

**ORIGINAL****Qualité nutritionnelle des céréales cultivées au Tchad : cas des mil, sorgho et maïs**Alhadj Markhous Nazal¹ / Hisseine Mahamat Allamine² / Touroumgaye Goalbaye¹ / Moukhtar Roumane³ / Serferbe Signaboubo¹ / Seraye Brai Odette¹**Affiliation des auteurs**¹Faculté des Sciences
Agronomiques, Université
de Sarh, Tchad.²Université Adam Barka
d'Abéché, Tchad.³Centre hospitalier
Universitaire d'Abéché,
Tchad**Corresponding author**

Alhadj Markhous Nazal

Email:markhous2000@yahoo.fr**Funding source**

None.

Abstract

The nutritional composition of cereals varieties (five sorghum varieties, seven millet varieties and four corn varieties) was evaluated. The analysis of the nutritional composition was focused on the determination of the moisture, ash, protein, lipid and carbohydrate contents. The energy in Kcal/100g was calculated. Results showed lipid, protein and carbohydrate contents ranged between 2.26-9.10, 8.2-11.9 and 67.20-78.83% respectively for millet; 2.05-4.27, 10.7-12.5 and 71.10-75.53% respectively for sorghum; 3.78-6.76, 7396-8.60 and 73.11-75.38% respectively for corn. The energies in Kcal/100g were respectively ranged between 364-390, 367.07-378.85 and 366.49-391.59 for millet, sorghum and corn.

Practical Application

These values demonstrate that these cereals are good sources of energy and nutrients that can be used judiciously in the diet of the vulnerable population. This energy, coming from carbohydrates, lipids and proteins, is necessary for all metabolic processes. The high carbohydrate content of cereals contributes significantly to energy supply.

Keywords: *cereals, sorghum, millet, corn, nutritional quality, Chad.***Résumé**

L'objectif de cette étude était d'évaluer la teneur en macronutriments de quelques céréales consommées au Tchad. Les paramètres nutritionnels de seize variétés, dont cinq de sorgho, sept de mil et quatre de maïs ont été évaluées. L'analyse nutritionnelle a porté sur la teneur en eau, cendre, protéines, lipides, glucides et sur la quantité d'énergie produite par chacune des variétés suivant diverses méthodes proposées. Sur l'ensemble des échantillons de mil analysés, les teneurs étaient situées entre 2,26 et 9,10% pour les lipides, 8,2 et 11,9% pour les protéines et 67,20 et 78,83% pour les glucides. Les teneurs des échantillons de sorgho ont varié de 2,05% à 4,27% pour les lipides, de 10,7 à 12,5% pour les protéines et de 71,10 et 75,53% pour les glucides. Les teneurs des échantillons de maïs étaient situées entre 3,78 et 6,76% pour les lipides, entre 7,96 et 8,6% pour les protéines et entre 73,11 et 75,38% pour les glucides. Concernant la valeur énergétique du mil, elle a varié au sein des échantillons de 364 à 390 kcal/100g. La valeur énergétique des échantillons du sorgho a varié de 367,07 à 378,85 kcal/100g. La valeur énergétique du maïs de Wadi Fira était comprise entre 366,49 et 391,59 kcal/100g.

Application

Ces valeurs démontrent que ces céréales sont des bonnes sources d'énergie et d'éléments nutritifs que l'on doit exploiter de façon judicieuse dans l'alimentation de la population vulnérable. Cette énergie, provenant des glucides, lipides et protéines, est nécessaire pour tous les processus métaboliques. La richesse en glucides des céréales contribue fortement à l'approvisionnement énergétique.

Mots clés : *céréales, sorgho, mil, maïs, qualité nutritionnelle, Tchad*

1. Introduction

Les céréales constituent une source importante de nutriments pour la population. En Afrique subsaharienne, elles jouent un rôle important dans le maintien de la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Songré-Ouattara *et al.*, 2015). La prépondérance du mil et du sorgho dans les productions céréalières des pays d'Afrique sahélienne s'explique par le fait que ces céréales ont des rendements de production relativement bons par rapport aux autres céréales sur des sols pauvres et dans des zones où les précipitations sont rares et irrégulières (Tankoano *et al.* 2017). Pour la FAO (1995), le sorgho et le mil sont depuis des siècles d'importantes denrées alimentaires de base dans les régions tropicales semi-arides d'Asie et d'Afrique. Ils restent les principales sources d'énergie, de protéines, de vitamines et de sels minéraux pour des millions d'habitants parmi les plus pauvres de ces régions. Au Tchad, La production céréalière de la campagne agricole 2021-2022 est estimée à plus de 2,6 tonnes (OCHA, 2022). Ces céréales constituent la base de l'alimentation humaine (Bezot, 1963). Parmi ces céréales, le sorgho, le mil et le maïs occupent une part prépondérante dans la consommation alimentaire des tchadiens. Selon Arditi (2005), les principales céréales produites au Tchad sont le mil et le sorgho dont il existe de nombreuses variétés et qui constituent l'essentiel de la ration alimentaire de la majeure partie des habitants. Le riz, le maïs et le blé sont aussi produits et consommés mais jouent encore un rôle secondaire dans l'alimentation. Le mil, le sorgho et le maïs, en général, subissent des transformations au niveau familial, artisanal, semi-industriel et industriel avant d'être consommés. Parfois, ils sont consommés sans transformation. De nombreuses études relatent de la très grande diversité d'aliments à base de ces céréales en

fonction du contexte socioculturel. Dans l'optique d'améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations au regard de l'accroissement démographique et des problèmes nutritionnels, la présente étude s'intéresse aux valeurs nutritionnelles des mil, sorgho et maïs consommées par la population tchadienne. Du fait de leur importante consommation, ces aliments nécessitent une attention particulière pour la valorisation et l'enrichissement des produits locaux. La détermination de la teneur en nutriments des céréales consommées au sein des ménages permettra un meilleur profilage de leur bénéfice nutritionnel auprès des populations afin de bien cibler les actions à entreprendre pour l'amélioration de la consommation alimentaire et de l'état nutritionnel de ces populations.

L'objectif général de cette étude était d'évaluer la teneur en macronutriments des mil, sorgho et maïs consommés au Tchad afin de prévoir leur aptitude d'utilisation et de transformation.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Cadre géographique de l'étude

L'étude a été réalisée dans deux (2) provinces du Tchad appartenant à deux (2) étages bioclimatiques différents : la Province du Logone Occidental dans la partie soudanienne et la Province du Wadi Fira dans la zone sahélienne. Le choix de ces provinces repose sur la production et la consommation importante des céréales mais aussi du fait que ces provinces regroupent des populations diversifiées.

2.1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal était composé des graines matures du mil, sorgho et maïs issues de la zone d'étude (figure 1).



Figure 1 : Matériel végétal utilisé

2.3. Prélèvements des échantillons

Les échantillons étaient composés de cinq variétés de sorgho (*Sorghum bicolor*), sept variétés de mil (*Pennisetum laucum*) et de quatre variétés de maïs (*Zea mays*) (Tableau 1). Tous les échantillons ont été collectés chez des ménages et des commerçants aléatoirement choisis dans la zone d'étude. Les graines de différentes espèces étaient classées en fonction de la coloration du tégument. La collecte des échantillons a été réalisée entre juillet et octobre 2022.

2.4. Préparation des échantillons

Pour déterminer les caractéristiques physicochimiques et nutritionnelles des espèces, cinq cent grammes (500 g) d'échantillons de chaque variété de céréales ont été nettoyés,

conditionnés dans des sachets stériles en plastique puis conservés dans une glacière isotherme à la température ambiante puis acheminés vers le laboratoire pour différentes analyses. Les analyses ont été conduites au département de contrôle de qualité physico-chimique des Aliments, eaux et boissons du centre de contrôle de qualité des denrées alimentaires (CECOQDA) à N'Djaména (Tchad) selon les normes internationales.

2.5. Analyses physicochimiques des échantillons

2.5.1. Teneur en Eau

La teneur en eau / Taux d'humidité (H) des échantillons a été déterminée par pesée différentielle d'un échantillon de 5g avant et après passage à l'étuve à 105° C jusqu'au poids constant

selon les normes NF EN ISO 712 : 2009 ou ISO 24557 : 2009.

Tableau 1 : Prélèvement des échantillons par province

Espèce	Province			TOTAL
	Wadi Fira	Logone Occidental	TOTAL	
Sorgho	1	4	5	
Mil	4	3	7	
Maïs	2	2	4	
TOTAL	7	9	16	

2.5.2. Teneur en Cendres totales

La teneur en cendres (C) a été déterminée par pesée différentielle d'un échantillon de 5g après calcination dans un four à moufle à 550 °C pendant 8h par gravimétrie ou selon la norme internationale (ISO 2171, 2010).

2.5.3. Teneur en Lipide

La teneur en Lipide (L) des échantillons a été estimée par la méthode ISO 11085 : 2015. Pour l'échantillon du mil, la norme ISO 20483 : 2013 a été utilisée comme méthode de référence.

2.5.4. Taux de protéines brutes

Pour l'estimation de la teneur en protéine (P), la méthode de Kjeldahl utilisant la norme ISO 20483: 2013 a été utilisée.

2.5.5. Taux de glucides totaux (G)

La teneur en glucides (G) a été estimée par la méthode de différence. Selon la méthode (AOAC, 2005), elle a été calculée en soustrayant de 100, la somme de l'humidité, de la matière grasse, des protéines et cendres contenus dans l'échantillon.

$$G = 100 - [P + L + C + H]$$

Avec G : % des glucides, P = % des protéines,

L = % des lipides,

C = % des cendres et H = % d'humidité

2.5.6. Valeur énergétique

La valeur énergétique (VE) pour 100 g d'échantillon (kcal/100g) a été déterminée à partir des techniques proposées par Manzi (Alexis *et al.*, 2016). Ces techniques tiennent compte des valeurs thermodynamiques des 3 métabolites primaires étudiés (Diallo *et al.*, 2015) : 1 g de glucide ou de protéine fournit 4 kilocalories alors qu'un gramme de lipides fournit 9 kilocalories.

$$VE = 4 * G + 9 * L + 4 * P$$

Avec VE : valeur énergétique (Kcal/100g)

G : % des glucides, L = % des lipides et P = % des protéines.

2.6. Analyse statistique des données

Toutes les analyses nutritionnelles ont été effectuées en triplicata et la moyenne a été calculée. Le tableur Excel a été utilisé pour les calculs des moyennes et des écarts types. L'analyse statistique a été effectuée avec le logiciel SPSS (23.0).

3. Résultats et discussion

3.1. Résultats

3.1.1. Caractéristiques physicochimiques de mil, sorgho et maïs

Le Tableau 2 donne la composition physicochimique de céréales étudiées par province. L'analyse des résultats montre que le taux d'humidité des échantillons du mil de la Province du Wadi Fira a varié faiblement de 7,28% à 7,89%. Dans le Logone Occidental, ce taux a varié de 7,77% à 9,78%. La teneur en eau la plus faible du mil avec le mil MIL0988 provenant du Wadi Fira avec 7,28 %. Celle la plus élevée a été exprimée par le mil MIL01205 issu du Logone Occidental avec 9,78% de taux d'humidité. Le taux d'humidité du sorgho provenant de Wadi Fira était de 7,48%. Ce taux est largement supérieur chez le sorgho provenant du Logone Occidental. En effet, il a varié de 8,15 à 11,09%. Chez le maïs, le taux d'humidité des échantillons provenant du Wadi Fira étaient plus faible (7,39 à 7,56%) par rapport à ceux issus du Logone Occidental où le taux a atteint 11,42% (MAI01198).

Les échantillons du mil de Wadi Fira ont des teneurs en cendres situées entre 4,93 (MIL0988) et 8,91% (MIL0989). Dans le Logone Occidental, les teneurs en cendre varient de 1,15 (MIL01205) à 2,82% (MIL01206). Le Sorgho du Wadi Fira a présenté un taux de 1,39% en cendre. Ce taux était situé entre 1,7 et 3,02% chez le sorgho du

Logone Occidental. Le maïs provenant de la province de Wadi Fira a présenté un taux élevé en cendre de 3 et 5,6% ce qui était plus élevé comparée à celui de la province du Logone Occidental où le taux en cendre a varié de 1,4 à 2,7%.

Les teneurs en lipide du mil issu de la province de Wadi Fira ont varié de 5,33 à 9,10%. Celui du Logone Occidental, par contre présenté des teneurs variant de 2,26 à 5,84%. La teneur en lipide du sorgho était de 2,05% pour l'échantillon du Wadi Fira et de 2,71 à 4,27% pour les échantillons du Logone Occidental. Chez le maïs, la teneur en lipide était située entre 3,78 et 6,77%. Par contre celui du Logone Occidental a présenté une teneur en lipide de 4,67 et 5,57%.

Les teneurs en protéines varient de 8,96 à 9,75% pour le mil de Wadi Fira et de 8,2 à 11,9% pour le mil du Logone Occidental. L'échantillon du sorgho de Wadi Fira a présenté une teneur en protéine de 11,67%. Cette teneur en protéine était en moyenne similaire pour les échantillons provenant du Logone Occidental avec 11,63% et était situé entre 10,7 à 12,5%.

Les deux variétés de maïs issues du Logone Occidental ont présenté la même teneur en protéines (7,96%), celles issues de Wadi Fira ont respectivement présenté des teneurs en protéines de 8 et 8,6%.

Le taux de glucides du mil a varié de 67,20% à 73,40 % et de 72,48% à 78,83% de matières sèches respectivement dans le Wadi Fira et le Logone Occidental. Comparé au sorgho du Logone Occidental où le taux de glucide était compris entre 71,10 et 75,53%, le sorgho de Wadi Fira a présenté un taux élevé en glucide de l'ordre de 77,40%. Les maïs dans les deux

provinces ont montré un taux de glucide supérieur à 70%.

Tableau 2 : Composition physicochimique des variétés des mil, sorgho et maïs par province.

Type de céréales	Province	Code Echantillon (variété)	Eau (%)	Cendre (%)	Lipides (%)	Protéines (%)	Glucides (%)
Mil	Wadi Fira (n = 4)	MIL0988	7,28	4,93	5,33	9,05	73,40
		MIL0989	7,48	8,91	5,99	9,75	67,86
		MIL0990	7,89	7,02	6,89	8,96	69,23
		MIL0991	7,41	6,97	9,10	9,31	67,20
	Logone occidentale (n = 3)	MIL01204	7,77	2,00	5,84	11,9	72,48
		MIL01205	9,78	1,15	4,76	9,44	74,85
		MIL01206	7,88	2,82	2,26	8,2	78,83
Sorgho	Wadi Fira (n = 1)	SOR0994	7,48	1,39	2,05	11,67	77,40
	Logone occidentale (n = 4)	SOR01201	8,15	1,92	2,71	11,67	75,53
		SOR01200	9,77	3,02	3,65	10,7	72,85
		SOR01202	8,88	1,74	4,27	12,5	72,60
		SOR01203	11,09	1,97	4,16	11,67	71,10
Maïs	Wadi Fira (n = 2)	MAI0992	7,39	5,6	3,78	7,96	75,26
		MAI0993	7,56	3	6,76	7,96	74,71
	Logone occidentale (n = 2)	MAI01198	11,42	2,79	4,67	8	73,11
		MAI01199	9,03	1,41	5,57	8,6	75,38

3.1.2. Valeurs caloriques de mil, sorgho et maïs

Concernant la valeur énergétique du mil, elle a varié au sein des échantillons de 364 à 390 kcal/100g. Les échantillons provenant de Wadi Fira ont présenté une valeur énergétique comprise entre 364,42 et 387,99 kcal/100g avec une valeur moyenne de 376,27 kcal/100g. Le mil du Logone Occidental a présenté une valeur énergétique entre 368,49 et 390,09 kcal/100g avec une valeur moyenne de 379,54 kcal/100g. Pour le sorgho, elle était de 374,80 kcal/100g à Wadi Fira et a varié de 367,07 à 378,85 kcal/100g au Logone Occidental. La valeur énergétique du maïs de Wadi Fira était comprise entre 366,97 et 391,59 Kcal pour 100g avec une moyenne de 379,28

kcal/100g. Dans le Logone Occidental, elle a varié de 366,49 à 386,06 Kcal pour 100g avec une moyenne de 376,28 kcal/100g.

L'analyse de la figure 2 montre que le mil et le maïs ont présenté des valeurs caloriques moyennes presque similaires (376 - 379 kcal/100g). Le sorgho est la céréale qui a possédé la faible teneur en énergie.

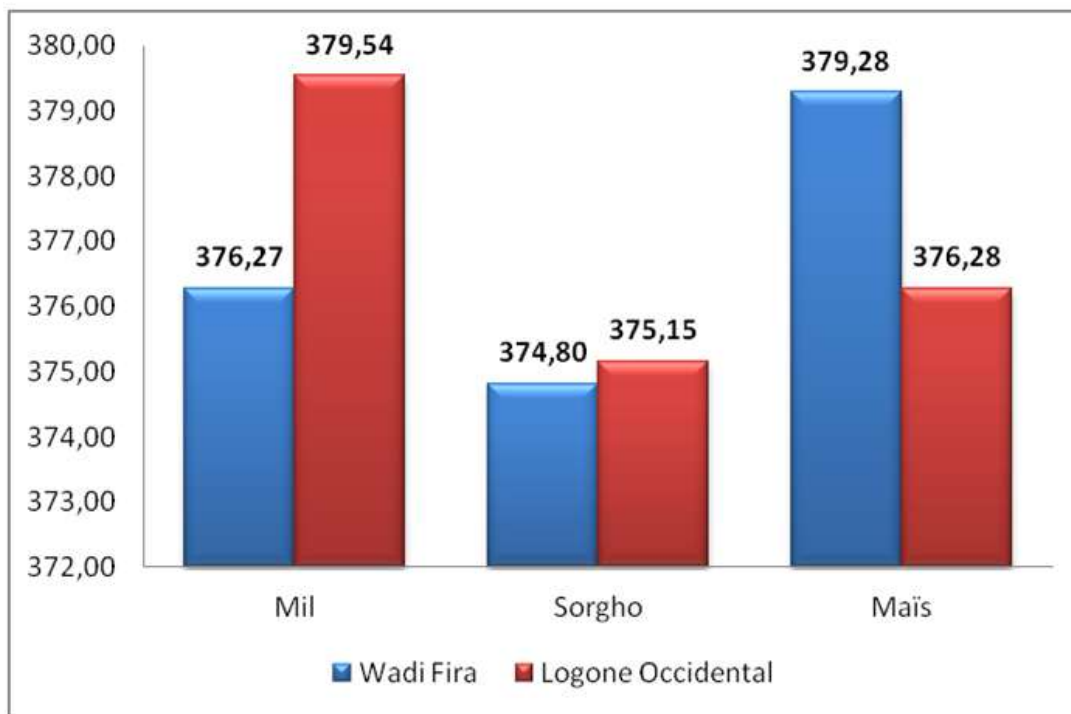


Figure 2 : Valeur énergétique moyenne (kcal/100g) de mil, sorgho et maïs

3.2. Discussion

L'analyse physicochimique donne d'une part, les caractéristiques nutritionnelles de chaque variété des céréales et offre ainsi l'opportunité aux consommateurs de les choisir au regard de l'utilisation. D'autre part, elle peut servir à évaluer les apports nutritionnels dans le cas des études de consommation alimentaire et d'établir le profil nutritionnel.

Les taux d'humidité obtenus montrent que les échantillons des céréales respectent la limite maximale recommandée par la FAO (1989) et la norme Codex Alimentarius et 169-1989 (Codex Alimentarius, 2007). Il ressort de l'analyse comparative des données que certains échantillons sont plus humides et ceci pourrait être dû aux conditions de séchage après la récolte.

Généralement, les graines des céréales sont connues pour leur faible teneur en eau. Cela permet une bonne et longue durée de conservation. Une forte teneur en eau diminue le temps de stockage et impacte la qualité des graines (Anhwange & Atoo, 2015).

L'une des caractéristiques de la composition des grains de mil est leur forte teneur en cendres (Bekoye, 2011). Les résultats de cette étude avaient montré que la teneur en cendre du mil avait varié de 1,15 à 8,91%. Cette différence entre les teneurs en cendres pourrait s'expliquer par la texture et la composition des sols qui auraient un effet sur l'absorption minérale des plantes et les différences variétales (Amarteifio *et al.*, 2006 ; Osorio-Diaz *et al.*, 2002 ; Rosin *et al.*, 2002).

Les travaux de [Bayané *et al.* \(2005\)](#) sur 14 variétés de mil du Burkina Faso, ont rapporté des teneurs variant de 6,8 à 10,2% pour les lipides, 8,7 à 17,1% pour les protéines et de 71,8 à 77,5% pour les glucides. Ces résultats sont différents de ceux de cette étude. Les graines de mil de cette étude sont donc moins riches en protéines que ces variétés de mil du Burkina Faso. Cette faiblesse teneur en protéines pourrait s'expliquer par le faible taux d'azote au sol.

Les teneurs en lipides, protéines et glucides des échantillons de Wadi Fira sont similaires à ceux des variétés issus du Mali et Burkina Faso rapportées dans les travaux de [Songre-Ouattara *et al.* \(2015\)](#). Les différences observées au niveau des données obtenues par rapport aux échantillons du Logone Occidental pourraient s'expliquer par l'influence des facteurs environnementaux et agro climatiques. En effet, le Wadi Fira se trouve dans une zone agro écologique similaire à celle de ces deux pays (sahel). Tandis que le Logone Occidental se trouve en zone soudanienne. [Deffan *et al.* \(2015\)](#) ont trouvé des teneurs en protéines du maïs en Côte d'Ivoire largement élevées, situées entre 9,1 et 12,8%.

Les différents macronutriments présents dans les céréales apportent à l'homme le carbone dont il a besoin. Les protéines fournissent l'azote, indispensable à la synthèse des composés azotés. Ils jouent d'importants rôles structuraux et fonctionnels au niveau de l'organisme humain. Certains contribuent au renforcement du système immunitaire des êtres humains.

Les résultats de la présente étude montrent que les valeurs énergétiques des céréales varient notablement d'une espèce à l'autre et en fonction des provinces. Ces variations peuvent être dues à une influence des conditions écologiques de la zone de culture, à des facteurs génétiques ou aux techniques d'analyses. Ce qui représente des

avantages comparatifs pouvant permettre de les exploiter judicieusement. Ces valeurs démontrent que les céréales sont une bonne source d'énergie et d'éléments nutritifs que l'on doit exploiter de façon judicieuse dans l'alimentation de la population vulnérable. Cette énergie, provenant des glucides, lipides et protéines, est nécessaire pour tous les processus métaboliques. La richesse en glucides des graines des céréales (> 67%) contribue fortement à l'approvisionnement énergétique. Malgré leurs faibles teneurs lipidiques, le mil, sorgho et maïs présente une intéressante charge calorifique supérieure à 370 kcal/100g ; ce qui le situe parmi les aliments à forte valeur énergétique tels que la pomme de terre (332 Kcal/100g de MS) ou le voandzu (378 Kcal/100g de MS) ([Diallo *et al.*, 2015](#)).

4. Conclusion

Cette étude a montré que les graines des céréales (mil, sorgho et maïs) produites dans les provinces du Wadi Fira et du Logone Occidental sont une excellente source de nutriments et sont complémentaires. Etant donné la consommation relativement importante dont les céréales font l'objet dans ces provinces, elles ne peuvent pas être considérées uniquement comme une source calorifique puisqu'elles fournissent également des apports importants en macronutriments (protéines, lipides et glucides). Au regard de leurs compositions physicochimiques, ces céréales pourraient être exploitées en nutrition et pour la formulation d'aliments. Ces aliments pourraient contribuer à réduire les cas de malnutrition protéino-énergétique dans les provinces d'étude et au-delà. Les résultats issus de cette étude constituent une base de données scientifique et technique utilisable dans le cadre de la valorisation de ces denrées alimentaires et de l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle. En plus, ces résultats peuvent être

utilisés pour l'établissement d'une table de composition alimentaire au Tchad.

Remerciements

Les auteurs remercient la GIZ à travers le projet PROFISEM pour leur appui financier mis à la disposition afin de mener cette étude. Les remerciements vont aussi à l'endroit du Centre de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires (CECOQDA) du Tchad pour la réalisation des analyses physicochimiques des échantillons.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de conflits d'intérêts.

Éthique

Cette étude n'est pas faite sur des hommes ou des animaux.

Références

- Alexis N.L., Alain S., Jean Fabrice Y., Judicaël L., Jacques M. & Bertrand M. (2016). Etude de quelques caractéristiques physicochimiques et biochimiques de *Wavé-fortex* un complément alimentaire naturel du Gabon. *European Scientific Journal*, 12 (33), 508- 520.
<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2016.v12n33p508>
- Amarteifio J.O., Tibe O. & Njogu R.M. (2006). The mineral composition of bambara groundnut (*Vigna subterranea* (L) Verdc) grown in Southern Africa. *African Journal of Biotechnology*; 5: 2408-2411.
- Anhwange B.A. and Atoo G.H. (2015). Proximate Composition of Indigenous Bambara nuts (*Vigna subterranean* (L.) Verdc). *SCSR Journal of Pure and Applied Science*; 2 (1), 11 - 16.
- Arditi C. (2005). Les interventions de l'État dans la commercialisation des céréales (Tchad). IRD Éditions, 649-666.
- AOAC (2005). Official method of analysis of the Association of official Analytical Chemist. 5th ad. AOAC Press Arlington, Virginia, USA. Applied Studies 4 (1) : 155-164.
- Bayané Y, Ouattara CAT, Barro N, Ouattara AS & Traoré A. (2005). Evaluations des propriétés physico-chimiques de quelques variétés de mils penicillaires (*Pennisetum glaucum*) rencontrées au Burkina Faso. Maîtrise des procédés en vue d'améliorer la qualité et la sécurité des aliments, Utilisation des OGM, Analyses des risques en Agroalimentaires. Actes of proceeding, 8-11 novembre 2005, Ouagadougou, Burkina Faso.
- Bekoye B. M. (2011). Caractérisation chimique et minérale des grains de mil [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] de Côte d'Ivoire. *Int. J. Biology Chemistry Science*; 5(5) : 2039 - 2044.
- Bezot P. (1963). L'amélioration des cultures céréalières au Tchad. Acte Colloque CCTA/FAO ; L'Agronomie Tropicale.
- Codex Alimentarius (2007). Céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales. OMS-FAO, Rome ; 115p.
- Deffan K.P, Akanvou L, Akanvou R, Nemlin G.J, & Kouame P.L., (2015). Evaluation morphologique et nutritionnelle de variétés locales et améliorées de maïs (*Zea mays* L.) produites en Côte d'Ivoire. 11(3) 181-196.
- Diallo KS, Koné KY, Soro D, Assidjo NE, Yao KB & Gnakry D. (2015). Caractérisation biochimique et fonctionnelle des graines de sept cultivars de voandzu (*Vigna subterranea* L., Fabaceae), cultivés en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 11 (27) : 288-304.
- FAO (1989). Guide pratique - Stockage et conservation des grains à la ferme. Consulté le 05/11/2022 à l'adresse : <http://www.fao.org/wairdocs/x5163f/X5163f02.htm>.
- FAO (1995). Le sorgho et les mils dans la nutrition humaine. Collection FAO : Alimentation et nutrition ; N° 27.
- Rosin P. M., Lajolo F. M., & Menezes E. W. (2002). Measurement and characterization of dietary starches. *Journal of Food Composition and Analysis* ; 15, 367-377.
- OCHA (2022). Rapport humanitaire ; [en ligne], consulté le 20 juil. 2023. <https://reports.unocha.org/fr/country/chad/card/7At1kyVOLj/>

- Osorio-Diaz, P., Bello-Perez, L. A., Agama-Acevedo, E., Vargas-Torres, A., Tovar, J., & Paderes-Lopez, A. (2002). In vitro starch digestibility and resistant starch content of some industrialized commercial beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chemistry*; 78, 333–337
- Songré-Ouattara LT., Bationo F., Parkouda C., Dao A., Bassole IHN & Diawara B. (2015). Qualité des grains et aptitude à la transformation : cas des variétés de *Sorghum bicolor*, *Pennisetum laucum* et *Zea mays* en usage en Afrique de l'Ouest. *International Journal of Biological and Chimist science* ; 9 (6) : 2819-2832.
- Tankoano A, Diop M B, Sawadogo-Lingani H, Kaoré D. & Savadogo A. (2017). Les aspects technologiques, microbiologiques et nutritionnels des aliments fermentés à base de lait et de mil en Afrique de l'Ouest. *International Journal of Advanced Research*; 5(8), 1509-1526.

Cite this paper as: Nazal, A.M., Allamine, M.H., Goalbaye, T., Roumane, M., Signaboubo, S. & Odette, B.S. (2023). Qualité nutritionnelle des céréales cultivées au Tchad : cas des mil, sorgho et maïs. *Journal of Food Stability*, 6 (4), 34-43
[DOI: 10.36400/J.Food.Stab.6.4.2023-051](https://doi.org/10.36400/J.Food.Stab.6.4.2023-051)