, Marchitelli LJ, Friedl KE, Young AJ. Prevalence of Iron Deficiency and Iron Deficiency Anemia among Three Populations of Female Military Personnel in the US Army. *J Americ College of Nutr.* 2006;25(1):64-9.
- [17] Al Mousa Z, Prakash P, Jackson RT, Al Raqua M. A comparison of selected nutrient intakes in anemic and non anemic adolescent girls in Kuwait. *Nutrition Res.* 2003;425-33.
- [18] NHANS. Outline for the Results of the National Health and Nutrition Survey. Japan. 2007;38.
- [19] Kodama H. Problems of Underweight in Young Females and Pregnant Women in Japan. *JMAJ.* 2010;53(5):285-9.
- [20] Richters J, Grulich A, de Visser R, Smith A, Rissel C. Sex in Australia: Contraceptive practices among a representative sample of women. *Aust NZ J Pub Health.* 2007;27(2):210-6.
- [21] Australian Government Department of Families CSaIAF. Household Income and Labour Dynamics in Australia (HILDA) survey. 2005.
- [22] Miller L, Hughes J. Continuous combination oral contraceptive pills to eliminate with drawal bleeding: A randomized trial. *Obstet and Gynecol.* 2003;101(4):653-61.
- [23] Greig AJ, Palmer MA, Chepulis LM. Hormonal contraceptive practices in young Australian women ( $\leq 25$  years) and their possible impact on menstrual frequency and iron requirements. *Australia. Sex Reprod Healthc.* 2010; 99-103.