

## **Profil des paramètres anthropométriques et hématologiques chez le rat *wistar* soumis à une alimentation enrichie en huile de palme**

**Adjoua Yeboua Florence KOUAKOU<sup>1\*</sup>, N'guessan Jean-Baptiste OUSSOU<sup>1</sup>,  
Virginie ATTO<sup>2</sup> et Angoué Paul YAPO<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Université Nangui Abrogoua, Unité de Formation et de Recherche Sciences de la Nature, Laboratoire de Physiologie, Pharmacologie et Pharmacopée, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire*

<sup>2</sup> *Université Félix Houphouët-boigny, Unité de formation et de Recherche Biosciences, Laboratoire de Physiologie Animale, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

---

\* Correspondance, courriel : [florence.yeb@gmail.com](mailto:florence.yeb@gmail.com)

### **Résumé**

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de l'huile de palme sur la prise de poids et sur certains paramètres hématologiques chez les rats *wistar*. Pour ce faire, trente-six rats albinos de souche *wistar* (*Rattus Norvegicus*) ont été répartis en trois groupes homogènes de douze rats (six femelles et six mâles) dont un groupe témoin (lot 1) constitué de rats nourris uniquement aux granulés. Les lots 2 et 3 sont respectivement nourris aux granulés enrichis à 25 % d'huile de palme brute (Hpb) et raffinée (Hpr). Certains paramètres anthropométriques et hématologiques ont été évalués au cours de l'expérimentation. Les résultats montrent que les poids corporels et la masse grasse intra-abdominale des rats nourris aux granulés enrichis aux huiles, augmentent de façon significative par rapport à ceux des témoins. Au niveau hématologique, une augmentation significative des érythrocytes, des lymphocytes, des thrombocytes et une diminution de l'Hémoglobine, des leucocytes, et des granulocytes ont été observés. Ainsi, la consommation quotidienne de l'huile de palme à 25 % pendant six mois, induit un excès de poids qu'à partir du cinquième mois de consommation et quelques perturbations des taux des cellules sanguines chez le rat. Les résultats de cette étude viennent, donc, enrichir les informations concernant les effets de la consommation de l'huile de palme sur la santé.

**Mots-clés :** *huile de palme, poids, hématologie, rat.*

### **Abstract**

**Anthropometric profile and hematological parameters in *wistar* rats fed with diet enriched with palm oil**

The objective of this work is to study the effect of palm oil on *wistar* rats' weight gain and some hematological parameters. Thus, thirty-six albino *wistar* strain rats (*Rattus Norvegicus*) were divided into three homogeneous groups of twelve rats (six females and six males), including a control group (batch 1) consisting of rats fed only with pellets. Rats' groups 2 and 3 were respectively fed with pellets enriched with 25 % crude palm oil (Hpb) or refined (Hpr). Some anthropometric and haematological parameters were evaluated during the experiment. Results show that the body weights and intra-abdominal fat mass of the oil-enriched pellets fed rats were significantly increased compared to those of the controls. At the hematological level, a

significant increase in erythrocytes, lymphocytes, thrombocytes and a decrease in hemoglobin, leucocytes, and granulocytes were observed. Thus, the daily consumption of 25 % of palm oil for six months, induced excess weight gain from the fifth month of consumption and some disturbances of blood cell levels of rats. The results of this study will, therefore, enrich the information concerning the effects of the consumption of palm oil on health.

**Keywords :** *palm oil, weight, hematology, rat.*

## 1. Introduction

La surcharge pondérale est identifiée comme un état inflammatoire chronique de faible niveau [1]. De ce fait, elle est considérée comme une situation pathologique voire une maladie à part entière [2]. Par ailleurs, un excès de masse grasse, surtout intra-abdominale, est le socle de troubles et anomalies métaboliques qui au fil du temps, aboutissent à des maladies chroniques notamment l'athérosclérose, l'hypertension artérielle, l'accident vasculaire cérébral, le diabète type 2, les maladies cardiovasculaires, l'arthrose, la stéatose hépatique [3], etc. En outre, le nombre de personnes en surcharge pondérale ne cesse de croître dans les pays en développement [4]. En Côte d'Ivoire, la prévalence du surpoids était estimée en 2008 à 25,4 % et celle de l'obésité à 6,2 % [5]. Le binôme surpoids/obésité a atteint des proportions épidémiques et le niveau, en 2009, était supérieur à 30 % [6, 7]. Les facteurs explicatifs sont multiples, mais les causes majeures sont les lipides alimentaires [8]. En Côte d'Ivoire, l'une des principales sources de lipide est l'huile de palme. Cette huile est depuis toujours utilisée en cuisine par une bonne franche de la population sous forme brute appelée « huile rouge ». Aujourd'hui, d'autres la consomment sous sa forme raffinée. Les avantages nutritionnels de l'huile de palme sont multiples. Elle est une source importante d'antioxydants dont les effets bénéfiques sont bien connus : c'est une source importante des  $\alpha$  et  $\beta$ -carotène, précurseur de la vitamine A [9] et de vitamine E [10]. C'est la seule huile végétale disponible sur le marché mondial qui contient naturellement des tocophérols [11]. D'ailleurs, des travaux ont montré le potentiel protecteur de cette huile [12 - 15]. A contrario, des résultats de certains travaux ont montré que cette huile est préjudiciable pour l'organisme [16 - 20]. En effet, le contenu en acide gras saturé (AGS) de l'huile de palme notamment en acide palmitique [21] serait impliqué dans le phénomène inflammatoire qui accompagne l'obésité [22]. Ainsi, le débat autour de l'huile de palme surtout en matière de nutrition et de santé mérite qu'on s'y intéresse davantage. En outre, la survenue des anomalies métaboliques ou des maladies systémiques qui accompagnent l'excès de poids peut être corrélée à une modification de certains paramètres hématologiques [23 - 26]. Pour contribuer à la collecte des données de l'influence de l'huile de palme sur la santé, cette étude vise à étudier les effets d'un aliment enrichi en huile de palme brute ou raffinée sur les paramètres anthropométriques (masse corporelle, masse grasse intra-abdominale) et hématologiques (taux d'érythrocytes, de leucocytes et de thrombocytes) chez le rat *wistar* nourri au quotidien, pendant six mois.

## 2. Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée sur 36 rats de souche Wistar dont 18 femelles et 18 mâles. Les rats étaient âgés de dix semaines et provenaient de l'animalerie du Laboratoire de Physiologie, Pharmacologie et Pharmacopée de l'Université Nangui Abrogoua (UNA). Les rats ont été élevés dans des cages en polyéthylène tapissées d'une litière constituée de copeaux de bois et ont été acclimatés pendant deux semaines. L'élevage a été réalisé dans une pièce éclairée selon une photopériode naturelle dont la température était maintenue entre 22 et 25°C. Les animaux ont eu un accès libre à l'eau et à la nourriture. Ils ont été nourris pendant six mois, avec un régime enrichi ou non en l'huile de palme. Les cages ont été nettoyées et la litière changée tous les deux jours jusqu'à la fin de l'expérimentation.

### 2-1. Préparation des régimes alimentaires

Dans un mortier, 250 g d'huile de palme ont été incorporé dans 750 g de granulés IVOGRAIN. Les granulés ont été mélangés jusqu'à pénétration complète de l'huile.

### 2-2. Constitution des lots d'animaux

Les rats femelles et mâles ont d'abord été séparés et pesés. Les poids des rats femelles variaient entre 69 à 98 g et entre 69 à 96 g chez les mâles. Ils avaient été repartis chacun en trois lots homogènes. Trois groupes d'animaux de 12 rats dont 6 femelles et 6 mâles ont été constitués de la manière suivante :

- Lot 1, constituant le lot témoin, les rats ont reçu quotidiennement un régime alimentaire standard constitué de granulés (IVOGRAIN), pendant six mois ;
- Lot 2, un lot test ; les rats ont reçu quotidiennement granulés enrichis à 25 % d'« huile rouge », pendant six mois ;
- Lot 3, le deuxième lot test ; les rats ont reçu quotidiennement des granulés enrichis à 25 % d'« huile dinor », pendant six mois.

Les rats mâles et femelles ont été maintenus séparé tout au long de l'expérimentation afin d'éviter tout accouplement.

### 2-3. Détermination des paramètres anthropométriques

Les poids des rats ont été déterminés au début de l'expérimentation et après chaque mois à l'aide d'une balance de marque « SF-400 ». La consommation d'aliment a été calculée en faisant la différence entre le poids de l'aliment donné et celui de l'aliment restant. Tous les jours, les crottes des rats étaient collectées au moment de changer la litière. Ces crottes sont séchées à l'étuve (Selecta S, Espagne) pendant dix heures et pesées. Cela a permis de calculer et d'apprécier la digestibilité de chaque type d'aliment. Ainsi, le gain de poids (GM) et l'indice de digestibilité (ID) ont été déterminés selon les **Équations 1 et 2** suivantes :

$$GM = Mt - Mi \tag{1}$$

*Mt* étant la masse de l'animal à une période *t* et *Mi* sa masse initiale

$$IDt = \frac{(AC - \alpha)t}{GMt} \tag{2}$$

*AC* étant la quantité d'aliments consommés,  $\alpha$  la masse de crotte et *t* une période donnée.

### 2-4. Prélèvement d'échantillon sanguin

Après six mois d'expérimentation, les animaux ont été mis à jeûn pendant douze heures et anesthésiés à l'éther. Un échantillon sanguin de chaque rat a été prélevé au niveau du sinus retro-orbital de l'œil et conservé dans les tubes contenant de l'EDTA (EDTA K3) pour la détermination de la numération de la formule sanguine (NFS).

### 2-5. Prélèvement du tissu adipeux

Après le prélèvement de sang, tous les animaux ont été sacrifiés. Le tissu adipeux au niveau intra-abdominal de chaque rat a été soigneusement prélevé, rincé avec du NaCl à 9 ‰, séché dans du papier filtre puis pesé. La masse relative du tissu adipeux (MRTA) a été calculée grâce à **l'Équation 3** :

$$MRTA = \frac{mta}{m} \times 100 \tag{3}$$

*mta* étant la masse du tissu adipeux de l'animal et *m* la masse de l'animal.

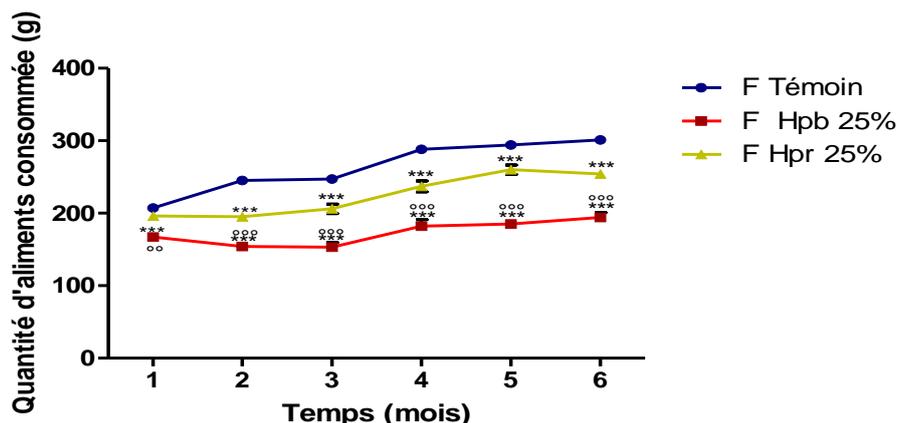
## 2-6. Analyse statistique des résultats

Les résultats ont été exprimés en moyenne suivie de l'erreur standard (SEM). La comparaison des moyennes a été effectuée grâce à l'analyse de la variance (ANOVA). La différence entre moyennes a été appréciée grâce au test de comparaison multiple de Tukey (ANOVA 1) et grâce au test de Bonferroni (ANOVA 2). Des valeurs de  $p < 0,05$  ont été considérées significatives ;  $p < 0,01$  ont été considérées très significatives et  $p < 0,001$  hautement significatives. Les analyses ont été possibles grâce au logiciel graphpad prism 5.01.

## 3. Résultats

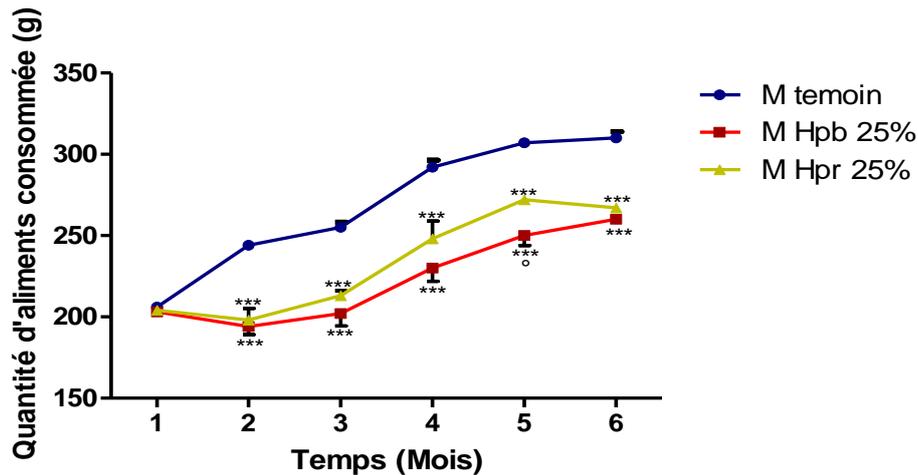
### 3-1. Effet des trois régimes alimentaires sur la quantité d'aliment consommée par les rats wistar

L'étude de l'évolution de la quantité moyenne journalière d'aliments consommés montre des consommations significativement basses chez les rats femelles nourris aux granulés enrichis avec 25 % d'huile de palme brute (Hpb) et raffinée (Hpr) par rapport à celle nourris avec les granulés (témoins). Chez les rattes nourries au granulés enrichi avec 25 % Hpb, une baisse non significative ( $p > 0,05$ ) de consommation d'aliments est observée alors que celles nourries à Hpr présente une consommation constante jusqu'à quatre mois où elle augmente significativement jusqu'au dernier mois de consommation. Comparativement au rats nourris à l'huile de palme raffinée, ceux nourris à l'huile de palme brute ont une consommation significativement inférieure. En effet, les consommations journalières des rats des lots témoins, Hpb et Hpr qui étaient respectivement de  $207 \pm 3,17$  ;  $167 \pm 4,68$  et  $196 \pm 4,74$  g, au premier mois ont évolué pour atteindre  $301 \pm 4,9$  ;  $194 \pm 6,77$  ;  $254 \pm 4,52$  g au sixième mois (**Figure 1**). La **Figure 2** présente la quantité d'aliments consommée par les rats des différents lots. Les résultats indiquent qu'au premier mois, les animaux ont consommé des quantités sensiblement égales ( $p > 0,05$ ) de nourriture. En effet, les valeurs étaient  $206 \pm 2,5$  ;  $203 \pm 2,32$  ;  $204 \pm 2,48$  g respectivement pour les témoins, les rats nourris à l'huile de palme raffinée et ceux nourris à l'huile de palme brute. Après le premier mois, les rats des différents lots ont augmenté significativement leur consommation d'aliment. Cependant, les consommations des rats nourris aux granulés enrichis à 25 % d'huile de palme brute et ceux nourris aux granulés enrichis à 25 % d'huile de palme raffinée restent faibles par rapport aux rats témoins. En effet, les quantités d'aliments qui étaient de  $206 \pm 2,5$  ;  $203 \pm 2,32$  ;  $204 \pm 2,48$  g ont augmenté pour atteindre respectivement  $310 \pm 3,84$  ;  $260 \pm 2,41$  ;  $267 \pm 2,85$  g, au sixième mois.



**Figure 1** : Évolution de la consommation des rats femelles au cours des six mois

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison des moyennes a été effectuée grâce à l'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA 2), Bonferroni post test. \*\*\* $p < 0,001$  indique une différence hautement significative par rapport au témoin. °°° $p < 0,01$  indique une différence très significative par rapport à Hpr. °°°° $p < 0,001$  indique une différence hautement significative par rapport à Hpr. F : rats femelles ; Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.



**Figure 2 :** Évolution de la consommation des rats mâles au cours des six mois

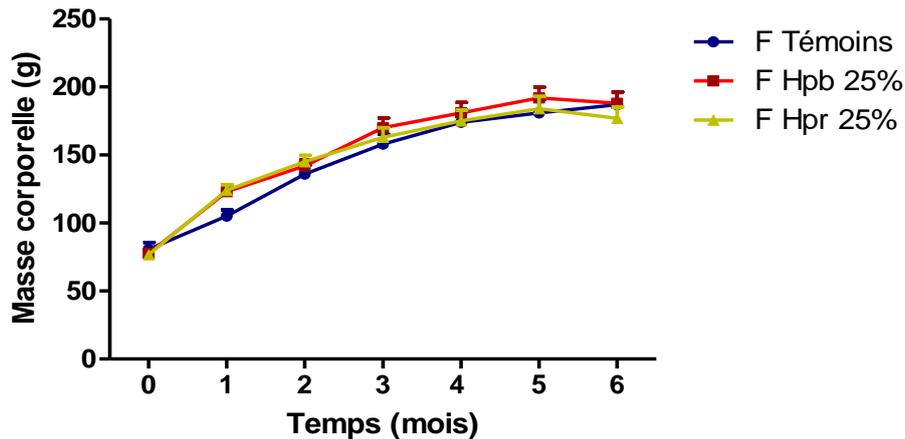
Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée grâce à l'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA 2), Bonfferoni post test.  $***p < 0,001$  indique une différence hautement significative par rapport au témoin.  $^{\circ}p < 0,05$  indique une différence significative par rapport à Hpr. F : rats femelles ; Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.

### 3-2. Effet des trois régimes alimentaires sur la croissance des rats

L'analyse de l'évolution de la masse corporelle des rats femelles montre une augmentation significative par rapport à leur masse initiale. Cependant, aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'est observée aux mêmes périodes, entre les masses corporelles moyennes des rats témoins et ceux nourris avec les huiles de palme. En effet, les masses moyennes des rats témoins, des rats nourris à l'Hpb ainsi que ceux nourris à l'Hpr qui étaient initialement de  $80,7 \pm 4,93$  ;  $77,7 \pm 1,58$  ;  $76,7 \pm 2,62$  g, ont augmenté pour atteindre  $187 \pm 9,34$  ;  $188 \pm 7,97$  ;  $177 \pm 8,26$  g respectivement (**Figure 3**). Chez les mâles, les résultats de la masse corporelle des rats indiquent des gains significatifs de poids des animaux nourris avec les trois types d'aliments par rapport à leurs masses initiales. La comparaison inter-groupe montre des masses moyennes significativement supérieures ( $p < 0,05$ ) des rats nourris à l'Hpb et ceux nourris à l'Hpr par rapport à celle du témoin surtout après cinq mois d'expérimentation. Par contre, aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'est observée entre les masses des rats nourris au granulés enrichie avec les différents types d'huile (**Figure 4**).

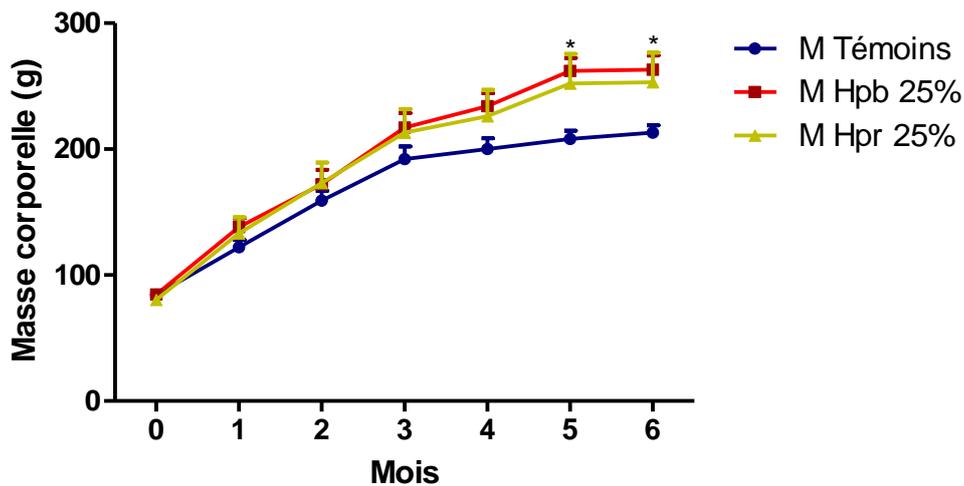
### 3-3. Digestibilité des différents régimes alimentaires

L'étude de la digestibilité des aliments formulés montre que l'indice de digestibilité est bas chez les rats femelles nourries à l'huile de palme brute et chez ceux nourries à l'huile de palme raffinée. Chez celles nourries à l'huile de palme raffinée, une baisse non significative ( $p > 0,05$ ) est observée alors que chez celles nourries à l'huile de palme brute, la différence est significative ( $p < 0,05$  ;  $p < 0,01$  ;  $p < 0,001$ ) (**Figure 5**). En effet, les indices de digestibilité des rats témoins, Hpr et Hpb qui étaient respectivement de  $17,1 \pm 3$  ;  $6,55 \pm 0,44$  ;  $7,86 \pm 0,72$ , au premier mois ont évolué pour atteindre  $37 \pm 3,60$  ;  $22,5 \pm 1,29$  ;  $33,2 \pm 3,32$  au sixième mois. La **Figure 6** présente la digestibilité des rats mâles. Les résultats indiquent des indices de digestibilité également bas chez les rats nourries à l'huile de palme brute et chez ceux nourries à l'huile de palme raffinée. Mais la différence n'est significative qu'à partir du quatrième mois de consommation ( $p < 0,05$  ;  $p < 0,001$ ). Les indices de consommation étaient, en effet, de  $11 \pm 1,76$  ;  $5,31 \pm 0,98$  ;  $8,4 \pm 1,65$  respectivement pour les rats témoins, Hpb et Hpr et ont évolué pour atteindre  $30,3 \pm 1,73$  ;  $17,7 \pm 1,14$  et  $19,8 \pm 2,11$ .



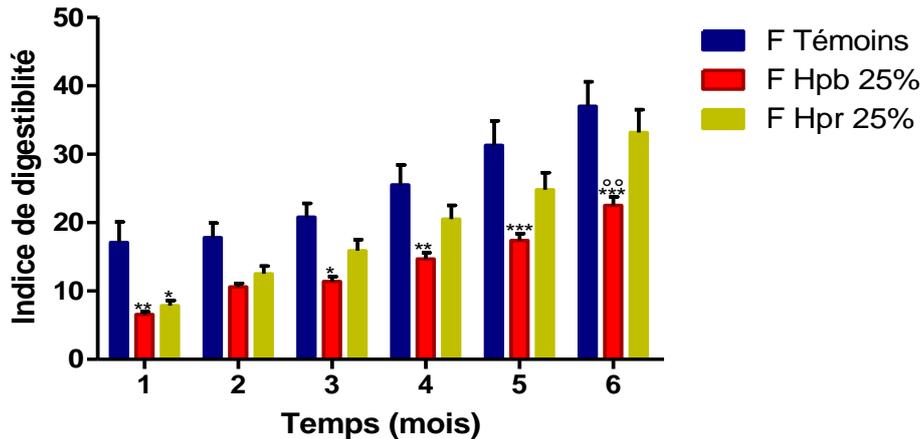
**Figure 3 :** Masse corporelle mensuelle des rats femelles expérimentaux

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée grâce à l'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA 2), Bonfferoni post test. F : rats femelles ; Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.



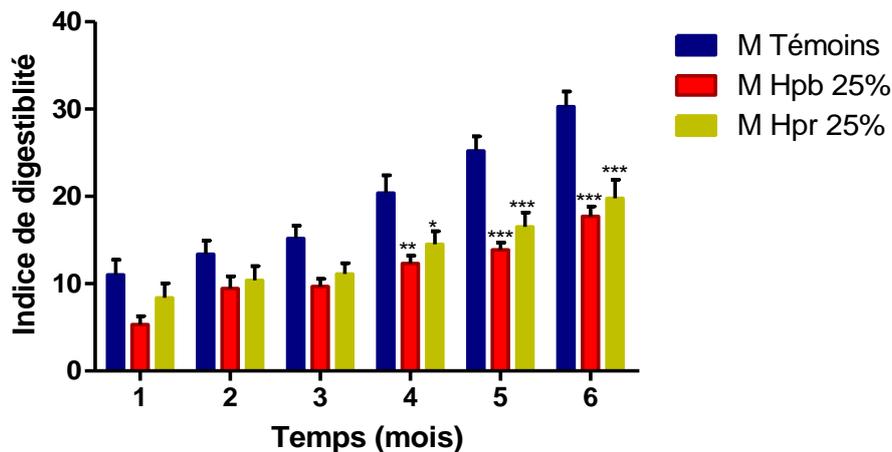
**Figure 4 :** Masse corporelle mensuelle des rats mâles expérimentaux

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée grâce à l'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA 2), Bonfferoni post test. \* $p < 0,05$  indique une différence significative par rapport au témoin à la même période. F : rats femelles ; Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.



**Figure 5 :** Variation de l'indice de digestibilité des lots femelles en fonction du temps d'expérimentation

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée par ANOVA 2, Bonfferoni post test. \* $p < 0,05$  indique une différence significative ; \*\* $p < 0,01$  indique une différence très significative ; \*\*\* $p < 0,001$  indique une différence hautement significative par rapport au témoin. F : rats femelles ; Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.



**Figure 6 :** Variation de l'indice de digestibilité des rats mâles en fonction du temps d'expérimentation

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée grâce à l'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA 2), Bonfferoni post test. \* $p < 0,05$  indique une différence significative ; \*\* $p < 0,01$  indique une différence très significative ; \*\*\* $p < 0,001$  indique une différence hautement significative par rapport au témoin. F : rats femelles ; Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.

### 3-4. Effet des régimes alimentaires sur la masse relative du tissu adipeux intra-abdominal

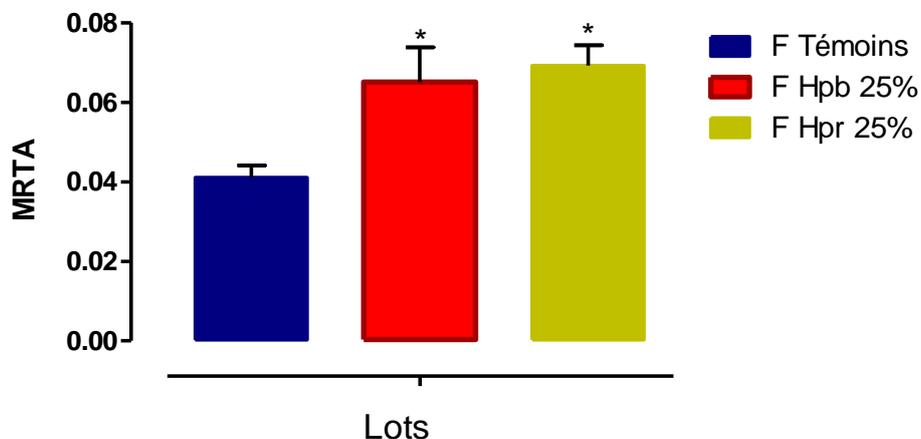
Les résultats de l'effet des différentes préparations sur la masse relative du tissu adipeux abdominal des rats femelles et des rats mâles sont présentés par les **Figures 7 et 8**. Chez les rats femelles, la masse relative du tissu adipeux abdominal des témoins est de  $0,041 \pm 0,003$ . Cette valeur est significativement

( $p < 0,05$ ) augmentée chez les rats nourris aux granulés enrichis à 25 % d'Hpb ainsi que chez ceux nourris aux granulés enrichis à l'Hpr 25 % et atteint  $0,065 \pm 0,009$  et  $0,069 \pm 0,005$  respectivement. De même chez les rats mâles, les différents aliments formulés ont induit une augmentation significative ( $p < 0,05$ ) de la MRTA intra-abdominale. En effet la valeur qui était en moyenne de  $0,021 \pm 0,003$  a augmenté et atteint en moyenne  $0,04 \pm 0,006$  ;  $0,044 \pm 0,007$  respectivement chez les rats qui ont été nourris aux granulés enrichis à 25 % des différentes huiles.

### 3-5. Effet des différents régimes alimentaires sur les paramètres hématologiques des rats

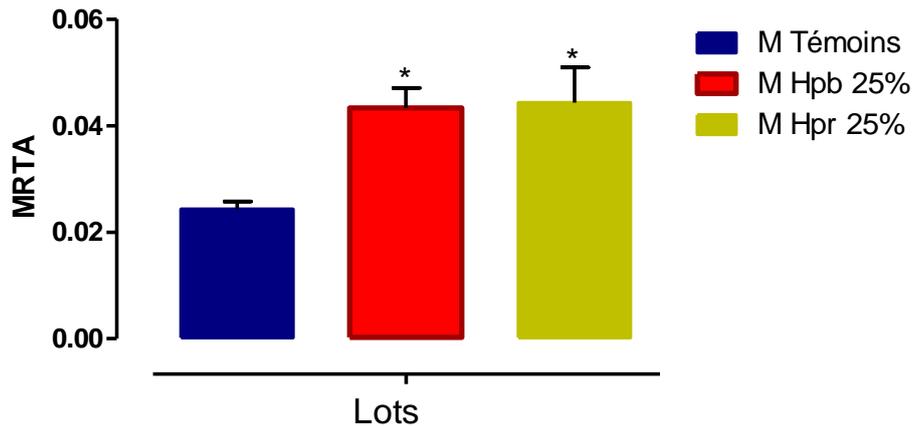
#### - Effet sur les paramètres érythrocytaires

Les résultats des paramètres érythrocytaires sont consignés dans le **Tableau 1**. Sur la numération de la formule sanguine (NFS) des rats femelles, les résultats indiquent que les différents régimes alimentaires n'ont eu aucun effet significatif ( $p > 0,05$ ) sur les taux de globules rouges et le volume globulaire moyen (VGM). Par contre, ils ont induit des diminutions significatives ( $p < 0,01$  ;  $p < 0,001$ ) des taux d'hémoglobines, de la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH) et de la teneur corpusculaire moyenne (TCMH) par rapport aux valeurs témoins. Quant à l'hématocrite, les résultats montrent que l'huile de palme brute a provoqué une augmentation non significative de ce paramètre alors qu'il est significativement augmenté par l'huile de palme raffinée (**Tableau 1**). Pour ce qui est des rats mâles, les différents régimes enrichis à l'huile de palme ont induit des augmentations significatives ( $p < 0,01$  ;  $p < 0,001$ ) des taux de globules rouges et d'hématocrites par rapport aux témoins. Des diminutions significatives de CCMH et de TCMH et non significative de taux d'hémoglobine sont observés par rapport aux témoins. Enfin, aucune variation du VGM n'a été observée également (**Tableau 2**).



**Figure 7** : Effet des différents régimes alimentaires sur la masse de graisse intra-abdominale chez les rats femelles

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée grâce à l'analyse de variance à un facteurs (ANOVA 1) suivie du test de turkey. \* $p < 0,05$  indique une différence significative par rapport au témoin. F : rats femelles, M : rats mâles Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.



**Figure 8 :** Effet des différents régimes alimentaires sur la masse de graisse intra-abdominale chez les rats mâles

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée grâce à l'analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) suivie du test de turkey. \* $p < 0,05$  indique une différence significative par rapport au témoin. F : rats femelles, M : rats mâles, Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.

**Tableau 1 :** Effet des différents aliments sur les paramètres érythrocytaires des rats

Paramètres	Sexe	Témoins	Hpb 25 %	Hpr 25 %
Globules rouges ( $10^6 / \mu L$ )	F	6,48 ± 0,15	7,09 ± 0,27	7,43 ± 0,39
	M	7,37 ± 0,35	8,98 ± 0,36**	9,42 ± 0,26**
Hémoglobine (g / dL)	F	13,90 ± 0,22	11,60 ± 0,49**	11,60 ± 0,53**
	M	14,20 ± 0,74	12,60 ± 0,50	13,70 ± 0,27
Hématocrite (%)	F	36,4 ± 0,86	39,9 ± 1,33	41,8 ± 1,97*
	M	37,4 ± 2,47	47,3 ± 1,76***	49,5 ± 1,32***
VGM (fL)	F	56,1 ± 0,15	56,4 ± 0,55	56,4 ± 0,45
	M	53,6 ± 0,94	52,7 ± 0,50	52,6 ± 0,26
CCMH (g / dL)	F	38,6 ± 0,38	29,0 ± 0,52***	27,8 ± 0,79***
	M	36,0 ± 0,39	26,7 ± 0,27**	27,8 ± 0,79**
TCMH (pg)	F	21,7 ± 0,23	16,3 ± 0,24***	15,7 ± 0,41***
	M	19,3 ± 0,16	14,1 ± 0,20***	14,6 ± 0,23***

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée grâce à l'analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) suivie du test de turkey (ANOVA 1). \* $p < 0,05$  indique une différence significative ; \*\* $p < 0,01$  indique une différence très significative ; \*\*\* $p < 0,001$  indique une différence hautement significative par rapport au témoin. VGM : volume globulaire moyenne, CCMH : concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine, TCMH teneur corpusculaire moyenne, F : rats femelles, M : rats mâles, Hpb 25 % : huile de palme brute 25 %, Hpr 25 % : huile de palme raffinée 25 %.

- Effet sur les paramètres leucocytaires

Les résultats de l'influence de la consommation quotidienne de granulés enrichis à l'huile de palme brute ou raffinée sur les paramètres leucocytaires des rats sont consignés dans le **Tableau 2**. Ils indiquent que les régimes enrichis en ces huiles ont induit une baisse significative ( $p < 0,001$ ) du taux de globules blancs chez

les rats femelles. L'analyse du taux des différents types de globules blancs indique une baisse significative ( $p < 0,01$  ;  $p < 0,001$ ) des granulocytes et une augmentation significative ( $p < 0,01$  ;  $p < 0,001$ ) des lymphocytes et aucune variation significative ( $p > 0,05$ ) des monocytes. Pour ce qui est des rats mâles, l'analyse des résultats montrent également une diminution significative ( $p < 0,001$ ) des globules blancs. L'analyse de ses constituants indique une baisse significative ( $p < 0,001$ ) des granulocytes, une augmentation significative ( $p < 0,001$ ) des lymphocytes mais pas de variation significative ( $p > 0,05$ ) des monocytes.

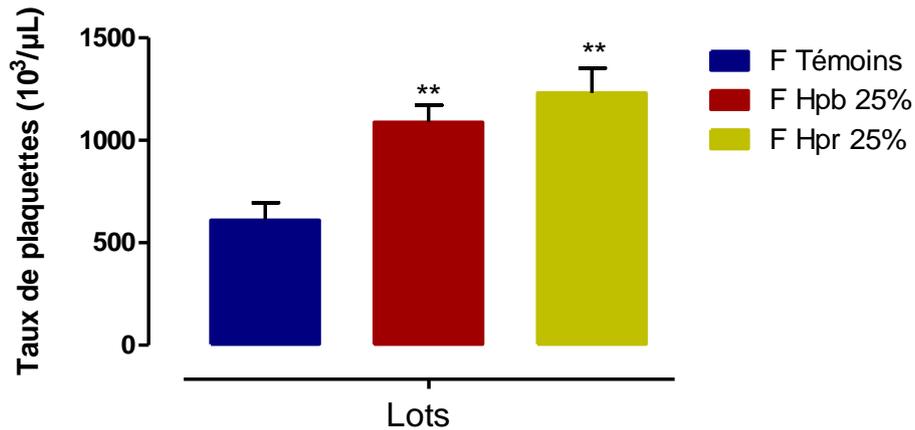
**Tableau 2 :** Effet des différents aliments sur les paramètres leucocytaires des rats

Paramètres	Sexe	Témoins	Hpb 25 %	Hpr 25 %
Globules blancs ( $10^3 / \mu\text{L}$ )	F	$12,50 \pm 0,62$	$5,31 \pm 0,48^{***}$	$5,03 \pm 0,33^{***}$
	M	$16,00 \pm 1,33$	$6,86 \pm 0,91^{***}$	$7,93 \pm 1,87^{***}$
Granulocytes (%)	F	$17,3 \pm 1,20$	$8,82 \pm 1,43^{**}$	$4,93 \pm 1,37^{***}$
	M	$24,3 \pm 3,0$	$5,48 \pm 0,72^{***}$	$5,76 \pm 1,23^{***}$
Monocytes (%)	F	$10,0 \pm 1,39$	$9,16 \pm 1,61$	$10,60 \pm 1,79$
	M	$10,7 \pm 0,71$	$8,05 \pm 2,15$	$8,78 \pm 1,17$
Lymphocytes (%)	F	$72,8 \pm 1,58$	$82,0 \pm 0,892^{**}$	$84,50 \pm 2,27^{***}$
	M	$64,8 \pm 3,42$	$86,50 \pm 2,70^{***}$	$85,50 \pm 1,83^{***}$

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée grâce à l'analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) suivie du test de Turkey (ANOVA 1).  $^{**}p < 0,01$  indique une différence très significative par rapport au témoin.  $^{***}p < 0,001$  indique une différence hautement significative. F : rats femelles, M : rats mâles, Hpb 25 % : huile de palme brute 25 %, Hpr 25 % : huile de palme raffinée 25 %.

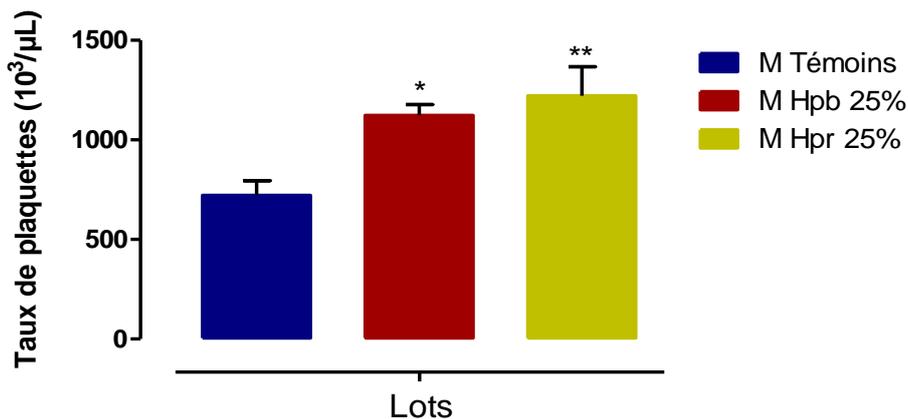
- Effet sur le taux de thrombocytes

Les résultats des effets des huiles sur les taux de thrombocytes sont présentés par les **Figures 9 et 10**. Le taux de thrombocytes des rats femelles nourris aux régimes enrichis avec les différentes huiles (**Figure 9**) est significativement ( $p < 0,01$ ) élevé comparativement aux rats témoins. En effet, témoins, Hpb et Hpr ont respectivement indiqué des valeurs de  $722 \pm 72,5$  ;  $1132 \pm 54,6$  et  $1222 \pm 145 10^3 / \mu\text{L}$ . Chez les rats mâles (**Figure 10**), les taux de plaquettes des rats nourris à l'huile de palme brute et ceux des rats nourris à l'huile de palme raffinée ont aussi significativement ( $p < 0,05$  ;  $p < 0,01$ ) augmenté par rapport à leur témoin. En effet, le taux de plaquettes qui était de  $722 \pm 72,5 10^3 / \mu\text{L}$  chez les rats témoins a augmenté pour atteindre  $1123 \pm 54,6$  et  $1222 \pm 145 10^3 / \mu\text{L}$  respectivement chez les rats nourris aux huiles de palme brute et raffinée.



**Figure 9 :** Effet des différents aliments sur le taux de plaquettes des rats femelles

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée grâce à l'analyse de variance à un facteur (ANOVA 1) suivie du test de Turkey (ANOVA 1).  $**p < 0,01$  indique une différence très significative par rapport au témoin. F : rats femelles, M : rats mâles, Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.



**Figure 10 :** Effet des différents aliments sur le taux de plaquettes moyens des rats mâles

Chaque valeur représente la moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ( $M \pm SEM$ ). La comparaison a été effectuée par le test de Turkey (ANOVA 1).  $*p < 0,05$  indique une différence significative par rapport au témoin.  $**p < 0,01$  indique une différence très significative par rapport au témoin. F : rats femelles, M : rats mâles, Hpb : huile de palme brute, Hpr : huile de palme raffinée.

#### 4. Discussion

L'analyse des résultats de l'étude des paramètres anthropométriques des rats nourris aux granulés enrichis à l'huile de palme brute et ceux nourris au régime enrichi à l'huile de palme raffinée révèle une réduction de la quantité d'aliment consommée et de la digestibilité de ceux-ci par rapport aux rats témoins. En effet, les graisses alimentaires ralentissent la vidange gastrique et la motilité intestinale augmentant ainsi le temps moyen de rétention de l'aliment dans le tractus digestif ; d'où le prolongement de la sensation de satiété [27].

Ce qui expliquerait une consommation d'alimentation moindre des rats nourris aux granulés enrichis aux huiles. Cependant, malgré la faible consommation d'aliment des rats nourris aux régimes enrichis à l'huile, l'analyse des résultats de l'évolution de leurs masses pondérales a montré une significative augmentation comparativement à celle des rats témoins. Cela pourrait s'expliquer par les calories fournis par les aliments apportés à ces deux groupes de rats. En effet, les animaux ont reçu un régime enrichi à 25 % de lipide. Or, 1 g de lipide apporte 9 Kcal à l'organisme. Ces résultats sont différents de ceux obtenus par [28]. En effet ceux-ci ont fait une expérience similaire mais avec une alimentation enrichie à l'huile de palme à 15 % pendant 28 jours. Par ailleurs, les aliments enrichis en huile de palme n'ont eu aucune influence significative sur la masse corporelle des rats femelles alors qu'ils ont significativement augmenté celle des rats mâles, surtout à partir du cinquième mois d'expérimentation. Onyeali et al dans leurs travaux, avaient souligné des masses corporelles similaires entre rats nourris à l'huile de palme et rats témoins. Ces chercheurs avaient sur une période de douze semaines nourris les rats à une alimentation supplémentée à 20 % d'huile de palme [18]. Dans une autre étude, des rats New Zealand avaient été nourris pendant six mois à une alimentation supplémentée à 15 % d'huile de palme (fraîche ou chauffée à 150°C). Les résultats avaient montré chez les rats nourris à l'huile de palme fraîche, une masse corporelle inférieure à celle de leur témoin [25].

Au niveau abdominal, Les résultats ont indiqué que tous les rats nourris à l'huile de palme brute et ceux nourris à l'huile de palme raffinée avaient une graisse intra-abdominale significativement supérieure à celle des rats témoins. Nos résultats rejoignent ceux issus de l'étude de Djohan, au cours de laquelle celui-ci a montré que les régimes enrichis à 30 % d'huile de palme, d'huile d'olive ou d'huile de saindoux, pendant douze semaines, ont induit une augmentation du tissu adipeux viscéral au niveau péri-aortique, péri-pancréatique et épидidymaire [29]. La réserve énergétique stockée sous forme de graisse s'accumulerait et, par conséquent, induirait une expansion du tissu adipeux (hypertrophie puis hyperplasie adipocytaire) [30, 31]. Au niveau des paramètres hématologiques, les résultats ont montré que, les taux moyens de globules rouges étaient significativement supérieurs chez les animaux mâles soumis à la consommation des différents types d'huile. Aussi, le taux d'hémoglobine est significativement bas chez les femelles nourris aux deux formes d'huiles. Mesembe et al avait montré dans des travaux semblables, avec une quantité de 15 % d'huile de palme fraîche, sur une période de quatorze semaines, que le taux d'hémoglobine n'était pas significativement différent de celui de leur témoin [32]. Par ailleurs, les résultats issus de travaux de Nna et al avaient indiqué un taux d'hémoglobine significativement élevé des rats suite à la consommation d'huile de palmiste, d'huile de coco, d'huile de soja et d'huile de sésames sur une période de 90 jours.

[33] En outre, les résultats de notre étude ont montré des taux moyens de globules blancs significativement très bas chez les rats nourris aux différentes formes d'huile de palme comparativement aux rats témoins. Le rôle des globules blancs est primordial dans le système immunitaire. Ils sont des marqueurs importants de l'infection aiguë, des lésions tissulaires et de l'inflammation [34]. Les réactions inflammatoires impliquent des niveaux anormalement élevés de globules blancs avec la stimulation du système immunitaire [35]. Cependant, avec une production perpétuelle comme c'est le cas des réactions inflammatoires chroniques il s'en suit une leucopénie. Les observations faites avec le nombre de globules blancs dans notre étude ont d'ailleurs été soulignées dans les travaux de [33]. Mesembé et al avaient, quant à eux, trouvé une différence non significative entre les rats nourris à l'huile de palme fraîche et leur témoin [32]. Aussi, l'étude quantitative des différents types de globules blancs dans la présente étude n'a pas montré de perturbations notables avec les taux moyens de monocytes. Par contre, le nombre de granulocytes a été significativement bas et le nombre de lymphocytes significativement élevé. Les résultats ont également montré que les valeurs du taux de plaquettes des rats nourris à l'Hpb et celles des rats nourris à l'hpr étaient significativement supérieures par rapport aux témoins. Les plaquettes sanguines ont un rôle crucial dans la gestion de l'intégrité vasculaire et de la régulation de l'hémostase primaire. Un processus inflammatoire chronique comme dans le cas d'un excès

de masse grasse serait corrélé par une production accrue de plaquettes [36]. Cette perturbation du taux de plaquettes dans cette étude a aussi été rapportée par [33]. *A contrario*, les études de Mesembé et al avaient montré une différence non significative entre les rats nourris à l'huile de palme fraîche et leur contrôle [32]. Cette différence proviendrait probablement de la quantité de lipide incorporée aux aliments (15 %) mais, aussi du temps de consommation des aliments par les rats (quatorze semaines).

## 5. Conclusion

En somme, l'étude des paramètres anthropométriques de rats soumis au quotidien et à long terme à un régime enrichi à 25 % d'huile de palme brute ou raffinée n'induit pas d'excès de masse grasse corporelle chez les rats femelles. Chez les rats mâles, ce type de régime alimentaire induit un excès de poids qu'après cinq mois de consommation. Par ailleurs, après six mois de consommation, une accumulation de graisse intra-abdominale est observée chez les rats des deux sexes. En ce qui concerne l'étude des paramètres hématologiques, les résultats d'une part, montrent une augmentation du taux de globule rouge qui s'accompagne d'une baisse des taux d'hémoglobines, de TCMH, et de CCMH. D'autre part, les résultats hématologiques indiquent une baisse du taux de globules blancs avec une réduction des granulocytes et une augmentation des lymphocytes, mais également une augmentation de la concentration du nombre de plaquettes.

## Références

- [1] - K. E. WELLEN and G. S. HOTAMISLIGIL, *Journal of Clinical Investigation*, 112 (12) (2003) 1785 - 1788
- [2] - S. L. GORTMAKER, B. A. SWINBURN and D. LEVY, *Lancet*, 378 (9793) (2011) 838 - 847
- [3] - J. L. SCHLIENGER, *Presse Médicale*, 39 (9) (2010) 913 - 920
- [4] - WUP. World Urbanization Prospects. The 2011 Revision, United Nations Department of Economic and Social Affairs, New York : Population Division, (2011)
- [5] - OMS, "MNT (Maladies Non Transmissibles), profil de pays", (2011) 1 p.
- [6] - J. CORREIA, Z. PATAKY et A. GOLAY, *Revue Médicale Suisse*, 10 (2014) 712 - 716
- [7] - OMS, "Nutritional transition", World Health Organization, Regional Office for Africa, (2010) 2 p.
- [8] - R. K. MURRAY, D. K. GRANNER and V. W. RODWELL, in "Harper's Illustrated Biochemistry", 27th Edition, McGraw Hill Education, New York, (2006) 400 - 500
- [9] - A. L. RICE and J. B. BURNS, *Journal of the American College of Nutrition*, 29 (2010) 30 2S - 13S
- [10] - C. K. SEN, C. RINK, S. KHANNA, *Journal of the American College of Nutrition*, 29 (2010) 314S - 323S
- [11] - C. K. CHOW, in "Fatty acid in food and their health implication", Ed Marcel Dekker inc. New York, (1992) 237 - 262
- [12] - E. U. ONYEALI, A. C. ONWUCHEKWA, C. C. MONAGO and M. O. MONANU, *International Journal of Biology and Chemical Sciences*, 4 (4) (2010) 1163 - 1169
- [13] - O. M. OLUBA, G. O. EIDANGBE, G. C. OJIEH and B. O. IDONIJE, *International Journal of Medicine and Medical Sciences*, 3 (2) (2011) 47 - 51
- [14] - J. A. AJIBOYE, O. L. ERUKAINUREB, B. A. LAWALA, V. A. NWACHUKWUB, A. O. TUGBOBO-AMISUB, E. N. OKAFORB, *Helion*, 1 (1) (2015) 1 - 10
- [15] - R. A. NGALA, A. ISAAC, A. S. SAKYI and O. E. ANTO, *BMC Nutrition*, (2016) 2 - 28
- [16] - G. I. EKPO, J. T. JOHNSON, M. O. ODEY, U. O. LUKE, R. A. EYO and E. E. AMBO, *International Journal of Science and Technology*, (2012) 44 - 49
- [17] - T. K. XIAN, N. A. OMAR, L. W. YING, A. HAMZAH, S. RAJ, J. KAMSIH, F. OTHMAN and F. HUSSAN, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, (2012) 1 - 6

- [18] - E. J. ANI, V. U. NNA, C. E. OBI and N. J. UDOBONG, *Australian Journal of Basic and Applied Science*, 9 (5) (2015a) 181 - 184
- [19] - E. J. ANI, V. U. NNA, D. U. OWU and E. E. OSIM, *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5 (6) (2015b) 115 - 119
- [20] - A. O. FALADE, G. OBOH, A. O. ADEMILUYI, O. V. and ODUBANJO, *Basic Applied of Sciences*, 4 (2) (2015) 150 - 156
- [21] - J. M. LECERF, *Oilseeds and fats, Crops and Lipides*, 20 (3) (2013) 147 - 159
- [22] - K. M. AJUWON and M. E. SPURLOCK, *Journal of Nutrition*, 135 (2005) 1841 - 1846
- [23] - K. NEBECK, B. GELAYE, S. LEMMA, Y. BERHANE, T. BEKELE, A. KHALI, Y. HADDIS and M. A. WILLIAMS, *Diabetes & metabolic syndrome*, 6 (1) (2012) 22 - 27
- [24] - C. Z. WU, J. D. LIN, J. C. LI, S. W. KUO, C. H. HSIEH, W. C. LIAN, C. H. LEE, H. L. WAN, Y. J. HUNG and D. PEI, *Pediatric International*, 51 (2009) 14 - 18
- [25] - S. G. CHU, R. C. BECKER, P. B. BERGER, D. L. BHATT, J. W. EIKELBOOM, B. KONKLE, E. R. MOHLER, M. P. REILLY and J. S. BERGER, *Journal Thrombosis Haemostasis*, 8 (1) (2010) 148 - 156
- [26] - L. X. TAO, X. LI, H. P. ZHU, D. HUO, T. ZHOU, L. PAN, Y. LUO, W. WANG, Z. WANG, L. J. WU and X. GUO, *Endocrine*, 46 (2013) 485 - 495
- [27] - FAO, Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, "Graisses et acides gras dans la nutrition humaine", Rapport d'une consultation d'experts, Genève, (2008) 10 - 14
- [28] - A. I. H BOHUE, A. KAMAGATE and A. P. YAPO, *European Scientific Journal*, 12 (30) (2016) 224 - 242
- [29] - Y. F. DJOHAN, "Influence d'un régime riche en huile de palme sur le statut antioxydant, la fonction mitochondriale et les désordres métaboliques associés à l'obésité", Thèse de doctorat de l'Université de Montpellier (France), (2017) 312 p.
- [30] - G. AILHAUD et H. HAUNER, "Development of White Adipose Tissue, In : A. G. Bray and C. Bouchard, Eds., Handbook of Obesity : Etiology and Pathophysiology", 2nd Edition, Marcel Dekker, New York, (2004) 481 - 514
- [31] - K. L. SPALDING, E. ARNER and P. O. WESTERMARK, *Nature*, 453 (7196) (2008) 783 - 787
- [32] - O. E. MESEMBE, I. IBANGA and E. E. OSIM, *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 19 (1-2) (2004) 86 - 91
- [33] - U. V. NNA, M. N. ESSIEN, C. S. BASSEY and E. O. OFEM, *Annals of Biological Research*, 5 (7) (2014) 16 - 21
- [34] - S. BALTA, S. DEMIRKOL, M. UNLU, Z. ARSLAN, T. CELIK, *British Journal of Cancer*, 109 (12) (2013) 3125 - 3126
- [35] - C. H. JUNG, W. Y. LEE, B. Y. KIM, S. E. PARK, E. J. RHEE, C. Y. PARK, *Yonsei Medical Journal*, 54 (2013) 615 - 620
- [36] - G. KAKALI and B. MAITREE, *The Scientific World Journal*, (2014) 1 - 16