

Récupération nutritionnelle chez les sujets malnutris VIH positifs et VIH négatifs après utilisation de feuilles de *Moringa oleifera* Lam

Amivi TETE–BENISSAN^{1*}, Marie-Luce Akossiwoa QUASHIE², Koko LAWSON-
EVI³, Kouami KOKOU⁴, Messanvi GBEASSOR¹

¹Laboratoire de Physiologie et de Pharmacologie, Faculté des Sciences, Université de Lomé, B.P. 1515, Lomé, Togo.

²Laboratoire de Physiologie et Biotechnologies végétales, Faculté des Sciences, Université de Lomé, B.P. 1515, Lomé, Togo

³Service de Pédiatrie CHU Tokoin, Lomé, Togo

⁴Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale, Faculté des Sciences, Université de Lomé, B.P. 1515, Lomé, Togo

*Auteur correspondant E-mail: ateteben@ig.refer.org / tetebenissancolette@yahoo.fr

Tél. : 00(228)90038402 / 00(228)22364638., Fax: 00(228)22258784 / 00(228)22218595.

Mots clés: *Moringa oleifera*, malnutrition, protéines sériques, VIH

Key words: *Moringa oleifera*, malnutrition, serum proteins, HIV

1 RESUME

Les feuilles de *Moringa oleifera* Lam (*Moringaceae*) une plante aux multiples usages, sont utilisées dans la lutte contre la malnutrition en Afrique et en Asie en raison de leurs qualités nutritionnelles exceptionnelles. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence de la consommation de la poudre de feuilles sur l'évolution des protéines sériques pendant la récupération nutritionnelle chez les sujets souffrant de malnutrition. Des nourrissons (29 VIH négatifs et 26 VIH positifs) et des enfants (27 VIH négatifs et 32 VIH positifs) des deux sexes âgés de 12 mois à 8 ans ont été comparés. Après 16 semaines d'utilisation de *M. oleifera*, les paramètres anthropométriques ont été mesurés, les dosages des protides totaux, de la créatinine, de l'ASAT, de l'ALAT, de GT ont été effectués et le protéinogramme a été réalisé. La récupération nutritionnelle avec *M. oleifera* a montré que l'IMC a significativement augmenté aussi bien chez les sujets VIH négatifs que chez les VIH positifs ($p \leq 0,001$). L'élévation significative des concentrations de l'albumine est corrélée à la diminution significative des protides totaux, des fractions $\alpha_1, \alpha_2, \beta, \gamma$, globulines, de la créatinine, de l'ASAT, de l'ALAT et de GT après l'utilisation du complément alimentaire. Les résultats de l'étude ont également montré que l'amélioration de l'état nutritionnel, de l'état inflammatoire et de l'état immunitaire est plus importante chez les sujets VIH négatifs que chez les sujets VIH positifs. Cette étude confirme les qualités nutritionnelles et les propriétés pharmacologiques des feuilles de *M. oleifera* dans la lutte contre la malnutrition protéino-énergétique et les carences en micronutriments. Ainsi, malgré les profondes perturbations métaboliques engendrées par l'infection virale, *M. oleifera* aide à diminuer efficacement l'état inflammatoire chez les sujets VIH positifs.

ABSTRACT

Nutritional recovery of HIV positive and HIV negative undernourished patients utilizing *Moringa oleifera* leaves

The leaves of *Moringa oleifera* Lam (*Moringaceae*) a plant with many uses, are used in the fight against malnutrition in Africa and Asia because of their exceptional nutritional qualities. The

objective of this study is to evaluate the influence of consumption of leaf powder on the evolution of serum proteins during nutritional recovery in malnourished subjects. Infants (29 HIV negative and 26 HIV positive) and children (27 HIV negative and 32 HIV positive) of both sexes aged 12 months to 8 years were compared. After 16 weeks of use of *M. oleifera*, anthropometric parameters were measured, assays of total protein, creatinine, AST, ALT, and a proteinogramme was performed. Nutritional recovery with *M. oleifera* showed that BMI was significantly increased in HIV-negative than in HIV positive ($p \leq 0.001$). The significant increase in concentrations of albumin is correlated with significant decrease in total protein, α_1 , α_2 , β , γ , fractions globulins, creatinine, AST, ALT and GT after use of the dietary supplement. The results of the study also showed that the improvement of the nutritional status of the inflammatory and immune status is higher among HIV negative and HIV positive patients. This study confirms the nutritional and pharmacological properties of *M. oleifera* leaves in the fight against the protein-energy malnutrition and micronutrient deficiencies. However, despite the profound metabolic disturbances caused by viral infection *M. oleifera* to effectively reduce the inflammatory state among HIV positive.

2 INTRODUCTION

Dans les pays en développement comme le Togo, les malnutritions protéino-énergétique et par carences en micronutriments constituent un véritable problème de santé publique. Elles sont à l'origine de nombreuses pathologies responsables de fréquentes morbidités et mortalités infantiles (Unicef, 2007a; Shetty, 2010). Au cours de l'évaluation de la malnutrition, l'approche anthropométrique identifie les cas flagrants, mais sous-estime généralement les situations carencielles marginales, les pathologies infantiles ayant souvent une installation et une évolution insidieuses (Idohou-Dossou et al., 2003; Yapi et al., 2009). Les formes graves sont franchement observées grâce aux perturbations profondes des protéiques sériques. Cependant, les formes débutantes ou infracliniques ne sont déterminées que par les examens biologiques appropriés (Fuhrman et al., 2004; Yapi et al., 2009). Les variations de concentrations plasmatiques des protéines sont souvent observées au niveau des différentes fractions du protéinogramme. Et chez les sujets infectés par le VIH, ces variations sont corrélées à une diminution des lymphocytes (Luganda et al., 2004; Tangara, 2005; Tété-Bénissan et al., 2012). La malnutrition, les infections virales, parasitaires et bactériennes sont généralement responsables de l'augmentation des transaminases en raison de l'implication des cellules hépatiques dans de nombreuses réactions

métaboliques et de détoxification (Djembi, 2002 ; Koné, 2007). Au Togo, où la mortalité infantile est élevée, de l'ordre de 98‰, 30% environ des enfants souffrent de malnutrition. Dans ces 30%, près de 23,5% de ceux qui ont moins de cinq ans présentent une insuffisance pondérale et 14,3% sont affectés par une malnutrition aiguë. Ces taux dépassent évidemment le seuil critique de 10% fixé par l'Organisation Mondiale de la Santé (Unicef, 2007b, Ministère de la Santé/Unicef, 2009). De plus, on estime que 0,18% (11000) des enfants togolais sont infectés par le VIH (Unicef, 2007b ; Onu/Sida, 2009). Des ressources végétales riches en protéines, vitamines, sels minéraux, polyphénols, comme les feuilles de *M. oleifera* Lam. (Moringaceae) peuvent être utilisées pour la prévention et la correction de la malnutrition en raison de leurs qualités nutritionnelles exceptionnelles (Ndong et al., 2007a; de Saint Sauveur et Broin, 2010 ; Moyo et al., 2011).

M. oleifera une plante tropicale (**Photo 1**) à multiples usages, est cultivée surtout en Afrique et en Asie où elle est utilisée déjà comme complément dans l'alimentation animale (Tendonkeng et al., 2005; Reyes-Sánchez N et al. 2006 ; Mendieta-Araica et al., 2011), en agroforesterie, en médecine traditionnelle et dans l'industrie (Anwar et al., 2007; Quashie et Tchezoum, 2009 ; Shindano et Kasase, 2009 ;

Kwaambwa, 2010). Des travaux antérieurs confirment également les propriétés anti-inflammatoires, anti oxydantes et réparatrices de la plante (Yang et al., 2006a ; Ndong et al., 2007b ; Nandave et al., 2009; Atawodi et al., 2010; Atawodi, 2011 ; Moyo et al., 2012). Elle peut ainsi

servir de fortifiant et de stimulant du système immunitaire contre les atteintes virales et notamment chez les sujets vivant avec le VIH /SIDA (Lipipun et al., 2003; Yang et al., 2006a ; Shindano et al., 2009 ; Tété-Bénissan et al., 2012).



Photo 1 : Plants de *M. oleifera* montrant les troncs et les branches feuillues



Photo 2 : Feuilles de *M. oleifera* lavées et étalées (séchées) sur une paillasse à l'abri du soleil



Photo 3 : Sachets contenant la poudre de feuilles de *M. oleifera* prête à l'emploi

Le présent travail a pour but d'évaluer les effets de la consommation des feuilles de *M. oleifera* dans la récupération nutritionnelle. De façon spécifique, cette étude analyse l'évolution des protides totaux, des protéines de l'état nutritionnel, de l'état inflammatoire et de l'état immunitaire, des enzymes hépatiques et de la créatinine après l'utilisation régulière de la poudre

de feuilles chez les sujets malnutris VIH négatifs et VIH positifs. Les résultats permettront d'orienter les praticiens dans la mise en place des programmes de lutte contre la malnutrition infantile à moindre coût avec l'utilisation régulière de la poudre de feuilles de *M. oleifera* chez les sujets

3. MATERIELS ET METHODES

3.1. Population d'étude : Elle est constituée de sujets des deux sexes vivant à Lomé dont le statut sérologique a été préalablement déterminé et régulièrement suivis depuis 6 à 12 mois par des consultations périodiques réalisées par les médecins pédiatres et nutritionnistes dans les centres hospitalier et de santé (CHU-Tokoin, CMS Casablanca, CMS de Espoir-Vie-Togo). Les sujets âgés de 12 mois à 8 ans dont le retard de croissance

avait été établi par l'équipe médicale, étaient déjà sélectionnés pour suivre un programme de récupération nutritionnelle. La poudre de *M. oleifera* a remplacé le complément alimentaire proposé habituellement dans les centres après l'autorisation du Ministère de la Santé. Les sujets dont les mères sont volontaires et consentantes sont répartis en deux groupes. Groupe I : 55 nourrissons âgés de 12 à 30 mois dont 29 VIH négatifs et 26 VIH positifs

asymptomatiques. Groupe II : 59 enfants âgés de plus de 30 mois à 8 ans dont 27 VIH négatifs et 32 VIH positifs (17 asymptomatiques et 15 symptomatiques sous antirétroviraux (ARV) composés de Zidovudine + Lamivudine + Abacavir. Le groupe de contrôle est constitué de 15 sujets VIH négatifs et de 15 sujets VIH positifs âgés de 2 ans à 8 ans.

3.2. Matériel végétal : Les feuilles utilisées au cours de cette étude sont récoltées à partir des plants de *M. oleifera* «écotype togolais» obtenus par semis des graines, chez les producteurs de l'Association et Promotion des Planteurs d'Essences Forestières au TOGO (Aidam et al., 2007; Quashie et Tchezoum, 2009). Leur identification a été confirmée au Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale de l'Université de Lomé.

3.3. Echantillons sanguins : Les échantillons (5 ml) de sang périphérique ont été obtenus par ponction veineuse dans un tube sec, le matin chez des sujets à jeun depuis au moins 8 à 10 heures. Après centrifugation, le sérum recueilli est conservé à 4°C pour les différents dosages et analyses.

3.4. Préparation de la poudre de *M. oleifera* : Les feuilles fraîches de *M. oleifera* sont rapidement lavées 2 fois à l'eau potable pour éliminer la poussière, puis dans 1 bac d'eau additionnée d'hypochlorite de sodium à une concentration finale de 1% pendant 3 à 5 mn. Enfin, elles sont lavées de nouveau à l'eau du robinet puis égouttées pendant 30 mn. Les feuilles sont ensuite étalées sur du papier filtre et mises à sécher dans une pièce à l'abri du soleil et de la poussière pendant 4 jours (**photo 2**). Les feuilles sèches sont réduites en poudre dans un moulin de type 3375-E20 (Thomas Scientific™, USA). La poudre est conditionnée dans des sachets et conservée dans un endroit sec (**photo 3**).

3.4.1. Dosage des constituants minéraux de la poudre : La composition minérale a été déterminée par le dosage des éléments après minéralisation acide des cendres de l'échantillon au Spectrophotomètre d'Absorption Atomique Solaar S2, (Thermo Electron Corporation ; Orion, England).

3.4.2. Dosage des protéines totales de la poudre : Les protéines totales ont été dosées par la méthode de Kjeldahl. Le facteur de conversion

azote/protéine utilisé est de 6,25 (Quantité de protéines (%) = Azote (%)x 6,25).

3.4.3. Détermination de la qualité microbiologique de la poudre : Elle a été effectuée par la recherche des champignons et des bactéries habituels (germes totaux, coliformes totaux, coliformes thermo tolérants (44°C), anaérobie sulfite-réducteurs, *Staphylococcus aureus*, salmonelles). Les méthodes utilisées sont celles de la norme française relative à ces germes et adoptée dans l'espace UEMOA (Méthode de routine NF V08-051).

3.5. Incorporation de la poudre de *Moringa oleifera* dans les menus des sujets : Les doses de poudre à incorporer ont été déterminées en fonction des apports journaliers recommandés par la FAO (WHO, 2007 ; Goyens, 2009) et des tests organoleptiques effectués dans les centres de Santé (Nambiar et Pernami 2008). Ainsi, tous les sujets de l'étude en dehors des témoins négatifs, reçoivent chacun 30 g de poudre de *M. oleifera* répartis dans les trois repas quotidiens pendant 16 semaines. A chaque repas, 10 g de poudre sont incorporés dans une bouillie à base de 25g de céréales torrifiées (*Zea mays*, *Sorghum spp*, *Pennisetum typhoides*, *Glycine max*) chez les nourrissons ou dans le plat de céréale assaisonné de sauce (87% de céréale, 10% de protéines et 3% d'huile végétale) chez les enfants.

3.6. Paramètres étudiés

3.6.1 Données anthropométriques : Elles ont été déterminées en mesurant le poids et la taille tous les 15 jours au cours des contrôles obligatoires supervisés par les Médecins Pédiatres et Nutritionnistes pendant 16 semaines. Les sujets sont pesés avec un appareil de marque SECA (France). Les nourrissons avec SECA 725 de précision 5 g et les enfants avec SECA Robusta 813, de précision 100 g. La taille est ensuite mesurée sur les sujets couchés (nourrissons) ou debout (enfants) respectivement avec une toise en bois pour bébés ou pour enfants. L'indice de masse corporelle (IMC) exprimé en kg/m² est le rapport de la masse mesurée sur le carré de la taille. Les courbes de corpulence chez les garçons et les filles ont permis de déterminer si les sujets présentent une insuffisance pondérale ou non (WHO, 2006 ; Hennart et Dramaix, 2009). La valeur du gain réel en poids et en taille a été calculée selon la formule suivante :

Gain relatif = [(Mesure initiale – Mesure finale) / Mesure finale] x 100

Gain réel = [Gain relatif d'un échantillon – Gain relatif des témoins].

3.6.2 Paramètres biochimiques : Deux bilans ont été réalisés au début et à la fin de l'étude, c'est-à-dire avant et après 16 semaines de consommation quotidienne de *M. oleifera*. Tous les dosages sont effectués sur l'automate Lisa 500 Plus (Biocode Hycl, France) avec des coffrets de réactifs Spinreact (Sant Esteve de Bas, Espagne).

Les protéides totaux sont dosés par colorimétrie, selon la réaction du Biuret en utilisant le kit «Protéines totales, Biuret colorimétrique» réf. 1001291. L'électrophorèse des protéines est réalisée à pH 8,6 sur plaque d'acétate de cellulose (Titan III-P, réf 3023 ; Helena-Elitech, France). Les diverses fractions (albumine et globulines) sont révélées par coloration au Rouge Ponceau S à 0,5%, intégrées et calculées par le densitomètre Préférence Ecran (réf. 1005, Sébia-France). La créatinine est quantifiée par dosage cinétique avec le kit «créatinine, Jaffé cinétique- colorimétrique» réf 1001111. Les

Transaminases (ASAT et ALAT) et γ -GT ont été dosées par cinétique enzymatique, avec les kits «GOT (AST, NADH cinétique UV ; réf. 1001160)», «GPT (ALT, NADH cinétique UV ; réf. 1001170)», «GT cinétique Substrat carboxy ; réf. 1001185». Les variations des concentrations sériques des protéides totaux et des fractions (albumine et globulines) protéiques ont été calculées selon la formule suivante :

Variation de la concentration = Concentration au début – concentration à la fin

3.7 Traitement des données : L'analyse statistique des données est effectuée par le logiciel GraphPad Prism 5 Software. Les résultats quantitatifs sont exprimés par la moyenne \pm l'écart type. Les différents groupes : témoins négatifs (VIH négatifs et VIH positifs), sujets ayant consommé la poudre de *M. oleifera* (nourrissons : VIH négatifs et VH positifs; enfants : VIH négatifs, enfants VIH positifs ARV_{plus} et ARV_{moins}) ont été comparés soit par le test non paramétrique de Mann et Whitney, soit par ANOVA. Le seuil de signification retenu est de 5% ($p \leq 0,05$).

4 RESULTATS

4.1. Qualité nutritionnelle de la poudre de feuilles de *M. oleifera* : La poudre de feuilles de *M. oleifera* utilisée au cours de l'étude contient environ 35g de protéines et 10g de minéraux totaux pour 100g de produit, avec des concentrations relativement importantes de minéraux (**Tableau 1**). Les teneurs en minéraux sont assez élevées pour

que 30g de poudre couvrent les besoins essentiels de la tranche d'âge retenue pour cette étude. En effet, la dose de 30g de poudre de *M. oleifera* couvre environ 30 à 50% des besoins en protéines et 30 à 100% des minéraux (Ca, K, Mg, Fe, Cu; Mn, Se, P) chez les sujets.

Tableau 1 : Valeurs nutritionnelles de la poudre de *Moringa oleifera* préparée

	mg/100g de poudre	mg/30 g de poudre	AJR enfants de 1-3 ans	AJR enfants de 4-9 ans
Protéines totales	35000\pm2000	10500	20000-23000	34 000
Eléments minéraux				
Calcium	2450 \pm 150	735	500	700-900
Potassium	2059 \pm 120	617,7	800	800
Magnésium	510 \pm 42	153	80	130-200
Phosphore	350 \pm 23	105	360	450-600
Fer	20 \pm 6	6	7	7-9
Manganèse	12 \pm 1,2	3,6	1	1 -2
Cuivre	2,14 \pm 0,2	0,645	0,8	1-1,2
Zinc	2,6 \pm 0,5	0,87	6	7
Sélénium	0,31 \pm 0,02	0,093	0,02	0,03-0,04
Minéraux totaux	10000\pm340	3000		

(AJR) Apport Journalier Recommandé. (Source WHO, 2007 ; Goyens, 2009)

Qualité microbiologique de la poudre : Les recherches de bactéries et champignons microscopiques n'ont révélé aucun germe pathogène. La qualité microbiologique de la poudre préparée est considérée comme satisfaisante par rapport aux critères utilisés (AFNOR)

4.2 Variations des paramètres anthropométriques : La malnutrition a entraîné une insuffisance pondérale chez tous les sujets de l'étude VIH négatifs et VIH positifs. La consommation pendant 16 semaines du complément alimentaire permet de constater que l'Indice de Masse Corporelle (IMC) est significativement augmenté chez tous les sujets ($p \leq 0,001$) à la fin de l'étude. Quand on considère les sujets VIH négatifs, le gain de poids dû à la poudre de *M. oleifera* est de 17,4% chez les nourrissons et de 12% pour les enfants, on note donc un gain en poids plus important chez les nourrissons que chez les enfants. On constate d'une part, que les nourrissons VIH positifs gagnent 5,5 à 7% de plus en poids par rapport aux enfants VIH positifs, et

d'autre part qu'à l'intérieur du groupe des enfants VIH positifs, les sujets ARV_{plus} ont un gain de poids égal à celui des enfants VIH négatifs. Ils gagnent en moyenne 3% de poids en plus que les sujets ARV_{moins} (**figure 1**). La comparaison des 2 groupes VIH positifs et VIH négatifs montre en définitive une récupération plus rapide en poids chez les nourrissons que chez les enfants ; mais également une récupération plus rapide chez les enfants VIH positifs, traités contre le virus par rapport à ceux qui ne reçoivent pas de traitement. Le groupe VIH positifs (ARV_{moins}) considéré comme asymptomatique est celui qui a significativement la plus faible récupération en poids avec la poudre de *M. oleifera*. Quel que soit leur statut sérologique, les nourrissons ont un gain significatif en taille par rapport aux enfants (1%). Le groupe ayant le mieux récupéré reste celui des nourrissons malnutris et VIH négatifs dont le gain en taille est 3 fois plus important que celui du groupe le moins réactif, celui des enfants VIH positifs et ARV_{moins} (**figure 1**).

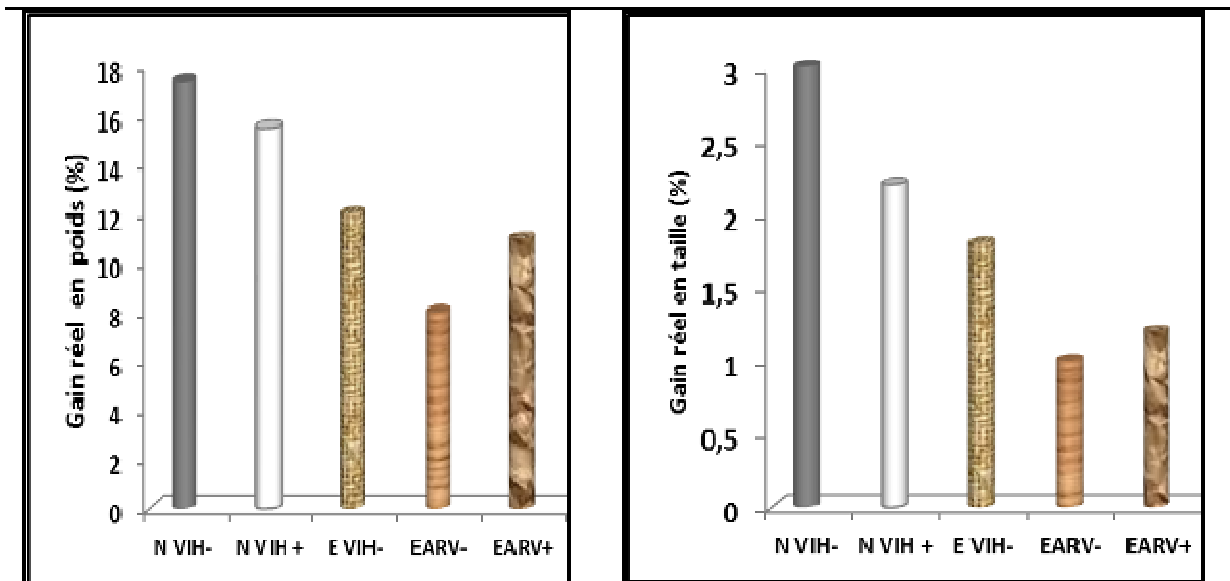


Figure 1 : Evolution des paramètres anthropométriques des sujets de l'étude. Pourcentages de gains réels en poids et en taille après utilisation de la poudre de *M. oleifera*.

Comparaison : Sujets VIH- ($p \leq 0,0001$) ; sujets VIH+ ($p \leq 0,001$)

Légende : NVIH- et VIH+ (Nourrissons VIH- et VIH+), EVIH- (Enfants VIH-), EARV- et EARV+ (Enfants ARV- et ARV+).

4.3. Evolution des protéines de l'état nutritionnel : L'augmentation des concentrations sériques de l'albumine corrélée à la diminution de la protidémie sont considérées comme des indices de l'évolution de l'état nutritionnel des sujets de l'étude. Par rapport aux témoins l'utilisation de la poudre indique une élévation du taux d'albumine d'un facteur de 4 chez tous les sujets (**figure 2**) et c'est aussi dans le groupe des nourrissons VIH négatifs qu'elle est la plus importante. Cependant si

on considère les deux paramètres, l'augmentation de l'albumine et la diminution des protides totaux, c'est le groupe des enfants VIH négatifs qui a la meilleure récupération nutritionnelle. Pour le groupe VIH positifs (enfants et nourrissons), la récupération nutritionnelle est équivalente à celle du premier groupe. Ce qui laisse bien présupposer que les évolutions positives enregistrées chez les sujets de l'étude sont essentiellement dues à la poudre de *M. oleifera*.

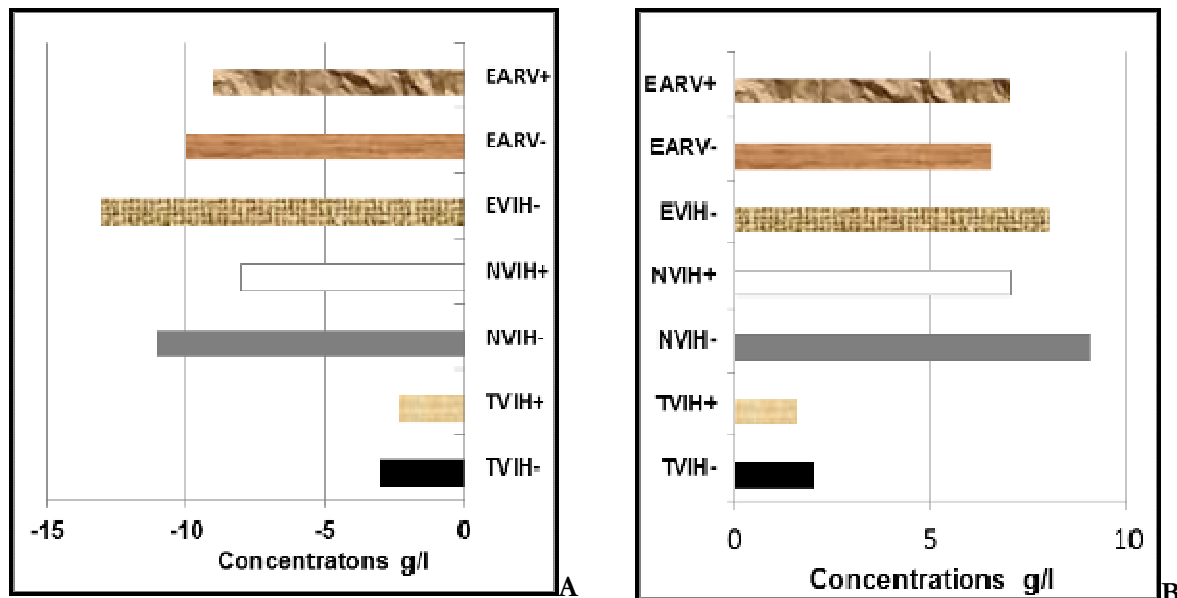


Figure 2 : Evolution des paramètres de l'état nutritionnel des sujets de l'étude après utilisation de la poudre de *M. oleifera*.

A : Diminution de la protidémie en (g/l). Comparaison : sujets VIH – et VIH + ($p \leq 0,001$).

B : Augmentation des taux de l'albumine en (g/l). Comparaison : sujets VIH – et VIH + ($p \leq 0,001$).

Légende : TVIH- et TVIH+ (Témoins VIH- et VIH+); NVIH- et NVIH+ (Nourrissons VIH- et VIH+); EVIH- (Enfants VIH-); EARV- et EARV+ (Enfants ARV- et ARV+)

4.4. Evolution des protéines de l'état inflammatoire : Une augmentation importante des protéines de la phase aigüe ($\alpha 1$, $\alpha 2$ et β globulines), engendrée par la malnutrition et l'infection par le VIH est observée chez les sujets avant la consommation de *M.oleifera*. Une diminution significative de ces protéines après l'utilisation de la poudre de *M. oleifera* indique un effet positif de la consommation du complément alimentaire chez les sujets étudiés quel que soit leur statut sérologique. La diminution des protéines de l'inflammation chez les témoins est 3 à 4 fois significativement moins importante que chez les sujets ayant consommé le

complément alimentaire. L'abaissement dû à l'utilisation de la poudre de *M. oleifera* est pratiquement identique chez les nourrissons et les enfants. Plus particulièrement, chez les enfants VIH positifs, c'est chez les sujets ARV_{moins} que ces protéines diminuent le plus significativement (**figure 3**). Dans le détail de la diminution des protéines de l'inflammation, c'est dans le groupe des enfants ARV_{plus} qu'elle est la moins importante quel que soit la protéine considérée. Ainsi, $\alpha 1$ est la protéine pour laquelle, la plus faible diminution est enregistrée (-1,3g/l), même si tous les sujets du groupe VIH positif montrent une baisse équivalente

des protéines de la phase aigüe. Ces résultats indiquent que la poudre de *M. oleifera* a une action anti inflammatoire évidente dans tous les groupes étudiés. Cependant, les effets conjugués de

l'infection virale et des antirétroviraux sur les processus inflammatoires chez les ARV_{plus} pourraient expliquer que ce soit le groupe le moins réactif

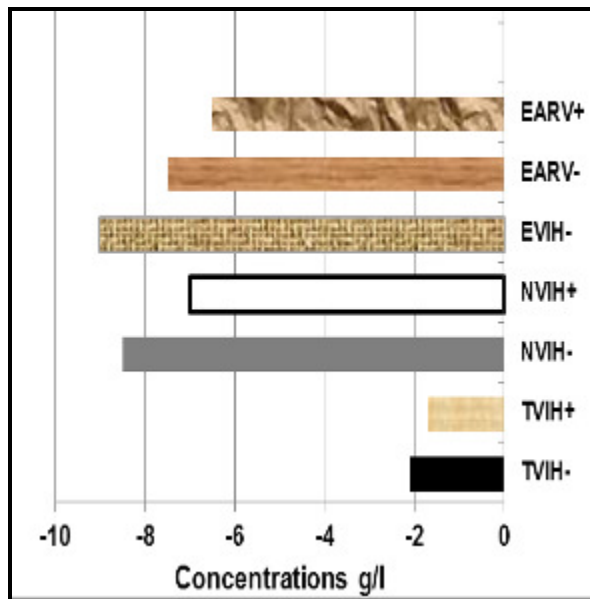


Figure 3: Evolution de l'état inflammatoire des sujets de l'étude après utilisation de la poudre de *M. oleifera*. Diminution en (g/l) des protéines de l'inflammation (□ + □ globulines).

Comparaison : sujets VIH – et VIH + ($p \leq 0,001$).

Légende : TVIH- et TVIH+ (Témoins VIH- et VIH+); NVIH- et NVIH+ (Nourrissons VIH- et VIH+), EVIH- (Enfants VIH-), EARV- et EARV+ (Enfants ARV- et ARV+).

4.5. Evolution des protéines de l'immunité :

Les taux de γ globulines indiquent l'état de l'immunité humorale des sujets vis-à-vis des infections dont celle par le VIH. Dans notre étude l'utilisation de la poudre de *M. oleifera* a induit chez les sujets infectés ou non par le VIH, une diminution de ce facteur 4 fois plus importante que chez les témoins (-2 g/l en moyenne). Dans le groupe des enfants VIH positifs, c'est chez les enfants ARV_{plus} que la diminution des γ globulines est la moins sensible. Ces résultats montrent que *M. oleifera* a une action positive importante sur l'état immunitaire (**figure 4**).

Les rapports albumine sur gammaglobulines (A/G) relativement faibles ($\leq 0,7$) chez tous les sujets de l'étude au début de l'expérience, sont

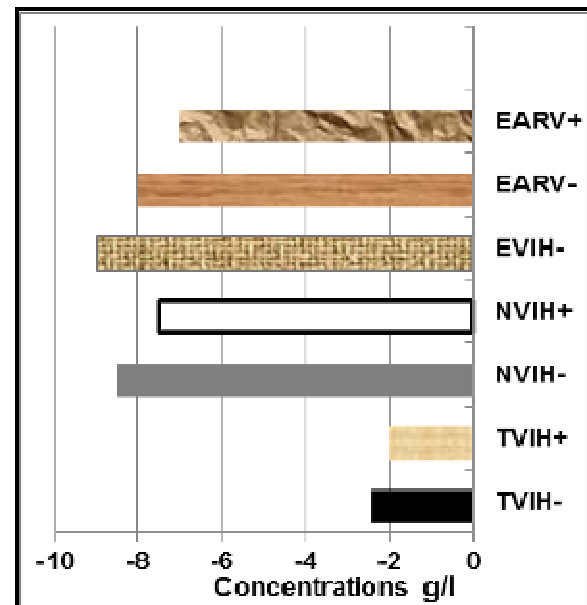


Figure 4: Evolution de l'état immunitaire des sujets de l'étude après utilisation de la poudre de *M. oleifera*. Diminution en (g/l) des □□globulines

Comparaison : sujets VIH – et VIH + ($p \leq 0,001$).

Légende : TVIH- et TVIH+ (Témoins VIH- et VIH+); NVIH- et NVIH+ (Nourrissons VIH- et VIH+), EVIH- (Enfants VIH-), EARV- et EARV+ (Enfants ARV- et ARV+).

significativement augmentés (≥ 1) après la consommation régulière de la poudre de *M. oleifera* chez les sujets VIH positifs et VIH négatifs. Ce qui indique que les évolutions positives relatives à l'état nutritionnel et à l'état immunitaire chez les nourrissons et les enfants sont influencées par la poudre de *M. oleifera*.

4.6. Exploration fonctionnelle des reins et du foie : L'évaluation de la fonction rénale et hépatique rend compte des éventuelles atteintes des organes chez les sujets de l'étude. Concernant les reins, des valeurs normales (< 6 mg/l) de la créatinine sont observées chez tous les sujets avant l'utilisation de *M. oleifera*. A la fin de l'étude, les valeurs de la créatinine sont significativement diminuées chez tous ces derniers ($\leq 4,5$ mg/l avec

$p \leq 0,01$). Cette baisse légèrement plus importante chez les sujets VIH négatifs est de l'ordre de $-1,2\text{mg/l}$ vs $-0,8\text{mg/l}$. L'exploration de la fonction hépatique montre que les taux de γ GT et des transaminases (ASAT et ALAT) sont significativement élevés chez les sujets VIH positifs par rapport au sujets VIH négatifs avant et après l'utilisation de la poudre de *M. oleifera* ($p \leq 0,001$).

Dans notre étude, la diminution de ces enzymes est plus importante chez les sujets VIH négatifs et chez les ARV_{moins} dans le groupe des sujets VIH positifs. Les valeurs enregistrées pour ces enzymes hépatiques montrent que l'abaissement de γ GT et des transaminases est de 4 à 9 fois plus important par rapport aux témoins (figure 5).

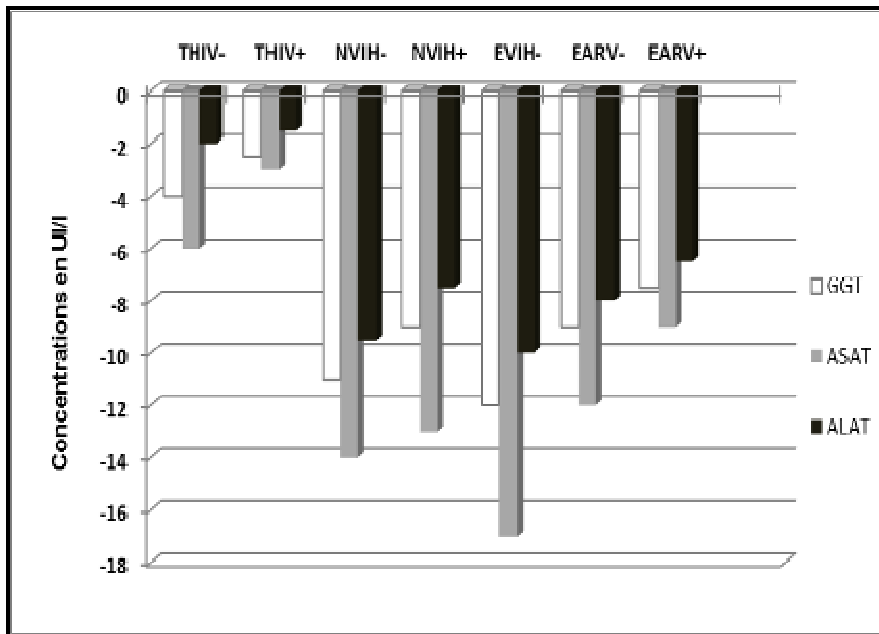


Figure 5 : Evolution des enzymes hépatiques des sujets de l'étude après utilisation de la poudre de *M. oleifera*.

Diminution en (UI/l) de γ GT Comparaison : sujets VIH – et VIH + ($p \leq 0,01$).

Diminution en (UI/l) des transaminases :

ASAT, Comparaison : sujets VIH – et VIH + ($p \leq 0,001$).

ALAT, Comparaison : sujets VIH – et VIH + ($p \leq 0,01$).

Légende : TVIH- et TVIH+ (Témoins VIH- et VIH+); NVIH- et NVIH+ (Nourrissons VIH- et VIH+), EVIH- (Enfants VIH-), EARV- et EARV+ (Enfants ARV- et ARV+).

La poudre de *M. oleifera* consommée régulièrement pendant 16 semaines a apporté non seulement une amélioration de l'état nutritionnel, mais aussi celle de l'état inflammatoire et de l'état immunitaire chez tous les sujets. On peut cependant préciser que chez les sujets VIH positifs, la récupération nutritionnelle est particulièrement remarquable. Si l'on considère seulement les paramètres anthropométriques, le traitement par les antirétroviraux a permis aux sujets ARV_{plus} de gagner plus en poids (3%) et en taille (0,2%) que les sujets ARV_{moins} considérés comme

asymptomatiques. Ce qui laisse supposer que les sujets VIH positifs, surtout les ARV_{plus} réagissent très bien au complément alimentaire. Cependant, ces résultats sont à nuancer lorsqu'on considère les concentrations sériques des protéines dosées, dont l'analyse rend compte surtout des différentes atteintes causées par la malnutrition et l'infection virale. L'utilisation de la poudre de *M. oleifera* a contribué sensiblement à diminuer l'état inflammatoire chez les sujets de l'étude.

5. DISCUSSION

5.1. Évolution des paramètres anthropométriques : La croissance des nourrissons étant normalement plus rapide que celle des enfants, cet écart est aussi observé après l'utilisation du complément alimentaire pour les gains de poids et de taille chez les sujets de l'étude. L'évolution très faible des paramètres anthropométriques chez les témoins montre que l'augmentation des valeurs de l'IMC marquée par la disparition de l'insuffisance pondérale (WHO, 2006 ; Hennart et Dramaix, 2009) chez tous les sujets quel que soit leur statut sérologique est due essentiellement à la poudre de *M. oleifera* significativement. Ces données concordent avec celles des études antérieures qui ont indiqué que la consommation régulière des feuilles de *M. oleifera* augmente le poids et/ou la taille des enfants dénutris infectés ou non par le VIH (Thurber and Fahey, 2009, Tété-Bénissan et al., 2012), des femmes enceintes et allaitantes (Idohou Dossou et al., 2011). Chez les VIH positifs, l'infection virale affecte spécifiquement la croissance des sujets jeunes. Cependant, la mise en place d'un traitement par les antirétroviraux facilite la récupération nutritionnelle chez ceux qui vivent avec le VIH/SIDA. Dans cette étude, chez les sujets dénutris infectés par le virus, on constate que ceux qui sont traités (ARV_{plus}) ont des gains significatifs de poids et de taille qui leur permettent de rattraper les sujets non infectés mais dénutris. Ces résultats sont en accord avec ceux de Burger et al., (2002) et Tété-Bénissan et al., (2012) qui ont déjà précisé un gain de poids et de taille chez les sujets ARV_{plus} après l'utilisation de *M. oleifera*. Les résultats de notre étude suggèrent que le stade de l'infection du groupe des sujets ARV_{moins} supposés asymptomatiques est à reconsidérer, car la croissance de ces derniers est ralentie; même si la poudre de *M. oleifera* a fait disparaître chez eux l'insuffisance pondérale. Cependant, en dehors de la croissance, l'utilisation de *M. oleifera* a un effet bénéfique sur l'état biologique général des sujets et aussi sur la productivité des animaux d'élevage. En effet, des études réalisées chez les ruminants (Reyes-Sánchez et al., 2006 ; Mendieta-Araica et al., 2011) et les cobayes (Tedonkeng et al., 2005) ont montré l'effet positif d'une supplémentation de

l'alimentation au *M. oleifera* sur le poids, la croissance et la production de lait chez les animaux. Les résultats de cette étude montrent également que la poudre de *M. oleifera* préparée a eu un effet positif sur les paramètres anthropométriques, ce qui permet de confirmer que la dose utilisée a permis d'apporter chez les nourrissons et enfants malnutris infectés ou non par le VIH des proportions adéquates de protéines, de sels minéraux et de vitamines. En effet, il est a été montré d'une part que la biodisponibilité des nutriments des feuilles de *M. oleifera* est relativement importante, en particulier celle du fer est augmentée lors de la cuisson (Yang et al., 2006a ; 2006b). Par ailleurs la digestibilité des acides aminés et protéines est proche de 60%. Ceci permet une bonne absorption de nutriments apportés par la poudre de *M. oleifera* (Yang et al., 2006a, Ndong et al., 2007a ; de Saint Sauveur et Broin, 2010)

5.2. Évolution de l'état nutritionnel : Les données de l'étude indiquent que l'évolution positive de l'albumine est presque identique chez les enfants et les nourrissons qu'ils soient infectés ou non par le VIH. L'amélioration de l'état nutritionnel est indiquée chez les sujets VIH négatifs et positifs par l'augmentation des taux sériques de l'albumine. Cette protéine est essentiellement synthétisée par le foie et positivement corrélée aux paramètres anthropométriques. A cet effet, ses concentrations plasmatiques diminuent lorsque la malnutrition s'installe, mais également dans le cas des réactions inflammatoires (Tété-Bénissan et al., 2000; Yapi et al., 2009) et des affections hépatiques (Tagara, 2005). Une stimulation de la synthèse de l'albumine grâce aux protéines, acides aminés, sels minéraux, vitamines et autres composés (Yang et al. 2006a, Anwar et al., 2007 ; Atawodi et al., 2010; Atawodi, 2011; Moyo et al., 2012) apportés quotidiennement par la poudre de *M. oleifera* ont entraîné la disparition de l'hypoalbuminémie chez les sujets de l'étude. Un défaut d'apport de ces constituants a limité la synthèse de l'albumine chez les témoins. Par conséquent son augmentation chez les sujets étudiés est essentiellement due au complément alimentaire. Ceci concorde avec les travaux antérieurs qui ont montré l'efficacité des feuilles de *M. oleifera* dans la correction de la malnutrition chez les sujets infectés par le VIH (Burger et al., 2002;

Tété-Bénissan et *al.*, 2012). Chez les sujets VIH positifs, l'infection virale entraîne des lésions au niveau des cellules hépatiques (Lacaille, 2000 ; Koné, 2007) et affecte la synthèse de l'albumine par ces dernières (Fuhrman et *al.*, 2004 ; Tangara, 2005). Ce qui explique une meilleure récupération chez les sujets non infectés. Dans notre étude, l'augmentation de l'albumine identique chez les sujets ARV_{plus} et les sujets infectés non traités indique que malgré l'utilisation des antirétroviraux associés à la poudre de *M. oleifera*, la synthèse de l'albumine n'est pas significativement plus importante chez les sujets traités. Cependant, les paramètres anthropométriques, ont montré une évolution significativement positive du poids et de la taille chez les ARV_{plus}. Ces résultats révèlent que l'approche anthropométrique n'est pas toujours suffisante pour évaluer correctement la récupération nutritionnelle. Ceci confirme les observations de Yapi et *al.* (2009) qui ont signalé que les formes infra cliniques de la malnutrition sont mieux déterminées et appréciées par des examens biologiques appropriés.

5.3. Evolution de l'état inflammatoire : La consommation régulière de *M. oleifera* a permis la réduction des conséquences des infections et a donc entraîné la diminution des taux sériques des protéines de la phase aigüe (α et β globulines) chez les sujets de l'étude. Les valeurs observées chez ceux qui n'ont pas reçu le complément alimentaire permettent de conclure que la diminution des réactions inflammatoires chez les sujets infectés ou non par le VIH peut être due à l'utilisation de la poudre de *M. oleifera* qui contient notamment des composés anti-inflammatoires et antioxydants tels que les polyphénols (Glucosides de quercétine et de Kaempférol, rutine, acides gallique et chlorogéniques) et les vitamines A, C, E (Yang et *al.*, 2006a ; Anwar et *al.*, 2007 ; Ndong et *al.*, 2007b, Nandave et *al.*, 2009 ; Atawodi et *al.*, 2010, Atawodi, 2011 ; Moyo et *al.*, 2012). Il a été montré qu'au cours d'infections variées, surtout virales, des cytokines pro inflammatoires (IL-1, IL-6 et TNF- α) libérées par les macrophages augmentent la synthèse des protéines de la phase aigüe au niveau du foie (Stenvinkel et *al.*, 2005 ; Mahajan et *al.*, 2007 ; Metha et Agrawal, 2008 ; Crowe et *al.*, 2010). L'activité antioxydante en relation avec l'activité anti-inflammatoire des polyphénols et des vitamines

A, C, E contenus dans la poudre de *M. oleifera*, en diminuant la quantité des radicaux libres limiteraient ainsi la synthèse des cytokines pro-inflammatoires (Mahajan et *al.*, 2007 ; Metha, 2007 ; Ndong et *al.*, 2007b ; Nandave et *al.*, 2009 ; Atawodi et *al.*, 2010 ; Moyo et *al.*, 2012) et par conséquent celle des protéines de la phase aigüe dont les α et β globulines par les cellules hépatiques. L'augmentation importante des α globulines induite par les réactions inflammatoires engendrées par l'infection par le VIH a été déjà signalée par plusieurs auteurs (Tangara, 2004 ; Luganda et *al.*, 2004), ceci explique les valeurs élevées observées chez les sujets VIH positifs et surtout chez les ARV_{plus}. En effet, le VIH et les ARV ont des effets inflammatoires importants surtout sur la fonction hépatique et, en association, leur impact serait aggravé (Koné, 2007 ; Masiá et *al.*, 2007 ; Pontes-Cardoso et *al.*, 2007).

5.4. Evolution de l'état de l'immunité humorale : La stimulation du système immunitaire par le syndrome inflammatoire créé par la malnutrition et les affections virales entraîne une synthèse et une libération accrue des γ globulines (anticorps) par les plasmocytes sous l'action des cytokines (IL-1, IL-6) (Stenvinkel et *al.*, 2005 ; Mahajan et *al.*, 2007, Metha et Agrawal, 2008, Moyo et *al.*, 2012). La diminution nettement moins importante des γ globulines chez les témoins indique que la consommation de la poudre de *M. oleifera* a provoqué l'essentiel de la diminution significative de la synthèse des anticorps en agissant au préalable sur celle des protéines de l'inflammation (α et β globulines). La diminution des γ globulines chez les sujets VIH négatifs est presque identique à celle des sujets VIH positifs, ce qui laisse supposer que les composants de la poudre de *M. oleifera* (protéines, antioxydants, zinc et sélénium) ont agi de la même façon sur les mécanismes du système immunitaire, quel que soit l'origine (parasitaire, microbienne ou virale) et le degré de l'inflammation. Ce qui se traduit chez tous les sujets de l'étude infectés ou non par le VIH, par un renforcement de l'immunité (Burger et *al.*, 2002 ; Mahajan et *al.*, 2007 ; Metha et Fawzi, 2007). Cependant, un état immunitaire plus déficitaire chez les sujets ARV_{plus} expliquerait la diminution moins importante des γ globulines chez ces derniers.

Concernant le taux important des γ globulines observé chez les sujets VIH positifs, il a été constamment décrit par de nombreux auteurs et serait dû à un déséquilibre en faveur des plasmocytes et à leur stimulation polyclonale (Tagara, 2004 ; Lugada et al., 2004). Quant au rapport albumine/gammaglobulines, il est physiologiquement en faveur de l'albumine protéine majoritaire du sérum. Son élévation significative après la consommation de la poudre de *M. oleifera* aussi bien chez les sujets VIH négatifs que VIH positifs, indique une amélioration de l'état nutritionnel, une réduction de l'état inflammatoire et des réactions de synthèse des γ globulines. Les taux sériques encore élevés des protides totaux et des γ globulines après l'utilisation de la poudre de *M. oleifera* seraient dus chez tous les sujets au «déséquilibre» protéique naturel du sérum du noir africain vivant en milieu tropical et en plus chez les VIH positifs, aux infections opportunistes en raison de leur immunodéficience. Ceci a été déjà signalé par de nombreux auteurs et aurait pour origine, une stimulation fréquente du système immunitaire qui répond par une synthèse importante d'anticorps (Tété-Bénissan et al., 2000 ; Tankara 2004)

5.5. Fonctions rénale et hépatique : Les résultats de cette étude montrent que la poudre de *M. oleifera* n'a pas provoqué de perturbation de la fonction rénale. Ceci indique que sa consommation ne présente pas de danger pour les sujets de l'étude. Cependant, la diminution significative de la créatinine après l'utilisation régulière de la poudre de *M. oleifera* chez les sujets VIH positifs et VIH négatifs suppose une amélioration de la fonction de filtration des reins et confirme les propriétés diurétiques de la plante (Anwar et al., 2007). Les valeurs normales observées chez tous les sujets indiquent d'une part que ces derniers ne souffrent pas de malnutrition sévère et d'autre part qu'ils ne présentent pas d'affection liée à une insuffisance rénale ni avant, ni après l'utilisation du complément alimentaire. En effet, il a été signalé que les stades avancés de dénutrition associés à des infections variées et surtout au VIH/SIDA altèrent la fonction rénale (Vergoux, 2006). Plusieurs travaux ont déjà montré l'existence d'une corrélation positive entre l'augmentation des transaminases, la malnutrition protéino-énergétique, l'amaigrissement (Riviera-Nieves et al., 2000, Fuhrman et al., 2004) et

l'infection par le VIH (Lacaille, 2000 ; Djembi, 2002 ; Koné, 2007). Ceci confirme les valeurs élevées de ces enzymes chez tous les sujets VIH négatifs et VIH positifs avant l'utilisation de la poudre de *M. oleifera*. La diminution des transaminases (ASAT et ALAT) et γ GT

GT après l'utilisation de *M. oleifera* indique une réparation de l'atteinte hépatocellulaire et une augmentation de la masse musculaire. Les données de cette étude indiquent que la quantité d'enzyme libérée par le foie est fonction du degré de l'atteinte hépatocellulaire, c'est ce qui explique chez les sujets témoins, la persistance des concentrations très élevées de γ GT, de l'ASAT et l'ALAT. Les γ GT étant essentiellement d'origine hépatique (Lacaille, 2000 ; Djembi, 2002 ; Koné, 2007). Leur diminution moins importante chez les VIH positifs, peut être due à l'atteinte du parenchyme hépatocellulaire plus élevée chez ces derniers (Djembi, 2002 ; Koné, 2007). Pour ce qui des valeurs des transaminases observées dans cette étude, le degré d'inhibition de leur libération presque identique chez les sujets VIH négatifs et VIH positifs montre que l'effet de *M. oleifera* sur les fonctions hépatiques est le même quel que soit le statut sérologique des sujets. On l'attribue aux propriétés hépatoprotective (Anwar et al., 2007), anti inflammatoire et anti oxydante de la plante (Ndong et al., 2007b ; Nandave et al., 2009 ; Atawodi et al., 2010, Atawodi 2011 ; Moyo et al., 2012). La consommation quotidienne des 30g de la poudre de *M. oleifera* a induit la diminution sensible des réactions inflammatoires provoquées par les infections (bactériennes, parasitaires et virales) surtout au niveau du foie qui est impliqué dans la synthèse de nombreuses protéines plasmatiques. A cet effet, les proportions importantes de protéines, d'acides aminés, de sels minéraux, de polyphénols (puissants antioxydants et antiinflammatoires) de vitamines (A, B, C, E) apportées par la poudre de *M. oleifera*, en réduisant le stress oxydatif, ont contribué à la stimulation de la synthèse de l'albumine, à la diminution de celle l'albumine, à la diminution de celle des α et β , et γ globulines (Burger et al. 2002, Metha, 2007 ; Ndong et al., 2007b ; Moyo et al., 2012 ; Tété-Bénissan et al. 2012). L'amélioration de la fonction rénale et la réparation de l'atteinte du parenchyme hépatique sont corrélées à l'abaissement de la créatinine et au ralentissement de la libération des transaminases

(ASAT et ALAT) et de γ GT. Toutes ces activités métaboliques dans l'organisme des sujets VIH

6 CONCLUSION

Les résultats de cette étude confirment les propriétés nutritionnelles et pharmacologiques des feuilles de *M. oleifera* qui peuvent être utilisées soit pour la prévention et la correction de la malnutrition, soit pour diminuer le stress oxydatif et les réactions inflammatoires. L'amélioration de l'état de santé des sujets de l'étude a été constatée pendant la prise régulière de la poudre de *M. oleifera* par les mères. Ces dernières ont remarqué que la poudre n'a provoqué chez aucun des enfants ni des troubles digestifs, ni des réactions allergiques. Malgré les profondes perturbations métaboliques engendrées par la malnutrition et l'infection par le VIH, *M. oleifera* permet une bonne récupération nutritionnelle chez les sujets malnutris infectés ou non par le VIH.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le Service de Pédiatrie du CHU Tokoin, le Service Médical de l'ONG Espoir Vie Togo, le Centre Médico Social Casablanca de Lomé pour leur aide technique. La réalisation de ce

négatifs et VIH positifs améliorent l'immunité, par activation des mécanismes naturels de défense.

De plus, la complémentarité entre les substances naturelles et les médicaments conventionnels est nécessaire et s'impose encore plus dans le domaine du VIH/SIDA. Les renseignements apportés par cette étude constituent pour les pédiatres et nutritionnistes, des informations qui les orienteraient dans la mise en place des protocoles de lutte contre la malnutrition avec la poudre de *M. oleifera* et de suivi des sujets VIH positifs notamment le groupe des ARV_{moins} dont les contours ne sont pas toujours bien définis. Des travaux complémentaires avec des doses plus importantes et acceptables de la poudre de *M. oleifera* pourraient permettre d'évaluer la limite de la récupération nutritionnelle chez ces derniers.

travail a été possible grâce à l'appui financier de la Direction de l'Institut National de la Recherche Scientifique du Togo.

7. REFERENCES

- Aidam A, Quashie A M-L and Kokou K: 2007. Micropropagation in vitro de *Moringa oleifera*. Ann Univ Series Sciences Tome XVI. Lomé (Togo) : 65-71.
- Anwar F, Latif S, Ashraf M and Gilani AH: 2007. *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. Phytother Res 21(1):17-25.
- Atawodi SE, Atawodi JC, Idakwo GA, Pfundstein B, Haubner R, Wurtele G, Bartsch H and Owen RW: 2010. Evaluation of the Polyphenol Content and Antioxidant Properties of Methanol Extracts of the Leaves, Stem, and Root Barks of *Moringa oleifera* Lam. Journal of Medicinal Food 13(3):710-716.
- Atawodi SE: 2011. Nigerian foodstuffs with prostate cancer chemopreventive polyphenols. Infectious Agents and Cancer 6(Suppl 2): S9 doi:10.1186/1750-9378-6-S2-S9.
- Burger DJ, Fuglie L and JW Herzig: 2002. International Conference on AIDS. The possible role of *Moringa oleifera* in HIV/AIDS supportive treatment. Int Conf AIDS. 7-12; 14: abstract no. F12423.
- Crowe SM, Westhorpe CLV, Mukhamedova N, Jaworowski A, Sviridov D and Bukrinsky M: 2010. The macrophage: the intersection between HIV infection and atherosclerosis. J Leukoc Biol 87: 589-598.
- Djembi Djatchedjie L N : 2002. Etiologies des hypertransaminasémies dans les services de médecine interne de l'hôpital du Point-G et d'hépatogastro-entérologie de l'hôpital Gabriel Touré. Thèse, Médecine, Bamako 76pp.
- Fuhrman MP, Charney P and Mueller CM: 2004. Hepatic proteins and nutrition assessment. J Am Diet Assoc 104(8):1258-64.
- Goyens P: 2009. Besoins nutritionnels. *In* *Enfant et nutrition: Guide à l'usage des professionnels*.

- Edition, Office de la Naissance et de l'Enfance (ONE), Benoît Parmentier - Chaussée de Charleroi, 95 - 1060 Bruxelles D/2009/74.80/11. pp 13-32.
- Hennart P and Dramaix M : 2009. Les courbes de croissance. In *Enfant et nutrition : Guide à l'usage des professionnels*. Edition, Office de la Naissance et de l'Enfance (ONE), Benoît Parmentier. - Chaussée de Charleroi, 95 - 1060 Bruxelles D/2009/74.80/11. pp33-43.
- Idohou-Dossou N, Wade S and Guiro AT: 2003. Nutritional status of preschool Senegalese children: long-term effects of severe malnutrition. *Br J Nutr* 90 (6): 1123-32.
- Idohou-Dossou N, Diouf A, Gueye AL, Guiro AT and Wade S: 2011 Impact of daily consumption of Moringa (*Moringa oleifera*) dry leaf powder on iron status of senegalese lactating women. *Afric. J. Food. Agr. Nutri. Develop* 11 (4) : 4985- 4999.
- Koné J : 2007. Profil des transaminases chez les patients VIH positifs hospitalisés. Thèse de Pharmacie, Université de Bamako 122 pp.
- Kwaambwa HM, Helling M. and Rennie RA: 2010. Adsorption of a Water Treatment Protein from *Moringa oleifera* Seeds to a Silicon Oxide Surface Studied by Neutron Reflection. *Langmuir* 26 (6):3902–3910.
- Lacaille F : 2000. Diagnostic d'une élévation des transaminases. *Médecine thérapeutique /Pédiatrie*. 3 (2) : 108-11.
- Lipipun V, Kurokawa M, Suttisri R, Taweechotipatr P, Pramyothin P, Hattori M and Shiraki K: 2003. Efficacy of Thai medicinal plant extracts against herpes simplex virus type 1 infection in vitro and in vivo. *Antiviral Research* 60(3): 175-180.
- Lugada ES; Mermin J.; Asjo B, Kaharuza F, Downing R and Langeland N: 2004. Immunoglobulin levels amongst persons with and without human immunodeficiency virus type 1 infection in Uganda and Norway. *Scand J Immunol* 59(2): 203-208.
- Mahajan SG, Mali RG and Mehta AA: 2007. Effect of *Moringa oleifera* Lam. Seed Extract on Toluene Diisocyanate-Induced Immune-Mediated Inflammatory Responses in Rats. *J Immunotoxicol* 4: 85-96.
- Masiá M, Padilla S, Bernal E, Almenar MV, Molina J, Hernández I, Graells ML and Gutiérrez F. 2007. Influence of antiretroviral therapy on oxidative stress and cardiovascular risk: a prospective cross-sectional study in HIV-infected patients. *Clin Ther.* 29(7):1448-55.
- Mehta S and Fawzi W: 2007. Effects of vitamins, including vitamin A, on HIV/AIDS patients. *Vitam Horm* 75 : 355-83.
- Mehta A and Agrawal B: 2008. Investigation into the mechanism of action of Moringa oleifera for its anti-asthmatic activity. *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine* 8(1), 24-31.
- Mendieta-Araica B, Spörndly R, Reyes-Sánchez N and Spörndly E: 2011. Moringa (*Moringa oleifera*) leaf meal as a source of protein in locally produced concentrates for dairy cows fed low protein diets in tropical areas. *Livestock Science* 137 (1):10-17. doi: 10.1016/j.livsci.2010.09.021.
- Ministère de la Santé/UNICEF : 2009. Enquête nationale : nutrition et survie des enfants de 0 à 59 mois, pratiques d'alimentation du nourrisson et du jeune enfant au Togo. Rapport, 82pp.
- Moyo B, Masika PJ, Hugo A and Muchenje V: 2011. Nutritional characterization of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves. *African Journal of Biotechnology* 10 (60):12925-12933.
- Moyo B, Oyedemi S, Masika PJ and Muchenje V: 2012. Polyphenolic content and antioxidant properties of Moringa oleifera leaf extracts and enzymatic activity of liver from goats supplemented with Moringa oleifera leaves/sunflower seed cake. *Meat Science* 91 (4): 441-447, doi: 10.1016/j.meatsci.2012.02.029 Key: citeulike:10619796.
- Nambiar VS and Parnami S: 2008. Standardization and Organoleptic Evaluation of Drumstick (*Moringa oleifera*) Leaves Incorporated In to Traditional Indian Recipes. *Trees for Life Journal*, 3:2-8.
- Nandave M, Kumar Ojha S, Joshi S, Kumari S and Sing Arya D: 2009. *Moringa oleifera* Leaf Extract Prevents Isoproterenol-Induced Myocardial Damage in Rats: Evidence for

- an Antioxidant, Antiperoxidative, and Cardioprotective Intervention. *Journal of Medicinal Food* 2 : 47-55.
- Ndong M, Wade S, Dossou N, Guiro AT and Gning RD: 2007a. Valeur nutritionnelle du M.O. étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. *Afric. J. Food. Agr. Nutri. Develop* 7(3) :1-17.
- Ndong M , Uehara M , Katsumata SI and Kazuharu Suzuki K:2007b. Effects of Oral Administration of *Moringa oleifera* Lam on Glucose Tolerance in Goto-Kakizaki and Wistar Rats. *J Clin Biochem Nutr* 40(3): 229–233.
- ONUSIDA: 2009. West Africa HIV/AIDS Epidemiology and Response Synthesis, implication for prevention. The Global HIV/AIDS Program The world Bank. <http://www.unaids.org/fr/regionscountries/countries/togo/>. [consulté le 20/06/2012].
- Pontes-Cardoso LCR, Souza LR, Peraçoli MTS and Pereira PCM: 2007. Cytokine profile and clinical metabolic alterations in HIV-1 infected individuals with and without lipodistrophy. *J Venom Anim Toxins incl Trop Dis* 13 (2): 509-526. doi.org/10.1590/S1678-91992007000200009.
- Quashie ML A and Tchezoum YA: 2009. Étude de la germination de *Moringa oleifera* Lam. *Afrique Science* 05(3) :169-180.
- Reyes-Sánchez N, Spörndly E and Ledin I: 2006. Effect of feeding different levels of foliage of *Moringa oleifera* to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. *Livestock Science* 101 (1): 24-31. doi:10.1016/j.livprodsci.2005.09.010.
- Riviera-Nieves J, Kozaiwa K, Parrish CR, Iezzoni J and Berg CL: 2000. Marked transaminase elevation in anorexia nervosa. *Digestive diseases and Sciences* 45 (10): 1959-1963
- de Saint Sauveur A and M Broin: 2010. *Moringanews*, Moringa Association of Ghana. Produire et transformer les feuilles de Moringa. *Editions CTA, CDE; Horizon Gémeno* (France) 69pp.
- Shetty P: 2010. Les défis posés par la malnutrition: faits et chiffres <http://www.scidev.net/fr/features/les-defis-pos-s-par-la-malnutrition-faits-et-chiffres.html> [accédée le 20 /05/ 2012].
- Shindano J and Kasase C: 2009. *Moringa (Moringa oleifera)*: a Source of Food and Nutrition, Medicine and Industrial products. In *African Natural Plant Products: New Discoveries and Challenges in Chemistry and Quality*. Chapter 24, pp 421–467. DOI: 10.1021/bk-2009-1021.ch024. *ACS Symposium Series*, Vol. 1021.
- Stenvinkel P, Ketteler M, Johnson RJ, Lindholm B, Pecoits-Filho R, Riella M and al : 2005. IL-10, IL-6, and TNF- α : Central factors in the altered cytokine network of uremia-The good, the bad, and the ugly. *Kid Inter* 67 : 1216–1233.
- Tangara E: 2005. Protidogramme et immunoélectrophorèse chez les personnes vivant avec le VIH au CNTS en 2004. Thèse de Pharmacie- Université de Bamako 124 pp.
- Tedonkeng Pamo E, Niba AT, Fonteh FA, Tedonkeng F, Kana JR, Boukila B and Tsachoung J: 2005. Effet de la supplémentation au *Moringa oleifera* ou aux blocs multinationnels sur l'évolution du poids post partum et la croissance pré-sevrage des cobayes (*Cavia porcellus* L.) *Livestock Research for Rural Development* 17 (4).
- Tété-Benissan AC, Duriez P and Parra HJ: 2000. Study of protein profile of adele tribe of Togo. *Santé*; 10 (4) : 261-6.
- Tété-Bénissan A, Lawson-Evi K, Kokou K and Gbéassor M: 2012. Effect of *Moringa oleifera* Lam. leaves powder on the evolution of hemogram profile in togolese undernourished children: evaluation on HIV-positive patients. *Afric. J. Food. Agr. Nutri. Develop* 12 (2) : 6007-6026.
- Thurber MD and Fahey JW: 2009. Adoption of *Moringa oleifera* to combat under-nutrition viewed through the lens of the “Diffusion of Innovations” theory. *Ecol. Food Nut* 48: 212-225.



- UNICEF: 2007a. Progress for Children: A World Fit for Children Statistical Review Number 6 revised. *United Nations Children's Fund*, New York: UNICEF.
- UNICEF: 2007b. TOGO: Des taux de malnutrition inacceptables. <http://www.irinnews.org/fr/ReportFrench.aspx?ReportID=74112> [consulté le 20/06/2012].
- Vergnoux O : 2006. Le rein et le VIH : un couple mal connu. [on line] <http://www.actions-traitements.org/spip.php?auteur7> [accédé le 30/06/2012].
- WHO: 2006. Multicentre Growth Reference Study Group: *WHO Child Growth Standards: Length/Height-for-age, weight-for-age and body mass index-for-age : Methods and development*. Geneva : World Health Organization.
- WHO : 2007 Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation (WHO Technical Report Series n° 935). Geneva: World Health Organization.
- Yang RY, Tsou SCS, Lee TC, Chang LC, Kuo G, and Lai P Y: 2006a. Moringa, a novel plant rich in antioxidants, bioavailable iron, and nutrients. **In:** C. T. Ho (ed) *Challenges in Chemistry and Biology of Herbs*. American Chemical Society Series, Washington, D.C. Vol 925: 224-239.
- Yang RY and SCS Tsou: 2006b. Enhancing iron bioavailability of vegetables through proper preparation – principles and applications. *Journal of International Cooperation*. 1: 107–119.
- Yapi HF, Yapo A, Yeo D , Ahiboh H, Nguessan JD, Attoungre M- L H, Monnet D and Djaman AJ: 2009. Effect of the minor and moderate malnutrition on immunity, inflammatory and nutritional proteins at Côte d'Ivoire child. *Mali Médical*, TOME XXIV (4): 26-29.