

# LE GUANO, FERTILISANT ORGANIQUE NATUREL ALTERNATIF AU FUMIER, TESTÉ SUR LA PRODUCTION DE LA LAITUE VERTE (*Lactuca sativa* L.) DANS L'OASIS DE BALLA (DÉPARTEMENT DE GOURÉ), ZINDER, NIGER

MOUNIROU Moustapha Maman<sup>1\*</sup>, HAROUNA Karimou Ambouta<sup>2</sup>, TIDJANI Adamou Didier<sup>3</sup>, MALAM HASSANE Maigari<sup>3</sup>

<sup>(1)</sup>Faculté d'Agronomie, Département des Sciences du Sol et Nutrition des Plantes, Université d'Ankara, Ankara, Turquie

<sup>(2)</sup> Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso

<sup>(3)</sup>Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

E-mail: didiarta@yahoo.fr

(Received 22 March 2019 - Accepted 11 June 2020)

**Résumé.-** Au Niger Est, la faible disponibilité sur les marchés ruraux, la cherté, et le faible pouvoir d'achat des paysans limitent l'application des engrais minéraux. L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'effet du guano sur la production de la laitue. Le dispositif expérimental est un bloc complet randomisé avec dix-sept traitements issus de la combinaison entre 4 doses de guano, 2 doses de fumier et 2 doses d'engrais en trois (3) répétitions. Les paramètres étudiés portent sur les diamètres de pomme, la hauteur des parties aériennes, le développement foliaire et le rendement. Les résultats obtenus révèlent que le guano a un effet significatif sur la production de laitue. A la dose optimale 3,5 t/ha le guano a permis d'augmenter la production de la laitue de 732 et 528% par rapport au témoin et aux parcelles ayant reçues uniquement la fumure minérale. La combinaison guano et fumure organique a permis d'accroître le rendement par rapport aux parcelles fertilisées avec le guano seulement, tandis que l'apport de l'engrais a un effet dépressif sur le rendement. Pour assurer une bonne production de laitue dans la cuvette de Balla, il serait préférable d'utiliser la combinaison guano (3,5 t/ha) avec du fumier. La préservation de la population de chauves-souris permettrait d'assurer la durabilité de la filière guano.

**Mots clés:** Fertilisation, guano, laitue, cuvette oasienne, Gouré.

## GUANO, A NATURAL ORGANIC FERTILIZER ALTERNATIVE TO MANURE, TESTED ON THE PRODUCTION OF GREEN LETTUCE (*Lactuca sativa* L.) IN OASIS OF BALLA (DEPARTMENT OF GOURÉ), ZINDER, NIGER

**Abstract.-** In eastern Niger, low availability in local markets, high prices and low purchasing power of farmers limit the application of mineral fertilizers. The objective of this study is to evaluate the effect of guano on lettuce production. The experimental design is a randomized complete block with seventeen treatments resulting from the combination of four doses of guano, two doses of manure and two doses of fertilizer in three (3) replicates. The parameters studied for this experiment are: diameter of head cabbage height of aerial parts, leaf development and yield. The results show that guano has had a significant effect on lettuce production. At the optimum rate of 3,5 t/ha, guano increased lettuce production by 732 and 528% compared with the control and the plots receiving only the mineral fertilizer respectively. The combination of guano and organic fertilizer increased the yield compared to the plots fertilized with guano only, while the fertilizer input had a depressive effect on yield. To ensure a good lettuce production in the Balla lowland, it would be better to use the guano combination (3,5 t/ha) with manure. Preserving the bat population would help ensure the sustainability of the guano industry.

**Key words:** Fertilizer, guano, lettuce, Oasis basin, Gouré.

## Introduction

Au Niger, l'agriculture constitue la principale activité avec plus de 80% de la population active qui la pratique pour subvenir à ses besoins alimentaires et économiques. Elle contribue à plus de 40% du produit intérieur brut [1,2]. Depuis le début des années 1970, cette agriculture a commencé à payer de façon croissante le poids des effets combinés de la pression démographique et de la variabilité climatique. Dans les systèmes ruraux de production, les conséquences les plus perceptibles sont la baisse de la fertilité des sols et de la production agricole [3,4]. Cette situation accentue ainsi le déséquilibre entre la production nationale et les besoins en denrées alimentaires de la population. Face à cette situation, la promotion de la culture irriguée peu dépendante des caprices climatiques représente une bonne alternative d'amélioration de la production agricole.

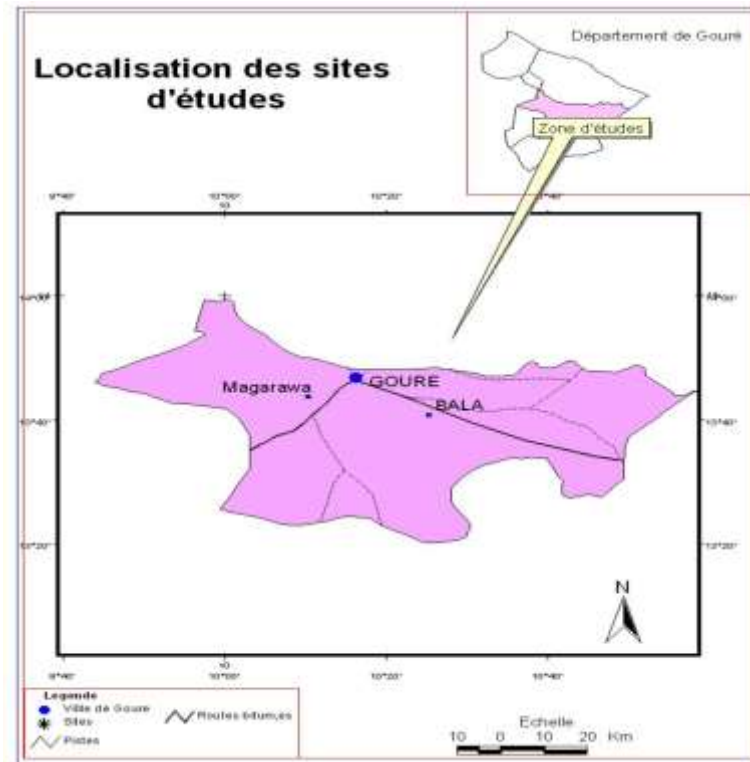
Au Niger Est, plus précisément au département de Gouré l'utilisation comme fertilisant de fond et d'appoint du guano des chauves-souris commence à se développer. En effet, ce type d'amendement a prouvé son efficacité dans de nombreux systèmes de production et peut être considéré comme une alternative aux engrais [5,6]. Dans le contexte du système oasien du Manga, la découverte et l'utilisation de ce fertilisant constitue une bonne opportunité pour pallier au déficit d'engrais organique et minéral d'une part, et aux faibles productions d'autre part. Dans les revenus des ménages du Manga, les retombées issues de l'exploitation des cuvettes oasiennes contribuent à plus de 50 % contre 15% pour les cultures pluviales [7,8]. Dans ce contexte, promouvoir l'utilisation du guano de Magarawa contribuera certainement à améliorer la production maraichère. Les performances agronomiques du guano se traduisent par l'augmentation de la vitesse de croissance des plantes et l'amélioration de l'équilibre minéral du sol. Il convient tant aux cultures maraichères qu'aux cultures pluviales du fait de sa composition et de ses caractéristiques. Sa richesse en azote, en phosphore et en oligo-élément lui confèrent un effet "coup de fouet" remarquable, parmi les plus rapides dans les engrais naturels [9,10]. Il peut être utilisé à la préparation du sol, avant semis, repiquage ou plantation en fonction de sol et de besoin des cultures, tout en arrosant abondamment le sol [11].

Pour évaluer l'efficacité du guano de Magarawa, la cuvette à eau profonde de Balla a été choisie du fait de l'expérience des exploitants dans l'utilisation dudit produit en maraichage. Cependant, aucune étude ne précise si les dosages sont adéquats ou non, d'où la présente étude. Elle a pour objectif de comparer l'efficacité de ce type de guano avec les fertilisants couramment utilisés dans la production de la laitue verte dans le système oasien du Manga. Sur le plan spécifique, ce travail permettra d'analyser les différents maillons de la collecte à l'utilisation du guano en maraichage, de caractériser la composition chimique du guano et de mesurer l'effet du guano sur le rendement de la laitue verte dans un contexte de comparaison avec les autres fertilisants.

## 1.- Matériel et méthodes

### 1.1.- Sites d'étude

Le guano utilisé dans ce travail est prélevé au niveau des collines du village de Magarawa (Sud-ouest de la Ville de Gouré), les essais agronomiques se sont déroulés dans la cuvette de Balla (Sud-est). Les sols dans cette cuvette sont de texture limoneuse et présente comme principales contraintes la salinité et la faible teneur en matière organique (fig. 1).



**Figure 1.-** Département de Gouré et des villages d'étude

## 1.2.- Echantillon d'enquête

Les producteurs maraichers travaillant dans la cuvette de Balla et les collecteurs du guano du village de Magarawa ont servi de support aux enquêtes autour de l'objectif de l'étude. Quinze (15) collecteurs du guano basés à Magarawa, sur les 30 exploitants de cette ressource ont été enquêtés, soit un taux d'échantillonnage de 50%. Le guano prélevé est commercialisé par une seule personne dans le département de Gouré. Cette personne a permis d'obtenir les informations sur la filière. Au niveau de Balla (Site de l'essai agronomique), il a été recensé 93 producteurs maraichers pour l'ensemble de population. Sur la base du nombre total de ces maraichers, un taux de sondage de 20% a été appliqué, soit 19 producteurs.

## 1.3.- Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour tester l'efficacité du guano en culture maraîchère est *Lactuca sativa* L. de la variété Maya. C'est une variété à grosse pomme ferme, résistante à la sécheresse et à pollinisation ouverte. Elle est adaptée aux conditions de températures élevées et résistante à la montaison. Le poids moyen à la récolte varie de 300 à 800 g par pomme selon la saison de culture. Cette variété Maya a été sélectionnée au Niger par l'ICRISAT [11, 12].

## 1.4.- Guano, fertilisant naturel

Le guano est le nom donné aux excréments des chauves-souris. Il est récolté dans diverses grottes habitées par des chauves souris de la colline de Magarawa. Au moment de l'étude, le guano (photo 1) était accumulé sur plusieurs mètres d'épaisseur.



**Photo 1.-** Guano de chauve-souris de Magarawa

### 1.5.- Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est un bloc complètement randomisé avec dix-sept traitements répétés trois fois. Chaque bloc est composé de dix-sept parcelles de 1 m<sup>2</sup> espacées entre elles de 0,5 m. Les blocs quant à eux sont distants de 1 m. Le dispositif entier s'étend sur une surface de 126,5m<sup>2</sup> (23m x 5,5m) présentant un sol de texture limoneuse. L'eau d'irrigation utilisée provient d'un même puits. Pour les analyses des paramètres étudiés, différents traitements sont renommés afin de faciliter la lecture. Les traitements se présentent comme suit :

- 1.- Témoin sans fertilisant «T0»;
- 2.- Guano (Q) dose moyenne «G2» (6,5 t/ha);
- 3.- Guano (Q/2) dose faible «G1» (3,5 t/ha);
- 4.- Guano (Q+Q/2) dose forte «G3» (10 t/ha);
- 5.- NPK + Urée (dose recommandée) «FMV» (200 kg/ha NPK 15-15-15 + 50 kg/ha Urée);
- 6.- Fumier dose recommandée «FOV» (25 t/ha);
- 7.- NPK + Urée dose recommandée + Fumier dose vulgarisée «FMV + FOV»;
- 8.- Guano (Q) dose moyenne +NPK + Urée dose recommandée + Fumier dose recommandée «G2+FMV+FOV»;
- 9.- Guano (Q/2) dose faible + NPK + Urée dose recommandée + Fumier dose recommandée «G1+FMV+FOV»;
- 10.- Guano (Q+Q/2) dose forte + NPK + Urée dose recommandée + Fumier dose recommandée «G3+FMV+FOV»;
- 11.- Guano (Q) dose moyenne + NPK + Urée dose recommandée «G2+FMV»;
- 12.- Guano (Q/2) dose faible + NPK + Urée dose recommandée «G1+FMV»;
- 13.- Guano (Q+Q/2) dose forte + NPK + Urée dose recommandée «G3+FMV»;
- 14.- Guano (Q) dose moyenne + Fumier dose recommandée «G2+FOV»;
- 15.- Guano (Q/2) dose faible + Fumier dose recommandée «G1+FOV»;
- 16.- Guano (Q+Q/2) dose forte + Fumier dose recommandée «G3+FOV»;
- 17.- Pratique paysanne « PP » (10 t/ha fumier + 300 kg/ha NPK + 150 kg/ha Urée + G2).

### 1.6.- Echantillonnage du sol et analyse physico-chimique du sol et des amendements organiques

Au niveau de la parcelle expérimentale située dans le secteur présentant de bonnes aptitudes aux cultures maraichères de la cuvette de Balla, un échantillon composite de sol prélevé à 0-20 cm est constitué sur la base d'un prélèvement aléatoire. L'analyse granulométrique de l'échantillon de sol et les analyses physico-chimiques (pH, carbone organique total, azote total, phosphore total, bases échangeables et capacité d'échange cationique) sont réalisées suivant les indications du guide d'analyse des sols de la FAO.

Le pH (eau) des sols et des amendements organiques, sont mesurés avec un pH-mètre à électrodes en verre (Tac Ussel). La solution utilisée pour la lecture est préparée dans un rapport terre/eau 1/2.5. Le carbone organique est dosé par la méthode de Walkley-Black [13]. Pour le dosage de l'Azote, la méthode KJELDAHL est utilisée [14], le phosphore (P) total par la méthode de BRAY 1 [15], les bases échangeables et la capacité d'échange cationique (CEC) par la méthode Argent Thiourée [16, 17]. La texture du sol a été déterminée par la méthode de BOUYOUCOS [18].

## **2.7.- Mesures et observations agronomiques**

Pour évaluer l'effet du guano sur la production de la laitue verte, il est mesuré la surface foliaire, le diamètre de la pomme, la hauteur des parties aériennes, le poids frais et sec de la laitue. Pour mesurer la surface foliaire, la longueur a été multipliée par la largeur des feuilles tout en sachant que la feuille n'est rectangulaire. Dans ces conditions, l'erreur est la même pour toutes les mesures.

## **2.8.- Exploitation des résultats**

Le tableur Excel est utilisé pour traiter les données des enquêtes et constitution de bases de données de toutes les mesures effectuées. Le logiciel GenStat Discovery Edition 4.1 est utilisé pour les analyses statistiques des données. Les résultats relatifs à l'étude du rendement de laitue sont soumis à une analyse de variance (ANOVA). Pour la séparation des moyennes, elle est réalisée avec le test de la Plus Petite Différence Significative (PPDS) au seuil de 5 %.

## **2.- Résultats**

### **3.1.- Exploitation du guano**

#### **3.1.1.- Caractéristiques du site de production du guano**

Le site de production du guano situé dans la colline de Magarawa est un chaos granitique truffé de grottes de taille variable. Ce secteur est dénommée en langue nationale Kanouri «Bourja» (refuge de l'hyène) est située dans le Mounio (10°08'00,7''E , 13°53'42,9''N) à 20km au Sud-Ouest du département de Gouré. Elle est entourée par des champs de mil, de sorgho, de l'oseille et un pâturage. Du fait de la présence du guano épandu par le ruissellement au piémont de la colline, la production agricole est estimée y être la plus élevée. Pour le mil, la production en grains est de 2,35 tonnes/ha tandis que la moyenne de production dans la zone est de 500kg/ha. Les chauves-souris productrices du guano se fixent sur les parois des blocs de granite de la colline non exposées au soleil. Cet habitat des chauves-souris se caractérise par la présence de plafonds rocheux, de voûtes, des aspérités et des parois obscures. Elles ne sont visibles que pendant la saison des pluies et disparaissent en saison sèche. Pour ne pas perturber leur vie, le guano n'est prélevé qu'en saison sèche.

#### **3.1.2.- Collecte du guano et difficultés rencontrées**

Il existe à Magarawa 30 collecteurs de guano, tous de sexe masculin âgés de 12 à 30 ans, dont 47% sont des célibataires et 52% des mariés. L'activité de collecte du guano à

Magarawa a débuté en 2002. Plusieurs outils sont utilisés pour la récolte du guano. Il s'agit de sacs en polyéthylène de 100 cm de long et de 60 cm de largeur, de lampes torche pour illuminer les grottes, de pelles et de tasses pour collecter le guano et d'un couteau pour se défendre en cas d'attaque de serpent. Les étapes de la collecte sont : i) escalader la colline en prenant toutes les précautions pour ne pas tomber ou se faire piquer par les insectes ; ii) pénétrer dans les grottes disposant d'ouvertures pouvant permettre à un être humain de s'y glisser (25cm à 1m de large) ; iii) accéder au guano et se servir selon ses capacités ; iv) faire sortir les sacs remplis un à un et les acheminer au village sur des charrettes.

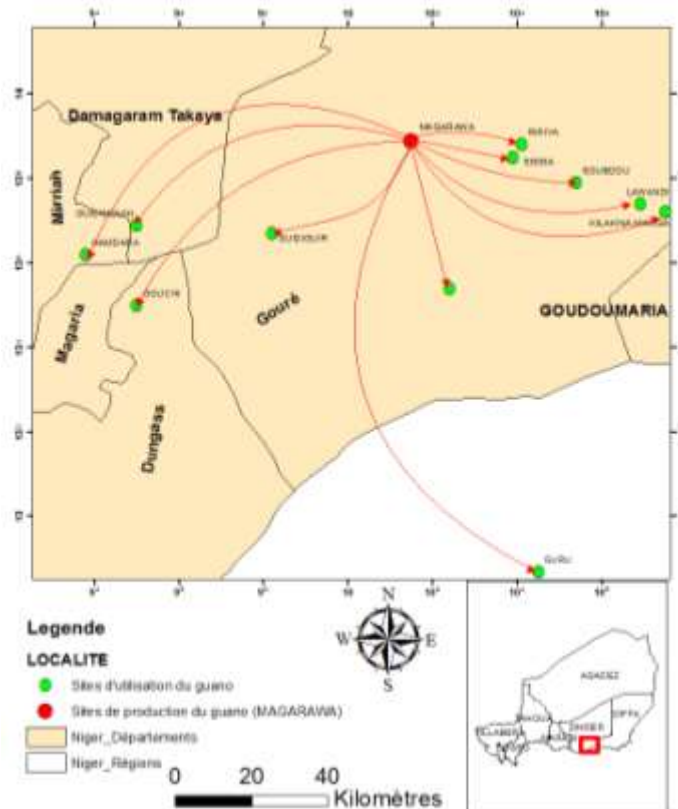
Les plus jeunes collecteurs dont l'âge varie de 12 à 15 ans soit 47% des enquêtés collectent chacun moins de 100 sacs et les autres plus âgés extraient 100 à 300 sacs par an. La saison sèche chaude (mars-mai) constitue la période la plus difficile pour récolter le guano du fait des températures excessives dans la colline, contrairement à la saison sèche et froide (novembre-février).

Les difficultés rencontrées dans la collecte du guano sont la prévalence de risque de chute et de blessure des collecteurs, les morsures de serpents, les déchirures des sacs, la pénibilité de sortir les sacs remplis de la grotte, les risques d'infections pulmonaires du fait de la forte odeur de l'ammoniac. Pour améliorer les conditions de la récolte du guano, les collecteurs de ce village proposent: i) Une prise de précaution en vue de réduire les risques liés à l'exploitation; ii) l'utilisation des habits de protection et des outils de collecte adéquats, iii) la création d'une coopérative pour gérer durablement l'exploitation de cette ressource naturelle.

### **3.1.3.- Commercialisation du guano**

La commercialisation du guano est une activité peu pratiquée dans l'ensemble de la zone de Gouré. Deux commerçants seulement ont été identifiés. Le premier dont l'activité reste très locale, vient du village voisin d'Issufuri, distant de moins de 5 km de Magarawa et le second vient de Guidimouni, une localité située à 80 km de la colline. Ce dernier âgé de 50 ans est le seul qui approvisionne la zone de Gouré en guano et une partie de Mirriah. Selon les enquêtés, le circuit de commercialisation du guano est organisé suivant deux axes : des grossistes aux maraichers pour le premier et par l'intermédiaire des commerçants détaillants pour le second.

Pour la promotion de l'utilisation du guano dans les cultures maraichères, l'actuel grossiste donnait gratuitement le guano aux maraichers. Par la suite, ayant constaté l'engouement et la demande croissante, la commercialisation avait commencé dans la cuvette de Guidimouni (site pionnier de l'utilisation du guano). Une année plus tard à Guidiguir et de plus en plus à Balla, Ririya, Soubdou et Hamdara. Le guano est aussi vendu à Kilakina, Sissia et Gouchi (figure 2). Tous ces sites maraichers se trouvant dans le système oasien ou dans la Korama. Les maraichers de Guru au Nigeria ont commencé aussi à s'y intéresser depuis 2009.



**Figure 2.-** Circuit de la commercialisation du guano de Magarawa

Cet engouement progressif pour le Guano a fait croître le prix d’achat et de vente qui ont pratiquement quadruplé entre 2008 et 2012. Pour la même période, le bénéfice généré par sac a été multiplié par plus de 7 (tab. I). Cette augmentation des prix s’explique par la place du guano dans l’amélioration de la production maraîchère dans les oasis du Manga.

**Tableau I.-** Prix de sac du guano à Magarawa de 2008 à 2012

Année	Prix d’achat (fcfa)	Prix de vente (fcfa)	Bénéfice (fcfa)
2008	200	750	450
2009	250	1000	750
2010	300	2500	2200
2011	500	3000	2500
2012	750	4000	3250

Le prix du guano peut être variable suivant l’offre et la demande qui est fortement influencée par les périodes de culture maraîchères (Décembre à Mars). Généralement, il est plus élevé en début de saison sèche et froide, car les activités maraîchères sont plus intenses à cette période. Un commerçant détaillant du village de Hamdara affirme qu’il a vendu en 2011 un sac à 4000 fcfa pour un prix d’achat de 3000 fcfa chez le grossiste. La période active de vente du guano va d’octobre à mars, moment propice pour les cultures maraîchères. Dans cette zone d’étude, personne n’achète le guano pour les besoins de culture pluviale. Tout de même, les exploitants de Mirriah utilisent parfois le guano pour la culture d’arachide. Les contraintes principales liées à l’exploitation du guano dans cette zone sont l’insuffisance de moyens adéquats de transport du guano de la colline à la route nationale N°1, la méconnaissance du stock du guano disponible à Magarawa et l’éthologie

de la chauve-souris.

### 3.2.- Expérimentation agronomique

#### 3.2.1.- Caractéristiques physico-chimiques du sol, support de l'expérimentation

Le tableau II montre les résultats des analyses physico-chimiques du sol de la parcelle expérimentale. Il ressort de ces résultats que, la texture est limoneuse, le pH<sub>eau</sub> est extrêmement alcalin, la teneur en matière organique et en azote est faible et le rapport C/N indique que la matière organique est peu minéralisée d'où une mauvaise humification de celle-ci.

**Tableau II.-** Caractéristiques physico-chimiques du sol (0-20 cm) de la parcelle expérimentale

Caractéristiques	Quantité
pH, eau (1:2,5)	9,85±0,05
Carbone (%)	3,9±0,36
N total (%)	0,2±0,04
P total (mg kg <sup>-1</sup> )	546±3,06
K (mg.kg <sup>-1</sup> )	10,4±0,21
Ca (mg.kg <sup>-1</sup> )	68540±9,04
Mg (mg.kg <sup>-1</sup> )	1186±7,09
Na (mg.kg <sup>-1</sup> )	3422±5,86
Statut textural	Limoneux

Le tableau III présente les caractéristiques physico-chimiques du guano de Magarawa et du fumier de Balla. Il montre que toutes les caractéristiques chimiques du guano sont supérieures à celles du fumier (tab. III). L'interprétation des résultats d'analyse montre tant pour le fumier que pour le guano que le pH est alcalin, la conductivité électrique est non saline, et la teneur en matière organique très élevée. Cependant, le fait que les teneurs en N, P, K, C du guano soient nettement supérieures à celles du fumier fait du guano de Magarawa une substance à forte valeur fertilisante.

**Tableau III.-** Caractéristiques physico-chimiques du guano de Magarawa et du fumier de Balla

Localité	Paramètre	pH	CE mS/cm	N %	P mg/kg	K mg/kg	C %	MO %	C/N
Magarawa	Guano	9,12±0,1	2,38±0,03	9,8±0,01	5090±10,1	6571±3,2	47±0,2	80±0,1	5±1,2
Balla	Fumier	8,02±0,2	0,44±0,01	1,1±0,04	2531±4,02	3491±5,2	29±0,5	50±0,3	26±2,3

#### 3.2.2.- Effet du guano sur la croissance végétative de laitue

Dans le tableau IV sont consignés les résultats de l'effet des traitements sur la croissance végétative de la laitue. Les traitements ont un effet significatif sur tous les paramètres de la croissance végétative de la laitue verte. En effet l'analyse statistique montre une différence très significative (F prob: 0,008) entre les combinaisons G3+FOV, G1, G2+FOV, G2+FOV+FMV et PP par rapport au témoin T0 pour la surface foliaire. Le traitement G1 (faible dose) permet d'obtenir une surface foliaire statistiquement identique à ceux des traitements G2+FOV+FMV et G3+FOV. La tendance montre également que, pour chacune des doses du guano G1, G2, G3, un apport de la fumure minérale n'a aucun



effet sur l'évolution de la surface foliaire. Par contre l'apport du fumier au guano provoque une augmentation significative de la surface foliaire. Pour le diamètre de pomme, une différence est observée pour les traitements G2+FOV+FMV, G3+FOV G3+FOV+FMV et PP par rapport au témoin. G1 est statistiquement identique à la dose la plus forte de tous les traitements (G3+FOV+FMV). En ce qui concerne la hauteur, les traitements G2, G2+FOV, G2+FOV+FMV et G3+FOV sont statistiquement différents comparés au témoin uniquement (tab. IV).

**Tableau IV.-** Effet du guano sur la croissance végétative de laitue (PPDS: Plus Petite Différence Significative, \*: significative; \*\*: Très hautement significative)

Traitement	Surface de la feuille (cm <sup>2</sup> )	Diamètre de pomme (cm)	Hauteur (cm)
T0	13,77a	9,97abc	3,5ab
FMV	16,25ab	10,88abcd	4,42abc
FOV	38,43abcd	14,63abcde	4abc
FOV+FMV	29,79abcd	11,55abcd	4,83abc
G1	71,16de	16,75bcde	5,23abcd
G1+FMV	13,64a	8,94a	3,83abc
G1+FOV	64,30cde	15,73abcde	5,07abc
G1+FMV+FOV	35,57abcd	14,37abcde	3,25a
G2	29,53abcd	14,15abcde	6,75cd
G2+FMV	14,35ab	8,99a	5,7abcd
G2+FOV	63,53cde	17,53cde	6,83cd
G2+FOV+FMV	65,95cde	19,4 <sup>e</sup>	8,25d
G3	35,54abcd	14,97abcde	5,83abcd
G3+FMV	26,09abc	9,61ab	4,5abc
G3+FOV	85,28e	23,87 <sup>e</sup>	6,92cd
G3+FOV+FMV	56,41bcde	18,07de	5,25abcd
PP	69,83de	20,82 <sup>e</sup>	6,40bcd
PPDS	42,42	6,49	2,65
F	0,008**	0,003**	0,025*

Les moyennes affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont significativement différentes au seuil de 5%.

### 3.2.3.- Effet du guano sur le rendement de laitue

L'effet des traitements sur la croissance végétative de la laitue, est présenté le tableau IV. Tant pour la biomasse fraîche que sèche, les traitements ont effet significatif sur la production de la laitue. En prenant les doses du guano individuellement, il ressort que le rendement (frais) est inversement proportionnel aux doses de guano appliquées, G3 (1,34 t/ha), G2 (2,41 t/ha) et G1 (3,58 t/ha). En combinant l'engrais chimique avec guano, le rendement oscille entre 0,62 et 1,07 t/ha. L'apport conjoint d'engrais minéraux, fumier et guano a permis d'améliorer significativement le rendement pour les doses moyennes et fortes (G2 et G3) de guano par rapport au témoin. Ces résultats montrent également que le traitement G1+FOV est statistiquement identique à G1, G2+FOV, G2+FOV+FMV, G3+FOV; G3+FOV+FMV et PP alors que le traitement FMV combiné aux autres doses de guano a eu un effet dépressif comparé aux parcelles traitées avec le guano uniquement.

**Tableau V.-** Effet du guano sur le rendement  
 (PPDS: Plus Petite Différence Significative; \*: significative)

Traitement	Rendement t/ha	Biomasse sèche t/ha
<b>T0</b>	0,43a	0,05a
<b>FMV</b>	0,57a	0,08ab
<b>FOV</b>	2,42abcd	0,34abcd
<b>FOV+FMV</b>	1,85abcd	0,27abcd
<b>G1</b>	3,58abcd	0,40abcd
<b>G1+FMV</b>	0,90a	0,11ab
<b>G1+FOV</b>	4,58d	0,49cd
<b>G1+FMV+FOV</b>	2,00abcd	0,26abcd
<b>G2</b>	2,41abcd	0,22abcd
<b>G2+FMV</b>	0,62a	0,14abc
<b>G2+FOV</b>	4,13bcd	0,38abcd
<b>G2+FOV+FMV</b>	4,19bcd	0,41abcd
<b>G3</b>	1,34abc	0,13ab
<b>G3+FMV</b>	1,07ab	0,13ab
<b>G3+FOV</b>	4,27cd	0,44bcd
<b>G3+FOV+FMV</b>	4,34cd	0,52d
<b>PP</b>	3,56abcd	0,38abcd
<b>PPDS 5%</b>	2,69	0,30
<b>F</b>	0,01*	0,038*

*Les moyennes affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont significativement différentes au seuil de 5%.*

L'analyse du rendement montre que, un apport du guano, avec ou sans engrais minéraux, améliore la production de la laitue. La même tendance est observée pour la biomasse sèche de laitue. Elle varie de 0,05 à 0,52 t/ha. Une augmentation significative de la biomasse totale avec les traitements G1+FOV, G3+FOV et G3+FOV+FMV par rapport au témoin.

### 3.- Discussion

Les qualités chimiques du guano contribuent à améliorer la production de la laitue verte par le biais de son action sur le sol. Ce travail a permis d'aboutir aux meilleures combinaisons de fertilisants pour une optimisation de la production de laitue verte. Il est donc techniquement facile et plus économiquement rentable pour un paysan d'utiliser la dose G1 afin d'optimiser sa production. Ceci pourrait être dû à la teneur élevée en azote du guano comme observé par ANONYME (2013) [19]. La différence entre la vitesse de minéralisation du guano beaucoup plus rapide comparée à celle des autres fertilisants expliquerait certainement l'efficacité en matière d'une meilleure production. En effet, le guano libère progressivement les minéraux, ce qui peut assurer leur disponibilité tout au long du développement de la plante. Ces résultats sont semblables à ceux de DUTOÏT et LÉBOULENGER (1992) [20]. Ils montrent que l'effet de l'azote et du phosphore se manifeste par l'augmentation de la biomasse des parties aériennes. La valeur du pH (9,12) et la teneur en azote (9,8%) de ce guano sont supérieures à celles trouvées à Mbanza-Ngungu en République Démocratique du Congo respectivement 8,6 et 7,3 par NZUKI *et*

*al.* (2011). Ceci montre que la qualité chimique du guano serait en lien avec l'environnement de vie de la chauve souris [21]. Pour appui à cette assertion, El HASSANI et PERSOONS (1994) ont montré que la teneur des amendements organiques d'origine animale en éléments minéraux dépend de l'espèce animale, des aliments consommés et des modalités de stockage des déchets [22].

OLIVEIRA *et al.* (2006) signalent que, l'apport des engrais organiques en faible quantité a donné un rendement de laitue très élevé, d'où la nécessité de réfléchir sur comment réduire la dose de guano et maintenir un bon niveau de production [23]? Surtout que les résultats obtenus dans cette étude montrent des rendements statistiquement identiques pour G2+FOV, G2+FOV+FMV, G3+FOV ; G3+FOV+FMV comparés à G1+FOV. Le fait d'introduire le fumier dans la fertilisation des sols de cuvette, contribue à ramener le pH du sol à un niveau légèrement plus acceptable en plus des compléments en fertilisants qu'il apporte. Selon N'DAYEGAMIYE et CÔTÉ (1996), la matière organique améliore la fertilité du sol en agissant sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol [24]. En outre, cette fumure se révèle souvent plus efficace que la fertilisation minérale [25,26]. Au Burkina Faso, les études menées par ZOUGMORÉ *et al.* (2003) ont montré que l'application du fumier permet d'obtenir des rendements de 900 à 1600 kg/ha de sorgho soit 20 à 39 fois le rendement obtenu sans aucun amendement. Les résultats issus de cette étude valide le rôle que joue les amendements organiques dans l'amélioration de la production maraichère dans les systèmes de production [27].

## Conclusion

L'optimisation de la production des plantes cultivées peut se faire par le biais des fertilisants et le guano de chauves-souris (guano) en est un. Les résultats obtenus à l'issue de ce travail montrent que l'exploitation du guano est encore traditionnelle et les acteurs ne sont pas bien outillés tant dans l'exploitation que dans l'utilisation en culture maraichère. Cette situation fait que la population de Magarawa ne tire pas assez de profit de l'exploitation de cette ressource d'une part et d'autre part, la dose traditionnellement utilisée par les producteurs de Balla ne donne pas les meilleures performances comparées aux autres combinaisons. L'expérimentation faite a montré aussi que le guano constitue un fertilisant riche en nutriments pouvant améliorer la production agricole. Les éléments chimiques qu'il contient sont plus élevés que ceux du fumier provenant du village de Balla. Cet engrais naturel permet d'obtenir avec la dose G1, un rendement presque de 2 fois supérieur à celui du fumier vulgarisé (FOV) et 6 fois celui de la fumure minérale vulgarisée (NPK + urée). Cela dénote que le guano peut avantageusement remplacer le fumier et l'engrais minéral. Toutefois, pour les producteurs, il est important de tenir compte de la vitesse de minéralisation du guano pour déterminer la période idéale d'apport des amendements organiques. Ainsi, du fait de leur caractéristique, le fumier pourrait être apporté en fumure de fond deux à trois semaines avant la mise en place des cultures, le guano étant employé en fumure d'entretien.

La détermination des doses de la fertilisation en condition contrôlée pour les autres spéculations maraichères est sans aucun doute un vaste domaine à explorer. Le manque de références sur les besoins des cultures d'une part et la vitesse de minéralisation en fonction de type du sol d'autre part, pourraient servir de champs de recherche pour le futur. La connaissance de l'éthologie de la chauve-souris et du stock disponible de guano est un gage pour la durabilité de l'exploitation et de l'utilisation du guano. Pour une durabilité de cette exploitation du guano, il est impératif d'organiser les acteurs de la filière

d'exploitation et d'utilisation en maraichage.

## REMERCIEMENT

Nous remercions infiniment le projet PIC-REC 2 d'avoir financé cette recherche.

## Références bibliographiques

- [1].- Ndiaye M., Madai A., Thiers R., 2013.- Implementing the MAF in Niger: Opportunities and challenges in accelerating. MDG 1; Global MDG Conference, UNDP Working Paper, No. 8, UNDP Publishing, 14 p.
- [2].- FAO, 2006.- Sécurité alimentaire et développement agricole en Afrique Subsaharienne. Ed. FAO, Rome, 108p.
- [3].- Guengant J. P., Banoin M., 2003.- Dynamique des populations, disponibilités des terres et adaptation des régimes fonciers: le cas du Niger. Ed. FAO et Comité International de Coopération dans les Recherches Nationales en Démographie, 144 p.
- [4].- Habou Z. A., Boubacar M. K., Adam, T., 2016.- Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique : défis et perspectives. Int. J. Biol. Chem. Sci., 10 (3): 1262-1272
- [5].- Karen A., 2003.- NPK Values of organic manure. Oregan state Univesity Extension services and educational programme, Pp 1-4.
- [6].- Mentler, A. T. Partaj P., Strauss M., Soumah Blum W. E., 2002.- Effect of locally available organic manure on maize yield in Guinea, West Africa. 17<sup>th</sup> WCSS, 14-21 August, Thailand, Sympos, 13, Pap. 2029: 1-8.
- [7].- Malam Boukar A. K., Tidjani A. D., Yamba B., Lebailly.P., 2016.- Performance et circuit de commercialisation des principaux produits agricoles des cuvettes oasiennes du département de Gouré (Niger). Int. J. Biol. Chem. Sci., vol. 10 (5): 2202-2214.
- [8].- Jahiel, M., 1998.- Rôle du palmier dattier dans la sécurisation foncière et alimentaire au sud-est du Niger. Sécheresse, 9 (2): 167-174.
- [9].- Sridhar K. R., 2006.- Manure qualities of guano of insectivorous cave bat *Hipposideros speoris*. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 6: 103-110.
- [10].- Almehemdi A. F., Alobaidy A. F., 2013.- Chemical composition and bioassay of the Iraqi bat *Otonycteris hemprichii* Camd guano. Tropocultura, Pp 23-31;
- [11].- Karimou Ambouta H., 2013.- Effet du guano de chauve-souris sur la fertilité du sol et la production de la laitue verte (*Lactuca sativa*) dans la cuvette de Balla. Mémoire de master 2, Université Polytechnique De Bobo-Dioulasso, 98 p.
- [12].- RECA., 2015.- Fiche technique pour la culture de la laitue / salade. Version (1), Niamey, 2p.

- [13].- Walkley A., Black I. A., 1934.- An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37: 29-38.
- [14].- Hillebrand W. F., Lundell G. K. F., Bright H. A., Hoffman J., 1953.- Applied inorganic analysis. Ed. John Wiled and Sons, New York, USA, 1034p.
- [15].- Dickman S. R., Bray R. H., 1940.- Colorimetric determination of phosphate. *Ind. Eng. Chem., Anal.*, 12: 665-668.
- [16].- Pratt P. F., 1965.- Methods of soil analysis. Chemical and Microbiological Properties, American Society of Agronomy, 771-1572.
- [17].- Jackson M. L., 1958.- Soil Chemical Analysis. Prentice Hall, New Jersey, 498p.
- [18].- Bouyoucos, G. J., 1951.- A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- [19].- Anonyme, 2013.- Engrais naturels : guano, corne broyée et sang séché. Adresse : [http://www.gerbeaud.com/jardin/jardinage\\_naturel/engrais-organiques-naturesang-corne-guano.php](http://www.gerbeaud.com/jardin/jardinage_naturel/engrais-organiques-naturesang-corne-guano.php). (consulté le 04 Mars 2013).
- [20].- Dutoit T., Leboulenger F., 1992.- Guano de chauves-souris et agriculture, nouvelles données. Petit Léro, 39 p.
- [21].- Nzuki B. F., Kinkwono E. K., Sekle B. G., 2011.- Utilisation du guano comme substitut du di-ammonium phosphate (DAP) dans la fertilisation du soja et de la tomate en république démocratique du Congo. *Tropicultura*, 29 (2) : 114-120.
- [22].- El Hassani T. A., Persoons E., 1994.- Agronomie moderne: bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. Torino, Itatie, Hatier-Aupelf-Uref, 275 p.
- [23].- Oliveira Ng., De-Polli H., Almeida D. I., Guerra J., 2006.- No tillage system of lettuce fertilized with poultry litter on living roofs of grass and legume. *Hortic. Bras.*, 24 p.
- [24].- N'Dayegamiye A., Côté D., 1996.- Effet d'application à long terme de fumier de bovins, de lisier de porc et de l'engrais minéral sur la teneur en matière organique et la structure du sol. *Agrosol*, 9 (1) : 30-35.
- [25].- Bockman O. C., Kaarstad O., Lie O. H., Richards I., 1990.- Agriculture et fertilisation. Oslo Norvège, Norsk Hydro, 258 p.
- [26].- Soltner D., 2003.- Les bases de la production végétale, le sol et son amélioration. Tome 1. 23<sup>e</sup> Ed. Poitiers, France, 472 p.
- [27].- Zougmoré R., Zida Z., Kambou N. F., 2003.- Role of nutrient amendments in the success of half-moon soil and water conservation practice in semi-arid Burkina Faso. *Soil and Tillage Research* 71: 143-149.