



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Caractérisation biochimique de la pulpe et de l'amande des fruits murs de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. consommées au Niger

Moussa AROHALASSI HALIDOU^{1*}, Mahamadou ELHADJI GOUNGA² et
Rayanatou ISSA ADO³

¹ École Doctorale Sciences, Ingénierie, Santé et Environnement (ED-SISE), Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi (UDDM), Niger.

² Département des Sciences et Techniques de Productions Végétales, Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement (FASE), Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger.

³ PAM, Sous-bureau de Maradi, Niger.

*Auteur correspondant ; E-mail : mowsli@yahoo.fr; BP : 465 A.D.S Maradi-Niger, Tel : +227 97590575

Received: 22-10-2022

Accepted: 20-12-2022

Published: 31-12-2022

RESUME

L'arbre de *Sclerocarya birrea* ou Marula est une espèce forestière aux usages multiples très répandue en Afrique, mais peu étudiée au Niger. L'objectif général de cette étude est la caractérisation des fruits de l'espèce *S. birrea* afin de mieux contribuer à sa valorisation. Les échantillons ont été collectés au niveau de 7 sites de deux régions et analysés au laboratoire pour déterminer la composition biochimique selon les méthodes AOAC (1990). La caractérisation de la pulpe montre des teneurs moyennes en eau variant de 80,3 à 86%, celles en protéines, lipides et glucides sont respectivement de $3,12 \pm 1,48\%$, $2,78 \pm 0,74\%$ et $86,30 \pm 2,55\%$ respectivement avec une valeur énergétique de $382,68 \pm 7,56$ Kcal. L'amande est composée en moyenne de $6,08 \pm 1,74\%$ d'eau et $3,96 \pm 0,39\%$ de matières minérales. Elle est cependant assez riche en protéines ($35,2 \pm 2,47\%$) avec un taux important de matières grasses ($46 \pm 5,97\%$), de glucides de $14,8 \pm 6,50\%$. L'énergie moyenne calculée est de $614 \pm 29,3$ Kcal. Il n'y a pas de différence significative de la composition des fruits. *S. birrea* démontrent ainsi une grande potentialité qui nécessite une meilleure valorisation et une vulgarisation pour contribuer à la sécurité alimentaire et nutritionnelle.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Valorisation, produits forestiers, *Sclerocarya birrea*, Niger.

Biochemical characterization of pulp and kernel of *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. fruits consumed in Niger

ABSTRACT

The *Sclerocarya birrea* or Marula tree is a multipurpose forest species widespread in Africa, but little studied in Niger. The general objective of this study is the characterization of the fruits of the species *S. birrea* in order to better contribute to its valorization. The samples were collected at 7 sites in two regions and analyzed

in the laboratory to determine the biochemical composition according to AOAC (1990) methods. The characterization of the pulp shows average water contents ranging from 80.3 to 86%, those of proteins, lipids and carbohydrates are respectively $3.12 \pm 1.48\%$, $2.78 \pm 0.74\%$ and $86, 30 \pm 2.55\%$ respectively with an energy value of 382.68 ± 7.56 Kcal. The kernel is composed on average of $6.08 \pm 1.74\%$ water and $3.96 \pm 0.39\%$ mineral matter. It is however quite rich in protein ($35.2 \pm 2.47\%$) with a high rate of fat ($46 \pm 5.97\%$), carbohydrates of $14.8 \pm 6.50\%$. The calculated average energy is 614 ± 29.3 Kcal. There is no significant difference in composition depending on the origin of the fruits. *S. birrea* thus demonstrate great potential that requires better development and popularization to contribute to food and nutritional security at the level households.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Valorization, forest products, *Sclerocarya birrea*, Niger.

INTRODUCTION

Dans les pays du Sahel, la difficulté des conditions de vie oriente de plus en plus les populations vers l'exploitation et la commercialisation des produits forestiers tels que les fruits sauvages, les gommés, les huiles non conventionnelles et les produits ligneux (Diop et al., 2010). L'exploitation de ces produits contribue non seulement plus ou moins directement au bien-être nutritionnel des populations, mais constitue également une source importante de revenus pour l'achat de denrées de première nécessité surtout pendant les périodes de soudure.

L'économie du Niger est basée essentiellement sur le secteur primaire (Agriculture) dont les bases productives sont malheureusement mises à rudes épreuves par les sécheresses récurrentes, la désertification, les aléas climatiques, la pression démographique et la pauvreté des populations. Ces phénomènes accélèrent la dégradation des ressources naturelles en général et forestières en particulier. Ainsi, le défi majeur de l'agriculture est de contribuer à une sécurité alimentaire et nutritionnelle durable, par le renforcement des filières agro-sylvo-pastorales au niveau de tous les maillons de leur chaîne de valeur (production, transformation, conservation, commercialisation). Malgré l'austérité du climat, il existe cependant des conditions écologiques particulièrement favorables au développement de ressources forestières qui méritent d'être valorisées au

profit des populations. Il s'agit notamment des produits forestiers non ligneux (PFNL) qui jouent un rôle stratégique pour les populations qui en tirent un complément alimentaire, des médicaments et du fourrage pour le cheptel. Ces PFNL, même menacés, contribuent à la conservation de la diversité biologique, à la lutte contre la désertification, à la résilience des populations faces aux effets néfastes des changements climatiques, à la création d'emplois, à l'accroissement des revenus des ménages et au Produit Intérieur Brut (PIB) national (BI2E, 2012 ; MESU/DD, 2016).

Parmi ces ressources naturelles, plusieurs espèces de produits forestiers sont jusque-là peu étudiées au Niger. C'est le cas de *Sclerocarya birrea* (A. Rich. Hochst.), une espèce à multiples usages, à potentiel socioéconomique important et très répandue dans le secteur sahélien du Niger. Elle appartient à la famille des Anacardiaceae et possède plusieurs synonymes que sont : *Spondias birrea* A. Rich. ; *Sclerocarya caffra* Sond.; *Poupartia caffra* (Sond) H. Perrier ; *Poupartia birrea* (A. Rich.) (Arbonnier, 2002).

Les enquêtes socio-économiques réalisées au Niger ont révélé que l'arbre de *S. birrea* est beaucoup utilisé par les populations rurales. Les organes utilisés sont essentiellement les fruits, les noix/graines, les feuilles, les racines et l'écorce avec des domaines d'utilisation variables en alimentation (humaine et animale) majoritairement, énergie, artisanat et la

médecine (humaine et animale). Cependant, Il n'existe pas de filière organisée pour cette espèce et on relève très peu de valorisation des organes de l'arbre sur le plan alimentaire (Arohalassi et al., 2021).

En dépit de son potentiel (agronomique, génétique...etc.) largement reconnu dans le secteur sahélien du Niger, les informations scientifiques sur la caractérisation des parties comestibles de *S. birrea* restent encore très limitées (Shackleton et al., 2001 ; Muok et al., 2011 ; Gouwakinnou et al., 2011 ; Abdourhamane et al., 2015, 2017). Ainsi, cette étude s'inscrit dans ce contexte et a pour but de déterminer les caractéristiques biochimiques et nutritionnelles de la pulpe et de l'amande des fruits produits au Niger et d'ouvrir de nouvelles perspectives aux industries locales de transformation afin de contribuer à leurs valorisations.

MATERIEL ET METHODES

Cadre d'étude

La zone d'étude était constituée des régions centre sud et centre est du Niger. Il s'agit de la région de Maradi et de la région de Zinder. Les analyses de la composition des fruits ont été conduites au niveau Laboratoire d'analyse de productions animales de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

Matériel végétal

Le matériel végétal était composé de fruits cueillis à maturité durant la période de juillet à août 2021. Les échantillons collectés ont été transportés dans des glacières conditionnées à une température de 5-6°C jusqu'au laboratoire.

Echantillonnage

Les échantillons ont été collectés de façon aléatoire au niveau des populations naturelles de *S. birrea* de sept (7) sites dans six (6) communes des régions de Maradi (2) et

Zinder (4) localisées respectivement dans les parties centre-sud et centre-est du Niger (Figure 1). La collecte de 5 kg de fruits a été réalisée par site pour la caractérisation. Les sites concernés sont situés essentiellement dans des zones sahélienne et soudanienne et sont principalement composés de forêts classées, protégées et de champs de cultures (Tableau 1).

Préparation des échantillons

La première étape a consisté à dépulper les fruits mûrs et leur séchage à l'abri de la lumière du soleil pendant 7 jours et leurs analyses. Les noix obtenues, après dépulpage, ont été décortiquée manuellement à l'aide d'un marteau pour séparer les coques des amandes qui ont par la suite été analysées en seconde étape. Ainsi, la phase expérimentale s'est déroulée en deux parties essentiellement, d'abord sur la pulpe des fruits ensuite sur les amandes extraites des noix (Figure 2).

Détermination des composés biochimiques

La détermination des teneurs en eau et en matières sèches d'une part et en matières minérales, en protéines et en matières grasses d'autre part a été réalisée selon la méthode AOAC, 1990 (Association of Official Analytical Chemists). La teneur en glucides totaux par rapport à la matière sèche a été déterminée par la méthode différentielle.

Détermination de la teneur en eau

Les teneurs en eau et par conséquent de la matière sèche des pulpes et des amandes ont été déterminées par déshydratation de 0,5 g de pulpe et 0,2 g d'amande à l'étuve à 105°C pendant 12 heures. Les teneurs en humidité et en matière sèche ont été calculées suivant la différence de poids du substrat avant et après séchage, selon les équations suivantes :

$$\text{Humidité (\%)} = 100 * \left(1 - \frac{P2 - P0}{P1}\right)$$

P0 : poids creuset à vide (g) ; P1 : poids creuset plus échantillon (g) ; P2 : poids creuset plus

échantillon après séchage à l'étuve et refroidissement au dessiccateur (g).

La teneur en matière sèche a été calculée en éliminant la teneur en eau du poids frais de l'échantillon et correspond donc à :

$$MS (\%) = 100 - H (\%)$$

MS (%) : Matière sèche de l'échantillon ; H (%) : Humidité de l'échantillon.

Détermination de la teneur en matières minérales

La teneur en matières minérales (cendres totaux) a été réalisée par incinération de la mouture de 1 g d'échantillon dans un four à moufle à 550°C pendant 6 heures. La teneur en cendres a été calculée, après minéralisation, selon la formule :

$$Cendres (\%) = 100 * \frac{P2 - P0}{P1}$$

P0 : poids creuset à vide (g) ; P1 : poids creuset plus échantillon (g) ; P2 : poids creuset plus échantillon après incinération (g).

Détermination de la teneur en protéines totales

Les teneurs en protéines totales ont été déterminées de façon indirecte par détermination de la teneur en azote (matières azotées totales), de 0,5 g de pulpe et 0,2 g d'amande, par la méthode de Kjeldhal. La teneur en azote total est obtenue selon la formule :

$$Azote (\%) = 100 * 0,2 * 14 * \frac{V - V_0}{1000} * Pe$$

Pe : prise d'essai de l'échantillon (g) ; V : volume d'acide sulfurique (H₂SO₄) utilisé pour l'essai ; V₀ : volume d'acide sulfurique H₂SO₄ utilisée pour le témoin ; 0,2 : normalité de l'acide sulfurique ; 14 : poids moléculaire de l'azote. Le résultat est la moyenne de 3 essais. La teneur en protéines est alors calculée par la formule suivante :

$$Protéines (\%) = 6,25 * Azote (\%)$$

6,25 : coefficient de conversion.

Détermination de la teneur en matières grasses

La teneur en lipides totaux a été dosée par extraction au Soxhlet sur une prise d'essai de 5 g de pulpe et d'amande, avec l'hexane comme solvant. Cette teneur est obtenue selon la formule suivante :

$$Matières grasses (\%) = 100 * \frac{P3 - P2}{P1}$$

P1 : poids échantillon (g) ; P2 : poids ballon à vide (g) ; P3 : poids du ballon contenant les lipides (g).

Détermination des glucides totaux

La teneur en glucides totaux par rapport à la matière sèche a été déterminée par la méthode différentielle (FAO, 1974). Le calcul se fait avec les valeurs déterminées des taux de protéines, de lipides, des cendres et de matière sèche. La formule utilisée est la suivante :

$$\text{Glucides totaux (\%)} = 100 - [\% \text{ C/MS} + \% \text{ P/MS} + \% \text{ L/MS}]$$

% C/MS : taux des cendres par rapport à la matière sèche ; % P/MS : taux de protéines par rapport à la matière sèche ; % L/MS : taux des lipides par rapport à la matière sèche.

Les valeurs énergétiques de la pulpe et de l'amande de *S. birrea* ont été calculées à l'aide des coefficients spécifiques d'Atwater (4 kcal/g de protéines et glucides, 9 kcal/g de lipides).

Traitements et analyse des données

Les analyses uni-variées ont été réalisées à travers le test non paramétrique de Kruskal-Wallis sur un seul facteur qui est la provenance des échantillons au seuil de significativité de $P < 0.42$. Les tests de corrélation de Spearman et de Pearson ont également été vérifiés sur les différentes moyennes obtenues. Le logiciel R (Version 4.0.2) a servi pour toutes les analyses.

Tableau 1 : Répartition et caractéristiques des 7 sites d'échantillonnage des fruits de *S. birrea*.

Sites	Communes	Régions	Type de Climat	Caractéristique du sol
1	Aguié	Maradi	Sahélien semi-aride	Sablo-limoneux
2	Sabon Machi	Maradi	Sahélien	Sablo-argileux
3	Tirmini	Zinder	Sahélien	Sablonneux
4	Dogo	Zinder	Aride	Hydro morphe
5	Droum	Zinder	Sahélo soudanien	Sablo-argileux
6	Bandé	Zinder	Sahélo soudanien	Sablo-argileux

Source : Plans de Développements Régionaux (PDR), 2015.

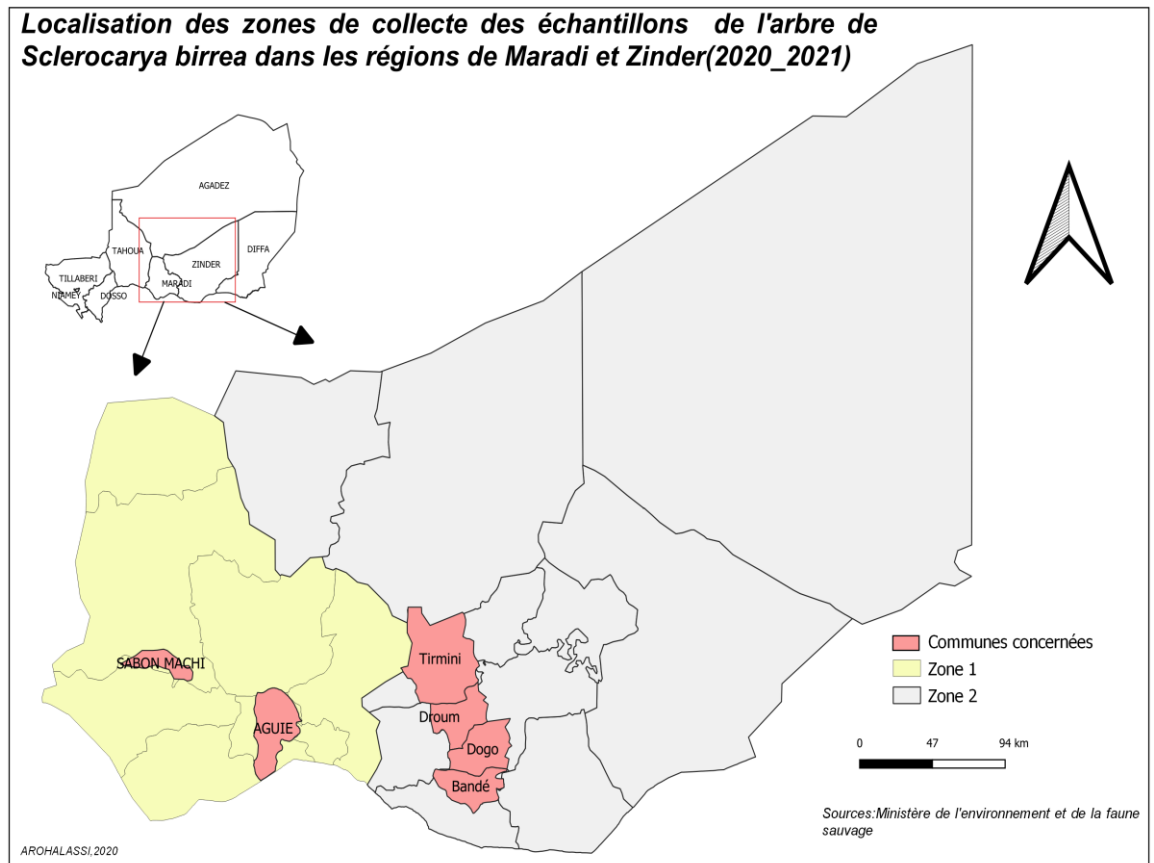


Figure 1 : Localisation des zones de collecte des échantillons des fruits de *S. birrea*.

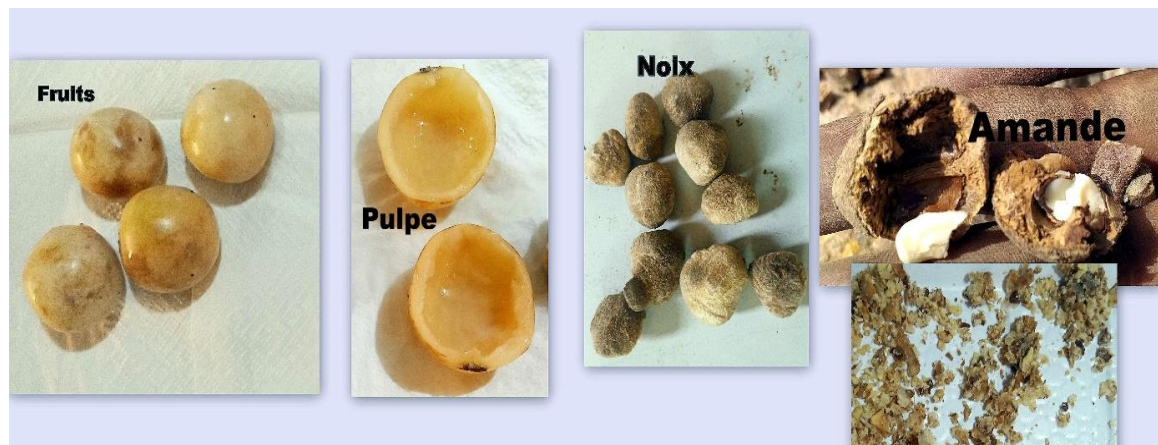


Figure 2 : Présentation des parties du fruit de *S. birrea*.

RESULTATS

Composition biochimique moyenne de la pulpe des fruits mûrs de *S. birrea* en fonction de leur provenance

Les teneurs moyennes en eau, en matières minérales, en protéines, en matières grasses, en glucides et en énergies des échantillons de la pulpe de *Sclerocarya birrea* de sept (7) localités différentes sont résumées dans le Tableau 2.

Le Tableau 2 montre les résultats de la composition biochimique moyenne de la pulpe des fruits de *S. birrea* collectés au niveau de 7 sites de prélèvements dont 3 dans la région de Maradi et 4 dans la région de Zinder. Une analyse descriptive a été faite pour chaque paramètre étudié.

La teneur en eau des échantillons analysés est élevée et varie de 80.3 à 86.0% avec une moyenne de $82,9\% \pm 1,96$. On remarque que la pulpe des fruits est composée de beaucoup d'eau (plus de 80%) quel que soit la provenance des échantillons. Les teneurs d'eau les plus importantes sont enregistrées à Maradi (Dan Kada et Dan Gado). La teneur moyenne en matières minérales par rapport à la matière sèche est de $7,80\% \pm 1,49$ avec un minimum de 5,48% et un maximum de 9,68%. D'un site à un autre les taux sont variables mais dans l'ensemble n'atteignent pas les 10%. Les teneurs moyennes en protéines, lipides, glucides et en énergies obtenues sont

respectivement de $3,12 \pm 1,48\%$; $2,78 \pm 0,74\%$; $86,30 \pm 2,55\%$ et $382,68 \pm 7,56$ Kcal. Les teneurs de lipides de la pulpe des fruits sont très faibles. Comme la plupart des fruits, on relève une teneur très importante en glucides (plus de 80%) pour tous les échantillons analysés. Les valeurs énergétiques les plus élevées ont été obtenues pour Zinder.

Teneurs moyennes en eau et en matières minérales de la pulpe de *S. birrea* en fonction de la provenance

Avec un seuil de $p=0,42$, les analyses unies variées et en fonction des échantillons montrent que les teneurs en eau et en matières minérales ne sont pas significativement différentes suivant la provenance des échantillons (Figure 3).

Teneurs moyennes en glucides de la pulpe de *S. birrea* en fonction de la provenance

La teneur moyenne en glucides n'est pas significativement différente au seuil de $p=0,42$ suivant la provenance des échantillons (Figure 4). Cependant la corrélation entre les caractères biochimiques montre qu'il existe une seule corrélation significative entre les échantillons. Pour $r = - 0,929$ et $p = <0,01$, il existe une corrélation négative statistiquement significative entre les teneurs en glucides et les teneurs en protéines (Figure 5).

Composition biochimique moyenne de l'amande des fruits de *S. birrea* en fonction de la provenance

Les teneurs moyennes en eau, en matières minérales, en protéines, en matières grasses, en glucides et en énergies des échantillons d'amande des fruits de *Sclerocarya birrea* de sept (7) localités différentes sont résumées dans le Tableau 3.

L'analyse de la composition biochimique des amandes des fruits de *S. birrea* révèle des faibles teneurs en eau avec une moyenne de $6,08 \pm 1,74\%$. La région de Zinder enregistre la teneur la plus importante (9,69%). La teneur moyenne en matières minérales est de $3,96 \pm 0,39\%$ avec un maximum ne dépassant pas 4,58% au niveau de la région de Maradi. L'amande est cependant assez riche en protéines, avec la teneur moyenne de $35,2 \pm 2,47\%$ avec des taux allant jusqu'à 39,9% de protéines par rapport à la matière sèche. Les matières grasses sont les composantes les plus importantes avec une teneur moyenne de $46 \pm 5,97\%$ avec des taux allant à plus de 50% de matières grasses pour les échantillons en provenance de la région de Zinder. Les teneurs en glucides sont moins importantes que celles de la pulpe avec des taux variables entre 4,58 et 22,5%. La teneur

moyenne représente $14,8 \pm 6,50\%$. Enfin, la valeur énergétique moyenne des amandes est de $614 \pm 29,3$ Kcal avec des maximums atteignant 665 Kcal/100g de matière sèche. Les teneurs importantes en protéines et en matières grasses permettent à l'amande d'obtenir une valeur énergétique qui représente le double de celle obtenue au niveau de la pulpe (Figure 6).

Teneurs moyennes en protéines, matières grasses et glucides de l'amande des fruits de *S. birrea* en fonction de la provenance

Avec un seuil de $p=0,42$, les analyses uni-variées en fonction des échantillons montrent que ces teneurs ne sont pas significativement différentes suivant la provenance.

L'analyse de corrélation entre les caractères biochimiques montre qu'il existe deux corrélations significatives. Cette corrélation est positive et statistiquement significative entre les teneurs en matières grasses et les valeurs énergétiques pour $r = 0,999$ et $p = <0,001$ pour le test de Pearson et elle est négative et statistiquement significative entre les teneurs en matières grasses et celles en glucides ($r = -0,929$ et $p = <0,01$) pour le test de Spearman (Figure 7).

Tableau 2 : Composition biochimique de la pulpe de *S. birrea* en fonction de la provenance.

Echantillons/site	Eau (%)	Matières minérales (%)	Protéines (%)	Matières grasses (%)	Glucides (%)	Energie (Kcal)
Sabon Machi	81,9	7,54	2,76	1,96	87,74	379,78
Dan Kada	84,5	9,42	1,99	1,90	86,68	371,80
Dan Gado	86,0	8,44	1,43	3,14	87,00	381,92
Tirmini	80,3	5,48	1,79	2,34	90,40	389,78
Dogo	82,5	6,77	4,41	3,84	84,98	392,09
Droum	83,9	7,29	4,30	3,40	85,02	387,84
Bandé	81,3	9,68	5,15	2,88	82,30	375,67

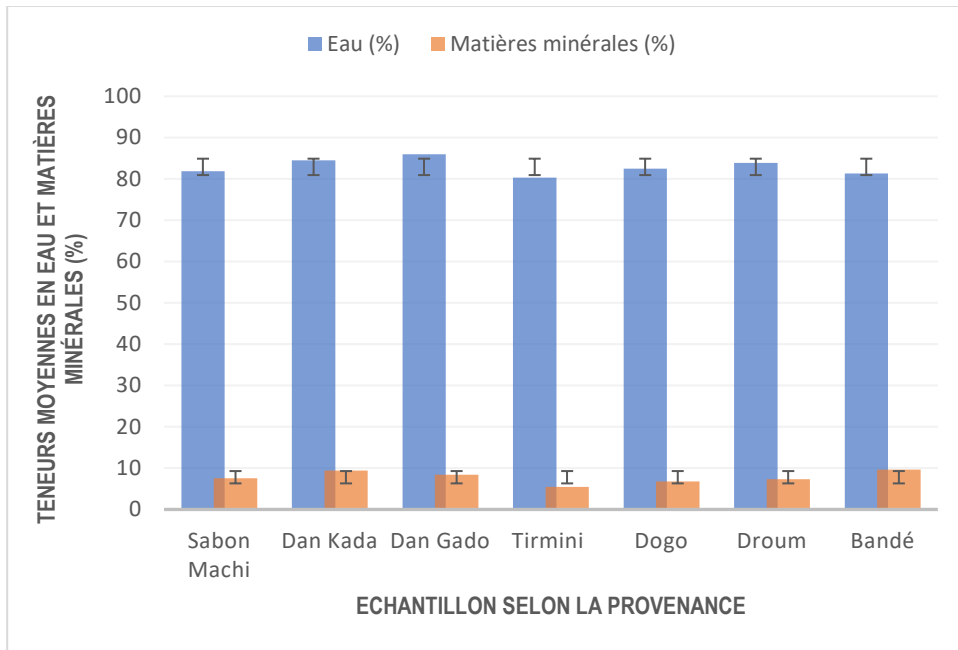


Figure 3 : Teneurs en eau et en matières minérales de la pulpe de *S. Birrea* selon la provenance.

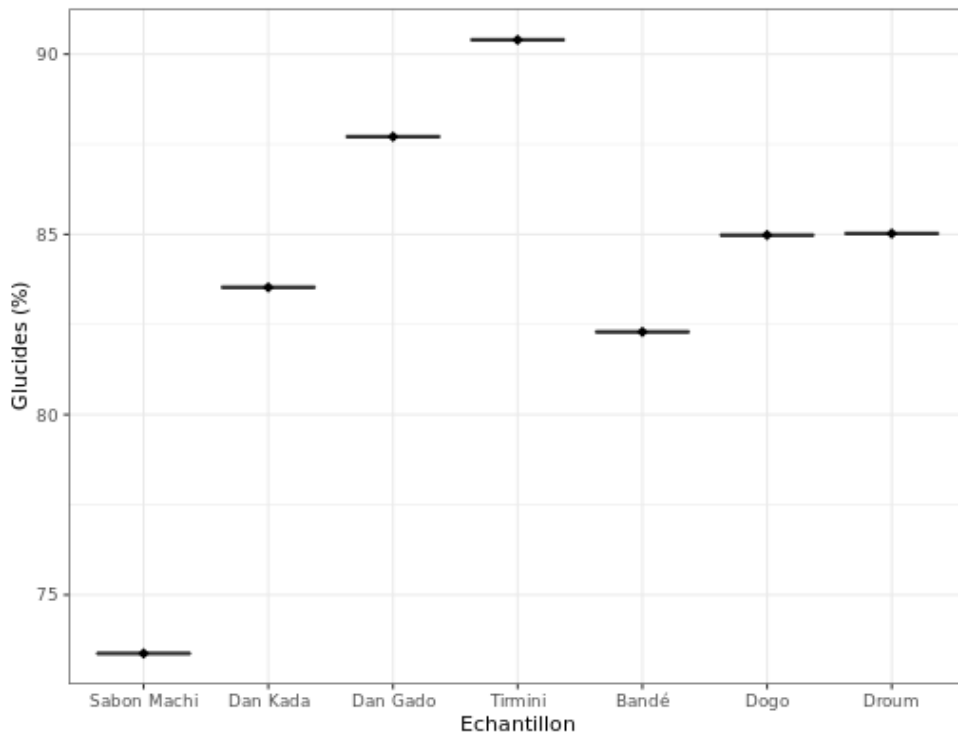


Figure 4 : Teneurs en glucides des pulpes de *S. Birrea* selon la provenance.

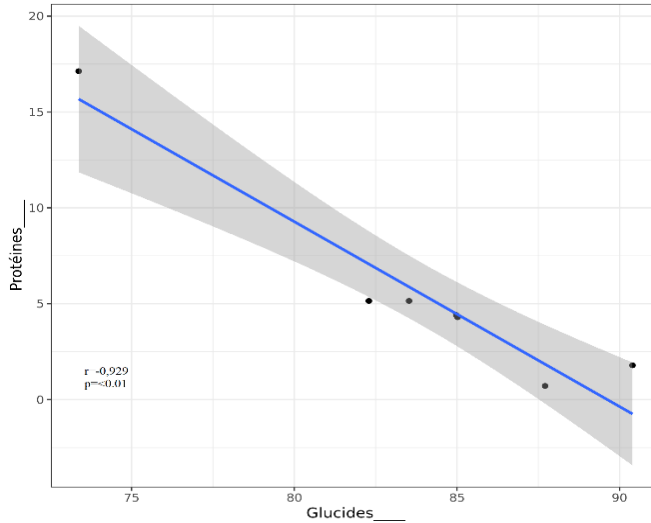


Figure 5 : Courbe de corrélation entre les teneurs en glucides et les teneurs en protéines de la pulpe des fruits de *S. birrea*.

Tableau 3 : Composition biochimique de l’amande des fruits de *S. birrea* en fonction de la provenance.

Echantillons/site	Eau (%)	Matières minérales (%)	Protéines (%)	Matières grasses (%)	Glucides (%)	Energie (Kcal)
Sabon Machi	5,38	3,70	35,1	43,9	17,3	605
Dan Kada	5,73	4,30	35,3	43,7	16,7	601
Dan Gado	6,77	4,58	39,9	47,9	7,62	621
Tirmini	5,29	3,60	31,7	50,1	14,6	636
Dogo	5,35	3,67	33,9	42,3	20,1	597
Droum	9,69	3,69	35,8	38,0	22,5	575
Bandé	4,38	4,18	34,9	56,3	4,58	665

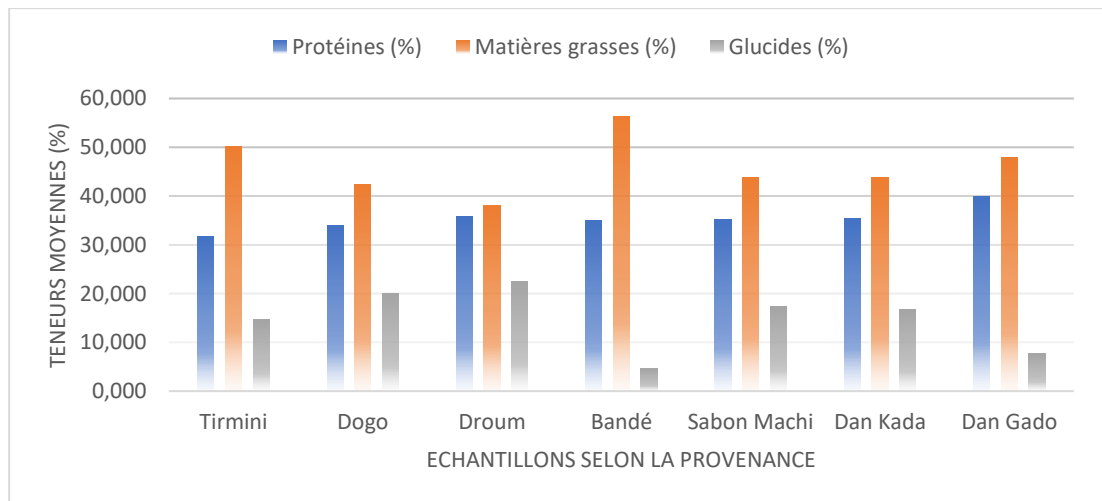


Figure 6 : Composition moyennes de l’amande des fruits de *Sclerocarya birrea* selon la provenance.

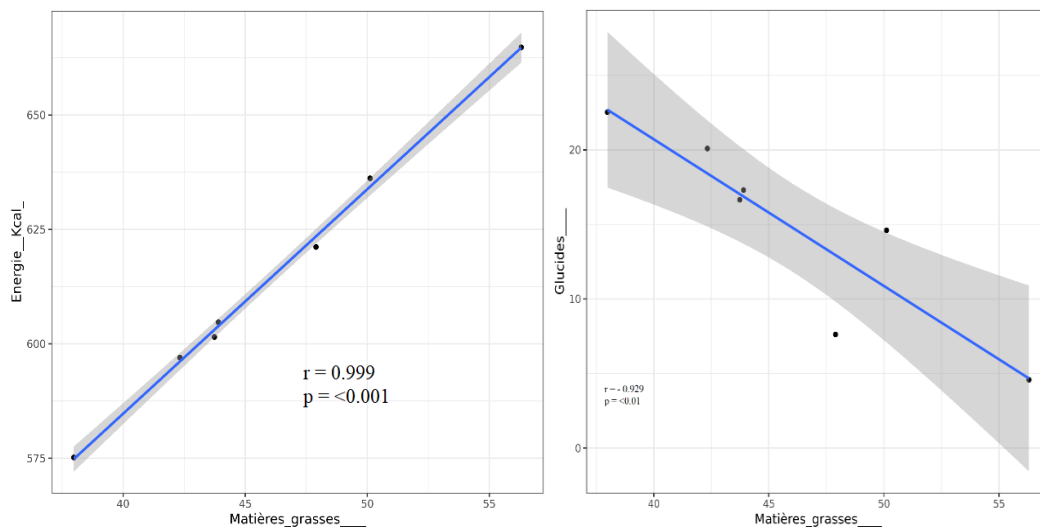


Figure 7 : Courbes de corrélation entre les paramètres biochimiques des teneurs en matières grasses - énergie et teneurs en glucides.

DISCUSSION

Les résultats de l'étude ont montré une teneur moyenne des pulpes variant de 80,3 à 86%. Ainsi, plusieurs études ont rapporté des taux d'humidité important mais variables. Les résultats rapportés par Sene et al. (2018) dans la zone du Ferlo (Sénégal) sont légèrement supérieurs à ceux trouvés dans notre étude mais restent dans la marge des 80-90%. Ekué et al., (2008) ont rapporté que les fruits charnus sont constitués d'une teneur en eau très élevée et que les variabilités observées ont été attribuées aux différences observées dans les conditions de croissance des arbres (Gous et al., 1988) mais pourraient également être dues à la difficulté d'obtenir un échantillon représentatif pour la détermination de l'humidité du jus de la pulpe puisque la chair adhère étroitement à la peau et à l'amande. Certains fruits comme les oranges, les bananes, les papayes, les mangues et les ananas, à maturité, ont des teneurs en humidité de 83%, 74%, 90%, 80% et 85% respectivement (Hernandez et al., 2006). Les pulpes aussi sont relativement moins riches en matière grasse comme l'ont rapporté Glew et al. (1997).

Selon Leakey (1999) et Glew et al. (2004), la teneur en lipides de l'amande des fruits de *S. birrea* de varie de 50 à 85 % du

pois sec. Sa teneur est plus élevée que celle du baobab (*Adansonia digitata*), *Noix de Carissa edulis* et *Hibiscus esculentus*. Kando et al. (2009) ont trouvé une valeur moyenne de 56,73% de teneur en lipide totaux au Burkina Faso qui est supérieure à celle trouvée dans cette présente étude ainsi que celle de Mariod et Abdelwahab (2012) qui ont rapporté des taux de 53%. Cependant, on relève une valeur énergétique plus importante au niveau des amandes que du fruit et cela est essentiellement dû à la richesse de *S. birrea* et à l'apport lipidique important des noix par rapport au fruit.

Le constat général, révèle que la composition du fruit de *S. birrea* est peu variable selon les zones d'études. Cela pourrait se justifier par la différence de l'origine des sous espèces rencontrées, de la nature et la richesse des sols, de la fluctuation et des changements climatiques ainsi que de la technique et la durée entre la collecte des échantillons et leurs analyses au laboratoire. Plusieurs autres facteurs rentraient en compte dont la maturité des fruits et l'évolution des méthodes d'analyses qui ne sont pas très précises sur certains détails comme la partie utilisée du fruit pour l'analyse.

Conclusion

La caractérisation biochimique et nutritionnelle des fruits de l'arbre de *Sclerocarya birrea* rencontré dans la zone sahélienne du Niger, à travers cette étude, permet aujourd'hui d'avoir une situation de référence sur les macronutriments constitutifs de cette espèce. L'utilisation alimentaire faite, en période de soudure, par les populations rurales confirme tout l'intérêt de ce produit forestier non ligneux. En effet, les fruits possèdent une richesse importante en glucides (pulpe) malgré le faible pourcentage de chair mais également des teneurs très élevées de la noix en matières grasses (amande) et une composition non négligeable de protéines. Les résultats de cette étude ont permis de constituer une base de données sur les caractéristiques biochimiques des fruits de *S. birrea*, peu étudiées et vulgarisées au Niger, afin de promouvoir leurs utilisations technologique et nutritionnelle.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Dans le cadre de la réalisation de cette étude, MAH a élaboré le protocole de recherche et a réalisé la collecte des échantillons, les analyses au laboratoire, le traitement des données et la rédaction du manuscrit. MEG a contribué à l'élaboration du protocole, la supervision des travaux ainsi que l'élaboration du manuscrit et RIA a participé à l'amélioration de la présentation du manuscrit et l'analyse des résultats.

REFERENCES

Abdourahamane H, Rabiou H, Diouf A, Morou B, Mahamane A, Bellefontaine R. 2017. Structure démographique et répartition spatiale des populations de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. Du secteur

Sahélien du Niger. *Bois et Forêts des Tropiques*, **333**(3) : 55-66. DOI : <https://doi.org/10.19182/bft2017.333.a31468>

Abdourhamane H, Morou B, Larwanou M, Mahamane A, Saadou M, Bellefontaine R. 2015. Uses and preferences of woody species in two protected forests of Dan Kada Dodo and Dan Gado in Niger. *Journal of Horticulture and Forestry*, **7**(6): 149-159. DOI : <https://doi.org/10.5897/JHF2014.0374>

Arbonnier M. 2002. *Arbres, Arbustes et Lianes des Zones Sèches d'Afrique de l'Ouest*. MNHN, Éditions Quæ; p. 576.

Arnold TH, Wells MJ, Wehmeyer AS. 1985. Plantes alimentaires Khoisan : taxons à potentiel d'exploitation future, Plants for Arid Lands. Sud Afrique. 69-86.

Arohalassi HM, Elhadji Gounga M, Issa Ado R. 2022. Caractérisation socio-économique et identification des usages de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. au Niger. *Journal of Applied Biosciences*, **174** : 18113 – 18123. DOI : <https://doi.org/10.35759/JABs.174.7>

Bureau d'Études en Ingénierie pour l'Environnement (BI2E), FAO, 2012. Plan Forestier National PFN - Niger 2012 – 2021, LEX-FAOC143427, p. 98.

Diop N, Dornier M, Maye D, Prades AP, Munier S, Péliissier Y. 2010. Caractérisation d'un fruit sauvage du Sénégal : le Ditax (*Detarium senegalense* J.F. Gmel), In : Colloque international et interdisciplinaire sur les plantes alimentaires, médicinales et cosmétiques en zone sahélienne, 20-22 oct. Dakar, 9.

Diop N, Ndiaye A, Cissé M, Dieme O, Dornier M et O Sock, 2010. Le ditax (*Detarium senegalense* J. F. Gmel.) : Principales caractéristiques et utilisations au Sénégal. *Fruits*, **65**: 293–306. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits/2010025>

- Du Plessis P, Gamond R, Schall F, den Adel S, Amutse-Shigweda F, Mallet M, Lombard C. 2005. Promoting Indigenous Fruit in Namibia. Report on phase one and proposal for phase two of the marula juice and pulp pilot project (MJP³). CRIAA SA-DC. Namibie, p. 40.
- Du Plessis P, Lombard C, den Adel S. 2002. Marula in Namibia: Commercial Chain Analysis. Winners and Losers, Final Technical Report, 2003, CRIAA SA-DC, Windhoek, Namibia, p. 30.
- Ekué MRM, Codjia JTC, Fonton BK, Assogbadjo AE. 2008. Diversité et préférences en ressources forestières alimentaires végétales des peuples Otammari de la région de Boukoumbé au Nord-Ouest du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, N° 60, 1-12.
- Glew RH, VanderJagt DJ, Lockett C, Grivetti LE, Smith GC, Pastuszyn A, Millson M. 1997. Acides aminés, acides gras et composition minérale de 24 plantes indigènes du Burkina Faso. *Journal de la Composition et de l'Analyse des Aliments*, **10** : 205-217. DOI : <https://doi.org/10.1006/jfca.1997.0539>
- Glew RS, VanderJagt DJ, Huang Y-S, Chuang L-T, Bosse R, Glew RH. 2004. Analyse nutritionnelle de la fosse comestible de *Sclerocarya birrea* en République du Niger (daniya, Hausa). *Journal of Food Composition and Analysis*, **17** : 99 – 111. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0889-1575\(03\)00101-7](https://doi.org/10.1016/S0889-1575(03)00101-7)
- Gouwakinnou GN, Lykke AM, Assogbadjo AE, Sinsin B. 2011. Local knowledge, pattern and diversity of use of *Sclerocarya birrea*. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, **7**(8). DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-8>
- Hiwilepo-van Hal P. 2013. Processing of marula (*Sclerocarya birrea* subsp. Caffra) fruits: A case study on health-promoting compounds in marula pulp, A6, 178 pages. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands with references, with summaries in English and Dutch, ISBN 978-94-6173-742-7
- Kando P, Hilou A, Traore E, Nanema R, Zongo JD., (2009). Variabilité de quelques caractères biochimiques des fruits de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. au Burkina Faso, Cirad/EDP Sciences. *Fruits*, **64** : 351–360, DOI: <http://dx.doi.org/10.1051/fruits/2009031>, www.fruits-journal.org
- Mariod AA, Abdelwahab SI. 2012. *Sclerocarya birrea* Marula), un arbre africain aux usages nutritionnels et médicaux : Une revue. *Examen de la Nourriture Internationale*, **28** : 375 – 388. DOI : <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.660716>
- MESU/DD. 2016. Stratégie et Plans d'Actions de Promotion des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL) au Niger, Rapport Final, p.102.
- Mojeremane W, Tshwenyane SO. 2004. Le rôle de ressource de Morula (*Sclerocarya birrea*): un arbre fruitier indigène polyvalent du Botswana. *Journal des Sciences Biologiques*, **4** : 771 - 775. DOI: 10.3923/jbs.2004.771.775
- Muok BO, Khumalo GS, Tadesse W, Alem SH. 2011. *Sclerocarya birrea*, prunier d'Afrique : Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne, Bioersivity International, Rome. : 12.
- Mutshinyalo T, Tshisevhe J. 2003. *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. Subsp. *Caffra* (Sond.) Kokwaro. Pretoria National Botanical Garden.

- Plan de Développement Régional 2016-2020, 2015. Délibération du Conseil Régional N° 007/CRZ/2015 du 21 Décembre 2015 portant adoption du PDR, Arrêté N° 031/GZR du 19 Avril 2016 portant approbation du PDR de Zinder. p. 279.
- Plan de Développement Régional 2016-2020, 2015. Maradi, <http://ptfdecentralisationniger.org/data/uploads/pdr-2016-2020/pdr-maradi-2016-2020.pdf>.
- Sene AL, Niang K, Faye G, Ayessou N, Sagna MB, Cisse M, Diallo A, Cisse OK, Gueye M, A Guisse. 2018. Identification des usages de *Sclerocarya birrea* (A. RICH.) HOSCHT dans la zone du ferlo (Senegal) et évaluation du potentiel biochimique et nutritionnel de son fruit. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.*, **18**(2) : 13470-13489. DOI: 10.18697/ajfand.82.17015
- Shackleton, SR, Sullivan, CA, Cunningham, AB, Cribbins, J, Leakey R, Laird S, Lombard, C, Mander, M, Netshiluvhi, TR, Shackleton, CM, Wynberg R, 2001. An overview of current knowledge on *Sclerocarya bierra* (A. Rich.) Hochst. *subsp. caffra* (Sond.) Kokwaro with particular reference to its importance as a non-timber forest product (NTFP) in southern Africa. 56pp. CEH, Rhodes University, CSIR, CRIAA SA-DC, INR, Ethnoecology Services. UK, South Africa, Namibia. www.ceh-wallingford.ac.uk/research/winners.
- Shone AK. 1979. Notes on the marula. Dept of Water Affairs et Forestry Bulletin, 58: 1–89.