

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : RAPPELS	
I- Description du <i>Moringa oleifera</i>	3
I-1- Différentes espèces de <i>Moringa</i> dans le monde	3
I-2- Distribution du <i>Moringa</i> sp dans le monde	3
I-3- Répartition géographique du <i>Moringa oleifera</i>	4
I-4- Les différentes espèces de <i>Moringa</i> à Madagascar	4
I-5- Classification botanique.....	5
I-6- Morphologie du <i>Moringa oleifera</i>	6
I-7- Récolte et caractéristiques	9
I-8- Composition chimique et Constituants	11
II- Utilisation du <i>Moringa oléifera</i>.....	12
II-1- Lutte contre la malnutrition	12
II-2- Clarification de l'eau.....	13
II-3- Production d'huile.....	13
II-4- En médecine traditionnelle	13
II-5- Dans l'alimentation animale	14
II-6- Utilisation divers.....	15
III- Graine de <i>Moringa oleifera</i>	15
III-1- Description	15
III-2- Composant chimique et constituant des graines.....	16
IV- Tourteaux.....	17
IV-1- Définition.....	17
IV-2- Composition chimique du tourteau	17
DEUXIEME PARTIE : MÉTHODES ET RÉSULTATS	
I- MÉTHODES	18
I-1- Cadre de l'étude	18
I-2- Type d'étude	18
I-3- Durée d'étude	18
I-4- Période d'étude.....	18
I-5- Population d'étude	18
I-6- Variables d'étude :	19

I-7- Détermination des variations des paramètres cliniques et para cliniques des animaux.....	19
I-7-1 Poids	19
I-7-2 Toxicité	20
I-7-3 Glycémie	20
I-7-4 Hématocrite	22
I-7-5 Numération de la Formule Sanguine (NFS)	23
I-7-6 Diurèse	24
I-8- Variation de paramètres préclinique : dose létale 50 (DL₅₀)	25
I-8-1 Principe.....	25
I-8-2 Mode opératoire	25
I-8-3 Expression des résultats	26
I-9- Analyse des données.....	26
I-9-1 Hypothèses.....	26
I-9-2 Tests statistiques utilisés	27
I-9-3 Interprétation	27
II- RÉSULTATS	28
II-1- Variations des paramètres cliniques et para cliniques	28
II-1-1 Poids.....	28
II-1-2 Atteintes organiques.....	31
II-1-3 Glycémie	32
II-1-4 Hématocrite	34
II-1-5 Numération Formule Sanguine (NFS).....	35
II-1-6 Diurèse	39
II-2- Variation de paramètre pré clinique : DL₅₀	41
TROISIEME PARTIE : DISCUSSION	
I- Généralité sur le Moringa oleifera :	43
II- Variations des paramètres cliniques et para cliniques	43
II-1 Au niveau du poids :	43
II-2 Effets au niveau des organes actifs :.....	45
II-3 Glycémie :.....	46
II-4 Hématocrite :.....	47
II-5 Numération de la Formule Sanguine :	47
II-6 Diurèse :	48

III-	Variations des paramètres pré cliniques :	48
	Toxicité aigüe :	48
	CONCLUSION	50

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXE

I) Valeur nutritionnelles des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	1
II) Facteurs antinutritionnels des feuilles de <i>Moringa</i>	2

LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau I : Les noms vernaculaires du <i>Moringa oleifera</i>	5
Tableau II : Partie de la plantes et leurs intérêts	9
Tableau III : Composition nutritionnelle des feuilles fraîches et graines sèches de <i>Moringa oleifera</i>	10
Tableau IV : Composition en élément nutritifs des fruits crus par 100g de partie comestible	11
Tableau V : Composition en éléments nutritifs par 100g des cosses, des feuilles ou des graines	12
Tableau VI : Nombre de souris morte 24h après administration de l'extrait brut de <i>Moringa oleifera</i>	41

LISTE DES FIGURES

	Pages
Figure 1: Carte de répartition du <i>Moringa sp</i> dans le monde.....	3
Figure 2: Carte de répartition du <i>Moringa oleifera</i> dans le monde	4
Figure 3: Morphologie de Moringa oleifera : arbrisseaux	6
Figure 4: Morphologie des feuilles de <i>Moringa oleifera</i>	7
Figure 5: Morphologie des fleurs de Moringa oleifera.....	7
Figure 6: Morphologie des fruits de Moringa oleifera.....	8
Figure 7: Morphologie des graines de <i>Moringa oleifera</i>	9
Figure 8: Valeur nutritionnelles de 100 g de Moringa en feuilles fraîches par rapport aux autres aliments.....	1
Figure 9: Feuilles de Moringa mélanger à l'alimentation quotidienne du bétail	15
Figure 10: photo des gousses de Moringa oleifera	16
Figure 11: photo de l'huile de Moringa oleifera ou huile de ben.	16
Figure 12: Mesure du taux de glucose sanguin ou glycémie chez la souris.....	21
Figure 13: photo d'une centrifugeuse	23
Figure 14: variation quotidienne du poids corporel des souris témoins (provende) et traitées (<i>Moringa</i> ou mixte) en gramme (g).	28
Figure 15: Pourcentages du gain des poids corporels des souris témoins (provende) et traitées (<i>Moringa</i> ou extrait).	30
Figure 16: Rapport entre le poids des organes et le dernier poids corporels des souris témoins (provende) et traitées (<i>Moringa</i> ou mixte).	31
Figure 17: Photo des trois différents lots des souris après autopsie	32
Figure 18: Variation du taux de la glycémie pour les trois différents lots.	33
Figure 19: Variation du taux de l'hématocrite pour les trois différents lots.	34
Figure 20: Variation du taux de granulocyte neutrophile en (%) pour les trois lots.	35
Figure 21: Variation du taux des lymphocytes en (%) pour les trois différents lots	36
Figure 22: Variation du taux des monocytes en (%) pour les trois différents lots.	37
Figure 23: Variation du taux des granulocytes éosinophiles en (%)	38
Figure 24: Volume d'urine collectée pendant 24 heures chez le rat femelle (ml).....	39
Figure 25: Volume d'urine collectée pendant 24 heures chez le rat mâle (ml).....	40

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

Ca	:	Calcium
DL ₅₀	:	Dose Létale tuant la moitié de l'individu
Fe	:	Fer
GMQ	:	Gain Moyen Quotidien
h	:	heure
H	:	hématocrite
IMRA	:	Institut Malgache de Recherche Appliquée
LEPC	:	Laboratoire d'Évaluation Pharmaco Clinique
M.O.	:	<i>Moringa oleifera</i>
MOMtE	:	Moringa Methanol Extract
M.G.G	:	May-Grün wald Giemsa
Mg	:	magnésium
µg	:	Microgramme
NFS	:	Numération de la Formule Sanguine
P	:	phosphore
PVD	:	Pays en Voie de Développement
RANC	:	Résidus Alimentaire Non Comestible
sp	:	Espèce confondue
TGM	:	Tourteaux du Grain de <i>Moringa oleifera</i>
UI	:	Unité International
Zn	:	Zinc

INTRODUCTION

A Madagascar, 80% de la population sont des éleveurs. A cause de la hausse des prix des aliments réservés pour les animaux, la plupart d'entre eux n'arrive plus à les nourrir suffisamment [1]. En ce moment, le défi majeur est de trouver des alternatives pour améliorer la qualité des aliments produits. Les principaux problèmes sont : les déséquilibres alimentaires en raison du déficit en protéines, en féculents et en minéraux. *Moringa oleifera* contient des teneurs en acides aminés et vitamines comparable à celle du tourteau de soja [1]. En outre, cette plante présente diverses vertus [1-4]. Ce qui nous a incité à valoriser les tourteaux de leurs graines connu sous le nom de résidus alimentaire non comestible (RANC).

Beaucoup de pays Africains (Sénégal, Ethiopie, Mali...) et l'Inde profitent déjà des vertus miraculeuses de cette plante. Le *Moringa oleifera* est une véritable flocon [1,4, 5]. L'huile des graines, connue sous le nom d'huile de ben ou huile de behen, peut s'employer en divers domaines [1,6, 7,8]. Presque toutes les parties de la plante ont des applications en médecine traditionnelle [1, 2, 9]. A Madagascar, cette plante pousse dans les zones arides, semi-arides et même dans les zones côtières [4].

Dans notre pays, il existe des animaux qui souffrent de la malnutrition, pourtant il y a les sous-produits du *Moringa oleifera* rejetés qui ont des éléments nutritifs voisins des graines surtout des protéines [10, 11].

Est-ce que les sous-produits de cette plante sont bénéfiques pour les animaux ? D'après les recherches bibliographiques, les résidus des grains de *Moringa* renferment des éléments nutritifs. *Moringa oleifera* (arbre de vie) est un cocktail d'oligoéléments. Il apporte des différents effets médicinaux au niveau des animaux quand on parle du domaine pharmacologique [2, 3, 10, 11, 12-13]. La fabrication des aliments à base de sous-produit des grains de *Moringa oleifera* comme complément nutritionnel serait bénéfique pour les animaux.

L'objectif général de ce travail est d'évaluer l'efficacité et l'innocuité du tourteau issu du grain de *Moringa oleifera*. De manière spécifique, il vise à déterminer les variations des paramètres cliniques et para cliniques des animaux dont la variation pondérale, études des atteintes organiques, variation des paramètres biologiques et enfin la détermination de la dose létale 50 (DL₅₀).

Ce travail comporte trois grandes parties :

La première partie sera consacrée à l'étude bibliographique dans laquelle nous ferons une synthèse globale des connaissances acquises sur cette plante.

La deuxième partie comporte sur les méthodes et les résultats de l'étude. Enfin, ces résultats seront discutés dans la troisième partie suivie des perspectives avant de terminer par une conclusion.

PREMIERE PARTIE : RAPPELS

I- Description du *Moringa oleifera*

Le *Moringa oleifera* est originaire de l'Inde, dans les vallées au Sud de l'Himalaya. Aujourd'hui, cette plante se retrouve tout le long de la zone tropicale et subtropicale. Elle est appelée aussi « Ne meurt jamais », peut croître aussi bien sur sol riche que sur sol pauvre et n'est que peu affectée par des conditions climatiques difficiles telles que la sécheresse. Le *Moringa* croît rapidement lorsqu'il est semé ou coupé. Il peut également se régénérer par lui-même, après une coupe très sévère. *Moringa oleifera* est l'espèce la mieux connue parmi les treize espèces du genre *Moringa* (famille Moringaceae). Le *Moringa* était très apprécié dans l'antiquité. Les Romains, les Grecs et les Egyptiens extraient l'huile des graines et l'utilisaient pour fixer les parfums et comme soin de peau. [2, 4, 10, 11, 14].

I-1- Différentes espèces de *Moringa* dans le monde

Autre que *Moringa oleifera*, douze espèces de *Moringa* sont également connues [2, 14, 15]: *M. arborea*, *M. borziana*, *M. concanensis*, *M. drouhardii*, *M. hildebrandtii*, *M. longituba*, *M. ovalifolia*, *M. peregrine*, *M. pygmaea*, *M. rivae*, *M. ruspoliana*, *M. stenopetala*

I-2- Distribution du *Moringa* sp dans le monde

Cette plante pousse : en Arabie et Afrique (autour de la Mer rouge, de la Mer Morte au Kenya ; Namibie et Angola ; Madagascar) et en Asie [6, 14, 16]

La figure 1 suivante montre la distribution de ces 12 espèces du genre *Moringa* dans le monde.



Figure 1: Carte de répartition du *Moringa* sp dans le monde

Source: Fuglie L J, Sreeja K V. Cultivation of *Moringa*. Church world service.2001

I-3- Répartition géographique du *Moringa oleifera*

Cette espèce est originaire de l'Inde et d'Arabie. Elle est cultivée en Afrique et dans les régions tropicales comme Madagascar [15].



Figure 2: Carte de répartition du *Moringa oleifera* dans le monde

Source: Fuglie L J, Sreeja K V. Cultivation of *Moringa*. Church world service.2001

I-4- Les différentes espèces de *Moringa* à Madagascar

Trois espèces de *Moringa* existent à Madagascar : *Moringa oleifera*, *Moringa drouhardii* et *Moringa hilderbandtii*. Ces deux dernières sont endémiques.

➤ Le *Moringa Hilderbandtii* :

Le *Moringa Hilderbandtii*, connu sous le nom vernaculaire de marosarana ou Hazo maroseranana, pousse dans le Sud-Ouest de Madagascar entre Morondava et le fleuve d'Onilahy. Il est souvent planté comme arbre d'ornement dans la région de Boina. Il se ressemble au baobab. Il peut atteindre 25 mètres de hauteur [4, 10]

➤ *Moringa Drouhardii*

Le *Moringa Drouhardii* est originaire de Sud-Ouest de Madagascar : Tuléar, Ianantsony (vers Saint Augustin), embouchure d'Onilahy, delta de Fiherenana, entre Ampanihy et Ambovombe et la rive du bassin de Mandrare [14, 17]

I-5- Classification botanique

Règne : Végétal

Embranchement : Phanérogames

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Magnoliopsida ou diclocylédones

Sous classe : Dilleniidé

Ordre : Brassicales

Famille : Moringaceae

Genre : Moringa

Espèce : *Moringa oleifera lamarck*

[1, 2,4]

Les noms vernaculaires de *Moringa oleifera* dans certains pays africains sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Tableau I : Les noms vernaculaires du *Moringa oleifera*

Pays	Noms vernaculaires
Bénin	(Fon) : Yovokpatin, Kpatima (Yoruba) : Ewéilé
Burkina Faso	(Joula) : Arjanyiri (Moré) : Arzamtigha (“ L’arbre du paradis ”)
Cameroun	(Foufouldé) : Guiligandja (Mafa) : Gagawandalahai
Côte d’ivoire	(dioula) : Arjanayiiri
Niger	(Hausa) : Zogalagandi (Zarma) : Windi-bundu
Senegal	(Wolof) : Neverday, Nébéday, sap-sap (Sérère) : Nébéday
Tchad	(Sara) : Kag n’dongue
Togo	(Mina) : Yovoviti
Zimbabwe	(Tonga) : Mupulanga, Zakalanda
Madagascar	Ananambo, anamorongo,

Source:Fuglie L J. The Tree of Life, Church World services, 2002 [18]

I-6- Morphologie du *Moringa oleifera*

C'est un arbuste caduque semi-semperfervent pouvant atteindre 10 m de haut.

I-6-1- Tronc

Le tronc est généralement droit, mais il est parfois très peu développé. Il atteint 1,5 à 2 mètres de haut avant de se ramifier, l'écorce est blanchâtre, grise ou chamois pâle, lisse ou rarement rugueuse [2,4, 11, 15,19, 20].

I-6-2- Branches

Les branches poussent de manière désorganisée [2, 4, 11, 15,19-20].

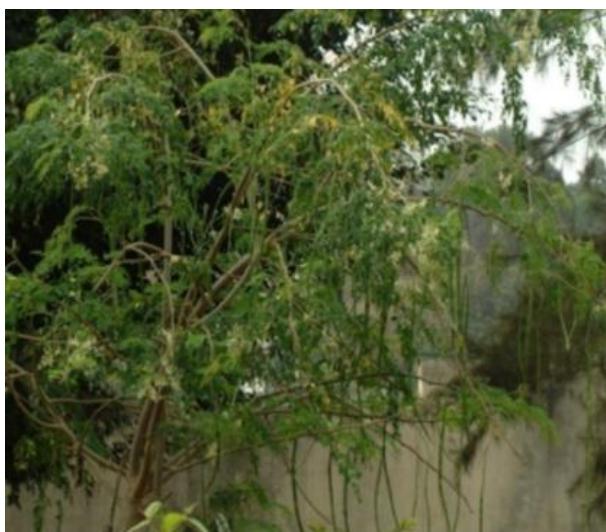


Figure 3: Morphologie de *Moringa oleifera* (arbrisseaux)

Source : POUAMO K B, Appréciation des effets d'incorporation de la farine de *Moringa oleifera* dans la ration des poulets de chair, MEMOIRE, 2014

I-6-3- Feuilles :

Les feuilles sont alternes, de 6,5–60 cm de long, sont recouvertes d'un duvet gris lorsqu'elles sont jeunes [2, 4, 11, 15, 19-20].



Figure 4: Morphologie des feuilles de *Moringa oleifera*.

Source : POUAMO K B, Appréciation des effets d'incorporation de la farine de *Moringa oleifera* dans la ration des poulets de chair, MEMOIRE, 2014

I-6-4- Fleurs

Les fleurs sont bisexuées, **blancs ou crème**, se développent principalement dans la partie terminale des branches. Elles sont blanches ou couleur crème, avec des points jaunes à la base et dégagent une odeur agréable (**figure 7**) [2, 11, 15,19-20].



Figure 5: Morphologie des fleurs de *Moringa oleifera*.

Source : POUAMO K B, Appréciation des effets d'incorporation de la farine de *Moringa oleifera* dans la ration des poulets de chair, MEMOIRE, 2014

I-6-5- Fruits

Les fruits du *M. oleifera* pendent les branches et constituent des gousses à trois lobes mesurant 20 à 60 cm de long (figure 8). Les gousses sont sèches et elles s'ouvrent en trois parties en libérant 12 à 35 graines de forme ronde [2, 11, 15, 19-20].



Figure 6: Morphologie des fruits de *Moringa oleifera*.

Source : POUAMO K B, Appréciation des effets d'incorporation de la farine de *Moringa oleifera* dans la ration des poulets de chair, MEMOIRE, 2014

I-6-6- Graines

Les graines sont rondes, avec une coque marron semi-perméable. La coque présente trois ailes blanches qui s'étendent de la base au sommet. Une graine pèse en moyenne 0,3 g. Elle est composée de deux constituants principaux :

- la coque, de couleur noire, représente environ 30% de l'ensemble,
- l'amande, de couleur blanche, entourée par la coque se représente sous forme ovoïde [2, 4, 11, 15, 19-20].



Figure 7: Morphologie des graines de *Moringa oleifera*.

Source : POUAMO K B, Appréciation des effets d'incorporation de la farine de *Moringa oleifera* dans la ration des poulets de chair, MEMOIRE, 2014

En général, toutes les parties de la plante ont des constituants différents : les fruits et les feuilles contiennent de l'acide oxalique, l'écorce de la moringinine, la tige de la vanilline, les fleurs du kaempférol et de la quercétine et dans les racines se trouvent de la spirochine et de la ptérygospermine.

I-7- Récolte et caractéristiques

La récolte des graines se fait 2 fois par an en Avril-Mai et Septembre- Octobre. Les feuilles peuvent être cueillies plusieurs fois dans une année. Ces différentes parties ont leurs propres intérêts: [11, 21- 24]

Tableau II : Partie de la plantes et leurs intérêts

Partie de la plante	Usages ou intérêts
Feuilles	Alimentation, fourrage, biomasse, hormone de croissance végétale, médicinal
Fleurs	Alimentation, médicinal, miel
Fruit	Alimentation, médicinal
Racines	Médicinal
Graines	Cosmétiques, alimentation, traitement des eaux, médicinal
Bois	Papier, production d'alcool, alimentation animale (jeunes pousses), médicinal

Source:Fuglie L J, Sreeja K V. Cultivation of *Moringa*. Church world service. 2001.

Le tableau III montre la comparaison de la composition nutritionnelle de feuilles fraîches et graines sèches pour 100g [3,4]

Tableau III : Composition nutritionnelle des feuilles fraîches et graines sèches de *Moringa oleifera*.

COMPOSITION	Feuilles fraîches	Graine sèche
Eau en g	75	7,5
Calories	92	205
Protéine g	6,7	27,1
Matière grasse g	1,7	2,3
Hydrate de carbone g	14,3	38,2
Fibre g	0,9	19,2
Minéraux g	2,3	-
Calcium mg	440	2,003
Phosphore mg	70	204
Potassium mg	259	1,324
Fer mg	7	28,2
Vitamine A beta carotène	6,8	16,3
Acide oxalique mg	101	1,6
Acide ascorbiques mg	220	17,3
Cuivre µg	110	
Iode µg	5,1	
Vitamine B µg	432	-
Acide nicotinique µg	0,8	8,2
Vitamine E	-	113

Source: Fuglie L J, Sreeja K V. Cultivation of *Moringa*. Church world service. 2001.

Par rapport aux feuilles sèches, les graines sèches apportent beaucoup des calories qui contiennent 205kcal dans 100g d'aliment par rapport au 92kcal pour les feuilles.

Pour les protéines, il apporte 27,1g pour la graine par rapport au 6,1 g pour les feuilles. Les graines ont alors des valeurs plus importantes par rapport aux feuilles.

I-8- Composition chimique et Constituants

- Les écorces des racines contiennent des alcaloïdes : morginine, moringinine (stimulant cardiaque);
- La racine renferme des athomines et des ptéryospermines qui sont des antibiotiques ;
- La graine est riche en matière grasse.

Le tableau IV suivant montre la composition en élément nutritifs des fruits crus par 100g de partie comestible

Tableau IV : Composition en élément nutritifs des fruits crus par 100g de partie comestible

composition	fruit crus
protéines	2,1 g
lipides	0,2 g
glucides	8,5 g
fibres alimentaires totales	3,2 g
eau	88,2 g
Ca	30 mg
Mg	45 mg
P	50 mg
Fe	0,4 mg
Zn	0,4 mg
vitamine A	74 UI
riboflavine	0,07 mg
acide ascorbique	141,0 mg
énergie	155 kJ (37 kcal)

Source : **Foidl N, Makkar H P S, Becker K.** The potential of *Moringa oleifera* for Agricultural and industrial uses, church world services. 2001.

Les fruits crus ont encore des valeurs nutritionnelles non négligeables qui sont utilisés pour lutter contre la malnutrition et qui est utilisé comme aliments des peuples pour les pays en développements [3, 6, 15, 25].

Le tableau V récapitule la composition en éléments nutritifs des trois constituants de cette plante.

Tableau V : Composition en éléments nutritifs par 100g des cosses, des feuilles ou des graines

composition	cosse	feuille	Graine
Eau en g	86,9	7,5	40,8
Protéine g	2,5	6,7	38,5
Matière grasse	0,1	1,7	34,7
Hydrate de carbone g	8,5	14,3	
Fibre g	4,8	0,9	3,5
Cendre g	2,0	2,3	3,2
Calcium mg	30	440	
Potassium mg	110	70	
Fer mg	5,3	7	
Vitamine A UI	184	11,3	

Source : Fuglie L J, nutrition naturelle sous le tropique. CTA- CWS. 2002

II- Utilisation du *Moringa oleifera*

II-1- Lutte contre la malnutrition

Les feuilles contiennent une très grande concentration de vitamines A, C, un complexe de vitamines B, du fer, du calcium, des protéines, du zinc, du sélénium. En effet, la vitamine A se dégrade avec le temps, la lumière et la chaleur. Ces feuilles renferment également les 10 acides aminés essentiels à l'être humain [3, 9,11, 15].

Cent grammes des feuilles fraîches de *Moringa oleifera* peuvent théoriquement couvrir 100% des besoins, mais ceci dépend énormément des conditions de conservation et de leur utilisation.

II-2- Clarification de l'eau

L'eau de rivière utilisée pour les besoins domestiques et prise dans les rivières peut être chargée de matières en suspension surtout pendant la saison des pluies. L'eau est chargée de particules de vase, solides, bactéries et autres micro-organismes (parmi lesquels certains sont porteurs de maladies). Le grain de *Moringa oleifera* est un coagulant naturel. Le groupe d'ingénieurs écologistes à l'université de Leicester, Royaume Uni, a étudié l'utilisation possible de coagulants naturels pour le traitement des eaux à grande échelle [10-11, 14,25]. Il a démontré que les broyats des graines constituent un coagulant de premier ordre pour le traitement de l'eau des rivières possédant un haut niveau de matériel solide en suspension. Ces broyats peuvent être préparés à partir des graines ou des résidus pressés (tourteaux) [14,25, 26-28].

II-3- Production d'huile

Les graines de *Moringa* contiennent 40% d'huile et leur profil en acide gras démontre qu'elles contiennent 73% d'acide oléique. La qualité de l'huile de *Moringa* se rapproche celle de qualité supérieure comme l'huile d'olive.

L'huile de *Moringa* peut être utilisée comme huile végétale comestible, huile de cuisson (elle rancie très lentement), huile industrielle, huile de qualité dans l'industrie cosmétique et de parfums et comme huile d'éclairage [9,10, 25, 29, 30].

II-4- En médecine traditionnelle

M. oleifera est une plante couramment utilisée aussi bien en médecine traditionnelle qu'en médecine moderne dans divers pays en voie de développement. Les diverses parties du *M. oleifera* (feuilles, racines, graine, écorce, fruits, fleurs et les gousses non mûres) sont utilisées par les tradipraticiens dans le traitement de diverses maladies [4, 15, 21, 22, 31-33].

II-4-1- Les feuilles

En Malaisie, les populations appliquent, en cataplasme, les jeunes feuilles de *Moringa oleifera* sur l'abdomen pour expulser les vers comme le ténia ou sur le front contre les maux de tête. Les feuilles de *Moringa oleifera* sont utilisées en Inde comme agent anti hypertensif, diurétique en combinaison avec du jus de carottes, antidiabé-

tique, anti-diarrhée et même pour le traitement de la dysenterie et contre l'hypercholestérolémie.

II-4-2- Les graines

Les graines sont utilisées contre la fièvre et les tumeurs de l'estomac. L'huile des graines agit comme fortifiant et purgatif. Elle est appliquée aussi pour soigner la prostate et les troubles de la vessie.

II-4-3- Les racines

La décoction de racines est souvent utilisée en Inde comme laxatif, pour traiter les œdèmes, pour nettoyer les blessures et les ulcères, soulager les douleurs associées aux maux de dents et d'oreilles. Elle est également utilisée pour traiter l'asthme, les rhumatismes, les douleurs au foie et à l'estomac.

II-4-4- Les fleurs

Elles sont considérées comme anti helminthiques. Elles sont utilisées également pour guérir les inflammations, les maladies musculaires et certaines tumeurs. A Porto Rico par exemple ; l'infusion de fleurs est utilisée pour nettoyer les yeux et leur décocction pour traiter l'hystérie [5].

II-5- Dans l'alimentation animale

Du fait de ses qualités nutritives exceptionnelles, les feuilles de *M. oleifera* ont été utilisées aussi bien en alimentation humaine qu'animale [4, 34, 35]. Elles améliorent les performances zootechniques des animaux. *Price* [4] a montré que le gain moyen quotidien (GMQ) des bovins de boucherie et la production de lait ont augmenté respectivement de 30% et 7-10 l/jour en incorporant les feuilles de *M. oleifera* dans leur ration.



Figure 8: Feuilles de *Moringa* mélanger à l'alimentation quotidienne du bétail
Fuglie L J. Nutrition naturelle sous les tropiques. CTA, 2002

II-6- Utilisation divers

Les feuilles de cette plante sont utilisées dans la production de biogaz, teinture (de couleur bleue), prévention de certaines maladies des plantes (ex : *Pythium debaryanum*), engrais vert, fabrication de papier, cordes, etc.... [3]

III- Graine de *Moringa oleifera*

III-1- Description

Une gousse de *Moringa oleifera* est formée de 81,90% de cosse et 18,10% de graine.



A

B

A : gousse de *Moringa oleifera* sèche, B : gousse de *Moringa oleifera* fraîches

Source : POUAMO K B, Appréciation des effets d'incorporation de la farine de *Moringa oleifera* dans la ration des poulets de chair, MEMOIRE, 2014

Figure 9: photo des gousses de *Moringa oleifera*

III-2- Composant chimique et constituant des graines

Les graines sèches contiennent en moyenne 29% de protéines, 7,5% de fibres. L'huile de cette plante, claire et inodore, représente 36–42% dont 65–75% acide oléique, 9% acide bénénique, 9% acide palmitique, 7% acide stéarique. L'huile renferme une petite quantité d'acide lignocérique et d'acide myristique. Elle met du temps à rancir [3, 8].



Figure 10: photo de l'huile de *Moringa oleifera* ou huile de ben.

Source: Price M L. Le *Moringa*. In Note technique. ECHO, 2007

IV- Tourteaux

IV-1- Définition

Les tourteaux de graine sont les sous- produits obtenus après extraction de l'huile.

IV-2- Composition chimique des tourteaux

Les tourteaux de *Moringa oleifera* renferment 4,0g d'eau ; 27,1g de protéine ; 16,4g d'azote ; 3,5g de fibre et 32g de Minéraux. Ils possèdent des propriétés proches des graines [41,42].

DEUXIÈME PARTIE : MÉTHODES ET RÉSULTATS

I- MÉTHODES

I-1- Cadre de l'étude

L'étude a été réalisée à l'Institut Malgache de Recherches Appliquée (IMRA) fondation Suzanne et Albert RAKOTO RATSIMAMANGA, au sein du Laboratoire d'Évaluation Pharmaco Clinique (LEPC).

I-2- Type d'étude

C'est une étude prospective, analytique avec observation clinique cas/témoins pour évaluer l'innocuité du TGM en tant qu'aliment des animaux

I-3- Durée d'étude

La première étude a duré 3 mois durant laquelle des observations cliniques ont été effectuées pour observer les variations pondérales des animaux d'expérience. La deuxième étude a aussi duré 3 mois où on a été effectué l'étude des variations des paramètres cliniques (glycémie, hématocrite, NFS, test d'urine) et de la toxicité.

I-4- Période d'étude

L'étude a été effectuée en deux périodes dont la première débute au mois d'août jusqu'au mois de novembre 2013 durant laquelle des observations cliniques ont été effectuées pour observer les variations pondérales des animaux d'expérience. Et la deuxième période a été commencée au mois d'août 2014 jusqu'au mois de novembre 2014 pour l'étude des variations des paramètres cliniques (glycémie, hématocrite, NFS, test d'urine) et de la toxicité.

I-5- Population d'étude

Des souris swiss mâles et femelles, âgés de 5 à 6 semaines, de poids compris entre 18 et 20 g ont été utilisées pour la variation pondérale, la glycémie, l'hématocrite, la NFS et le test de toxicité ;

Les animaux ont été subdivisés en trois lots dont :

- Le premier lot, témoin, les animaux ont été nourris avec de la provende « LFL ».
- Le deuxième lot, premier cas ou traité 1(T1), les souris ont été alimentées avec un mélange 1/6 de TGM et de provende « LFL ».
- Le dernier lot, deuxième cas ou traité 2(T2), les animaux ont été traités uniquement avec le TGM.

Pour le test d'urine, des rats wistar mâle et femelle, âgés d'un an, de poids compris entre 200 à 250g ont été utilisées.

Les animaux ont été subdivisés en trois lots de deux rats. Le groupe 1, lot témoin, dont leur aliment a été composé de la provende. Pour les deux derniers lots, les animaux ont été traités quotidiennement, par voie orale, avec le mélange 1/6 de provende et du TGM pour le lot n°2 et avec l'extrait méthanolique de TGM à la dose de 3g/kg pour le lot n°3.

I-6- Variables d'étude :

Variables quantitatives étudiées sont :

Poids moyens, taux de mortalité, taux des glycémies, taux de l'hématocrite, taux des cellules sanguines, DL50, volume d'urine obtenu

I-7- Détermination des variations des paramètres cliniques et para cliniques des animaux

I-7-1 Poids

1-7-1-1- Principe

Cette étude consiste à enregistrer les variations pondérales quotidiennes des animaux d'expériences durant une période donnée.

1-7-1-2- Mode opératoire :

◆ Répartition des lots :

Comme il s'agit d'une étude cas/ témoins, les animaux ont été subdivisés en trois lots de 6 à 7 souris dont :

- Le premier lot, témoins, les animaux ont été nourris avec de la provende LFL.
- Le deuxième lot, premier cas ou traité 1, les souris ont été alimentées avec un mélange 1/6 de TGM et de provende.
- Le dernier lot, deuxième cas ou traité 2 les animaux ont été traités uniquement avec le TGM. L'expérience dure deux mois.

◆ Observation

Les souris ont été mises dans une cage en plastique. Dès le premier jour jusqu'à la fin de l'expérience, tous les animaux ont été pesés quotidiennement (METTLER type PE 2000) et le changement de leurs comportements ont été aussi observés.

1-7-1-3- Expression des résultats

Les résultats ont été illustrés sous forme de tableau suivi d'une courbe en traçant la variation pondérale en fonction des temps (t).

I-7-2 Toxicité

1-7-2-1- Principe

Le principe de cette étude consiste à vérifier l'état des organes actifs des souris (cœur, poumon, rein, foie et cerveau) après alimentation prolongée avec les TGM.

1-7-2-2- Mode opératoire

A la fin de l'étude, les animaux ont été euthanasiés, sacrifiés puis disséqués. Les organes actifs ont été prélevés, examinés sous une loupe binoculaire, comparés avec ceux du lot témoin et enfin pesés. Les changements morphologiques (volume, couleur et consistance) de ces organes actifs ont été notés.

1-7-2-3- Expression de résultat

Les résultats ont été donnés sous forme de diagramme qui montre la variation des poids de chaque organe.

I-7-3 Glycémie

1-7-3-1 Principe

Cette manipulation consiste à étudier la variation du taux de la glycémie après administration quotidienne de l'extrait de *Moringa* ou après alimentations prolongées avec les tourteaux de grain de *Moringa* chez les souris.

1-7-3-2 Mode opératoire

➤ Préparation des produits à tester :

Pendant cette manipulation, l'extrait méthanolique de tourteaux de *Moringa oleifera* a été utilisé. Pour ce faire, 1kg de tourteau a été macéré 2 fois 24h dans l'alcool.

Le mélange ainsi obtenu a été par la suite filtré puis évaporé. Après l'évaporation, un fractionnement liquide-liquide (méthanol-hexane) a été réalisé pour enlever le reste de l'huile dans l'extrait. Cent millilitres de chaque solvant ont été utilisés. Après agitation, la solution a été versée dans une ampoule à décanter. L'ensemble a été laissé se reposer pendant une heure jusqu'à la formation des deux phases : phase supérieure (hexane), phase inférieure (méthanol). La phase méthanolique a été par la suite récupérée. La manipulation a été répétées 4 fois et les quatre phases méthanoliques ainsi obtenues ont été regroupées puis évaporées.

➤ Matériels biologiques et répartition des lots

Pour l'étude, 9 souris ont été utilisées. Elles ont été subdivisées en trois groupes de trois animaux. Les animaux témoins (lot n° 1) ont été nourris avec de la provende. Le deuxième lot, les souris ont été alimentées avec un mélange 1/6 de TGM et de provende. Pour le troisième lot, les animaux ont été traités quotidiennement, par voie orale, avec la phase méthanolique de l'extrait de tourteau de *Moringa* dégraissé à la dose de 3g/kg. Pour ce dernier lot, l'aliment de base a été constitué par la provende.

Durant l'étude, un glucomètre (Sensocard, hungary) et des bandelettes compatibles à cet appareil ont été utilisés.



Figure 11: Mesure du taux de glucose sanguin ou glycémie chez la souris.

Avant la manipulation, les glycémies de base de chaque souris ont été prises. Et au cours de l'expérience, les mesures de la glycémie ont été effectuées une fois par semaine. Le test dure trois mois.

1-7-3-3 Expression des résultats

Le taux des glycémies dans le sang est exprimé sous forme de courbe montrant leurs variations en fonction du temps.

I-7-4 Hématocrite

1-7-4-1 Principe

Cette manipulation consiste à mesurer le volume occupé par les hématies dans une quantité de sang donné [32, 33].

1-7-4-2 Mode opératoire

➤ Matériels biologiques et Répartition des lots

Les animaux testés pendant l'étude de la glycémie ont été repris dans cette manipulation. Durant cette étude, des capillaires en verre (Electrothermal, Denmark) ont été utilisés. Avant chaque prélèvement, les capillaires ont été rincés avec 10µl de solution d'heparinechoay. Les sanguins ont été prélevés après incision des veines caudales de chaque souris. Après, les capillaires ont été centrifugées à 1500 tours par minute pendant 5 minutes (Labofuge). La centrifugation est la méthode de référence en matière de détermination de l'hématocrite.

Deux phases distinctes ont été obtenues :

- la phase inférieure formée par les globules rouges.
- la phase supérieure constituée par le plasma.

Les longueurs de chaque phase ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisso.



Figure 12: photo d'une centrifugeuse

Source : IMRA

1-7-4-3 Expression des résultats

Le pourcentage du volume sanguin occupé par les globules rouges a été exprimé par la formule suivante :

$$H = \frac{Vg}{Vt} \times 100$$

H : hématocrite exprimé en pourcent

Vg : longueur occupée par les globules rouges (cm)

Vt : longueur du sang total (cm)

I-7-5 Numération de la Formule Sanguine (NFS)

1-7-5-1 Principe

Il s'agit d'un diagramme sanguin qui analyse le nombre, la proportion, la morphologie et les variations des éléments figurés du sang. Cette technique permet de calculer le nombre absolu des cellules contenues dans un volume du sang donné [43].

1-7-5-2 Mode opératoire

➤ Matériels biologiques et répartition des lots :

Comme dans le cas de l'étude de l'hématocrite, les souris testées pendant l'étude de la glycémie ont été reprises dans cette manipulation.

Les sanguins ont été prélevés après incision des veines caudales de chaque souris. Ils ont été étalés en frottis mince sur une lame en verre (citoglas, china). Le prélèvement a été fait une fois par semaine et pendant 3 mois. La préparation a été par la suite fixée avec du méthanol puis colorée avec le May-Grunwald Giemsa (MGG). Les lames ont été par la suite séchées par tapotement sur un chiffon suivi d'un séchage à l'air libre. Les observations ont été réalisées à l'aide d'un microscope optique (Olympus, France). Les comptages des polynucléaires neutrophiles, éosinophiles, lymphocytes et des monocytes ont été effectués à l'aide d'un compteur manuel. Deux cent globules blancs par frottis ont été comptés.

1-7-5-3 Expression des résultats

Les pourcentages en éléments figurés du sang ont été exprimés par la formule suivante :

$$\% \text{ GN} = \frac{\text{Nb GN compté}}{\text{Nb globules blancs comptés}} \times 100$$

Exemple : GN : granulocyte neutrophile

Nb : nombre

I-7-6 Diurèse

1-7-6-1 Principe

Cette étude consiste à mesurer la quantité d'urine émise pendant 24h, chez le rat, après administration par voie orale de l'extrait de TGM.

1-7-6-2 Mode opératoire

➤ Répartition des lots

Les animaux ont été subdivisés en trois lots de deux rats. Le groupe 1, lot témoin, dont leur aliment a été composé de la provende. Pour les deux derniers lots, les

animaux ont été traités quotidiennement, par voie orale, avec le mélange 1/6 de provende et du TGM pour le lot n°2 et avec l'extrait méthanolique de TGM à la dose de 3g/kg pour le lot n°3.

Après administration, les animaux ont été placés individuellement dans une cage à métabolisme en acier inoxydable (Matériel René Pajon, 4 5000 Orléans) munie d'un dispositif spécial classique, permettant de séparer les fèces et l'urine. Cette dernière a été collectée quotidiennement. La durée de l'expérience a été de 7 jours.

1-7-6-3 Expression des résultats

Les résultats ont été exprimés par les volumes d'urine (ml) émis par rats par rapport à ceux du lot témoin. Leur variation a été obtenue en traçant la courbe de la quantité collectée en fonction du temps.

I-8- Variation de paramètres préclinique : dose létale 50 (DL₅₀)

I-8-1 Principe

Ce test consiste à administrer des doses croissantes d'extrait méthanolique de *Moringa*, dans un lot donné d'animaux et d'en déduire par la suite la dose qui tue 50% des animaux d'expérience.

I-8-2 Mode opératoire

- matériels biologiques et répartition des lots

Pour l'étude, 15 souris swiss ont été utilisées. Elles ont été divisées en trois lots de cinq souris.

- administration :

Deux tests ont été réalisés pendant l'étude. Pour la première manipulation, les animaux ont été traités avec l'extrait méthanolique de TGM à la dose de 3,48 ; 5,29 et 6,08 g/kg. Et pour la deuxième expérience, les doses utilisées ont été de 8 ; 9 et 10 g/kg.

➤ Observation

Après traitement, les animaux ont été observés et les manifestations toxicologiques ainsi que le nombre des animaux décédés ont été enregistrés. L'expérience a été durée pendant 24h.

I-8-3 Expression des résultats

Le résultat a été exprimé par la valeur de la DL₅₀ (24 h) ou dose létale tuant la moitié des animaux d'expérience.

La classification de niveau de la toxicité par VO chez les rats ou les souris (par poids corporel) a été celle de Gosselin [44]:

- 1- Substance pratiquement non toxique $DL_{50} > 15 \text{ g/Kg}$
- 2- " légèrement toxique $DL_{50} : 5 \text{ à } 15 \text{ g/Kg}$
- 3- " modérément toxique $DL_{50} : 0,5 \text{ à } 5 \text{ g/Kg}$
- 4- " très toxique $DL_{50} : 50 \text{ à } 500 \text{ mg/Kg}$
- 5- " extrêmement toxique $DL_{50} : 5 \text{ à } 50 \text{ mg/Kg}$
- 6- " super toxique $DL_{50} < 5 \text{ mg/Kg}$

I-9- Analyse des données

I-9-1 Hypothèses

I-9-1-1 Hypothèse nulle ou H₀ :

- il n'y a pas de différence entre le poids moyen des souris avant et après le test.
- les taux moyens de tous les paramètres biologiques avant et après l'étude sont identiques.
- la croissance moyenne avant l'expérience est similaire à celle constatée après l'expérience.

I-9-1-2 Hypothèse alternative ou H₁ :

- le poids moyen des souris avant l'étude est différent de celui observé après l'étude.
- il existe une différence entre les taux moyens de paramètres biochimiques avant et après l'étude.
- la croissance moyenne avant et après l'étude sont différentes.

I-9-2 Tests statistiques utilisés

Le logiciel "Graph Pad Prism" (**version 2 1995, USA**) a été utilisé pour l'analyse des données. Le test "**t**" de **Student** a été utilisé lors des comparaisons des moyennes des paramètres et **ANOVA** pour identifier les différences entre les groupes traités et contrôles.

I-9-3 Interprétation

Si la valeur de p est inférieure à un seuil préalablement défini 5%, l'hypothèse nulle est rejetée. Dans ce cas, le résultat est déclaré statistiquement significatif. Par contre, si la valeur de p est supérieure à ce seuil, l'hypothèse nulle n'est pas rejetée et le résultat est dit statistiquement non significatif.

II- RÉSULTATS

II-1- Variations des paramètres cliniques et para cliniques

II-1-1 Poids

II-1-1-1 Suivi du poids corporels des animaux

Les résultats obtenus pendant l'étude des variations pondérales des souris sont récapitulés par la figure suivante.

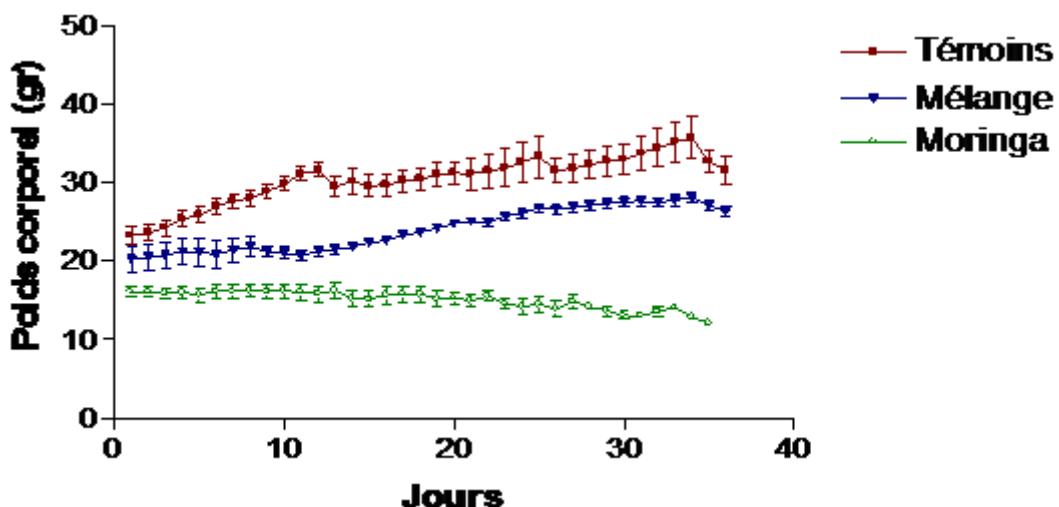


Figure 13: variation quotidienne du poids corporel des souris témoins (provende) et traitées (*Moringa* ou mixte) en gramme (g).

Les poids corporels moyens des souris témoins sont supérieurs par rapport à ceux de deux lots traités. Dans le cas des souris nourries avec le TGM, leurs poids sont les plus faibles. Leurs variations sont presque nulle jusqu'à la fin de la manipulation.

Dans le lot traité avec le mélange de provende et du *Moringa*, les poids corporels des animaux se trouvent entre ceux de lot témoin et de lot traité avec du TGM. Ces poids augmentent progressivement jusqu'à la fin de l'expérience.

D'après l'analyse statistique, on a :

Pour le lot témoin et le lot traité avec le mélange, les poids moyens des souris entre ces deux lots est respectivement (30.37 ± 0.5146) et (24.03 ± 0.4566) . La différence est de (6.339 ± 0.6880) . La valeur de P est de 0.2417 . La différence est statistiquement non significative.

Pour le lot traité avec le mélange et le lot traité avec le TGM, le poids moyen des souris entre ces deux lots sont respectivement de (24.03 ± 0.4566) et (15.04 ± 0.1949) . La différence entre ces deux lots est de (-8.988 ± 0.5015) . La valeur de $P < 0.0001$. La différence est statistiquement significative.

Pour le lot témoin et le lot traité avec le TGM, les poids moyens des souris entre ces deux lots sont respectivement (30.37 ± 0.5146) et (15.04 ± 0.1949) . La différence est de (15.33 ± 0.5563) . La valeur de P est $P < 0.0001$. La différence est statistiquement significative

Quand on fait une analyse de chaque courbe au début et à la fin de l'étude ; on a les résultats suivants :

Pour le lot témoin, les poids moyens des souris entre ces deux périodes est respectivement (23.27 ± 1.160) et (31.57 ± 1.800) avec le nombre de souris égale à 10. La différence est de (-8.300 ± 1.792) . La valeur de P est de 0.1033. La différence est statistiquement non significative.

Pour le lot traité avec le mélange, le poids moyen des souris entre ces deux périodes sont respectivement de (20.25 ± 1.746) et (26.83 ± 0.6629) . La différence entre ces deux lots est de (-6.579 ± 1.462) . La valeur de P est 0.0070. La différence est statistiquement significative.

Pour le lot traité avec le TGM, les poids moyens des souris entre ces deux périodes sont respectivement (16.00 ± 0.2970) et (16.22 ± 0.4825) . La différence est de (-0.2200 ± 0.5666) . La valeur de P est de 0.0822. La différence est statistiquement non significative

II-1-1-2 Pourcentage des gains des poids des souris

Les pourcentages de gain des poids corporels pour les différents lots sont résumés par la figure 22 ci-dessous.

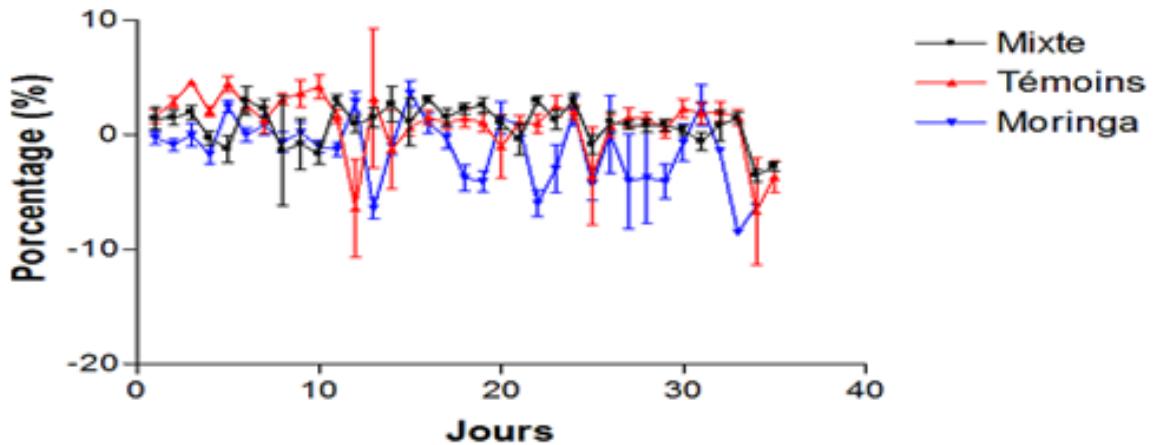


Figure 14: Pourcentages du gain des poids corporels des souris témoins (provende) et traitées (*Moringa* ou extrait).

Pour le lot témoin et le lot traité avec le mélange, les pourcentages de gain de poids moyen entre ces deux lots sont respectivement $(1,039 \pm 0,4423)$ vs $(0,8580 \pm 0,2843)$. La différence entre ces deux lots est de $(-0,1815 \pm 0,5258)$. Il n'y a pas des grandes différence entre les deux lots. La valeur de P est de 0,7310. La différence est statistiquement non significative.

Pour le lot traité avec le TGM et le lot traité avec le mélange, les pourcentages de gain de poids moyen entre ces deux lots sont respectivement $(0,8580 \pm 0,2843)$ vs $(-1,329 \pm 0,5049)$. La différence entre ces deux lots est de $(2,187 \pm 0,5752)$. Le lot TGM seul n'a pas connu la croissance des poids par rapport au lot traité avec du mélange. La valeur de P est de 0,0003. La différence est statistiquement significative.

Pour le lot témoin et le lot traité avec le TGM, les pourcentages de gain de poids moyen entre ces deux lots sont respectivement $(-1,329 \pm 0,5049)$ vs $(1,039 \pm 0,4423)$. La différence entre ces deux lots est de $(2,369 \pm 0,6701)$. Le lot TGM seul n'a pas connu la croissance des poids par rapport au lot témoin avec LFL. La valeur de P est de 0,0007. Elle est statistiquement significative.

II-1-2 Atteintes organiques

Les résultats obtenus après autopsie des souris sont résumés par la figure suivant

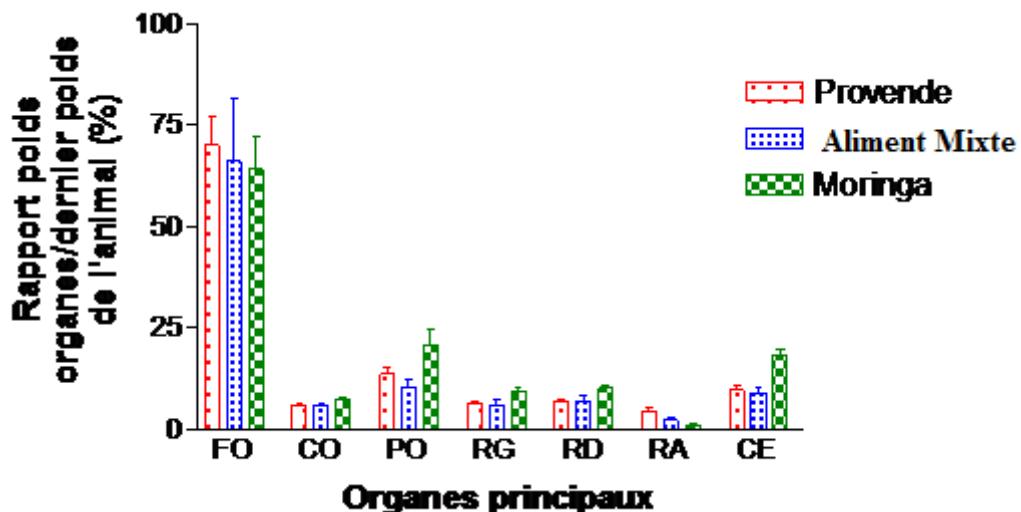


Figure 15: Rapport entre le poids des organes et le dernier poids corporels des souris témoins (provende) et traitées (*Moringa* ou mixte).

FO : foie ; CO: cœur ; PO: poumon ; RG : rein gauche ; RD: rein droite ; RA: rate ; CE: cerveau

D'après l'analyse statistique , on a :

Pour le lot témoin et le lot traité avec le mélange, les poids moyens des organes entre ces deux lots est respectivement $(1,674 \pm 0,8980)$ et $(1,752 \pm 1,003)$. La différence est de $(-0,07841 \pm 1,347)$. La valeur de P est de 0,9545. La différence est statistiquement non significative.

Pour le lot mélange et le lot TGM, le poids moyen des organes entre ces deux lots sont respectivement de $(1,752 \pm 1,003)$ et $(1,873 \pm 0,7918)$. La différence entre ces deux lots est de $(-0,07841 \pm 1,347)$. La valeur de P est de 0,9264. La différence est statistiquement non significative.

Pour le lot témoin et le lot TGM, les poids moyens des organes entre ces deux lots sont respectivement $(1,674 \pm 0,8980)$ et $(1,873 \pm 0,7918)$. La différence est de $(-0,1990 \pm 1,197)$. La valeur de P est de 0,8708. La différence est statistiquement non significative.

Après observation visuelle, des différences de couleur sont remarquées surtout au niveau du foie.

Les résultats sont illustrés par la photo suivante :

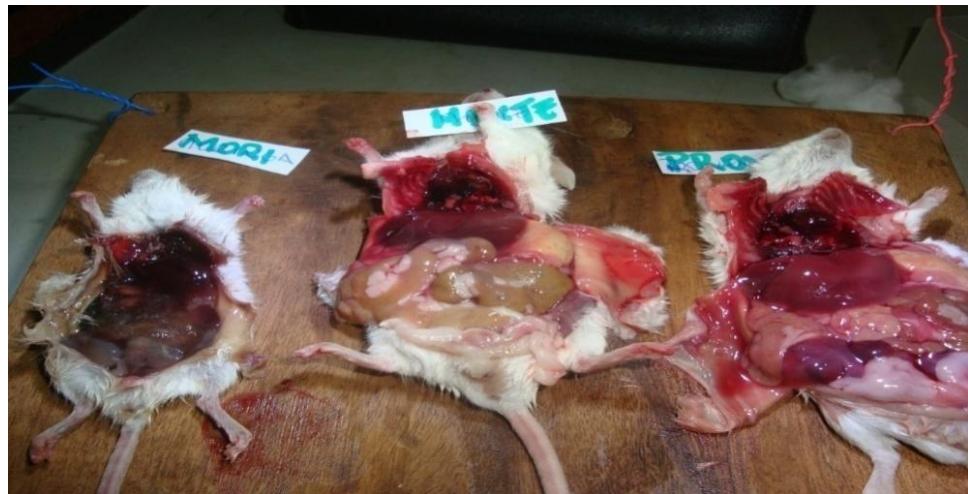


Figure 16: Photo des trois différents lots des souris après autopsie

- Pour le lot témoin : Le foie a de couleur rouge vif.
- Pour le lot mélange : tous les organes actifs sont normaux par rapport à ceux de lot témoin.
- Pour le lot TGM : le foie a de couleur noirâtre par rapport à la normale. Il est altéré rapidement par rapport à ceux de deux autres lots. Le rapport entre le poids du foie ou de la rate vis-à-vis du dernier poids de l'animal, pour les deux lots traités, est inférieur par rapport au lot témoin. Par contre, pour les autres organes (cœur, poumon, rein et cerveau) ses rapports sont supérieurs.

II-1-3 Glycémie

Les résultats de la variation du taux de la glycémie pour les trois lots sont présentés par la courbe suivante.

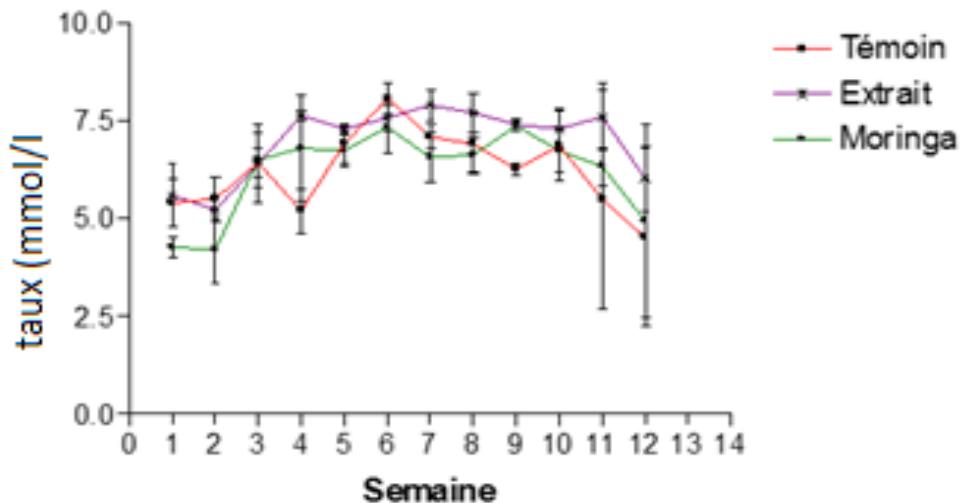


Figure 17: Variation du taux de la glycémie pour les trois différents lots.

Au début de l'étude, le taux des glycémies de bases oscille entre 4,27mmol/l et 5,60mmol/l.

En général, pendant la période d'observation, les taux de la glycémie augmentent jusqu'à la 7^e semaine puis diminuent jusqu'à la fin de la manipulation.

Pour le lot témoin et le lot traité avec l'extrait, la valeur moyenne de la glycémie entre ces deux lots est respectivement ($6,222 \pm 0,2909$) et ($6,972 \pm 0,2624$). La différence entre ces deux lots est de ($-0,7500 \pm 0,3918$). La valeur de P est de 0,0687, La différence est statistiquement non significative.

Dans le cas du lot témoin et le lot traité avec le TGM, les taux moyen de la glycémie entre ces deux lots sont respectivement de ($6,222 \pm 0,290$) et ($6,200 \pm 0,318$). La différence entre ces deux lots est de ($0,022 \pm 0,431$). La valeur de P est de 0,9593. La différence est statistiquement non significative.

Pour le lot traité avec l'extrait et le lot traité avec le TGM, les taux moyen de glycémie entre ces deux lots sont respectivement ($6,972 \pm 0,2624$) et ($6,200 \pm 0,3180$). La différence entre ces deux lots est de ($0,7722 \pm 0,4123$). La valeur de P est de 0,0744. La différence est statistiquement non significative.

II-1-4 Hématocrite

La variation du taux de l'hématocrite durant la manipulation est résumée par la courbe ci-dessous.

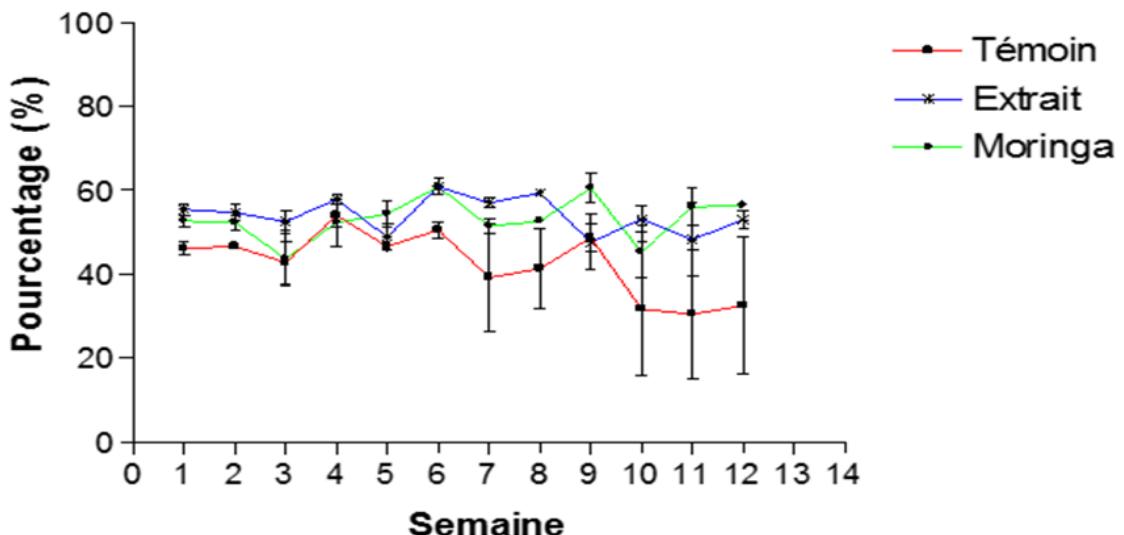


Figure 18: Variation du taux de l'hématocrite pour les trois différents lots.

Les taux de l'hématocrite du lot témoin sont toujours inférieur par rapport à ceux de deux lots traités.

Au début de l'expérience, les taux de l'hématocrite entre les trois lots varient entre 46,12 à 55,47%.

- Au niveau du lot traité avec l'extrait, une diminution du taux de l'hématocrite est constatée à la 5^e semaine (48,87%). Puis, ce taux augmente (60,87%) jusqu'à la 8^e semaine.
- Au niveau du lot TGM, la valeur de l'hématocrite la plus élevée est égale à 60% (6^e et 9^e semaine).

Pour le lot témoin et le lot traité avec l'extrait, les valeurs moyennes des hématocrites entre ces deux lots sont respectivement ($42,56 \pm 2,228$) et ($54,06 \pm 1,251$). La différence entre ces deux valeurs est de ($-11,50 \pm 2,555$). La valeur de P est de 0,0002, La différence est statistiquement significative.

Dans le cas du lot témoin et le lot traité avec le *Moringa*, leurs valeurs moyennes sont respectivement de ($42,56 \pm 2,228$) et ($53,20 \pm 1,480$). La différence entre ces deux

valeurs est de $(-10,64 \pm 2,675)$. La valeur de P est de 0,0006. La différence est statistiquement significative.

Pour le lot extrait et le lot *Moringa*, les taux moyens des hématocrites entre ces deux lots sont respectivement $(54,06 \pm 1,251)$ et $(53,20 \pm 1,480)$. La différence entre ces deux valeurs est de $(0,8597 \pm 1,938)$. La valeur de P est de 0,6616. La différence est statistiquement non significative.

II-1-5 Numération Formule Sanguine (NFS)

La variation du taux des différentes cellules sanguines est résumée par les courbes (3) suivantes :

➤ granulocytes neutrophiles

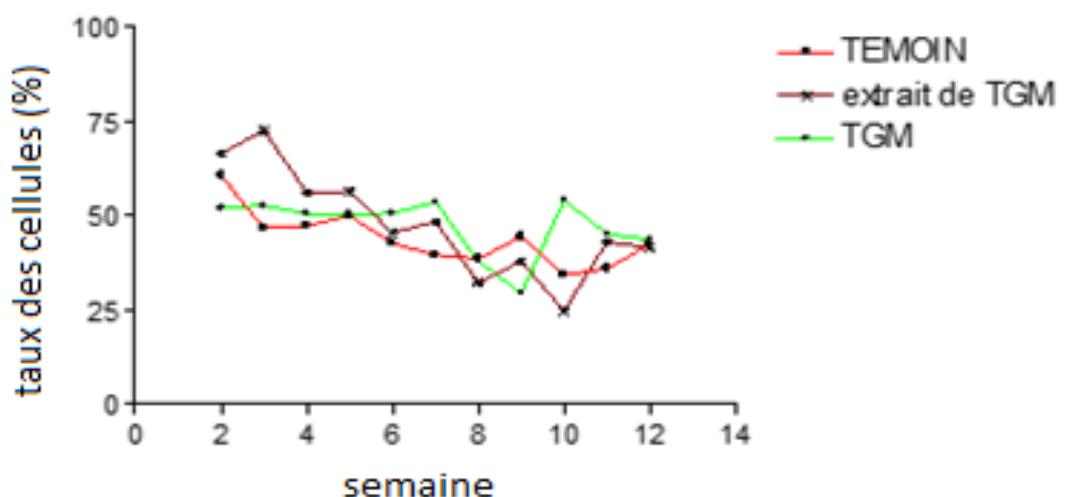


Figure 19: Variation du taux de granulocyte neutrophile en (%) pour les trois lots.

Au début de l'étude, les taux des granulocytes neutrophiles moyen pour les trois lots oscillent entre 67 à 71%. Puis, ce taux diminue progressivement jusqu'à la 8^e semaine.

Pour le lot témoin et le lot traité avec l'extrait, les taux des granulocytes neutrophiles moyens entre ces deux lots sont respectivement $(45,75 \pm 2,851)$ et $(49,49 \pm 4,354)$. La différence est de $(-3,736 \pm 5,205)$. La valeur de P est de 0,4804. La différence est statistiquement non significative.

Dans le cas du lot témoin et le lot traité avec le *Moringa*, les valeurs des granulocytes neutrophiles moyennes entre ces deux lots sont respectivement de ($45,75 \pm 2,851$) et ($48,53 \pm 2,504$). La différence est de ($-2,777 \pm 3,795$). La valeur de P est de 0,4720. La différence est statistiquement non significative.

Pour le lot traité avec l'extrait et le lot *Moringa*, les taux des granulocytes neutrophiles moyens entre ces deux lots sont respectivement ($49,49 \pm 4,354$) et ($48,53 \pm 2,504$). La différence est de ($0,9588 \pm 5,023$). La valeur de P est de 0,8504. La différence est statistiquement non significative.

➤ Lymphocytes

La figure n° 28 montre la variation du taux des lymphocytes :

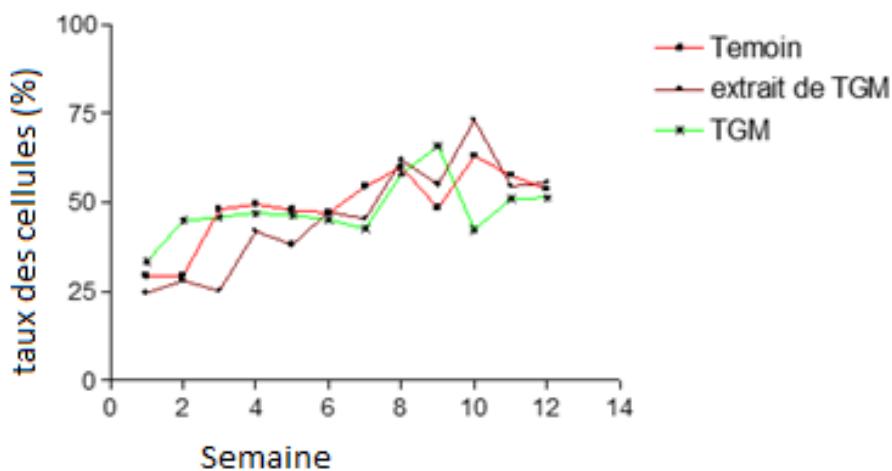


Figure 20: Variation du taux des lymphocytes en (%) pour les trois différents lots

Au début de l'étude, les taux des lymphocytes moyens pour les trois lots oscillent entre 24 à 45%.

- Pour le lot traité avec le *Moringa*, ces taux restent constant jusqu'à la 7^e semaine. Un pic apparaît à la 9^e semaine.
- Pour le lot traité avec l'extrait, les taux de lymphocytes augmentent jusqu'à la 10^e semaine du test (70%).

Pour le lot témoin et le lot traité avec l'extrait, les taux moyens des lymphocytes sont respectivement ($49,00 \pm 3,041$) et ($45,86 \pm 4,38$). La différence entre ces deux moyennes est de ($3,139 \pm 5,333$). La valeur de P est de 0,5621, elle est statistiquement non significative.

Dans le cas du lot témoin et le lot traité avec le *Moringa*, les taux moyens des lymphocytes entre ces deux lots sont respectivement de ($49,00 \pm 3,041$) et ($47,82 \pm 2,37$). La différence est de ($1,180 \pm 3,85$). La valeur de P est de 0,7625, elle est statistiquement non significative.

Entre le lot traité avec l'extrait et le lot traité avec le *Moringa*, les taux moyens des lymphocytes entre ces deux lots sont respectivement ($45,86 \pm 4,381$) et ($47,82 \pm 2,373$). La différence est de ($-1,959 \pm 4,982$). La valeur de P est de 0,0267, elle est statistiquement significative.

➤ monocytes

La figure n°29 ci-dessous illustre la variation du taux des monocytes :

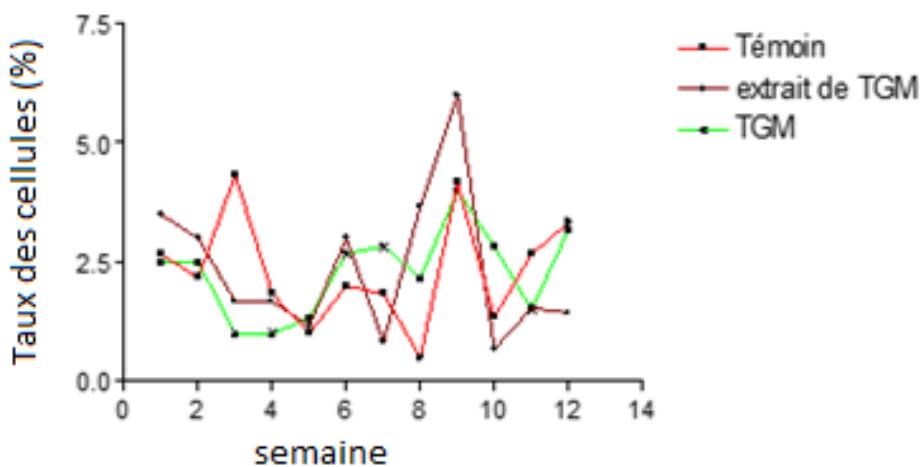


Figure 21: Variation du taux des monocytes en (%) pour les trois différents lots.

Au début du test, les valeurs moyennes des monocytes varient entre 2,6 à 3,5%. Pour les trois différents lots, les courbes présentent en générale un grand pic entre 8 et 10ème semaine.

D'après l'analyse statistique,

Pour le lot témoin et le lot extrait, les valeurs moyens des monocytes entre ces deux lots sont respectivement $(2,319 \pm 0,340)$ et $(2,345 \pm 0,445)$. La différence est de $(-0,02583 \pm 0,5610)$. La valeur de P est de 0.1935, elle est statistiquement non significative.

Dans le cas du lot témoin et le lot traité avec le *Moringa*, les taux moyens des monocytes entre ces deux lots sont respectivement de $(2,319 \pm 0,3407)$ et $(2,292 \pm 0,2670)$. La différence est de $(0,02708 \pm 0,4329)$. La valeur de P est de 0,2157, elle est statistiquement non significative.

Pour les deux lots traités, les valeurs moyennes des monocytes entre ces deux lots sont respectivement $(2,345 \pm 0,4456)$ et $(2,292 \pm 0,2670)$. La différence est de $(0,05292 \pm 0,5195)$. Avec une valeur de P égale à 0,0518, cette différence est statistiquement non significative.

➤ Granulocytes Éosinophiles

La figure n° 30 suivante représente la variation du taux des éosinophiles :

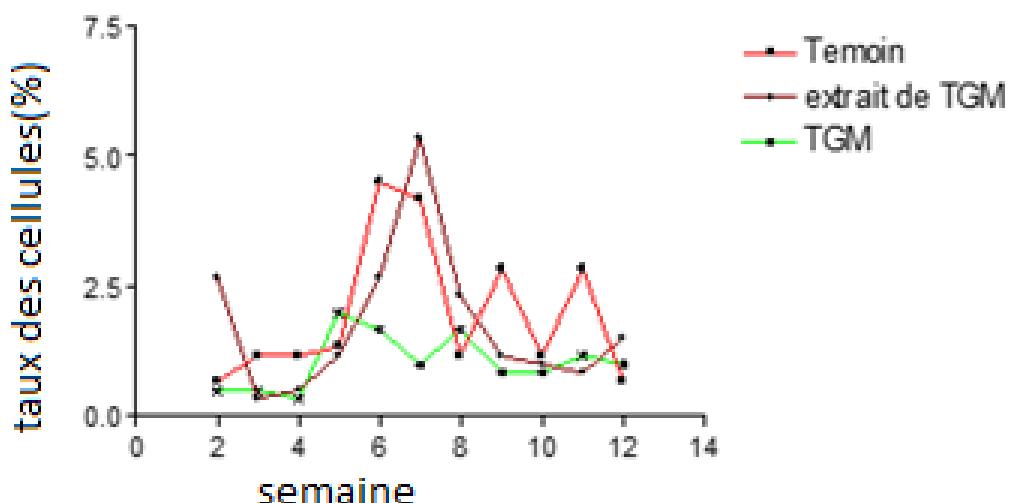


Figure 22: Variation du taux des granulocytes éosinophiles en (%)

Les valeurs initiales moyennes du taux des éosinophiles varient entre 0,1 à 0,5%.

- Pour le lot témoin, le taux augmente progressivement jusqu'à la 6^e semaine. Deux autres pics apparaissent à la 9^e et 11^e semaine.
- Pour l'extrait, la courbe présente deux pics différents (2^e et 7^e semaine). Le taux des éosinophiles le plus élevé se trouve à la 7^e semaine.
- Pour le TGM, ce taux est presque constant jusqu'à la fin de l'expérience.

D'après l'analyse statistique :

Pour le lot témoin et le lot traité avec l'extrait, les taux moyens des éosinophiles entre ces deux lots sont respectivement ($1,819 \pm 0,4091$) et ($1,667 \pm 0,4088$). La différence est de ($0,1523 \pm 0,5784$). La valeur de P est de 0,4990, La différence est statistiquement non significative.

Dans le cas du lot témoin et le lot traité avec le *Moringa*, les taux des éosinophiles moyens entre ces deux lots sont respectivement de ($1,819 \pm 0,4091$) et ($0,9863 \pm 0,1593$). La différence est de ($0,8327 \pm 0,4390$). La valeur de P est de 0,0020. La différence est statistiquement significative.

Pour les deux lots traités, les taux moyens des éosinophiles sont respectivement ($1,667 \pm 0,4088$) et ($0,9863 \pm 0,1593$). La différence entre ces deux moyens est de ($0,6804 \pm 0,4387$). La valeur de P est de 0,0020. La différence est statistiquement significative.

II-1-6 Diurèse

Les volumes d'urine collectés durant la manipulation sont consignés dans les figures suivantes :

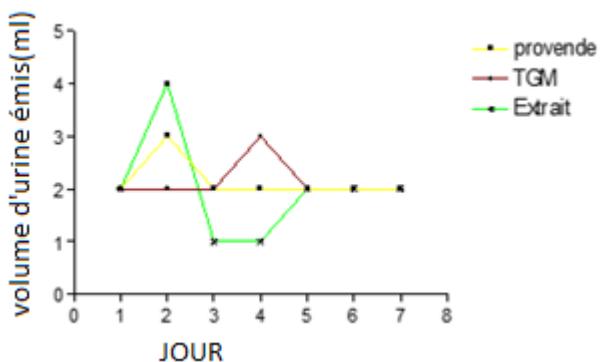


Figure 23: Volume d'urine collectée pendant 24 heures chez le rat femelle (ml)

Avant la manipulation, le volume d'urine collecté pendant 24 heures est de 2ml par animal quelques soit le lot étudié.

- Pour le lot témoin, le volume d'urine augmente au 2^e jour du test puis revient à son volume initial.
- Pour le TGM, au 4^e jour, le volume d'urine est supérieur par rapport au volume initial ;
- Pour l'extrait de TGM, le volume d'urine collecté, au 2^e jour du test, est deux fois plus élevé (4ml) que le volume initial. Ce volume diminue aux 3^e et 4^e jours puis retourne à sa valeur initiale.

D'après l'analyse statistique,

Pour le lot témoin et le lot traité avec le *Moringa*, les volumes d'urine obtenu entre ces deux lots est respectivement $(2,143 \pm 0,1429)$ et $(2,143 \pm 0,1429)$. La différence est de $(0,0000 \pm 0,2020)$. La valeur de P est de 0,50, elle est statistiquement non significative.

Dans le cas du lot témoin et le lot traité avec l'extrait. Les volumes d'urine obtenue entre ces deux lots sont respectivement de $(2,143 \pm 0,1429)$ et $(2,000 \pm 0,3780)$. La différence est de $(0,1429 \pm 0,4041)$. La valeur de P est de 0,0161. Elle est statistiquement significative.

Pour le lot traité avec l'extrait et le lot traité avec le *Moringa*, les volumes d'urine obtenue entre ces deux lots sont respectivement $(2,143 \pm 0,1429)$ et $(2,000 \pm 0,3780)$. La différence est de $(0,1429 \pm 0,4041)$. La valeur de P est de 0,0161. Elle est statistiquement significative.

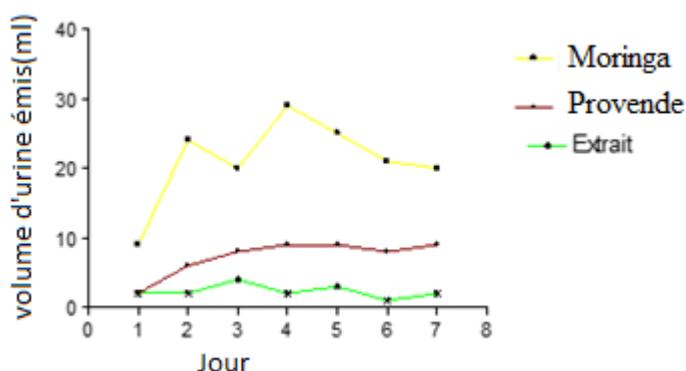


Figure 24: Volume d'urine collectée pendant 24 heures chez le rat mâle (ml).

- Pour le témoin et extrait de TGM, le volume d'urine au premier jour du test est de 2ml. Ce volume est presque 5fois plus (9ml) dans le cas du TGM ou *Moringa*.
- Dans le cas de TGM, les volumes d'urine collectés varient entre 20 à 30ml du 2è jour jusqu'à la fin du test.
- Pour le cas de extrait de TGM, les volumes collectés sont très faible (inferieur à 5ml) par rapport à ceux du TGM.

Pour le lot traité avec le *Moringa* et le lot témoin, le volume d'urine obtenu entre ces deux lots est respectivement ($21,14 \pm 2,365$) et ($7,286 \pm 0,9689$). La différence est de ($13,86 \pm 2,556$). La valeur de P est de 0,0237, elle est statistiquement significative.

Pour les deux lots traités. Le volume d'urine obtenu entre ces deux lots sont respectivement de ($21,14 \pm 2,365$) et ($2,286 \pm 0,3595$).La différence est de ($18,86 \pm 2,392$). La valeur de P est de 0,0001. Elle est statistiquement significative.

Pour le lot témoin et le lot extrait, le volume d'urine obtenu entre ces deux lots sont respectivement ($7,286 \pm 0,9689$) et ($2,286 \pm 0,3595$).La différence est de ($5,000 \pm 1,033$).

La valeur de P est de 0,0147. La différence est statistiquement significative.

II-2- Variation de paramètre pré clinique : DL₅₀

Le nombre des souris mortes 24h après la manipulation est résumé par le tableau suivant :

Tableau VI : Nombre de souris morte 24h après administration de l'extrait brut de *Moringa oleifera* [41].

Dose (g/kg de souris)	Effectifs de souris testées	Nombre de souris mortes
8	5	0
9	5	0
10	5	0

Le nombre des animaux décédés, 24h après administration de l'extrait méthanolique de *Moringa oleifera*, par voie orale chez la souris, est égale à zéro. A partir de dose de 10g/kg, il n'y a pas des souris mortes.

TROISIEME PARTIE : DISCUSSION

I- Généralité sur le *Moringa oleifera* :

Les feuilles de *Moringa oleifera* occupent une place importante dans l'alimentation humaine pour lutter contre la malnutrition surtout dans les pays en voie de développement (PVD) [4, 11]. Leurs feuilles renferment plusieurs nutriments surtout des protéines et des glucides [3]. Et en plus, les graines de cette plante contiennent aussi une quantité importante des protéines, des glucides et surtout des lipides [3]. Après extraction d'huile, les tourteaux issus des graines ont été rejetés. Mais, ces résidus ont une quantité non négligeable en protéine et ils pourraient être utilisés dans l'alimentation animale. A titre de comparaison avec d'autres produits, le taux de protéine brut de tourteaux de grain de *Moringa oleifera* est de 42%. Cette valeur avoisine celle de tourteau de soja (46%) [3].

Mais, ce dernier est déjà utilisé dans l'alimentation animale [45,46]. Voici quelques acides aminé soufrés présents dans les tourteaux de TGM après extraction (en g/16 g N) : lysine : 1,48 ; Leucine : 5,84 ; Isoleucine : 3,49; Phénylalanine 4,29 ; Valine : 3,63 ; Méthionine : 2,13 ; Histidine : 2,28 ; Thréonine : 2,28 ; Arginine : 16,68 [1].

Par conséquent, la présence d'acides aminés soufrés en quantité importante devrait apporter aux animaux une protection incontestable contre certains facteurs toxiques, ces acides aminés étant connus pour améliorer les processus de détoxification, en agissant comme donneurs de groupements méthyl dans plusieurs organes [1]. Il est à noter aussi l'absence de glucosinates dans le TGM après extraction. Les niveaux de glucosinates observés dans les tourteaux sont du même ordre de grandeur que ceux rencontrés dans les tourteaux de colza [46, 47]. Bien que certains glucosinates contribuent en grande partie à la saveur et aux arômes des aliments, d'autres sont potentiellement nocifs pour la santé, et il est communément admis que des niveaux élevés de glucosinates dans les aliments les rendent imprépropres à la consommation [48].

II- Variations des paramètres cliniques et para cliniques

II-1 Au niveau du poids :

Au début de la manipulation, les poids de toutes les souris sont presque égaux. A la fin de l'étude, la variation pondérale entre les souris témoins et traitées est significative.

L'hypothèse nulle est rejetée car il y a une différence significative entre les poids des souris témoins et les souris nourries avec le TGM. Les souris, dont leurs aliments de base sont constitués par les TGM, sont trop petites par rapport aux souris témoins. Des diminutions du poids corporels des souris traitées avec le TGM, par rapport au lot témoin, sont notées. Cette perte pourrait être expliquée par la présence de principe toxique dans le TGM. Cette manifestation toxicologique a été confirmée par l'étude réalisée par Gill et al. Cet auteur a trouvé qu'à partir de 1,6 g/Kg, une manifestation toxicologique sous forme de perte de poids apparaît chez le rat [12].

Un mois après le début de notre étude, toutes les souris nourries avec le TGM sont mortes. Dans ce type d'alimentation, les animaux refusent de manger les TGM seul. Ces refus pourraient être liés à la présence des facteurs antinutritionnels tels que le goût amère et/ou d'odeur piquante dans les tourteaux [3,8]. Cette dernière pourrait être due à la présence d'isothiocyanate aux niveaux des graines broyées [2, 4, 8]. Tandis que le goût amer serait lié à la présence des saponines [3]. En plus, selon Makkar, ce goût est généralement attribué aux alcaloïdes, aux glucosides cyanogènes et glucosinates qui ont été éliminés lors du traitement aqueux [1]. En plus, l'existence du tanin [46] provoque non seulement la réduction de leur valeur nutritionnelle mais aussi les performances zootechniques par réduction de la consommation alimentaire. Pour réduire ces facteurs antinutritionnels, une macération hydro-éthanolique est nécessaire parce que la plus part d'entre eux sont solubles dans ce solvant. La plupart des plantes des régions tropicales et subtropicales contiennent des facteurs antinutritionnels comme les tannins, phénols totaux, et peuvent limiter l'utilisation en alimentation humaine et animale. Ainsi ces facteurs antinutritionnels sont dénaturés avec un traitement par la chaleur approprié, comme les éléments antinutritionnel contenus dans le soja et comme tous les autres végétaux contenant des facteurs antinutritionnels [26]. Dans le tourteau de TGM, la teneur en saponine tourne autour de 0,6% [1]. Les saponosides constituent un vaste groupe d'hétérosides très fréquents chez les végétaux. Ils sont caractérisés par leurs propriétés tensioactives. Ils se dissolvent dans l'eau en formant des solutions mous-santes. La plupart des saponosides présentent des propriétés hémolytiques [50]. Le décès de souris dans cette manipulation pourrait être lié aussi à la présence de cette propriété. Le lot TGM seul n'a pas connu une croissance de poids par rapport au lot témoin et lot traité avec du mélange. Il n'a pas surpassé le lot témoin.

Pour améliorer l'appétibilité de ce résidu alimentaire, un autre type de manipulation a été adopté. Dans ce cas, l'incorporation de farine de TGM dans la provende (proportion 1/6) a été utilisée. Ce mélange a entraîné une augmentation non significative, par rapport au lot témoin, du poids vif des souris. Dans ce type d'alimentation, les facteurs antinutritionnels pourraient être atténués. En plus, il pourrait y avoir aussi une amélioration de la qualité nutritionnelle due à l'apport en protéine brute par les tourteaux. Selon *Foidl et al.*, les tourteaux de *Moringa oleifera* contiennent 70,3% des protéines brutes dont 9% seulement sont d'azote non protéique. Quand les souris ont commencés à manger ce type d'aliment, leurs poids augmentent petit à petit, et à partir de l'âge adulte, leurs poids restent stables. Après comparaison des gains des poids entre les trois groupes d'expérience, le lot mixte a eu un gain des poids positifs par rapport au deux autres lots. Ces gains de poids justifieraient l'amélioration de la qualité nutritionnelle dans ce type d'aliment.

Ainsi d'après l'analyse statistique au niveau de chaque courbe au début et à la fin de l'étude, les poids des souris nourries avec le mélange de provende et de TGM présente une différence significative, ce qui montre que le TGM est utilisé pour des mélanges nutritionnels important pour la croissance des animaux. Durant cette étude, on a une différence de poids de 6,5g. Un gain de poids très important est obtenu après l'utilisation du TGM en addition nutritionnel. Par rapport aux deux autres courbes, les lots témoins et les lots nourries avec le TGM seul, la différence au début et à la fin de l'étude est statistiquement non significative. Ce qui montre que le mélange du TGM avec la provende apporte une valeur nutritionnel très important pour les animaux.

II-2 Effets au niveau des organes actifs :

Trois mois après le début de l'expérience, tous les animaux ont été euthanasiés puis disséqués pour vérifier, si à long terme, le TGM pourrait provoquer des effets toxiques sur les organes actifs (foie, cœur, poumon, rate, cerveau, reins) des souris. Après dissection, observation et comparaison de ces organes, dans le cas de TGM seul, le poids de la rate est le plus faible par rapport à ceux de deux autres lots. Donc, ce produit pourrait provoquer une hypotrophie de la rate. Dans le cas contraire, le TGM seul

provoque une augmentation de poids du poumon et du cerveau. Le poumon est l'organe responsable de la respiration, le TGM pourrait entraîner un problème de respiration. A la longue et à forte dose, ce produit pourrait provoquer des effets positifs au niveau de ces deux organes actifs chez la souris. D'après la littérature, Oluduro et al, 2009 ont montré les effets (une inflammation cellulaire) de l'extrait du grain de *Moringa oleifera* sur les organes actifs (foie) chez les rats albinos [51]. Pour le lot TGM, le foie a de couleur noirâtre par rapport au lot témoin et au lot nourrie avec le mélange. Cela sous entend une toxicité sanguine et hépatique tout au moins une souffrance cellulaire en oxygène. Dans notre étude, la manifestation toxicologique apparente chez la souris alimentée avec le TGM, est marquée par la diminution du poids corporel. Ainsi l'augmentation du poids de poumon et du cerveau accompagné du couleur noirâtre du foie montre une toxicité sanguine du TGM. Par contre, dans les études réalisé par Barth *et al.*, 1982 ; Berger *et al.*, 1984 aucune manifestation toxicologique apparente n'a été détectée chez les souris et les rats nourris avec les amandes de *Moringa* [52, 53]

II-3 Glycémie :

En plus de protéine brute, la graine de *Moringa* est composée essentiellement de matière grasse (34,7%) [54]. Après ingestion, cette forte teneur en lipide entraîne une augmentation du besoin en eau (polydipsie). En effet, cette forte absorption d'eau provoque un accroissement de l'excréition urinaire (polyurie). Ces deux paramètres sont caractéristiques du diabète [55]. Au début de la manipulation. Toutes les valeurs de la glycémie mesurée pendant cette étude sont comprises entre 4 et 7,5mmol/l. Par rapport à celles de la glycémie du lot témoin, ces dernières valeurs sont dites normales. En effet, l'extrait méthanolique des TGM stabilise le taux de la glycémie. Comme dans le cas des feuilles [31, 38, 39, 56], les tourteaux de *Moringa oleifera* pourraient utiliser pour soigner le diabète et ses symptômes. A jeun, un diabète est défini par une hyperglycémie chronique (permanente) $\geq 7,8\text{mmol/l}$. L'hypoglycémie correspond à une valeur inférieure à $3,85\text{mmol/l}$, [57, 58]. Si on fait une comparaison de lots par l'analyse statistique, il n'y a pas des différences significatives entre les trois lots.

II-4 Hématocrite :

Pour l'étude de l'hématocrite, Il faut savoir que l'hématocrite capillaire ou artériel est d'environ 1 à 2 % inférieur à l'hématocrite veineux. Cela est lié aux mouvements d'eau (entre plasma et globules rouges) destiné à maintenir l'équilibre osmotique entre ces deux phases lors des mouvements ioniques liés au transport du CO₂ dans le sang[60, 61]. La valeur moyenne de l'hématocrite pour le lot témoin 39,2 à 53,9% La différence entre le lot témoin et les deux lots traités est statistiquement significatif. Une augmentation du taux de l'hématocrite de deux lots traités par rapport au lot témoin montre une présence de toxicité sanguine causé par le TGM même si le TGM est mélangé avec de la provende LFL. Ainsi, les tourteaux de *Moringa oleifera* pourraient être utilisés pour soigner les sujets anémiques.

II-5 Numération de la Formule Sanguine :

Concernant la Numération de la Formule Sanguine (NFS), elle est la première examen biologique pour dépister, explorer et suivre la plupart des hémopathies. Il a pour but d'apporter des informations quantitatives sur les cellules sanguines. Cette NFS doit être pratiquée suite à des signes évoquant une diminution d'une ou plusieurs lignées sanguines. Pour cette étude, l'anorexie accompagnée d'un amaigrissement ont été pris en considération comme indicateurs d'une atteinte de l'état générale de l'animal. Les taux des granulocytes neutrophiles et lymphocytes semblent normales par rapport au lot témoin. D'après l'analyse statistique, la différence est non significative. Dans le cas du lot traité avec l'extrait de TGM ; l'augmentation du taux des granulocytes éosinophiles marque la présence des réactions dans l'organisme. Elle pourrait être responsable d'allergie qui est le témoin d'une hypersensibilité, les granulocytes éosinophiles présentent un pic au niveau de la 6 et 7 semaine qui atteint jusqu'à 5,3%. Entre ces deux moments des réactions immunologiques pourraient se produire chez l'animal.

II-6 Diurèse :

Pour l'étude de la diurèse, le rat mâle nourris avec le TGM seul émet beaucoup d'urine. Ce rat mange plus d'aliment que la femelle. En conséquence, une ingestion en grande quantité d'aliment à base de TGM provoque une soif intense (polydipsie) d'où l'augmentation du volume d'urine excrété (polyurie). Ces deux paramètres sont indispensables pour régler les échanges d'eau au niveau cellulaires. Ils sont bien vérifiés par les deux précédentes études (variation pondérale et glycémie). Cette forte élimination urinaire pourrait avoir pour but de diminuer ou d'éliminer les principes toxiques présents dans le TGM. Cette Valeur d'urine collectée se situe autour de 20 à 30ml. D'après l'analyse statistique, la différence des volumes d'urine entre le lot traité avec le TGM et les deux autres lots (témoin et extrait), chez le rat mâle, est significative. Alors quelques soient la quantité du TGM ingéré, ceci provoque des grandes quantités de volume d'urine émis. Si on regarde au niveau des organes actifs, le poids des deux par rapport au dernier poids de l'animal est supérieur. Après autopsie, il n'y a pas des effets négatifs au niveau des reins.

III- Variations des paramètres pré cliniques :

Toxicité aigüe :

En plus de l'étude de la toxicité chronique, celle de la toxicité aiguë a été par la suite adoptée. Le nombre de souris décédées, 24 heures après administration de l'extrait méthanolique à la dose de 8 ; 9 et 10g/kg est égal à zéro. La DL₅₀ de cet extrait est donc supérieur à 10g/kg. Par conséquent, même à forte dose, l'extrait méthanolique de TGM ne présente aucune toxicité apparente chez la souris. Par contre, selon Gill et al, la DL₅₀ de graines de *Moringa oleifera* est de 4,4721 * 22,4 g/kg soit 100,17 g/ Kg du poids corporel chez le rat [12]. Cette valeur situe les graines de *Moringa* parmi les **denrées légèrement non toxiques** dans l'échelle de Gosselin [62]. Cette différence de la DL₅₀ pourrait s'expliquer par le fait que, dans notre étude, les tourteaux ont été dégraissés et dans ce cas, les substances toxiques seraient extraites avec l'huile ou restées dans les résidus des tourteaux du grain de *Moringa oleifera*. Cette dégraissage du tourteau de

grain de *Moringa* pourrait entraîné aussi la disparition du facteur antinutritionnel dans ce type d'aliment et rendu les TGM parmi les denrées comestibles.

Le résidu obtenu après extraction des coagulants des amandes de *Moringa* dégraissées (tourteau) peut remplacer certains tourteaux de graines classiques (colza, soja, arachide, ...) dans l'alimentation animale. Celle-ci pourrait constituer une bonne source d'acides aminés soufrés pour les animaux produisant des fibres (par exemple les lapins Angora, les moutons et les chèvres), dans un régime alimentaire mixte contenant des niveaux insuffisants en autres acides aminés essentiels. Cette fraction protéique est importante pour la production animale (lait, viande, fibre,) et s'obtient normalement par la consommation de protéines concentrées dans les tourteaux de presse, non dégradées par l'activité bactérienne du rumen. Ces données suggèrent que le *Moringa* représente une bonne source de protéines pour les animaux monogastriques [1].

CONCLUSION

Les tourteaux des grains de *Moringa oleifera* figurent parmi les résidus alimentaires non comestibles riches en protéine. D'après les résultats, la variation pondérale, entre le lot témoin et le lot traité avec le TGM seul, présente une différence significative. Ce dernier a des poids plus faible par rapport au témoin. Pour le lot nourri avec le mélange du TGM et de la provende, les poids des souris sont supérieurs par rapport à ceux nourris avec le TGM seul. L'analyse de la courbe au début et à la fin de l'étude montre une différence significative au niveau du lot nourries avec le mélange de la provende et du TGM. Ce mélange est alors important en alimentation animale. On obtient une gain de poids à la fin de l'étude. Pour la glycémie, leurs valeurs tournent autour de 4 à 10 mmol/l, elles sont dites normales, la différence entre les trois lots est statistiquement non significative. Pour l'hématocrite, la différence entre les deux lots traités et le témoin est significative. Pour la NFS, une augmentation du taux des granulocytes éosinophiles a été enregistrée dans le lot traité avec l'extrait. Mais, la différence est non significative par rapport au témoin.

Pour la diurèse, le rat mâle traité avec le TGM a émis beaucoup d'urine par rapport aux autres. Enfin, l'extrait méthanolique ne provoque pas de toxicité apparente, en termes de nutrition animale, chez la souris. Leur DL₅₀ est supérieure à 10g/kg.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude ouvrent plusieurs axes de recherches dans l'avenir : l'atténuation des facteurs antinutritionnels pour augmenter l'appétence chez la souris, la production du complément nutritionnel amélioré à base de tourteaux de grain de *Moringa oleifera* pour les animaux et enfin l'élargissement de l'étude sur les tourteaux des autres espèces de *Moringa* et sur les résidus alimentaires non comestibles pas encore exploités.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Foidl N, Makkar H P S, Becker K. Potentiel de *Moringa oleifera* en agriculture et dans l'industrie. CTA. 2001 : 15-8
- 2- Fuglie L J, Sreeja K V. Cultivation of *Moringa*. Church world service.2001:153-8
- 3- Fuglie L J. Nutrition naturelle sous les tropiques. CTA, 2002 : 105-18.
- 4- Price M L. Le *Moringa*. In Note technique.ECHO, 2007: 123- 33
- 5- Herihajaniavo A M. Clarification de l'eau avec le *Moringa oleifera* [Mémoire]. ESSA : Antananarivo ; 2008 :67-9
- 6- Fuglie L J. The Tree of Life.Western Africa: Church World services, 2002: 40-60
- 7- Pouamo K B. Appréciation des effets d'incorporation de la farine de *Moringa oleifera* dans la ration des poulets de chair.Adansonia. 2003 :45-8
- 8- Pamo E T, Niba A T, Fonteh F A, Tedonkeng F, Kana J R, Boukila B, Tsachoung J. Effet de la supplémentation au *Moringa oleifera* ou aux blocs multi nutritionnels sur l'évolution du poids post partum et la croissance pré-sevrage des cobayes (*Cavia porcellus* L.).LivestockResearch for Rural Development; 2005 : 135-8
- 9- Fuglie J. L'arbre de la vie, les multiples usages du Moringa. CTA. 2002 : 42-5
- 10- Olson M E, RazafimandimbisonS G. *Moringa hildebrandtii* (Moringaceae): a tree extinct in the wild but preserved by indigenous horticultural practices. Adansonia. 2000; 3 22 (2): 217-21.
- 11- Adanson M. Moringa. Familles des Plantes. Haseltonia. 2001, 2:318.

- 12- Kapange S S, Kakengi A M V. The effects on intake, digestibility and growth of goats when sunflower seed cake is replaced with *Moringa oleifera* leaves in supplements fed with *Chloris gayana* hay. Food chemistry. 2002; 56: 241-7.
- 13- D'Mello J P F, Acamovic T. *Leucaene leucicephala* in poultry nutrition. Feed Sci. 1989; 26: 1-28.
- 14- Adanson M. Moringa. Familles des Plantes. Adansoni. 1763; 2:318.
- 15- Olson M E. Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae (Brassicales). Systematic Botany. 2002; 27(1): 55–73.
- 16- Olson M E. Combining data from DNA sequences and morphology for a phylogeny of Moringaceae (Brassicales). Systematic Botany. 2002; 27(1): 55–73
- 17- AndrianirinaT. Contribution à l'étude des caractéristiques de l'huile des graines de *Moringa drouhardii*. [Mémoire].ESSA : Antananarivo ; 2009 : 65-8
- 18- Fuglie L J. Noms vernaculaires du *Moringa oleifera*.CWS. 2002 :163-7.
- 19- Gill L S, Karatela Y Y, Lamina B L, Husaini S.W. Cytology and histomorphology of *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae).FeddesRepertorium. 1985 ; 96(4): 299–305.
- 20- Besse F. *Morinaga oleifera Lam*. Le flamboyant. 1996 ; 40 : 4-7.
- 21- Fortin D, Lô M, Maynart G. Plantes médicinales du Sahel. Enda. 1997 : 98-9
- 22- Boullard B. Plantes médicinales du monde: Réalités et Croyances. ESTEM; 2001
- 23- Singh R V. Fodder trees of India. New Delhi, Oxford and IBH; 1982: 25-37

- 24- Luqman S, Srivastava S, Kumar R, Maurya A K, Chanda D. Experimental Assessment of *Moringa oleifera* Leaf and Fruit for Its Antistress, Antioxidant, and Scavenging Potential Using In Vitro and In Vivo Assays. *Adansonia*. 2011; 125-7
- 25- Majambu M. therapeutic potential of *Moringa oleifera* leaves in chronic hyperglycemia and dyslipidemia. *Sci Food Agri*. 2012; 143-6
- 26- Ramachandran C, Peter K V, Gopalakrishnan P K. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*. 1980; 34: 276–83.
- 27- Tchiégang C et Aissatou K. Données ethno nutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamawa (Cameroun). *Tropicultura*. 2004; 22 (1): 11-8.
- 28- Olson M E. Intergeneric relationships within the Caricaceae-Moringaceae clade (Brassicales) and potential morphological synapomorphies of the clade and its families. *CTA*.2002; 163(1):51–65.
- 29- Ramachandran C, Peter K V, Gopalakrishnan P K. Drumstick (*Moringa oleifera*): a multipurpose Indian vegetable. *Economic Botany*. 1980, 34: 276–83.
- 30- Andrianirina T. contribution à l'étude des caractéristiques de l'huile des graines de *Moringa drouhardii* [Mémoire]. ESSA: Antananarivo ; 2009.
- 31- Razanabary E V, Randriamihaja G M J. Clarification des eaux par les graines de *Moringa oleifera* [Mémoire]. ESSA (génie chimique) : Antananarivo. 1994
- 32- Gilani A H, Aftab K, Shaheen F. Antispasmodic activity of active principle from *Moringa oleifera*. *Capasso*. 1992:60–3.
- 33- Kerrharo J, La Pharmacopée Sénegalaise traditionnelle : Plantes médicinales et toxiques.-Paris : Vigot Frères.1974; 1011.

- 34- Makonnen E, Hunde A, Damecha G. hypoglycaemic effet of *Moringa stenopetala* aqueous extract in rabbitsphytotherapy research. Feed Sci.1997; 11:147-8
- 35- Bruneton J. Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales. Lavoisier;1993: 535- 45.
- 36- Kapange S S, Kakengi A.M.V. The effects on intake, digestibility and growth of goats when sunflower seed cake is replaced with *Moringa oleifera* leaves in supplements fed with *Chloris gayana* hay.Tropicultura. 2002; 56: 241-7.
- 37- Bau H M, Villaume C F, Evrad B, Quemener B. Effect of solid state fermentation using *Rhizopus oligosporus* sp. T-3 on elimination of antinutritional substances and modification of biochemical constituents of rapeseed meal. J Sci Food Agric. 1994; 65: 315-27.
- 38- Gupta K, Barat G K, Wagle D S, Chawla H. K. Nutrient contents and antinutritional factors in conventional and non-conventional leafy vegetables. Food Chemistry. 1989; 31: 105-16.
- 39- Liener I E. Antinutritional factors related to proteins and amino acids. Lavoisier. 1994: 261-309.
- 40- D'MelloJ P F. Toxic factors in some tropical legumes. World Review of Animal Production. 1982 ; 18 (4): 41-6.
- 41- Mehta L K, Balaraman R, Amin A H, Bafna P A et Gulati O.D. Effect of fruits of *Moringa oleifera* on the lipid profile of normal and hypercholesterolaemic rabbits. J Ethnopharmacol. 2003; 86: 191–5.
- 42- Ferrao A M B C, Mendez F J E. Acidosegordosem oleo de Moringueiro (*Moringa oleifera*Lam.). AgronomiaAngolana.8: 3-16.

- 43- Yang R Y, Chang L C, Hsu J C, Weng B C, Palada M C, Chadha M L et Levasseur V. Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des feuilles de *Moringa*. Accra (Ghana). 2006 :1-9.
- 44- Gosselin R, Smith R P, Hodge H C. Clinical toxicology of commercial products.J ComplementIntegr Med. 1984: 7-8
- 45- Agbede G., Djoukam J., Mogavero J P . , Salez P. Détermination du taux optimale d'incorporation de graines de soja dans les régimes pour porc, tropicultura ; 1988 ; 6, 3, 99-106
- 46- Rex N., Soja, Guide de l'industrie de l'alimentation animale, Canadian International Grain Institute ; 2010, 7- 43
- 47- SMITH C A. , DACOMBE C. Rapid method for determining total glucosinolates in rapessed by measurement of enzymatically released glucose. *J Sci Food Agri.* 1987: **38**, 141-150
- 48- SAINI H S. , WRATTEN N. Quantitative determination of total glucosinolates in rapeseed and meal digests. *Journal of the Association of Official Analytical Chemistry.* 1987:**70**, 141-145.
- 49- HEANEY R K., SPINKS E A. ,FENWICK G R. A micro-column method for the rapid determination of total glucosinolate content of cruciferous material. *Zeitschrift fuer Planzenzuechtung.* 1981: **87**, 89-95
- 50- Caceres A, Cabrera O, Morales O, Mollinedo P, and Menda P. Pharmacological properties of *Moringa oleifera*. 1: preliminary screening for antimicrobial activity. *Sci Food Agri.* 1991; 33; 3: 213–6.
- 51- Rakotobe R L. Etudes chimiques et toxicologiques de deux plantes toxiques malgaches : *Dioscorea antalyjum*. &perr. (Dioscoreaceae) *Etrhodocodon madagascariensis* (Dioscoreaceae). 1991; 33; 3: 213–6.

cariensis baker (Hyacinthaceae) [Mémoire]. Sciences de la vie (biochimie): Antananarivo. 2009, 28-29

- 52- BARTH V H., HABS M., KLUTE R., MÜLLER S. et TAUSCHER B. Trinkwasseraufbereitung mit Samen von *Moringa oleifera* Lam. *Chemiker-Zeitung*. 1982; **106**, 75-78.
- 53- BERGER M R., HABS M., JAHN S A A. et SCHMAHL D. Toxicological assessment of seeds from *Moringa oleifera* and *Moringa stenopetala*, two highly efficient primary coagulants for domestic water treatment of tropical raw waters. *East African Medical Journal*. 1984; **61**, 712-716
- 54- GUPTA R, et al. Evaluation of antidiabetic and antioxydant activity of *M. oleifera* in experimental diabetes. *J Diabetes*. 2002; 4(2):164-71.
- 55- OluduroO ,Aderiye B I. Effect of *Moringa oleifera* seed extract on vital organs and tissue enzymes activities of male albino rats. *W Rev Anim Prod*. 2009; 3(9): 537-40.
- 56- Tsaknis J, Lallas S, Gergis V, Dourtoglou V, Spiliotis V. Characterization of *Moringa oleifera* variety Mbololo seed oil of Kenya. *J Agricultural and Food Chemistry*. 1999; 11 : 4495-9.
- 57- Siddhuraju P, Becker K. Preliminary nutritional evaluation of mucuna seed meal (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) in common carp (*Cyprinus carpio* L.): an assessment by growth performance and feed utilisation. *Aquaculture*. 2001; 196: 105–23.
- 58- Bourillon A C, Zernichow P. Diabète de l'enfant. *Pédiatr Prat*. 1998; 221.
- 59- Andreas H G, Föhrenstr C. Détermination de l'hématocrite par centrifugation. *Ann Emerg Med*.2003 : 12.

- 60- Sultan C, Priollet G, Betzard Y, Rosa R, Josso F. Technique en hématologie. Paris : Flammarion, médecine-sciences. 1978 : 45
- 61- Azzir. Contribution à l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'Ouest algérien : enquête ethnopharmacologique ; Analyse pharmaco-toxicologique de Figuier (*Ficus carica*) et de coloquinte (*Citrullus colocynthis*) chez le rat Wistar. J Diabètes. 2002 : 66-7
- 62- Makkar H P S, Becker K. Nutrional value and whole and ethanol antinutritional components of extracted *Moringa oleifera* leaves. Animal Feed Sci Tech. 1996; 63: 211-28
- 63- Ratsifehera A. Etude de la fraction lipidique des graines de *Moringa oleifera*, de la région de Tamatave et conception d'une technologie semi- industrielle d'extraction d'huile. [Mémoire]. ESSA (industrie agricole et alimentaire) : Antananarivo ; 2004 : 85-7
- 64- Randrianoelina J, Ratsimbarimanana P. Extraction d'huile de *Moringa oleifera* à partir des graines. [Mémoire]. ESSA (Génie Chimique) : Antananarivo ; 1994 :42-3

ANNEXE

I) Valeur nutritionnelles des feuilles de *Moringa oleifera*

Les feuilles, les fleurs, les racines et les graines du *Morinaga* sont comestibles. Elles entrent fréquemment dans des régimes alimentaires traditionnels dans plusieurs pays tropicaux et subtropicaux [3, 4, 20, 25].

Cent grammes de feuilles fraîches de *Moringa oleifera* apportent autant de protéines qu'un œuf, autant de calcium qu'un grand verre de lait, autant de fer qu'un steak de bœuf de 200 grammes, autant de vitamine A qu'une carotte et autant de vitamine C, outre le fait d'être très riche en vitamines A, B, C (220mg/100g) et E ainsi qu'en fer, calcium, potassium, magnésium et sélénium [3,9,15].



Figure 25: Valeur nutritionnelles de 100 g de *Moringa* en feuilles fraîches par rapport aux autres aliments

Fuglie L J. Nutrition naturelle sous les tropiques. CTA, 2002

D'après ce schéma, les feuilles de *Moringa oleifera* apportent beaucoup des éléments nutritifs, autant des vitamines A et C, de calcium et des protéines et ainsi que des fers, pour les besoins quotidiens des hommes par rapport à nos aliments quotidiens. Ils ont des grandes valeurs nutritionnelles.

II) Facteurs antinutritionnels des feuilles de *Moringa*

La plupart des plantes des régions tropicales et subtropicales contiennent de facteurs antinutritionnels [3, 8, 36-39]. Les phénols totaux, les tannins, les saponines et les phytates détectés dans les feuilles de *M. oleifera* peuvent éventuellement limiter leur utilisation en alimentation humaine et animale.

Les phénols totaux (0,67-3,4 %) et les tanins (0,5-1,4 %) sont reconnus pour leur action sur la réduction de la biodisponibilité des protéines, des hydrates de carbone et des minéraux dans l'intestin des animaux. D'après les observations de D'Mello (1982) [40], les tanins peuvent non seulement réduire la valeur nutritionnelle de l'aliment mais aussi les performances zootechniques par réduction de la consommation alimentaire.

Au total, les feuilles de *Moringa oleifera* contiennent des proportions négligeables de facteurs antinutritionnels. La plupart de ces facteurs antinutritionnels sont solubles dans l'éthanol aqueux.

VELIRANO

«Eto anatrehan’ i **ZANAHARY**, eto anoloan’ireo mpikambana ao amin’ny Holafitra Nasionalin’ny Dokotera Veterinera Malagasy sy ireo Mpampianatra ahy, mianiana aho fa hitandro lalandava ary hatraiza hatraiza ny haja amam-boninahitry ny Dokotera Veterinera sy ny asa.

Noho izany dia manome toky ary mianiana aho fa :

- a. Hanatanteraka ny asako eo ambany fifehezan’ny fitsipika misy ary hanaja hatrany ny rariny sy ny hitsiny ;
- b. Tsy hivadi-belirano amin’ny lalan’ny voninahitra, ny fahamendrehana, ny fana-jana ny rariny sy ny fitsipi-pitondran-tena eo am-panatanterahana ny asa maha-Dokotera Veterinera.
- c. Hanaja ireo nampianatra ahy, ny fitsipiky ny hai-kanto. Hampiseho ny sitraka sy fankatelemana amin’izy ireo ka tsy hivaona amin’ny soa nampianarin’izy ireo ahy;
- d. Hanaja ny ain’ny biby, hijoro ho toa ny andry hiankinan’ny fiarovana ny fahasalaman’izy ireo sy ho fanatsarana ny fiaianany ary hikatsaka ny fivoaran’ny fahasalaman’ny olombelona sy ny toe piainany ;
- e. Hitazona ho ahy samirery ny tsiambaratelon’ny asako ;
- f. Hiasa ho an’ny fiarovana ny tontolo iainana sy hiezaka ho an’ny fisian’ny fiainana mirindra ho an’ny zavamanan’aina rehetra ary hikatsaka ny fanatanterahana ny fisian’ny rehetra ilaina eo amin’ny fiaraha-monina tsy misy-raoraon’ny olombelona sy ny biby ;
- g. Hiezaka hahafehy ireo fahalalana vaovao sy hai-tao momba ny fitsaboana biby ary hampita izany ho an’ny hafa ao anatin’ny fitandroana ny fifanakalozana amin’ny hairaha mifandray amin’izany mba hitondra fivoarana ho azy ;
- h. Na oviana na oviana aho tsy hanaiky hampiasa ny fahalalako sy ny toerana misy ahy hitondra ho any amin’ny fahalovana sy hitarika fihetsika tsy mendrika.

Ho toavin’ny mpiara-belona amiko anie aho raha mahatanteraka ny velirano nataoko. Ho rakotry ny henatra sy ho rabirabian’ireo mpiray asa amiko kosa aho raha mivadika amin’izany».

PERMIS D'IMPRIMER

LU ET APPROUVÉ

Le Directeur de Thèse

Signé : Professeur RAFATRO Herintsoa

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

Le Doyen de la Faculté de Médecine d'Antananarivo

Signé : Professeur **SAMISON Luc Hervé**

Name and Full name : RAMANANJANA HARY Mirana Lydie
Title or Thesis : SCIENTIFIC VALUE GRAIN MEAL IN ANIMAL FEED
OFMORINGA OLEIFERA
Heading : TOXICOLOGY IN ANIMAL FEED
Number of pages : 50 **Number of tables** : 06
Number of figures : 25 **Number of bibliographies** : 64

ABSTRACT

Introduction : The cake grain *Moringa oleifera* (*TGM*) is a by-product rich in nutrient.
Methods : This survey has been done to verify the effect of this *TGM* on the growth of the animals. The type of survey is an observation clinical cas/témoins. Our Period of survey divided in two parts: the first survey took place the month of September 2013 in the month of December 2013, and the second took place the month of August 2014 in the month of November 2014. Of the mice swiss (male and female) aged of 5 to 6 weeks, of weight understood between 18 to 20 g have been used. The survey of the ponderal variation, of the studies of the biochemical parameters (blood sugar; hématocrite; N F S; test of urine) and the determination of the DL50 has been done. The animal has been subdivided in 3 shares: share witness and two shares treaties. The gotten results have been analyzed by the "t test of student "and" ANNOVA ".

Results: Mice fed with only *TGM* have small body weight. But their active organs (lung and brain) have high weight. The levels of blood sugar for the treated groups rotate the turn of the normal value. The two treated groups have higher hematocrit. The treaties of eosinophils present for lots peak levels of 7th weeks. Male mice fed only *TGM* émisent lot of urine. The LD50 of the methanol extract is greater than 10g / kg.

Conclusion: the grain meal mixed with *Moringaoleifera* provender LFL (1/6) exhibits no apparent toxicity in mice

Key word : *Moringa oleifera* - cake - weight change - biochemical parameters
-Toxicity

Director of thesis : Professor RAFATRO Herintsoa

Reporter of thesis : Doctor RAKOTOARIMANANA Hajatiana

Autor's address : AnkadifotsyBefelatanana LOT IVP 49 TANA 101

RÉSUMÉ

Introduction : Le tourteau du grain de *Moringa oleifera* (TGM) est un sous-produit riche en élément nutritif.

Méthodes: Cette étude a été effectuée pour vérifier l'effet de ce TGM sur la croissance des animaux. Le type d'étude est une observation clinique cas/témoins. Nos Période d'étude s'est divisé en deux parties : la première étude s'est déroulée le mois de septembre 2013 au mois de décembre 2013, et la deuxième s'est déroulée le mois d'août 2014 au mois de novembre 2014. Des souris swiss (mâle et femelle) âgées de 5 à 6 semaines, de poids compris entre 18 à 20 g ont été utilisées. L'étude de la variation pondérale, des études des paramètres biochimiques (glycémie ; hématocrite ; N F S ; test d'urine) et la détermination de la DL50 ont été effectuée. L'animal a été subdivisé en 3 lots : lot témoin et deux lots traités. Les résultats obtenus ont été analysés par le « test t de student » et « ANNOVA ».

Résultats : Les souris nourries avec le TGM seul ont des poids corporels petits. Les taux de la glycémie pour les lots traités tournent au tour de la valeur normale. Les deux lots traités ont des hématocrites plus élevés. Les souris mâles nourries avec le TGM seul émettent beaucoup d'urine. La DL50 de l'extrait méthanolique est supérieure à 10g/kg.

Conclusion : le TGM mélangé avec la provende LFL (1/6) ne présente aucune toxicité apparente en terme de nutrition animale chez la souris.

Mots clés: *Moringa oleifera* – paramètres biochimiques– tourteaux– toxicité– variation pondérale.

Directeur de Thèse: Professeur RAFATRO Herintsoa

Rapporteur de Thèse: Docteur RAKOTOARIMANANA Hajatiana

Adresse de l'auteur : Ankadifotsy Befelatanana LOT IVP 49 TANA 101