

Potentialités Hypocholestérolémiantes D'*euphorbia Heterophylla* (L.) Klotz. & Garcke (Euphorbiaceae) Chez Les Lapins Locaux (*Oryctolagus Cuniculus* L.)

Kouassi Gouha Firmin, (Doctorant, MSc)

Université Félix Houphouët-Boigny, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire
Kouakou N'Goran David Vincent, (Maître-assistant, PhD, MSc, Ing. Agronome)

Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, B.P. 1313
Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Coulibaly Seydou Ba Mohamed, (Doctorant, MSc)

Université Nangui Abrogoua, 02 B.P. 801 Abidjan 02, (Côte d'Ivoire)
Koné Gningnini Alain, (Assistant, MSc, Ing. Agronome)
Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny, B.P. 1313
Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Koffi Kouadio Frédéric, (Doctorant, MSc)

Kouassi Ahou Jeanne Félicité, (Doctorante, MSc)

Amoikon Kouakou Ernest, (Maître de Conférence)

Université Félix Houphouët-Boigny, 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

doi: 10.19044/esj.2017.v13n9p83

URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n9p83>

Abstract

Two tests to feed local rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) were carried out to evaluate the hypocholesterolemic potentiality of *Euphorbia heterophylla*. The first test was carried out during 90 days (feeding (30 days), growing (30 days), and fattening (30 days)) on 45 rabbits. As for the second test, it was carried out during 30 days in the course of the fattening period on 27 rabbits. Animals were both subjected to continuous or alterned provisions during the last test of the two experimental diets. The first test or control (*Pangran*) was composed of *Panicum maximum* and granules "IVOGRAIN" for rabbit. The second test (*Paneuph*) was composed of *Panicum maximum* and *Euphorbia heterophylla* supplemented with granules "IVOGRAIN" for rabbit. In the second test, the experimental diets (*Pangran* and *Paneuph*) were isocaloric. The test 1 results, respectively, showed an important cholesterol-LDL reduction of 26% and 60% after 30 and 90 days of the *Euphorbia heterophylla* ingestion. However, when diets are isocaloric, the

ingestion of this plant causes an important reduction of cholesterol-LDL of 59.2 % and 65.4%, after, respectively, 15 and 30 days of ingestion. From the results, deep studies should be carried out with the aim of evaluating the hypocholesterolemic effect from *Euphorbia heterophylla* which could contribute to prevent human cardiovascular diseases.

Keywords: *Euphorbia heterophylla*, ingestion, cholesterol-LDL, rabbit, hypocholesterolemic, cardiovascular diseases

Résumé

Deux essais d'alimentation des lapins locaux (*Oryctolagus cuniculus*) ont été conduits pour évaluer les potentialités hypocholestérolémiantes d'*Euphorbia heterophylla*. Le premier essai a été conduit durant 90 jours repartis en 30 jours d'allaitement, 30 jours de croissance et 30 jours d'engraissement, sur 45 lapins. Le second a été mené pendant 30 jours sur 27 lapins en phase d'engraissement. Les animaux ont été soumis à une distribution continue ou alternée de deux régimes expérimentaux. Le premier régime ou le témoin (*Pangran*), était composé de *Panicum maximum* et de granulé "IVOGRAIN" pour lapin. Le deuxième (*Paneuph*) était constitué de *P. maximum* et d'*E. heterophylla* supplémenté de granulé "IVOGRAIN" pour lapin. Dans le second essai, les régimes testés (*Pangran* et *Paneuph*) étaient iso-caloriques. Les résultats de l'essai indiquent une réduction significative du cholestérol LDL de 26% et 60% respectivement, après 30 jours et 90 jours d'ingestion d'*E. heterophylla* par le lapin. Cependant, lorsque les régimes sont iso-caloriques, l'ingestion de cette plante induit une réduction significative du cholestérol LDL de 59,2 % et de 65,4% respectivement après 15 jours et 30 jours d'ingestion par le lapin. Au regard de ces résultats, des travaux approfondis, devraient être entrepris afin de mieux évaluer l'effet hypocholestérolémiant d'*E. heterophylla*, qui pourrait participer à la prévention des maladies cardiovasculaires chez l'Homme.

Mots-clé: *Euphorbia heterophylla*, ingestion, cholestérol-LDL, lapin, hypocholestérolémie, maladies cardiovasculaires

Introduction

Les maladies cardiovasculaires sont la première cause de mortalité dans le monde (FAO, 2015). Dans l'ensemble des pays en voie de développement, elles provoquent deux fois plus de décès que le VIH/SIDA, le paludisme et la tuberculose réunis (Abegunde *et al.*, 2007). Une des causes majeures de ces maladies est l'augmentation des lipoprotéines (LDL), transporteurs plasmatiques du cholestérol du foie vers les organes "mauvais cholestérol" et/ou la réduction des lipoprotéines (HDL), transporteurs

plasmiques du cholestérol des organes vers le foie "bon cholestérol". Bien que le cholestérol soit indispensable à la constitution de la couche lipidique des membranes plasmiques, son taux élevé et sa mauvaise répartition dans l'organisme, induisent de graves effets sur la santé (Callias, 2007). Les stratégies de lutte contre l'hypercholestérolémie utilisent plusieurs substances hypocholestérolémiantes telles que les phytostérols (Dylan et Peter, 2010), les acides gras polyinsaturés (AGPI) oméga 3 (Barcelo-Coblijn et Murphy, 2009), les polyphénols (Faleye *et al.*, 2012) et les statines (Scheen, 2011).

En Afrique, où 80% de la population a recours à la médecine traditionnelle (OMS, 2003), le traitement de l'hypercholestérolémie est basé essentiellement sur des substances d'origine végétale administrées sous forme de tisane des feuilles, d'écorces ou des racines (N'Guessan *et al.*, 2011). En effet, les plantes ont l'avantage de contenir différentes substances hypocholestérolémiantes, entre autres, les phytostérols, les polyphénols et les AGPI oméga 3 (Iserin *et al.*, 2001). Parmi ces plantes, figurerait *Euphorbia hirta*, une euphorbe bien connue en Afrique et en Asie pour ces bienfaits sur la santé (Huang *et al.*, 2012). Récemment, il a été montré que *Euphorbia heterophylla*, une plante adventice tropicale, dont la teneur en oméga 3 (53% des acides gras totaux), (Kouakou *et al.*, 2013; 2015), induisait chez les lapins qui la consommait un enrichissement du muscle de la cuisse en AGPI oméga 3 (Ahongo *et al.*, 2016; Kouakou *et al.*, 2016). En effet, un régime supplémenté en *E. heterophylla* a, respectivement, fait doubler et quadrupler la teneur en acide alpha linoléique (C18:3 n-3) après 30 jours et 90 jours d'ingestion par rapport au régime contrôle. Par ailleurs, les ratios acide alpha linoléique sur acide alpha linoléique (C18:2 n-6/C18:3 n-3) étaient de 2,2 et de 5,1 respectivement après 90 et 30 jours de supplémentation (Ahongo *et al.*, 2016). Aussi, afin d'évaluer l'impact d'*E. heterophylla* sur la cholestérolémie (cholestérol total, cholestérol-HDL et cholestérol-LDL) des lapins, deux essais ont été réalisés.

Matériel et méthodes

Animaux et aliments expérimentaux

Les lapins étaient de race hybride locale (*Oryctolagus cuniculus*). Ils provenaient de la ferme de production de l'Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny de Yamoussoukro (INP-HB). Le premier essai ou « Essai 1 » comportait 45 lapereaux âgés d'un jour et le second essai ou « Essai 2 », 27 jeunes lapins âgés de 66 jours. Leurs poids moyens étaient respectivement de 60±1,4 g et 1,09±0,1 kg. Le matériel végétal était constitué de feuilles et de tiges de l'herbe de Guinée (*Panicum maximum* Jacq. var G23), et de l'herbe de lait (*E. heterophylla* L.). Ces fourrages ont été récoltés chaque matin dans le périmètre de l'INP-HB puis distribués aux animaux sous forme fraîche. En plus de ces aliments, des granulés pour lapin

de type croissance ont été achetés dans le commerce (SIPRA - IVOGRAIN). Des échantillons des trois aliments expérimentaux ont été prélevés pour la détermination de leurs compositions chimiques (matière sèche analytique, protéine brute, fibre brute et cendre brute) telle que recommandé par l'Association Officielle des Chimistes Analytiques (AOAC, 2006).

Conduite des essais

Afin d'évaluer les potentialités hypocholestérolémiantes d'*E. heterophylla* sur les paramètres biologiques chez le lapin, trois traitements expérimentaux (MOD1, MOD2 et MOD3) ont été définis sur la base des distributions des deux régimes expérimentaux aux lapins (*Pangran* et *Paneuph*). Les fourrages étaient distribués *ad libitum* de telle sorte qu'il y ait au moins 15% de refus (Tableau 1). Dans l'essai 1, les traitements expérimentaux MOD1 et MOD2 ont consisté respectivement à la distribution des régimes *Pangran* et *Paneuph* durant l'allaitement (30 jours), la croissance (30 jours) et l'engraissement (30 jours). Quant au traitement expérimental MOD3, il a consisté en la distribution du régime expérimental *Pangran* durant l'allaitement et la croissance et la distribution du régime expérimental *Paneuph* en phase d'engraissement (Tableau 1). Dans l'essai 2, la distribution des traitements MOD1 et MOD2 a été faite uniquement durant la période d'engraissement (30 jours). Quant au traitement expérimental MOD3, il a consisté en la distribution du régime expérimental *Pangran* durant les 15 premiers jours de la période d'engraissement et la distribution du régime expérimental *Paneuph* sur les 15 derniers jours. Les quantités d'aliments distribués ont été réajustées chaque trois jours, afin que les régimes expérimentaux soient iso-caloriques.

Tableau 1 : Quantités (g) d'aliments expérimentaux frais distribués durant les essais en fonction des régimes expérimentaux testés et des stades physiologiques

Essais	Stades physiologiques	Durée (j) ingestion	Régimes alimentaires				
			<i>Paneuph</i>			<i>Pangran</i>	
			<i>Panicum maximum</i>	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Granulés pour lapin	<i>Panicum maximum</i>	Granulés pour lapin
1	Allaitement	1 à 30	300 à 600	400 à 1200	50	300 à 600	200 à 300
	Croissance	31 à 60	50 à 100	200 à 400	25 à 50	50 à 100	75 à 120
	Engraissement	61 à 90	100	400 à 500	50	100	120 à 150
2	Engraissement	1 à 15	100	400 à 500	50	100	120 à 150
		16 à 30	100	400 à 500	50	100	120 à 150

En début de chaque période d'élevage, les animaux ont été soumis à un traitement anticoccidien (Narcox : 1 g/ litre d'eau) à titre préventif pendant trois jours et un déparasitant (Pipérazine 100% : 1g par 10 kg). L'eau de boisson a été distribuée à volonté deux fois par jour (8h et 17h 30). Les animaux ont reçu par cage chaque semaine une orange récoltée dans le périmètre de l'INP-HB comme apport en vitamine C. Les ingestions volontaires d'aliment ont été quantifiées. Les animaux ont été pesés au début de l'essai, puis toutes les semaines jusqu'à la pesée finale à jeun.

A la fin de chaque essai, les six plus lourds lapins issus de chaque traitement (MOD1, MOD2 et MOD3) ont été étourdis avant d'être saignés au niveau de la carotide. Le sang frais carotidien a été recueilli dans des tubes rouges secs. Après coagulation et centrifugation à 4000 tours par minute pendant dix minutes, le sérum frais obtenu a été transvasé dans des tubes secs pour le dosage du cholestérol total, cholestérol-HDL triglycérides à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible HITACHI 704 selon les longueurs d'onde adaptées et selon les méthodes de calcul contenu dans le protocole d'utilisation indiqué par les kits de dosage de référence (MEDIFF, France) (Tableau 2). Le cholestérol LDL a été déterminé par calcul (Friedwald *et al.*, 1972).

Tableau 2 : Méthodes d'analyse des métabolites

Paramètres	Méthodes	λ (nm)
Cholestérol (CT)	Colorimétrie enzymatique CHOD-PAP	510
Cholestérol HDL (C-HDL)	Précipitation PEG 6000	510
Triglycérides (TG)	Colorimétrie enzymatique GPO-PAP	510
Cholestérol LDL (C-LDL)	$C-LDL = CT - C-HDL - TG/5$	

Analyses statistiques

A la fin de l'étude, les valeurs moyennes par traitement des paramètres étudiés ont été déterminées. Elles ont été soumises à une analyse de variance à un facteur au seuil de signification de 5% à l'aide du logiciel R .3.3.2.

Résultats

La composition chimique, le profil en acides gras des aliments expérimentaux et les estimations des énergies métabolisables sont présentés dans le tableau 3.

Effet des régimes sur l'ingestion alimentaire

Les valeurs moyennes de l'ingestion journalière de la matière sèche (IVJMS) des aliments et régimes sont présentées dans le tableau ⁴. Les

valeurs moyennes d'IVJMS des aliments différaient selon les régimes alimentaires et selon le stade physiologique étudiés ($P < 0,05$). Les ingestions volontaires journalières de matière sèche d'*E. heterophylla* représentaient respectivement 52% et 46% des ingestions volontaires journalières de matière sèche des régimes expérimentaux au cours des essais 1 et 2. Les profils d'acides gras des aliments étaient différents. En effet, les proportions en acide laurique (C12:0) et en acide myristique (C14:0) étaient plus élevées dans le granulé pour lapin. Par ailleurs, les proportions en acide palmitoléique (C16:1 n-7) et en acide oléique (C18:1 n-9) étaient plus élevées dans *P. maximum*. Quant à la proportion en acide gras α -linoléique (C18:3 n-3) de *E. heterophylla*, elle était 28 fois plus élevée que dans le granulé pour lapin et 2 fois plus élevée que dans le *P. maximum*.

Tableau 3 : Composition chimique et profil en acides gras des différents aliments étudiés

Compositions (%MF)	Aliments étudiés		
	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Granulés pour lapin	<i>Panicum maximum</i>
Matière sèche (MS)	18,4	89,9	25,7
Matière organique (MO)	89,7	90,4	88,2
Matière minérale (MM)	12,5	9,6	11,8
Matière grasse (MG)	7,2	7,4	2,5
Cellulose brute (CB)	21	14,2	18,8
Energie métabolisable (kcal.kg ⁻¹ MS)	1970	2702	1938
Acides gras			
ΣAGS	22,6	40,6	25,4
C12:0	0,1	14,5	0,1
C14:0	0,4	5,4	0,2
C16:0	19,6	18,8	22,5
C18:0	2,5	1,9	2,6
ΣAGMI	3,6	20,4	22,6
C16:1 ω 7	0,4	0	0,51
C16:1 ω 9	0,9	0,1	1,8
C18:1 ω 7	1	1,1	0,1
C18:1 ω 9	2,2	19,2	20,2
ΣAGPI	67,2	37,9	48,4
C18:2 ω 6	10,7	35,9	21,4
C18:3 ω 3	56,5	2	27
AGPI/AGS	3	0,9	1,9
C18:2 ω 6/C18:3 ω 3	0,2	18,1	0,8

Σ AGS : Acides Gras Saturés ; Σ AGMI : Acides Gras Mono Insaturés ; Σ AGPI : Acides Gras Polyinsaturés ; AGPI/AGS : Rapport AGPI/AGS ; C18:2 ω 6/C18:3 ω 3 : Rapport ω 6/

$\omega 3$ moyen ; Matière sèche : matière sèche en % de la matière fraîche ; EM a été calculée à partir de la formule suivante : $EM (kcal.kg^{-1}MS) = 3951 + 54,4 MG - 88,7 CB - 40,8 MM$
Tableau 4 : Ingestions volontaires journalières de la matière sèche des animaux au cours des essais

Essais	Périodes	TRAITEMENTS						
		MOD1 & MOD3			MOD2			
1	Allaitement (1 à 30 j)	Pan			Gran			
		51±4a			186±9c			
	Croissance (31 à 60 j)	Pan			Gran			
		17±4a			85±1b			
	Engraissement (61 à 90 j)	MOD1[15]		MOD3[15]			MOD2[15]	
		Pan	Gran	Pan	Euph	Gran	Pan	Euph
	19±5a	109±19b	18±5a	70±10d	44±1c	16±6a	71±22d	44±1c
2	Engraissement 1 à 15 j	MOD1 & MOD3			MOD2			
		Pan			Gran			
		17±5a			100±16a			
	16 à 30 j	MOD1[9]		MOD3[9]			MOD2[9]	
		Pan	Gran	Pan	Euph	Gran	Pan	Euph
		15± 2a	85±2c	11± 2b	52±7b	48±8a	11±2b	51±7b

Moyennes ± écart-type

a, b, c, les moyennes de la même ligne suivies de la même lettre du même aliment ne sont pas significativement différentes.

MOD1 : Distribution du *P. maximum* associé au granulé pour lapin *ad libitum* durant 30 jours ;

MOD2: Distribution du *P. maximum* associé à *E. heterophylla ad libitum* avec une quantité de granulé pour lapin de 50 g durant 30 jours ;

MOD3: *Pangran* pendant 15 jours suivi de *Paneuh* les 15 derniers jours).

Pan : *P. maximum*; *Euph* : *E. heterophylla*; *Gran*: Granulé pour lapin; [] = Nombre d'animaux

Effet du régime sur la cholestérolémie

Dans l'Essai 1, les taux de cholestérol total des lapins différaient significativement selon les régimes, tout comme ceux du cholestérol HDL ($P < 0,05$). L'ingestion d'*E. heterophylla* a induit une baisse du cholestérol total de 40,3 et 56,3% et une réduction du cholestérol HDL de 14,7 et 39,6% respectivement après 30 jours et 90 jours. Les teneurs de triglycérides des régimes supplémentés en *E. heterophylla* représentaient environ la moitié de celle du régime non supplémenté ($P < 0,05$). Quant aux taux de cholestérol LDL des animaux soumis aux différents régimes, ils différaient significativement les uns des autres ($P < 0,05$). Dans cet essai, une réduction significative du cholestérol LDL de 26% et 60% respectivement après 30 jours et 90 jours d'ingestions d'*E. heterophylla* a été observée (Tableau 5).

Dans le second essai, les taux de cholestérol total et de cholestérol LDL des lapins soumis aux traitements contenant *E. heterophylla* étaient significativement inférieurs à ceux des lapins soumis au traitement témoin (MOD1) ($P < 0,05$). L'ingestion d'*E. heterophylla* a induit une baisse du cholestérol total de 30 et 45,1% et une réduction du cholestérol LDL de 59,2% et de 65,4% respectivement après 15 jours et 30 jours. Les taux de cholestérol HDL des animaux soumis au traitement MOD2 étaient 31 et 43% plus faibles que ceux des traitements MOD3 et MOD1 respectivement ($P < 0,05$), qui eux ne différaient pas significativement entre eux. Les teneurs de triglycérides ne différaient pas selon les traitements ($P > 0,05$). Par ailleurs dans cet essai, il ressort que deux semaines d'ingestion d'*E. heterophylla* suffirent à réduire significativement les teneurs en cholestérol total et en cholestérol LDL chez les lapins locaux (Tableau 5).

Discussions

Choix méthodologique

La détermination de la teneur en cholestérol plasmatique chez les animaux après ingestion d'un régime contenant des plantes à forte potentialité hypocholestérolémiant est une pratique courante en production animale (Nuhu, 2010 ; Rohilla *et al.*, 2011). Cette méthode permet de montrer que l'incorporation de ressources non conventionnelles dans l'alimentation des animaux, induit une réduction du cholestérol plasmatique et par la suite, celle du cholestérol des produits animaux (muscle et jaune d'œuf). Elle diffère de celle pratiquée en pharmacologie qui consiste en l'obtention de différentes concentrations d'extraits de substances naturelles dans des solutions aqueuses, de l'alcool, etc., puis d'en déterminer les effets sur le cholestérol plasmatique chez les animaux (Gohil *et al.*, 2013).

Tableau 5 : Concentrations en cholestérol et triglycérides chez les lapins locaux en fonction des traitements étudiés

Essais	Paramètres sériques (mg/dl)	Traitements étudiés		
		MOD1	MOD2	MOD3
1	Cholestérol total	56,8±6,8a	24,8±5,5b	33,9±7,9b
	Cholestérol-HDL	24,5±5,4a	14,8±5,1a	20,9±7,0a
	Triglycérides	73,2±16,4a	34,2±2,2b	30,9±7,6b
	Cholestérol-LDL	17,7±1,8a	3,2±1,7b	6,8±1,4c
2	Cholestérol total	41,2±6,5a	22,6±2,7b	28,8±6,0b
	Cholestérol-HDL	26,7±4,0a	15,0±4,1b	21,8±2,0a
	Triglycérides	24,1±1,3a	27,9±3,6b	19,8±1,2c
	Cholestérol-LDL	13,0±1,2a	4,5±2,1b	5,3±1,5b

Moyenne ± écart-type de 6 lapins

a, b, c, les moyennes de la même ligne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Propriétés hypocholestérolémiantes d'*E. heterophylla*

Au regard des résultats obtenus dans le sérum des lapins, il semble indéniable que *E. heterophylla* possède des propriétés hypocholestérolémiantes. A notre connaissance, c'est la première étude qui montre cet effet chez l'animal. Des résultats similaires ont été obtenus avec *E. hirta*, une plante médicinale indigène (Huang *et al.*, 2012). Une des raisons susceptibles d'expliquer le manque d'information sur les potentialités hypocholestérolémiantes d'*E. heterophylla*, pourrait être la toxicité signalée de cette plante chez l'homme par voie orale (Falodum *et al.*, 2003). Une toxicité qu'il faudrait relativiser car elle pourrait dépendre de la dose, du mode de traitement, de l'organe de la plante, du modèle animal et de l'état physiologique de l'individu (Nalule *et al.*, 2017 ; Prota, 2016).

Substances hypocholestérolémiantes d'*E. heterophylla*

Les teneurs en acide gras alpha-linolénique (C18:3 n-3), auraient contribué à la modification du profil lipidique du sérum des lapins, permettant ainsi une réduction du risque d'athérosclérose et de maladies cardiovasculaires. Cependant, au regard des pourcentages de réductions de la cholestérolémie, il semble exister inéluctablement une synergie de plusieurs mécanismes d'action de différents métabolites primaires (Protéines, hydrates de carbone), de métabolites secondaires, notamment le stigmastérol et le β -stigmastérol glucoside (Falodum *et al.*, 2008), des polyphénols tels que les saponines, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les phénols, les tannins et l'acide ascorbique (James et Friday, 2010 ; Faleye *et al.*, 2012 ; Keerhana, 2014). Trois mécanismes d'action probables de ces molécules pourraient être mis en œuvre : (i) l'inhibition de l'absorption et de la réabsorption intestinale du cholestérol avec une augmentation de l'élimination fécale des acides biliaires (Dubuc, 2010), (ii) la protection contre la peroxydation avec l'action des antioxydants et (iii) l'inhibition de la synthèse du cholestérol (Raisonnier, 2004).

Effets hypocholestérolémiantes *E. heterophylla*

La teneur moyenne du cholestérol total enregistrée lors de l'Essai 1 est conforme à celles de plusieurs auteurs (0,55 g/l) obtenues dans le sérum des lapins (Kheffach, 2015 ; Adéoti *et al.*, 2013). Par contre, elle est plus élevée que celles obtenues (47,87 mg/dl) par Othmani-Mecif et Benazzoug (2005) chez des lapines non gestantes. Ces résultats confirment ceux obtenus au niveau de l'Essai 2. Les réductions de 45% du cholestérol total sérique corroborent les résultats obtenus par Ogbuewu et al. (2008) (50,77%), après l'introduction de 15% des feuilles de margousier dans l'alimentation des lapins. Par ailleurs, comparée aux feuilles de *Leucaena leucocephala*, *E. heterophylla* semble être une plante nettement plus hypocholestérolémiante.

En effet, pour analyser les effets hématologiques et biochimiques de *L. leucocephala*, Rohilla *et al.* (2011) ont incorporé 20%, 40% et 60% des feuilles de cette plante dans l'alimentation des lapins. Les résultats obtenus après trois mois de traitement ont montré que le meilleur taux d'incorporation des feuilles de cette plante dans l'alimentation des lapins était de 40% avec une réduction du cholestérol total et du cholestérol LDL respectivement de 8,7% et 3,7%.

Conclusion

Ce travail avait pour objectif d'évaluer le pouvoir hypocholestérolémiant d'*E. heterophylla*. Les deux essais réalisés ont montré une réduction significative du cholestérol LDL ou "mauvais cholestérol". Ces résultats obtenus chez des lapins locaux montrent que *E. heterophylla* contiendrait des molécules hypocholestérolémiantes qu'il faudrait mieux identifier et quantifier.

References:

1. Abegunde, D. O., Mathers, C. D., Adam, T., Ortegón, M. & Strong, K. (2007). The burden and costs of chronic diseases in low-income and middle-income countries. *Lancet*, (-370), 1929-1938.
2. Adeoti, M., Djyh, B., Djaman, A. & Sess, E. (2013). Etude des variations du pool des lipides et des marqueurs de la lipopéroxydation chez le lapin sous traitement par l'extrait chloroformique de *Mansonia altissima*. *Revue Bio-Africa*, (11), 7-12.
3. Ahongo, Y. D., Kouakou, N. D.V., Angbo, C. E. M., Assidjo, E. N. & Kouba, M. (2016). Effect of a diet supplemented with *Euphorbia heterophylla* on lipid parameters in the thighs of rabbits. In: *European Annual Animal Production Book*, Wageningen, Pays Bas, p562.
4. AOAC (2006). Presidential task force on best practices for microbiological methodology. *BPMM Task Force Final Report 8-7-06*, p201.
5. Barcelo-Coblijn, G. & Murphy, E. J. (2009). Alpha linolenic and its conversion to longer chain n-3 fatty acids: Benefits for human health and a role in maintaining tissue n-3 fatty acid levels. *Prog. lip. rech.*, (48), 355-374.
6. Callias, C. (2007). Les alicaments dans la lutte contre l'hypercholestérolémie. *Bulletin de la Société des Enseignants Neuchâtelois de Sciences*, (30), p18.
7. Dubuc, G. (2010). La PCSK9 humaine: une molécule aux multiples facettes métaboliques et une cible thérapeutique prometteuse études de régulation in vitro et in vivo. Thèse de Philosophiae Doctor (Ph.D.) en sciences biomédicales. Université de Montréal, p233.

8. Dylan, S. M. & Peter, J. J. (2010). Le rôle des phytostérols et les maladies cardiovasculaires. Université du Manitoba, Canada. Département des Sciences de l'alimentation. La Revue Whitehall-Robins, 19 (1), p2.
9. Faleye, F. J., Odeyemi, A. T. & Aderogba, A. A. (2012). Evaluation of the chemical composition and antimicrobial activities of three Nigerian medicinal plants. *Elixir Appl. Biology*, (45), 7652-7656.
10. Falodun, A., Agbakwuru, E. O. P. & Ukoh, G. C. (2003). Antibacterial activity of *Euphorbia heterophylla* linn (family Euphorbiaceae) *Pak. J. Sci. Res.*, 46 (6), 471-472.
11. Falodun, A., Ali S., Quadir, M. I. & Choudhary, M. I. I. (2008). Phytochemical and biological investigation of chloroform and ethylacetate fractions of *Euphorbia heterophylla* leaf (Euphorbiaceae). *J. Med. Plant. Res.*, 2 (12), 365-369.
12. FAO (2015). Maladies cardiovasculaires .Aide-mémoire Janvier 2015. Consulté le 15/09/15
13. Friedewald, W. T., Levy, R. I. & Fredrickson, D. S. (1972). Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem.*, (18), 499-502.
14. Gohil, V. P., Shah, B. G. & Sukhval, S. H. (2013). Effect of stigmasterol against high-fat diet-induced dyslipidemia in rats: A preliminary study. *Scholar Reseach Library. Der Pharmacia Lettre*, 5 (4), 305-309.
15. Huang, L., Chen, S. & Yang, M. (2012). *Euphorbia hirta* (Feiyangcao): A review on its ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology. *J. Med. Plants Res.*, 6 (39), 5176-5185.
16. Iserin, P., Moulard, F., Rachel, R., Biaujeaud, M., Ringuet, J., Bloch, J., Ybert E., Vican, P., Masson, M., Moulard, F., Restellini, J-P. & Botrel, A. (2001). *La rousse : encyclopédie des plantes médicinales ; identification, préparation, soins*. 2 éd, Paris, 155-291.
17. James, O. & Friday, E. T. (2010). Phytochemical composition, bioactivity and wound healing potential of *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae) leaf extract. *Inter. J. Pharm. Biom. Res.*, 1 (1), 54-63.
18. Keerthana, K., Deepa, A., Shobana, G., Jothi, G. & Sridharan, G. (2014). Preliminary phytochemical screening and in vitro antioxidant potential of *Euphorbia heterophylla*. *Int J Pharm Pharm Sci.*, 6 (8), 549-553.
19. Kenfack, A., Tchoumboué, J., Kamtchouing, P. & Ngoula, F. (2006). Effets de la substitution par l'arachide fourragère (*Arachis glabrata*) de l'herbe à éléphant (*Pennisetum purpureum*) sur le nombre

- d'ovulations et les mortalités prénatales chez le cobaye (*Cavia porcellus* L.) adulte. *Tropicultura*, 24 (3), 143-146.
20. Kheffach, A. (2015). La cytotoxicité de certaines huiles essentielles chez les lapins. Mémoire de de Master. Université Echahid Hamma Lakhdar D'el-Oued, p161.
 21. Kouakou, N. D. V., Cheick, T. G., Angbo-Kouakou, C. E. M., Kouamé, K. B., Adima, A. A., Assidjo, N. E., Grongnet, J-F. & Kouba, M. (2015). Essai préliminaire de production d'œufs des poules pondeuses (ISA Warren) enrichis en acides gras polyinsaturés oméga 3 avec les graines de *Euphorbia heterophylla* L. International Formulae Group. *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 9 (4), 1902-1909.
 22. Kouakou, N. D. V., Coulibaly, S. B. M., Angbo-kouakou, C. E. M., Thys, E., Assidjo, N. E. & Kouba, M. (2016). Réduction des coûts alimentaires des lapins (*Oryctolagus cuniculus* L.) par la distribution de l'herbe de lait (*Euphorbia heterophylla* (L.) Klotz. & Garcke) associée à l'herbe de Guinée (*Panicum maximum* Jacq.) Lam. en élevage semi-intensif. *J. App. Bios.*, (99), 9373-9381.
 23. Kouakou, N. D.V., Grongnet, J-F., Assidjo, N. E., Thys, E., Marnet, P-G., Catheline, D., Legrand, P. & Kouba, M. (2013). Effect of a supplementation of *Euphorbia heterophylla* on nutritional meat quality of Guinea pig (*Cavia porcellus* L.). *Meat Science*, 93 (4), 821-826.
 24. N'Guessan, K., Soro, D. & Amon, A. D. E. (2011). Plantes utilisées en médecine traditionnelle dans le traitement des maladies cardiovasculaires, en pays Abbey et Krobou, dans le Sud de la Côte-d'Ivoire. *Ethnopharmacologie, Phytothérapie*, 9 (4), 199-208.
 25. Nalule, A. S., Afayoa, M., Malim, B. & Majidu, M. (2017). Acute oral toxicity of *Euphorbia heterophylla* Linn. ethanolic extract in albino mice. *Afri. J. Pharm. Pharm.*, 11(1), 1-9.
 26. Nuhu, F. (2010). Effect of moringa leaf meal (MOLM) on nutrient digestibility, growth, carcass and blood indices of weaner rabbits. In: MSc. Thesis. Anim. Nutr., Kwame Nkrumah University, Kumasi (Ghana), p122.
 27. Ogbuewu, I. P., Okoli, I. C. & Iloeje, M. (2008). Serum biochemical evaluation and organ weight characteristics of buck rabbits fed graded levels Neem (*Azadirachta indica*) leaf meal diets. *Veton - line - The International Journal of Veterinary Medicine* 2008.
 28. OMS (2003). Organisation mondiale de la Santé. Rapport sur la santé dans le monde. 1211 Genève 27, Suisse, www.who.int/whr/2003/en/whr03_fr.pdf. Consulté le 16/10/2016.
 29. Othmani-Mecif, K. & Benazzoug, Y. (2005). Caractérisation de certains paramètres biochimiques plasmatiques et histologiques

- (tractus génital femelle) chez la population locale de lapin (*Oryctolagus cuniculus*) non gestante et au cours de la gestation. Sciences et technologie, (23), 91-96.
30. Protá (2016). *Euphorbia heterophylla* (PROTA). (2014, décembre 17). Plant Use. Retrieved 22:38, novembre 13, 2016 depuis [http://uses.plantnetproject.org/f/index.php?title=Euphorbia_heterophylla_\(PROTA\)&oldid=61043](http://uses.plantnetproject.org/f/index.php?title=Euphorbia_heterophylla_(PROTA)&oldid=61043).
 31. Raisonnier, A. (2004). Lipides et lipoprotéines. Cours de Biochimie Métabolique et Régulations. Université Pierre et Marie Curie, p106
 32. Rohilla, P.P., Bujarbaruah, K. M., Kumar, M. & Singh (2011). Haematological and biochemical responses of various levels of Subabul (*Leucaena leucocephala*) leaves in growing rabbits. Indian J. Anim. Nutr., 17 (1), 28-33.
 33. Scheen, A. J. (2011). Les statines dans la prise en charge des dyslipidémies. Université de Liège, département de médecine, Revue du Praticien, (6), 1120-1126.