



RISQUES CLIMATIQUES ET RENDEMENT DU SORGHO DE DÉCRUE (*SORGHUM DURRA*) AU SALAMAT EN ZONE SOUDANIENNE DU TCHAD

Magloire DADOUM DJEKO

Université de Moundou (UDM), Tchad

dadoumdjeko@gmail.com

Résumé : Dans le Salamat au sud du Tchad, la culture du sorgho de décrue (*Sorghum durra*) connaît des rendements aléatoires dus aux effets néfastes des événements climatiques extrêmes. L'objectif de la présente étude vise à apporter une contribution aux études d'impacts des crues sur le rendement du sorgho de décrue dans cette province. La méthodologie utilisée est basée sur les statistiques multivariées. Les résultats attestent que les paramètres liés à la crue sont les plus déterminants du rendement du sorgho de décrue. Ainsi, 53% de variance des rendements sont expliqués par les débits à 68% et 0,4% à la station d'Am-timan et 1,2% à Haraze-Mangueigne par la pluie. Les principaux résultats obtenus ont révélé que le rendement du sorgho de décrue dépend fortement des crues que des pluies.

Mots clés : Impact, crues, sorgho de décrue, Salamat, Tchad.

CLIMATIC RISKS AND YIELDS OF FLOOD RECESSION SORGHUM (*Sorghum durra*) IN SALAMAT AT THE SUDANIAN ZONE OF CHAD.

Abstract : In the Salamat region of southern Chad, flood recession sorghum (*Sorghum durra*) yields are unpredictable due to the adverse effects of extreme climatic events. The aim of this study is to contribute to studies on the impact of floods on flood recession sorghum yields in this province. The methodology used is based on multivariate statistics. The results show that flood-related parameters are the most important determinants of flood recession sorghum yield. Thus, 53% of the variance in yields was explained by flow at 68% and 0.4% at the Am-timan station and 1.2% at Haraze-Mangueigne by rainfall. The main results obtained showed that flood sorghum yields depend much more on flooding than on rainfall.

Key words: Impact, flooding, sorghum flood recession, Salamat, Chad.

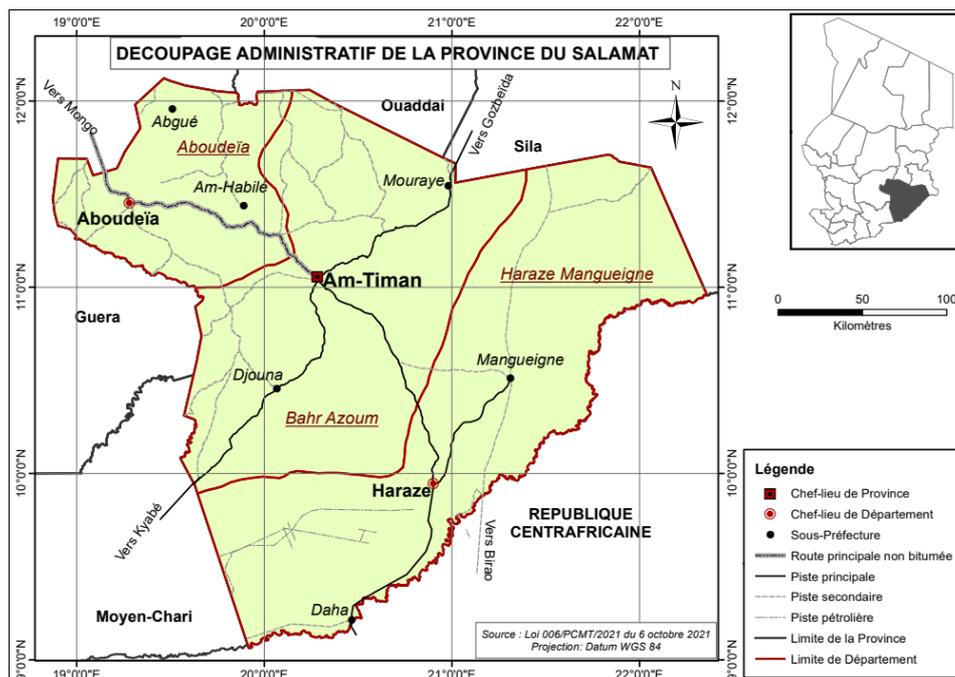
Introduction

Au Tchad, les zones humides alluviales de la Province du Salamat sont alimentées par la crue annuelle des cours d'eau qui les traverse. Perçues et vécues comme un risque majeur pour les sociétés, dans ces vallées alluviales, les crues sont indispensables au maintien d'un équilibre écologique. Elles jouent un rôle dans le fonctionnement du système d'activité des populations rurales en fournissant des espaces ressources pour l'agriculture, l'élevage ou la pêche durant la saison sèche (L. Bhuckmann, 2016, p7). L'agriculture est pratiquée sur des sols exondés en culture pluviale, en zones inondées où dans les bas-fonds en culture de décrue. Elle est tributaire de la pluviométrie qui est très variable dans le temps et dans l'espace. Les variations des régimes des précipitations sont marquées par une brusque alternance d'années humides et sèches

(M. Dadoum Djeko, *et al.*, 2022, pp.129-138). Cette variabilité spatio-temporelle expose le pays aux aléas climatiques, avec des effets négatifs très marqués sur les productions agricoles dont notamment la culture du sorgho de décrue. La dépendance de l'agriculture aux ampleurs des crues au cours de la saison pluvieuse retient la motivation du choix de la présente étude. Avec de plaines très fertiles, la culture du sorgho y occupe une bonne partie des surfaces cultivables dans le Salamat. Cette partie du Sud-Est du pays constitue, grâce à sa richesse pédologique et à son réseau fluvial, un potentiel écologique qui pourrait assurer de manière conséquente des besoins alimentaires nationaux. D'où, apporter une contribution aux études d'impacts des crues sur le rendement du sorgho de décrue dans cette province constitue l'objectif général. Plus spécifiquement, la présente étude s'inscrit dans l'optique de renforcer les connaissances sur les événements extrêmes climatiques et leurs effets sur le rendement du sorgho de décrue dans la Province du Salamat dans ce contexte d'insécurité alimentaire à l'aire des changements climatiques.

Zone d'étude

La Province du Salamat est située au Sud-Est du Tchad entre 8 et 14 degré de latitude Nord et 19 et 23 degré de longitude Est (Carte 1). Avec une superficie de 63 000 km² et une population de 308 605 habitants (INSEED, 2018, p.89). Elle compte trois (03) départements, neuf (09) sous-préfectures et neuf (09) communes.



Source : OCHA, 2010 adaptée par M. Dadoum Djeko, 2024.

Carte 1 : localisation de la province du Salamat

Le climat du Salamat est de type tropical semi-humide caractérisé par deux saisons. La saison des pluies s'étend sur environ cinq (05) mois (de mai à octobre), suivie d'une longue saison sèche de 6 à 7 mois. Le régime thermique est marqué par une période relativement froide allant de novembre à février et une période chaude. Le maximum moyen des températures est atteint en mars (35°- 40°C). La température moyenne annuelle est de 26 °C (Bertrand et Lagnaba, 2011, p.66). L'évolution de l'humidité



relative de l'air est identique à celle des précipitations. Le maximum se situe entre juillet-août mais qui s'étale jusqu'en décembre et est de l'ordre de 90 à 95% en moyenne. C'est une zone de plaine.

1. Approche méthodologique

1.1 Matériel

Les logiciels Word, Excel et Khronostat ont permis la saisie, le traitement. L'analyse statistique des données est basée sur l'interprétation des données pluviométriques et hydrologiques annuelles de la station d'Am-timan. Dans cette étude, le matériel végétal utilisé est la culture du sorgho de décrue (Sorgho durra), à cause de sa forte densité et son importance socio-économique. Elle est très largement cultivée sur l'ensemble de la Province du Salamat. La documentation a contribué à l'amélioration de l'étude.

1.2 Méthodes

Cette étude est basée sur une méthodologie mixte, utilisant des données hydrologiques, pluviométriques, agricoles ainsi que des images satellitaires (Landsat TM de 1987, 2007 et 2012). La distribution des années humides et sèches est faite à partir de l'indice de Lamb (1982, p46-47), qui représente l'écart à la moyenne normalisée par l'écart-type et est déterminé par la formule suivante :

$$ISP = \frac{Xi - Xmoy}{\sigma}$$

Avec :

- ISP : Indice Standardisé Pluviométrique ;
- Xi : Pluviométrie de l'année i ;
- $Xmoy$: Moyenne pluviométrique interannuelle sur la période d'étude (1981-2016) ;
- σ : écart-type de la pluviométrie interannuelle.

En se conformant aux critères de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), selon le Tableau 2, ci-après.

Tableau 2 : Classification de l'ISP

Classes d'ISP	Degré de la sécheresse
$SPI > 2$	Humidité extrême
$1 < SPI < 2$	Humidité forte
$0 < SPI < 1$	Humidité modérée
$-1 < SPI < 0$	Sécheresse modérée
$-2 < SPI < -1$	Sécheresse forte
$SPI < -2$	Sécheresse extrême

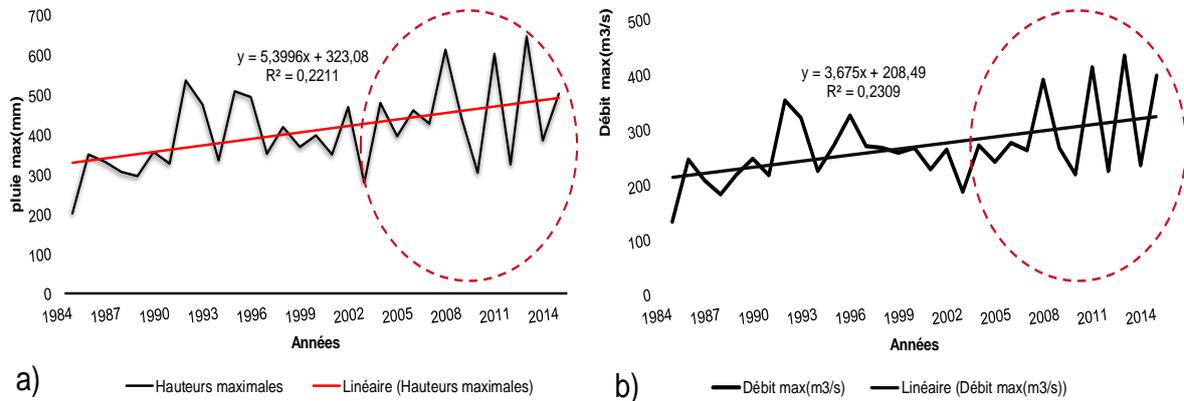
Source : OMM, 2012.

2. Résultats et Discussion

Les hauteurs maximales de pluie et les débits maxima du Bahr Azoum à la station d'Am-timan montrent une tendance globale à la hausse (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Les maximums de débits ont été tous observés entre le 01 août et le 13 septembre et ceux des hauteurs entre 05 août et le 27 septembre. Sur un total de 31 maximums de débits, 21 se sont produits en août et 10 en septembre (**Erreur ! Source du renvoi**

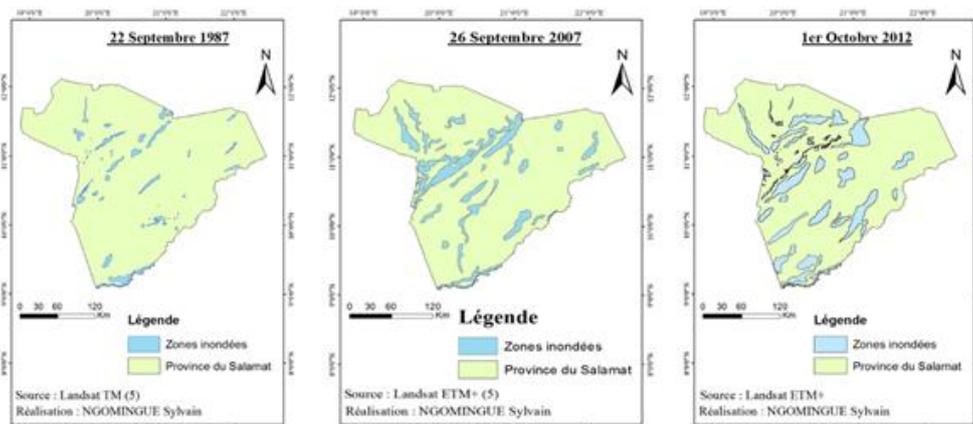
introuvable.b). Sur un total de 31 maximums des hauteurs, 16 ont eu lieu en août, 15 en septembre (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.a**). Les variations interannuelles des crues évoluent en fonction de la quantité de pluie tombée en amont.



Source : ANAM, 2024.

Figure 3 : évolution de la pluviométrie et du débit à Am-timan.

Les Figure 3(a) et (b), montrent des allures similaires entre la pluie et débit. Surtout de 2007 à 2014, on constate une alternance des années excédentaires qui se chevauchent avec celles déficitaires. Ce résultat corrobore avec celui publié par M. Dadoum Djeko en 2018 (p.211) sur les effets hydroclimatiques dans le bassin supérieur du Logone au Tchad. Ainsi, de 1991 à 2014 : Une période de bonne pluviosité qui coïncide avec celle de crue à Am-timan. Ce qui paraît normal car le débit n'est autre que la réponse de la pluie dans un versant. Ce résultat correspond avec ceux publiés respectivement par M. Dadoum Djeko (2017 ; p125) et de N. Tellro Waï (1998, pp.1263-1272). Ensuite, de 1984 à 1990 correspond à une période de sécheresse beaucoup accrue en 1984 dans tout le Sahel et au Salamat en particulier. C'est à cette période qu'on a constaté une baisse notable de la pluviométrie. Ce qui a entraîné une diminution de la ressource en eau de surface dans le bassin du Salamat au cours de cette période (Descroix et al, 2009, pp234-249). La Figure 4 montre l'évolution des cours d'eau dans l'ensemble du bassin du Salamat respectivement les 22 septembre 1987, le 26 septembre 2007 et le 01 octobre 2012. Ce qui confirme l'évolution de la pluviosité durant cette période.

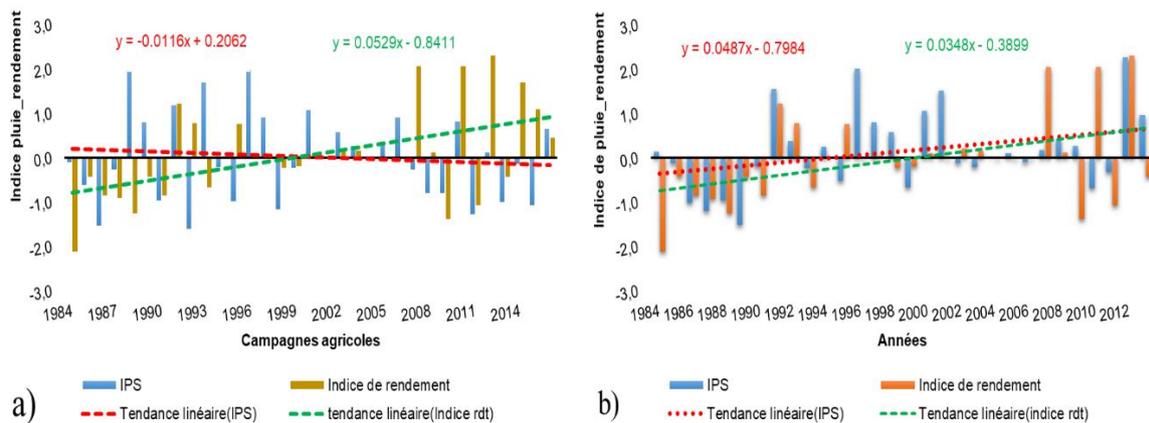


Source : Données de terrain, 2024.

Figure 4 : évolution temporelle de l'inondation dans la province du Salamat.



Le comportement des cours d'eau dans le bassin du Salamat reflète les résultats de Bruckmann (2017, p7) qui montre que l'inondation est synonyme de richesse car elle s'accompagne toujours de cultures. Surtout avec le retour probable de bonne pluviosité dans le bassin (I. Lona, 2015, p231). Il confirme aussi les impacts des superficies inondées sur le sorgho de décrue tels que soulignés par Denenodji (2017, p23), Marchal et Dandoy (1972, p162). Aussi, faut-il remarquer que le rendement du sorgho de décrue est beaucoup plus lié à la variabilité des crues surtout pour la station d'Haraze-Mangueigne (figure 4). Les années à pluviométrie excédentaires enregistrent généralement des rendements élevés tandis et celles déficitaires correspondent aux rendements faibles.



Source : ANAM, 2024.

Figure 5 : évolution des indices de pluie et de rendement de sorgho de décrue.

Les corrélations entre les rendements et la crue sont très fortes (0,733 pour les débits et 0,829 pour les cotes). Ces coefficients montrent clairement que dans les plaines de Salamat, le rendement du sorgho de décrue dépend fortement de la crue.

Le seuil de significativité de 5% quant à lui montre que les tests ne sont pas significatifs sur les deux stations pluviométriques (0,99 à Am-timan et 0,56 à Haraze-Mangueigne). Les tests sont très significatifs pour les débits (0,0020) et les cotes (0,0002) (Tableau 3).

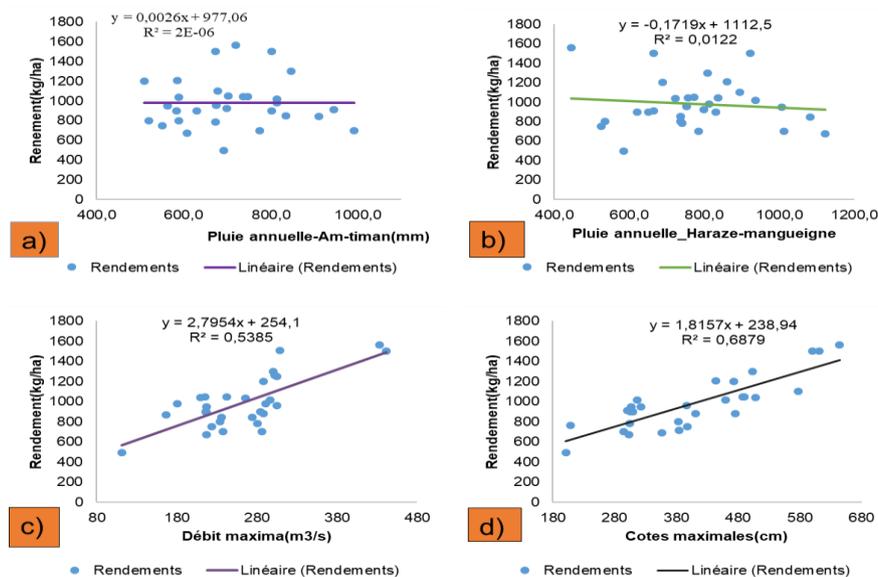
Tableau 3 : Corrélacion et le seuil de significativité entre le rendement et les différentes variables.

Variables	Corrélacion	Probabilité
Pluie_Am-timan	0,001	0,99
Pluie_Haraze-Mangueigne	-0,110	0,56
Débits maxima	0,733	0, 002
Cotes maximales	0,829	0,0002

Source : Données de terrain, 2024.

La

Figure 6 (a, b, c et d) présente la régression linéaire entre les rendements et les différentes variables (pluie et débits). L'analyse de ces figures permet de comprendre les pourcentages de liaisons existant entre les différentes variables. Pour les données de crue, 53% de variance des rendements sont expliqués par les débits et 68% par les cotes. Ceci prouve une fois de plus, que le rendement du sorgho de décrue dans la province du Salamat dépend fortement de la crue. Il faut aussi comprendre que la régression linéaire simple est importante pour établir ce lien. Les fluctuations pluviométriques ont indirectement impacté sur le rendement. Les tendances globales des rendements sont à la hausse avec des pentes de 5,29 % pour la station d'Am-timan et 4,87 % pour la station d'Haraze-Mangueigne.



Source : Données de terrain, 2024.

Figure 6(a, b, c et d) : corrélation entre le débit-rendement du sorgho de décrue et pluie-rendement du sorgho de décrue.

Les années déficitaires sur le plan pluviométrique conduisent à un déficit de rendement et celles excédentaires conduisent à une hausse pluviométrique (figure 5b). Toutefois, cette observation ne se vérifie pas toujours car l'année peut être humide mais le rendement déficitaire (figure 5a). La cote et le débit du *Bahr Azoum*, expliquent respectivement à 68% et 53% le rendement du sorgho de décrue. L'analyse à l'échelle de la station révèle en fait que les liens sont faibles (0,49% et 1,2%) entre la pluie et le rendement du sorgho de décrue.

La pratique des cultures de décrue a déjà été révélée par R. Gouataine Seingué (2014, p32 -39), Ndoutorlengar et al. (2022, p234-249) et Baohoutou L. (2007, 245p) comme moyen d'adaptation au changement climatique dans la province du Salamat. En effet, les paysans sont dans une politique de multiplication de chances de garantir un minimum de récolte en fin de saison. « Si l'un échoue, l'autre peut réussir » disent-ils et c'est l'assertion qui symbolise la parfaite illustration de cette logique. La quasi-totalité des populations estime cette culture de contre saison pour mieux résister aux baisses énormes des rendements d'autres cultures pluviales.



Conclusion

Les effets des risques climatiques sur le rendement du sorgho de décrue ne sont plus à démontrer dans le bassin du Salamat. De ce qui ressort de l'analyse des données hydroclimatiques collectées, il apparaît une nette tendance à la hausse de ces paramètres (pluie-débit) dans la série chronologique. Ce qui a facilité une augmentation notoire de rendement du sorgho de décrue constaté au cours de la période d'étude. Globalement les résultats ont en plus, montré que plus il pleut en amont, plus la plaine est inondée et plus le rendement du sorgho de décrue augmente. L'étude des impacts des inondations sur le rendement du sorgho de décrue dans la province du Salamat, caractérisées par la variabilité des crues, a permis de tester plusieurs méthodes aboutissant à une meilleure connaissance de celle-ci au détriment des effets directs de la pluviométrie sur les cultures en général et sur le sorgho de décrue, en particulier. En revanche, les fluctuations extrêmes de la pluviométrie en amont posent tellement de problèmes dans la plaine d'inondation en aval car, en période de déficit pluviométrique, les producteurs n'ont pas le choix de recourir la mise en place des variétés précoces et le respect strict du calendrier cultural. C'est ce qui a permis à ceux-ci de mieux s'adapter à cette perturbation climatique.

Références bibliographiques

- Baohoutou Laouhote, 2007, "Les précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les quatre dernières décennies (60-99) : variabilités et impacts", Thèse de doctorat, Université de Nice, p245.
- Bruckmann Laurent., 2017, La crue, une ressource pour les activités rurales. Variabilité hydrologique et adaptations dans la moyenne vallée du Sénégal, Paris, France, p7.
- Dadoum Djeko Magloire, 2017, Réponses paysannes à la variabilité climatique au sud du Tchad. Afrique SCIENCE. p337 - 348.
- Dadoum Djeko Magloire. 2018. Effets de la variabilité climatique sur les systèmes agraires dans le canton Bébédjia en zone soudanienne du Tchad. Thèse de doctorat en Géographie (Agroclimatologie). Université Abdou Moumouni de Niamey. Niger, p238.
- Dadoum Djeko Magloire, 2020, Variabilité hydroclimatique et ressources piscicoles dans le bassin du moyen Logone au Sud du Tchad. Afrique SCIENCE 16(1), p106 - 119.
- Dadoum Djeko Magloire et NDoutorlengar Médard, 2022, « Changements climatiques et production du mil dans les provinces du sud-est en zone soudanienne du Tchad », Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou, Num. spécial, Actes du colloque d'hommage.
- Dadoum Djeko Magloire, NDoutorlengar Médard et Aurélie TOBDE KEILAR, 2022, « Impact des changements climatiques sur l'environnement dans le département

- de la Nya en zone soudanienne au Tchad », *Akofena*, revue scientifique des Sciences du Langage, Lettres, Langues & Communication. p129-138
- Denenodji Antoinette, 2017, La dynamique des cultures irriguées et de décrue sous l'effet de la variabilité climatique dans la vallée inférieure du fleuve Logone, p 23.
- Issakha LONA, Risques climatiques et pratiques culturelles du mil et du sorgho au Niger. Thèse de Doctorat, de l'Université Abdou Moumouni Niamey, p230.
- Lam Phoebe James., 1982, Persistence of Subsaharan drought. *Nature* 299 (September), p46-47.
- Marchal Jean-Yve et Dandoy Gérard, 1972, Contribution à l'étude géographique de l'ouest malgache. Paris, Orstom, Travaux et Documents n° 16, p162.
- NDoutorlengar Médard et Dadoum Djeko Magloire, 2022, « Choc pétrolier : dynamique des espaces ruraux de la zone d'exploitation du Logone Oriental au Tchad », *Annales de l'Université de Bangui, série A*, n° 17, juillet [en ligne : www.surandara-ub.org/Annales/] ; p234-249.
- OMM, 2012, Guide d'utilisation de l'indice de précipitations normalisé, OMM-N° 1090, p35.
- Romain Gouataine Seingue. 2014. "Evaluation des contraintes pédoclimatiques au développement des cultures sur la plaine du Bongor", *Revue Scientifique du Tchad*, CNAR, Vol. 1, N°4, (2014) 32 -39.
- USDA-ARS. 2012. United States Department of Agriculture Agricultural Research Service.2012. National Genetic Ressources Program. Germplasm Resources Information Network-(GRIN). p89.
- Nadji Tellro Waï., 1998 : Climatic variability on the hydrological regime : Behaviour of Chari -Logone river basins during 1975 & 1988 wet years after droughts of 1973 and 1984 in Chad. *Proceedings of the second International conference on Climate and Water*, Espoo, Finland ,17-20 August 1998, pp 1263-1272.

Webographie

<http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?35092> (consulté le 12 Février 2023)