

ANALYSE DES PARAMETRES AGROCLIMATIQUES DES SAISONS CULTURALES EN ZONES SOUDANIENNES SENEGALAISES

Pierre Corneille SAMBOU

Université Cheikh Anta Diop de Dakar

pierrecorneille.sambou@ucad.edu.sn

Résumé :

Cet article analyse les paramètres agroclimatiques des saisons des pluies dans un contexte sénégalais marqué par une variabilité pluviométrique. 8 régions à vocation agricole ont été choisies. Il s'agit de Diourbel, Fatick, Kaolack, Kaffrine et Tambacounda localisées dans la zone nord-soudanienne. Le reste des régions est localisé dans la zone sud-soudanienne. Ce sont Kolda, Sédbiou et Ziguinchor. Les données pluviométriques de ces régions ont été collectées à l'échelle journalière au niveau de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM) pour la période allant de 1961 à 2013. De 2014 à 2020, ce sont les données de pluies estimées qui ont été utilisées. Des enquêtes ont été réalisées avec les agents des services techniques de l'agriculture et les techniciens des organisations de producteurs de ces régions. Le traitement des données a permis d'arriver à un certain nombre de résultats. Dans la zone nord-soudanienne, les dates de débuts de saison des pluies sont plus précoces à Tambacounda qu'à Fatick et Kaolack, localisées à une latitude plus élevée. Les dates de fin sont précoces dans ces dernières régions et tardives à Tambacounda. Dans la zone Sud, Ziguinchor a des dates de début et de fin plus précoces et tardives. Les durées sont plus longues à Tambacounda et à Ziguinchor de même que le cumul pluviométrique et le nombre de jours de pluie. Des pauses pluviométriques longues apparaissent dans la zone nord-soudanienne entre le 61^e et le 90^e jours après semis. Dans la zone sud-soudanienne, des pauses longues apparaissent surtout pour Sédbiou et Kolda entre le 91^e et le 120^e jours. Pour s'adapter, des variétés culturales dont les cycles (en jours) sont plus conformes avec les durées des saisons sont adoptées.

Mots-clés : variabilité, agroclimatologie, zones soudanienues, variétés cultivées, Sénégal

Summary:

This article analyzes the agroclimatic parameters of the rainy seasons in a Senegalese context marked by rainfall variability. 8 agricultural regions were chosen. These are Diourbel, Fatick, Kaolack, Kaffrine and Tambacounda located in the North Sudanian zone. The rest of the regions are located in the South Sudanian zone. These are Kolda, Sédbiou and Ziguinchor. The rainfall data for these regions were collected on a daily scale by the National Agency for Civil Aviation and Meteorology (ANACIM) for the period from 1961 to 2013. From 2014 to 2020, these are the estimated rainfall data that was used. Surveys were carried out with agricultural technical service agents and technicians from producer organizations in these regions. The processing of the data made it possible to arrive at a certain number of results. In the North Sudanian zone, the start dates of the rainy season are earlier in Tambacounda than in Fatick and Kaolack, located at a higher latitude. The end dates are early in these latter regions

and late in Tambacounda. In the South zone, Ziguinchor has earlier and later start and end dates. The durations are longer in Tambacounda and Ziguinchor as are the cumulative rainfall and the number of rainy days. Long rain breaks appear in the North Sudanian zone between the 61st and 90th days after sowing. In the South Sudanian zone, long breaks appear especially for Sédbiou and Kolda between the 91st and 120th days. To adapt, crop varieties whose cycles (in days) are more consistent with the length of the seasons are adopted.

Keywords: *variability, agroclimatology, Sudanian zones, cultivated varieties, Senegal*

Introduction

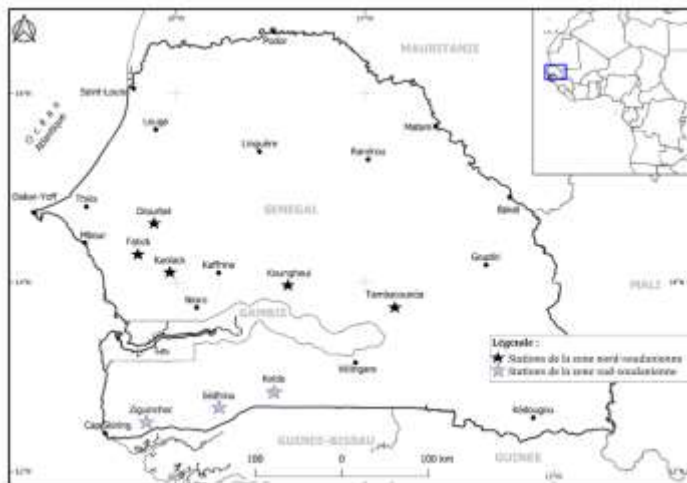
Le Sénégal est un pays où l'agriculture occupe l'essentiel des populations. En effet, « Le secteur agricole est considéré comme le levier de l'économie nationale. Il constitue un secteur-clé pour le développement économique et social du pays, compte tenu d'une part de la population qui en dépend directement et d'autre part de sa dimension stratégique en matière de sécurité alimentaire, et de sa contribution dans la régulation des équilibres macroéconomiques et sociaux. » (ANSD, 2014, p. 345). Cependant, la péjoration pluviométrique notée durant les années 70, 80 et 90 (Sagna P. *et al.*, 2015, 2021) a eu des impacts sur les activités agricoles. Cette situation a entraîné la baisse des rendements mais aussi des productions affectant par là même les conditions de vie des populations qui vivent parfois essentiellement de ces récoltes. En effet, le produit intérieur brut (PIB) agricole dépendant de la pluviométrie (Sow S. *et al.*, 2020). « ...une chute de la pluviométrie entraîne une hausse de l'incidence de la pauvreté au Sénégal tandis que les périodes d'excédents sont marquées par un recul de la pauvreté ». (Cabral, F. J., 2012, p. 92). En outre, « En raison des relations inter-branches qui lient l'agriculture et le reste de l'économie, les chocs subis par l'agriculture se répercutent sur les autres secteurs de l'économie... » (Cabral F. J., 2012, p. 90). Ces dernières années, les quantités reçues laissent penser à un retour vers une situation pluviométrique meilleure que celle des années 70, 80 et 90 mais cela est loin d'être le cas. En effet, des années à quantités de pluie importantes côtoient des années à quantités de pluie faibles. Dans ce contexte de variabilité pluviométrique, il est important d'analyser en détail les paramètres les plus essentiels pour l'agriculture à savoir : les dates de débuts et de fins de saison des pluies, les durées, les cumuls pluviométriques, le nombre de jours de pluie et les pauses sèches les plus longues.

Données et méthodes

Les données utilisées dans le cadre de ce travail proviennent essentiellement de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM). Ce sont des données de pluviométrie journalière. Elles concernent la période 1961-2020. Toutefois, les données de l'ANACIM ne couvrent que la période 1961-2013. La série a été complétée de 2014 à 2020 par les précipitations estimées, version 2 (RFE 2), de la datathèque du climat de l'Institut International de Recherche sur le Climat et la Société (IRI) de l'université de Columbia. Ces données de précipitations sont utilisées dans le cadre des activités du réseau de systèmes d'alerte précoce contre la famine (Fews Net) de l'Agence des Etats-Unis pour le Développement International (USAID). Elles ont une haute résolution (10 km) et sont pertinentes pour l'analyse de la variabilité du climat (Novella N. S., Thiaw W. M., 2013). Les stations météorologiques retenues pour la collecte des données sont, dans le centre du pays, celles des régions de Diourbel, Fatick, Kaolack, Kaffrine (représentée par Kounghoul) et Tambacounda, soit 5 régions (tableau 1). Elles partagent la zone nord-soudanienne où les quantités de pluie varient entre 500 et 1000 mm (Sagna P., 2007). Dans le Sud du pays, il s'agit, en allant de l'est vers l'ouest, des régions de Kolda, Sédhiou et Ziguinchor. Elles se trouvent dans la zone sud-soudanienne qui enregistre des quantités de pluie variant, le plus souvent, entre 1000 et 1500 mm (Sagna P., 2007).

Tableau 1 : Liste des stations météorologiques (Source : Diedhion Y. M. et al., 2021)

Zones climatiques	Stations	Type de station	Latitude (Y)	Longitude (X)
Nord-soudanienne	Diourbel	Synoptique	14° 7' N	16° 2' O
	Fatick	Climatologique	14° 3' N	16° 4' O
	Kaolack	Synoptique	14° 1' N	16° 1' O
	Kounghoul	Pluviométrique	14° 0' N	14° 8' O
	Tambacounda	Synoptique	13° 8' N	13° 7' O
Sud-soudanienne	Kolda	Synoptique	12° 9' N	15° 0' O
	Sédhiou	Pluviométrique	12° 7' N	15° 6' O
	Ziguinchor	Synoptique	12° 6' N	16° 3' O



Carte 1 : Localisation des stations retenues pour l'étude (Carte adaptée de Diedhiou Y. M. et al., 2021)

Toutes ces régions ont la particularité d'avoir l'agriculture sous-pluie comme principale activité (tableau 2).

Tableau 2 : Pourcentages des ménages agricoles et de la pratique de la culture pluviale

Pourcentages	Diour.	Fatick	Kaol.	Kaff.	Tamba.	Kolda	Sédh.	Zig.
Ménages agricoles	43,2	82,9	64	84,9	70,9	75,3	82,4	58,9
Culture pluviale	98,1	97,6	98,6	98,2	92,1	97	92,2	96

En effet, ces zones font partie globalement du bassin arachidier, du Sénégal oriental et de la Casamance. Ces espaces naturels concentrent respectivement 57, 10 et 20 % des terres arables du pays (CSE, 2009). En même temps, le taux de pauvreté y est le plus important, dépassant 50 % pour toutes les régions (ANSD, 2016).

Les données pluviométriques journalières ont permis d'analyser les dates de début, de fin et les durées des saisons des pluies, le cumul annuel, le

nombre de jours de pluie et les pauses pluviométriques. D'après Sarr B. (2006, p. 22) : « Ces événements sont des caractères ou des facteurs clés de la réussite ou de l'échec de la saison agricole ». Un certain nombre de critères a été retenu pour leur détermination.

- **Les dates de début des saisons de pluie** : la date de début est le jour où, à partir du 1^{er} mai, une station reçoit ou enregistre sur 2 à 3 jours consécutifs une quantité de pluie égale ou supérieure à 20 mm, sans apparition d'une pause pluviométrique supérieure ou égale à 7 jours dans les 30 jours qui suivent (Sivakumar M. V. K., 1988).

- **Les dates de fin de saison de pluie** : la date de fin est le jour où, après le 1^{er} septembre, il y a épuisement de la réserve utile (RU). Cette définition prend en compte le « bilan hydrique climatique » (Affholder F. *et al.*, 2002, p. 644). Cette dernière permet de faire une estimation plus ou moins correcte des pertes en eau. C'est pour cela que d'autres auteurs utilisent un critère qui tient compte de 20 jours sans pluie. Si, il est fixé une quantité d'eau évapotranspirée de 5 mm/ jour c'est au bout d'une vingtaine de jours qu'une réserve utile de 100 mm s'épuiserait. Cette quantité d'eau est considérée comme la « demande atmosphérique en eau » qui s'obtient à travers le calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence. Cette dernière varie pendant l'hivernage entre 2 et 7 mm/ jour dans les régions tropicales (Affholder F. *et al.*, 2002). Toutefois, la quantité d'eau sur laquelle les plantes peuvent s'alimenter dans le sol à travers leurs racines dépend du type de sol. Etant donné que les sols du Sud du Sénégal sont plus argileux que les sols qui sont au centre du pays, une quantité de 100 mm est considérée pour la réserve utile avec les régions du centre du pays tandis que pour les régions méridionales une quantité de 120 mm a été retenue (Diop M., 1996).

- **La durée de la saison des pluies** : la durée de la saison des pluies est la différence en jours entre les dates, en jours juliens, de fin de saison des pluies et les dates, en jours juliens, des débuts de saison des pluies.

- **Les cumuls et les nombres de jours annuels** : pour les quantités de pluie, il s'agit de la somme des précipitations tombées dans l'année. Le nombre de jours de pluie est le nombre de jours où ces quantités de pluies ont été enregistrées.

- **Les pauses pluviométriques** : une pause pluviométrique apparaît lorsqu'il reste un ou plusieurs jours successifs sans pleuvoir ou lorsque la quantité de pluie est inférieure à 0,1 mm. Les pauses

pluviométriques qui ont été analysées dans cette contribution sont les pauses les plus longues. Elles ont été identifiées pour les phases les plus critiques du développement des plantes à savoir la phase de reproduction et de maturation. C'est pour cela qu'elles ont été déterminées en tenant compte des dates de début de saison des pluies qui sont des dates potentielles de semis (Sarr B., 2006). Les pauses ont ainsi été appréciées pour les 30, 60, 90 jours après semis pour les régions centre. En effet, dans ces régions les variétés habituellement cultivées n'atteignent pas 100 jours alors que pour la zone Sud elles peuvent dépasser 100 jours. C'est pour cela que les pauses les plus longues apparues entre le 91^e et le 120^e jour ont été aussi ressorties. Pour mieux analyser les pauses, elles ont été classées en courtes, moyennes et longues (tableau 3). Elles durent globalement jusqu'à 7 jours pour la première classe, de 8 à 14 jours pour la deuxième et la dernière, plus de 14 jours (Sané T. *et al.*, 2008 ; Salack S. *et al.*, 2012 ; Alhassane A. *et al.*, 2013).

Tableau 3 : Classification des pauses pluviométriques

Durée	1-7 jours	8-14 jours	+ de 14 jours
Caractérisation	Courte	Moyenne	Longue

Tous ces critères ont été déterminés avec le logiciel Instat+ (version 3.36).

Enfin, des entretiens physiques et téléphoniques ont été réalisés auprès des agents des services techniques des services agricoles étatiques mais aussi des organisations de producteurs de la zone d'étude. Ces échanges ont permis d'identifier les variétés actuellement cultivées dans les différentes zones.

Résultats

Les dates de début de saison des pluies

Les dates de début dans la zone nord-soudanienne

La saison des pluies commence habituellement le 29 juin à Tambacounda, les 8, 16, 21 et 24 juillet à Koungheul, Kaolack, Diourbel et Fatick (tableau 4). Les dates les plus précoces de démarrage de la saison

des pluies sont le 29 mai à Tamba et le 5 juin à Koungheul. Les plus tardives sont : les 23 et 24 août à Koungheul et Tambacounda et le 9 septembre pour Diourbel, Fatick et Kaolack. Par rapport à Koungheul et Tambacounda où l'étendue est de 79 et 87 jours, elle est plus élevée pour le reste des stations.

Tableau 4 : Les dates de début de saison des pluies dans la zone nord-soudanienne

Région	Diourbel	Fatick	Kaolack	Koungheul	Tamba.
Minimum	25 juin	22 juin	16 juin	5-juin	29-mai
Maximum	9-sept.	9-sept.	9-sept.	23-août	24-août
Etendue	76	79	85	79	87
Moyenne	21-juil.	24-juil.	16-juil.	8-juil.	29-juin
Ecart-type	42,7	33,9	41,8	20,2	20,3
Percentile 20%	6-juil.	5-juil.	2-juil.	21-juin	14-juin
Percentile 50%	27-juil.	6-juil.	21-juil.	7-juil.	25-juin
Percentile 80%	14-août	7-juil.	10-août	23-juil.	19-juil.

Une année sur cinq (1/5) les dates de début se présentent avant les 14 et 21 juin pour Tambacounda et Koungheul contre les 2, 5 et 6 juillet pour Kaolack, Fatick et Diourbel. Pour la même fréquence, les dates de début s'observent après les 7, 19 et 23 juillet à Fatick, Tambacounda et Koungheul et les 10 et 14 août à Kaolack et Diourbel.

Les dates de début dans la zone sud-soudanienne

A Kolda, Sédhiou et Ziguinchor, le démarrage normal de la saison des pluies est pratiquement le même. Il commence les 22, 23 et 25 juin à Kolda, Ziguinchor et Sédhiou (tableau 5). Toutefois, si on regarde les dates les plus précoces, elles apparaissent les 18 et 28 mai pour Kolda et Sédhiou contre le 2 juin pour Ziguinchor. Les dates les plus tardives figurent les 21 et 31 juillet pour Ziguinchor et Kolda et le 26 août pour Sédhiou. L'amplitude des dates est ainsi de 49 jours à Ziguinchor, 74 jours à Kolda et 90 jours à Sédhiou.

Si nous répartissons les valeurs en percentile, 1 année sur 5 la date de début de saison est notée avant le 8 juin pour Kolda et le 12 juin pour

Sédhiou et Ziguinchor. Pour la même fréquence, elle est notée après les 1^{er}, 6 et 7 juillet à Ziguinchor, Kolda et Sédhiou.

Tableau 5 : Les dates de début de saison des pluies dans la zone sud-soudanienne

Région	Kolda	Sédhiou	Ziguinchor
Minimum	18-mai	28-mai	2-juin
Maximum	31-juil.	26-août	21-juil.
Etendue	74	90	49
Moyenne	22-juin	25-juin	23-juin
Ecart-type	15,4	16,5	11,3
Percentile 20%	8-juin	12-juin	12-juin
Percentile 50%	20-juin	23-juin	23-juin
Percentile 80%	6-juil.	7-juil.	1-juil.

Les dates de fin de saison des pluies

Les dates de fin de saison des pluies dans la zone nord-soudanienne

La saison des pluies se termine en moyenne au mois d'octobre pour toutes les régions. Les dates sont les 04, 10, 12 et 14 octobre à Diourbel, Fatick, Kaolack, Koungeul et Tambacounda (tableau 6). La date de fin la plus précoce est la même pour toutes les régions et c'est le 01^{er} septembre. Les dates de fin les plus tardives s'affichent aussi toutes en novembre. Il s'agit des 03, 05, 07, 13 et 19 novembre à Kaolack, Koungeul, Fatick, Diourbel et Tambacounda. L'écart entre les dates les plus précoces et les plus tardives est plus élevé à Tamba avec 79 jours, et moins élevé à Diourbel, Fatick, Koungeul et Kaolack avec 73, 67, 65 et 63 jours.

Tableau 6 : Les dates de fin de saison des pluies dans la zone nord-soudanienne

Régions	Diourbel	Fatick	Kaolack	Koungeul	Tamba.
Minimum	1-sept.	1-sept.	1-sept.	1-sept.	1-sept.
Maximum	13-nov.	7-nov.	3-nov.	5-nov.	19-nov.
Etendue	73	67	63	65	79
Moyenne	4-oct.	10-oct.	12-oct.	12-oct.	14-oct.

Ecart-type	18,6	17,0	16,2	16,6	17,8
Percentile 20%	15-sept.	27-sept.	4-oct.	3-oct.	29-sept.
Percentile 50%	7-oct.	14-oct.	15-oct.	15-oct.	18-oct.
Percentile 80%	20-oct.	25-oct.	28-oct.	25-oct.	31-oct.

Les percentiles révèlent qu'une année sur cinq, les dates de fin apparaissent avant les 15, 27 et 29 septembre à Diourbel, Fatick et Tambacounda et les 03 et 04 octobre à Koungheul et Kaolack. 80 % des dates de fin de saison des pluies sont obtenues antérieurement aux 20, 25, 28 et 31 octobre à Diourbel, Fatick et Koungheul, à Kaolack et Tambacounda.

Les dates de fin de saison des pluies dans la zone sud-soudanienne

La saison des pluies se termine moyennement les 1er, 03 et 06 novembre à Kolda, Sédhiou et Ziguinchor (tableau 7). Les dates les plus précoces sont le 1^{er} et le 8 septembre à Sédhiou et Kolda et le 20 octobre à Ziguinchor. Les dates les plus tardives sont les 19 et 23 novembre à Kolda et Sédhiou et le 1^{er} décembre à Ziguinchor. L'amplitude est élevée à Sédhiou et Kolda où elle est de 83 et 72 jours comparativement à Ziguinchor avec 42 jours.

L'analyse des percentiles laisse voir que 20 % des saisons de pluie s'arrêtent avant les 26, 27 et 30 octobre à Kolda, Sédhiou et Ziguinchor. Pour 80 %, ce sont les 9, 10 et 12 novembre.

Tableau 7 : Les dates de fins de saison des pluies dans la zone sud-soudanienne

Régions	Kolda	Sédhiou	Ziguinchor
Minimum	8-sept.	1-sept.	20-oct.
Maximum	19-nov.	23-nov.	1-déc.
Etendue	72	83	42
Moyenne	1-nov.	3-nov.	6-nov.
Ecart-type	11,2	11,5	7,5
Percentile 20%	26-oct.	27-oct.	30-oct.
Percentile 50%	2-nov.	4-nov.	5-nov.
Percentile 80%	9-nov.	10-nov.	12-nov.

La durée des saisons pluvieuses

La durée de la saison des pluies dans la zone nord-soudanienne

La saison des pluies dure 75 jours à Diourbel, 78 jours à Fatick, 88 jours à Kaolack, 96 jours à Kaffrine et 107 jours à Tambacounda (tableau 8). Les durées les plus courtes sont de 6, 8, 19, 22 et 26 jours à Kaolack, Tambacounda, Fatick, Diourbel et Koungheul. Les plus longues sont de 122, 125, 135, 150 et 157 jours à Fatick, Kaolack, Diourbel, Koungheul et Tambacounda. L'étendue y est de 103, 113, 119, 124 et 149 jours.

Tableau 8 : Les durées des saisons des pluies dans la zone nord-soudanienne

Régions	Diourbel	Fatick	Kaolack	Koungheul	Tamba.
Minimum (jours)	22	19	6	26	8
Maximum (jours)	135	122	125	150	157
Etendue (jours)	113	103	119	124	149
Moyenne (jours)	75	78	88	96	107
Ecart-type	45	39	41	28	29
Percentile 20%	43	48	60	69	82
Percentile 50%	70	74	87	97	111
Percentile 80%	104	106	110	123	133

Les percentiles affichent pour 20% des saisons de pluie, une durée inférieure à 43 et 48 jours à Diourbel et Fatick, 60 et 69 jours à Kaolack et Koungheul contre 82 jours à Tambacounda. Pour le même taux, la durée excède 104, 106, 110, 123 et 133 jours.

La durée de la saison des pluies dans la zone sud-soudanienne

La durée de la saison des pluies est pratiquement la même pour toutes les stations. Elle est en effet, de 131, 132 et 136 jours à Sédhiou, Kolda et Ziguinchor (tableau 9). La durée de la saison la plus courte y est de 70, 87 et 103 jours et la plus longue de 159, 167 et 162 jours. L'étendue en durée est plus faible à Ziguinchor où elle est de 59 jours qu'à Kolda et Sédhiou où elle est de 80 et 89 jours.

Tableau 9 : Les durées des saisons des pluies dans la zone sud-soudanienne

Régions	Kolda	Sédhiou	Ziguinchor
Minimum (jours)	87	70	103
Maximum (jours)	167	159	162
Etendue (jours)	80	89	59
Moyenne (jours)	132	130	136
Ecart-type	20	19	14
Percentile 20%	111	115	128
Percentile 50%	137	136	136
Percentile 80%	151	145	147

En considérant l'analyse des percentiles, 20% des saisons de pluie ont une durée inférieure à 111, 115 et 128 jours à Kolda, Sédhiou et Ziguinchor. 4/5 des saisons de pluie ont une durée inférieure ou égale à 145, 147 et 151 jours à Sédhiou, Ziguinchor et Kolda.

Le cumul pluviométrique

Le cumul pluviométrique dans la zone nord-soudanienne

Les quantités d'eau tombées annuellement dans la zone nord-soudanienne sont plus élevées à Tambacounda et Koungheul où elles sont de 759 et 706 mm (tableau 10). Elles sont de moins en moins importantes à Kaolack, Fatick et Diourbel où elles atteignent 622, 591 et 523 mm. Les quantités les plus faibles y sont de 434, 399, 305, 273, 286 mm et les plus élevées de 1246, 1143, 990, 977 et 875 mm. L'amplitude est de 812, 744, 685, 704 et 590 mm pour Tambacounda, Koungheul, Kaolack, Fatick et Diourbel.

Tableau 10 : Les cumuls pluviométriques des saisons des pluies dans la zone nord-soudanienne

Régions	Diourbel	Fatick	Kaolack	Koungheul	Tamba.
Minimum (mm)	285,6	272,5	304,8	399,2	433,6

Maximum (mm)	875,4	976,6	990,2	1143,4	1245,9
Etendue (mm)	589,8	704,1	685,4	744,2	812,3
Moyenne (mm)	522,8	591,0	621,5	705,5	759,2
Ecart-type	145,2	178,1	150,0	177,2	181,6
Percentile 20%	371,2	441,5	477,6	521,2	592,5
Percentile 50%	500,3	553,7	597,5	704,7	740,2
Percentile 80%	640,8	776,44	773,3	826,8	932,9

L'étude des percentiles révèle que 20% des saisons de pluie reçoivent des quantités inférieures ou égales à 593, 521, 478, 442 et 371 mm. Pour le même percentile, elles dépassent 933, 827, 773, 776 et 641 mm.

Le cumul pluviométrique dans la zone sud-soudanienne

Dans la zone sud-soudanienne les quantités de pluie varient en moyenne de 1324 mm à Ziguinchor à 1092 et 1049 mm à Sédhiou et Kolda (tableau 11). Les quantités les plus petites sont de 746, 314, 566 mm et les plus élevées de 1946, 1984 et 1440 mm. Les écarts sont de 1201, 1670 et 874 mm.

Tableau 11 : Les cumuls pluviométriques des saisons des pluies dans la zone sud-soudanienne

Régions	Kolda	Sédhiou	Ziguinchor
Minimum (mm)	565,9	314,4	745,6
Maximum (mm)	1439,7	1984	1946,1
Etendue (mm)	873,8	1669,6	1200,5
Moyenne (mm)	1049,2	1091,9	1324
Ecart-type	207,7	272,1	290,8
Percentile 20%	836,4	875,8	1071,9
Percentile 50%	1072,8	1064,6	1328,3
Percentile 80%	1224,9	1270,8	1566,1

Au niveau des percentiles, 20 % des quantités de pluie reçues sont inférieures ou égales à 1072, 876 et 835 mm. 80 % ont une quantité en deçà de 1566, 1271 et 1225 mm.

Le nombre de jours de pluie

Le nombre de jours de pluie dans la zone nord-soudanienne

Dans la zone nord-soudanienne, le nombre de jours de pluie est annuellement en moyenne de 44 jours pour Diourbel et Fatick, 51 pour Koungheul, 53 pour Kaolack et 62 pour Tambacounda (tableau 12). Le minimum est de 25 jours à Diourbel, 26 à Fatick et Koungheul et 31 et 44 à Kaolack et Tambacounda. Le maximum est de 64 jours à Diourbel, 79 à Kaolack, 81, 83 et 89 à Fatick, Koungheul et Tambacounda. L'écart entre le minimum et le maximum est de 39, 45, 48, 55 et 57 jours à Diourbel, Tambacounda, Kaolack, Fatick et Koungheul.

Tableau 12 : *Le nombre de jours de pluie dans la zone nord-soudanienne*

Région	Diourbel	Fatick	Kaolack	Koungheul	Tamba.
Minimum (jours)	25	26	31	26	44
Maximum (jours)	64	81	79	83	89
Etendue (jours)	39	55	48	57	45
Moyenne (jours)	44	44	53	51	62
Ecart-type	8,1	10,4	10,2	10,5	10,2
Percentile 20%	37	34	44	42	53
Percentile 50%	43	44	51	50	61
Percentile 80%	51	51	60	56	69

L'analyse percentile accorde à 20% des saisons de pluie un nombre de jours de pluie inférieur ou égale à 34, 37, 42, 44 et 53 jours à Fatick, Diourbel, Koungheul, Kaolack et Tambacounda. A 80%, il ne dépasse pas 51, 56, 60 et 69 jours.

Le nombre de jours de pluie dans la zone sud-soudanienne

Le nombre de jours de pluie est d'en moyenne de 63 jours à Sédhiou et 76 et 90 jours à Kolda et Ziguinchor (tableau 13). Le minimal est de 24 et 69 jours dans ces 3 régions. Le maximal est de 94, 105 et 139 jours à Kolda, Sédhiou et Ziguinchor. L'amplitude est ainsi de 39, 70 et 82 jours à Kolda, Ziguinchor et Sédhiou. 80% des années enregistrent plus de 53,

67 et 80 jours de pluie à Sédhiou, Kolda et Ziguinchor. 20% notent plus de 74, 85 et 99 jours de pluie.

Tableau 13 : Le nombre de jours de pluie dans la zone sud-soudanienne

Région	Kolda	Sédhiou	Ziguinchor
Minimum (jours)	55	23	69
Maximum (jours)	94	105	139
Etendue (jours)	39	82	70
Moyenne (jours)	76	63	90
Ecart-type	9,8	13,0	13
Percentile 20%	67	53	80
Percentile 50%	76	64	87
Percentile 80%	85	74	99

Les pauses pluviométriques ou séquences sèches maximales

Les pauses pluviométriques maximales dans la zone nord-soudanienne

A **Diourbel**, l'analyse des pauses pluviométriques note qu'elles sont en moyenne de 5 jours dans les 30 jours qui suivent le semis, de 9 jours dans les 31^e à 60 jours après semis et de 20 jours dans les 30 derniers jours des variétés à 90 jours (tableau 14). Ce sont des pauses courtes, moyennes et longues. Les pauses maximales atteignent 33 jours au milieu du cycle et 63 jours à la fin du cycle. Au début du cycle, il n'existe que des pauses courtes. En milieu de cycle, 80 % des saisons de pluie ont une pause qui est inférieure ou égale à 12 jours soit des pauses moyennes. 20 % des saisons de pluie connaissent des pauses supérieures ou égales à 30 jours durant le dernier tiers du cycle des plantes de 90 jours.

Tableau 14 : Les pauses pluviométriques les plus longues à Diourbel

Jours après semis (JAS)	30 JAS	31 à 60 JAS	61 à 90 JAS
Minimum (jours)	3	2	3
Maximum (jours)	7	33	63

Etendue (jours)	4	31	60
Moyenne (jours)	5	9	20
Ecart-type	1,1	5,9	14,0
Percentile 20%	4	5	9
Percentile 50%	6	7	15
Percentile 80%	5	12	29

A **Fatick**, les pauses les plus longues sont de 5 jours au début du cycle des plantes, de 9 jours au milieu du cycle et de près de 20 jours à la fin du cycle (tableau 15). Les pauses maximales sont longues dans la 2^e et 3^e parties du cycle avec des valeurs de 35 et 65 jours. L'analyse des percentiles montre que dans 80 % des saisons de pluie, les 30 premiers jours connaissent des pauses courtes, les 30 jours suivants des pauses moyennes et les derniers 30 jours des pauses longues. Leurs durées sont inférieures ou égales à 6, 13 et 29 jours.

Tableau 15 : Les pauses pluviométriques les plus longues à Fatick

Jours après semis (JAS)	30 JAS	31 à 60 JAS	61 à 90 JAS
Minimum (jours)	2	2	3
Maximum (jours)	7	35	65
Etendue (jours)	5	33	62
Moyenne (jours)	5	9	20
Ecart-type	1,2	6,4	14,6
Percentile 20%	4	4	6
Percentile 50%	5	7	17
Percentile 80%	6	13	29

A **Kaolack**, les pauses sont de 5, 7 et 15 jours dans les 30, 60 et 90 jours (tableau 16). Elles sont donc courtes dans les 60 premiers jours et moyennes dans les 30 derniers jours. Les pauses les plus longues ont duré 36 et 66 jours dans la moitié et la dernière partie du cycle. Au début du cycle les pauses maximales sont courtes. A 80 %, les pauses sont courtes durant le début du cycle moyennes au milieu du cycle et longues à la fin du cycle. Elles ont une durée inférieure à 6, 8 et 24 jours.

Tableau 16 : Les pauses pluviométriques les plus longues à Kaolack

Jours après semis (JAS)	30 JAS	31 à 60 JAS	61 à 90 JAS
Minimum (jours)	2	2	3
Maximum (jours)	7	36	66
Etendue (jours)	5	34	63
Moyenne (jours)	5	7	15
Ecart-type	1,2	5,1	11,8
Percentile 20%	4	4	6
Percentile 50%	5	5	12
Percentile 80%	6	8	24

A **Koungheul**, à part la fin du cycle, le début et le milieu ne connaissent que des pauses courtes. Toutefois, les pauses maximales s'étendent jusqu'à 18 et 27 jours soit des pauses longues dans la moitié et la fin du cycle (tableau 17). 4/5 des saisons de pluie connaissent des pauses courtes au début et moyennes au milieu et la fin du cycle. Ces pauses ne dépassent pas 7, 8 et 12 jours.

Tableau 17 : Les pauses pluviométriques les plus longues à Koungheul

Jours après semis (JAS)	30 JAS	31 à 60 JAS	61 à 90 JAS
Minimum (jours)	2	3	3
Maximum (jours)	7	18	27
Etendue (jours)	5	15	24
Moyenne (jours)	5	6	9
Ecart-type	1,3	2,9	5,6
Percentile 20%	4	4	4
Percentile 50%	6	5	8
Percentile 80%	7	8	12

A **Tambacounda**, les pauses sont en moyenne de 5, 6 et 8 jours au début, au milieu et à la fin du cycle (tableau 18). Elles sont courtes au début et au milieu et moyennes à la fin du cycle. Les pauses les plus longues apparaissent au milieu et à la fin du cycle avec 18 et 41 jours de

durées. 80 % des saisons de pluie sont concernées par les pauses courtes au début du cycle des plantes et moyennes au milieu et à la fin du cycle. Leurs durées peuvent aller jusqu'à 7, 8 et 11 jours.

Tableau 18 : Les pauses pluviométriques les plus longues à Tambacounda

Jours après semis (JAS)	30 JAS	31 à 60 JAS	61 à 90 JAS
Minimum (jours)	2	2	2
Maximum (jours)	7	18	41
Etendue (jours)	5	16	39
Moyenne (jours)	5	6	8
Ecart-type	1,3	3,0	7,2
Percentile 20%	4	4	3
Percentile 50%	5	5	5
Percentile 80%	7	8	11

Les pauses pluviométriques maximales dans la zone sud-soudanienne

A **Kolda**, les pauses pluviométriques sont courtes dans les 90 jours après semis et moyennes dans les 30 derniers jours (tableau 19). Leurs durées sont de 5, 4 et 11 jours. Les pauses maximales sont courtes dans les 30 premiers jours, moyennes dans les 60 à 90 jours et longues dans les 30 à 60 et 90 à 120 jours. Leurs durées sont de 7, 10, 16 et 39 jours. 80 % des saisons de pluie ne connaissent que des pauses courtes durant les 90 premiers jours après semis. Leurs durées ne dépassent pas partout 6 jours. Dans les 30 derniers jours les pauses sont longues avec une durée ne dépassant pas 20 jours.

Tableau 19 : Les pauses pluviométriques les plus longues à Kolda

Jours après semis (JAS)	30 JAS	31 à 60 JAS	61 à 90 JAS	91 à 120 JAS
Minimum (jours)	2	1	1	2
Maximum (jours)	7	16	10	39
Etendue (jours)	5	15	9	37
Moyenne (jours)	5	5	4	11

Ecart-type	1,3	2,5	2,1	9,0
Percentile 20%	3	3	3	4
Percentile 50%	5	4	4	8
Percentile 80%	6	6	6	20

A **Sédhiou**, durant les 90 premiers jours après semis les cultures ne connaissent que des pauses courtes. Elles sont respectivement de 5 et 6 jours (tableau 20). Durant les 30 derniers jours apparaissent des pauses moyennes de 12 jours. Les pauses maximales sont longues de 23, 53 et 83 jours à partir de 30, 60 et 90 jours après semis. 80 % des saisons de pluie ont des pauses courtes jusqu'à 90 jours après semis mais longues durant les 30 derniers jours. Leurs durées sont successivement, inférieures ou égales à 6, 7 et 16 jours.

Tableau 20 : Les pauses pluviométriques les plus longues à Sédhiou

Jours après semis (JAS)	30 JAS	31 à 60 JAS	61 à 90 JAS	91 à 120 JAS
Minimum	2	2	2	2
Maximum	7	23	53	83
Etendue	5	21	51	81
Moyenne	5	5	6	12
Ecart-type	1,2	3,2	7,2	13,6
Percentile 20%	4	3	3	4
Percentile 50%	5	4	4	8
Percentile 80%	6	6	7	16

A **Ziguinchor**, les pauses sont courtes à moyennes durant les 120 jours notés après semis (tableau 21). Les durées varient entre 4 et 8 jours. Les pauses maximales apparaissent courtes, moyennes et longues dans les 30, 61 à 90, 31 à 60 et 91 à 120 jours après semis. 4/5 années, les saisons de pluie notent des pauses qui n'excèdent pas 5, 6 et 10 jours. Elles sont courtes durant les 90 jours après semis et moyennes le reste du cycle des plantes.

Tableau 21 : Les pauses pluviométriques les plus longues à Ziguinchor

Jours après semis (JAS)	30 JAS	31 à 60 JAS	61 à 90 JAS	91 à 120 JAS
Minimum (jours)	1	1	1	1
Maximum (jours)	7	15	11	35
Etendue (jours)	6	14	10	34
Moyenne (jours)	4	4	4	8
Ecart-type	1,7	2,4	2,0	5,5
Percentile 20%	3	2	2	4
Percentile 50%	5	3	3	6
Percentile 80%	6	5	5	10

Les variétés actuellement cultivées dans les zones soudanaises

Pour mieux faire face à la variabilité pluviométrique, les populations emploient, actuellement, des variétés culturales dont les cycles (en jours) correspondent avec la durée des saisons de pluie (tableaux 22 et 23).

Les variétés cultivées dans la zone nord-soudanienne

Les variétés les plus cultivées avec plus de 50% des réponses obtenues des services techniques et des organisations de producteurs (OP) sont pour l'arachide, la *73-33*, la *GH-119-20* et la *Fleur 11* (figure 1). Pour le maïs, la variété *Early Thai* est la plus fréquente suivie de *Obatampa* et de *Swan*. Le mil est cultivé avec le *Souna 3*.

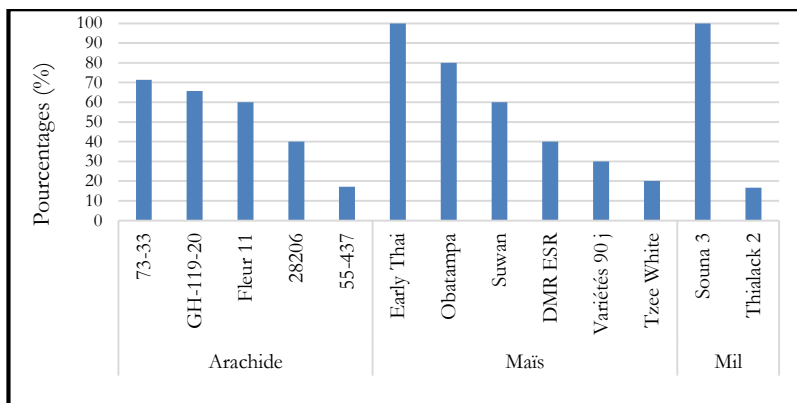


Figure 1 : Les variétés culturales adoptées par les producteurs (source : Enquêtes auprès des services techniques et OP)

Tableau 22 : Les variétés cultivées actuellement dans la zone nord-soudanienne

Espèce cultivée	Variété cultivée	Cycle (en jours)
Arachide	73-33	105-110
	GH-119-20	110
	Fleur 11	90
	28206	120
	55-437	90 (95% de maturité)
Maïs	Early Thai (Noor 96)	80
	Obatampa (Yaayi seex)	95-100
	Suwan (Goor Yomboul)	90-100
	DMR ESR White (Doo Mer)	80
	Tzee White (Gaaw Na)	75-80
Mil	Souma 3	85-95
	Thialack 2	95

(Source cycle en jours variétés : Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural, 2012)

Les variétés cultivées dans la zone sud-soudanienne

Les variétés les plus cultivées sont pour le riz : les *Sahel* et *Nerica* (figure 2). D'après Diouf T. et Fall A. (2005, p. 233) ce sont les « nouveaux types de riz ». Pour le maïs, contrairement à la zone nord-soudanienne où c'est la variété *Early Thai* qui domine, dans la zone sud-soudanienne c'est la variété *Suwan*, qui a un cycle plus long qui est plus semée.

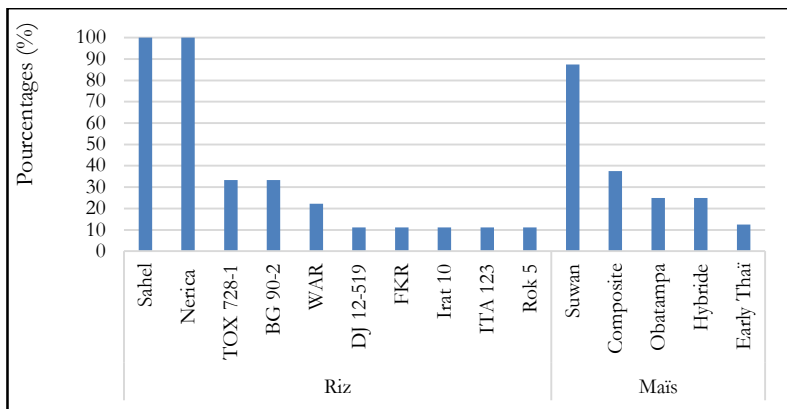


Figure 2 : Les variétés culturales adoptées par les producteurs (source : Enquêtes auprès des services techniques et OP)

Tableau 23 : Les variétés de riz cultivées actuellement dans la zone sud-soudanienne

Variété	Type de riziculture	Cycle (en jours)
<i>Sahel 108</i>	Riziculture irriguée	105
<i>Sahel 134</i>	Riziculture irriguée	110
<i>Sahel 201</i>	Riziculture irriguée	121
<i>Nerica 6</i>	Riziculture pluviale de plateau	95-100
<i>Nerica S-19</i>	Riziculture irriguée	131
<i>Tox 728-1</i>	Riziculture pluviale de bas-fond	105
<i>BG 90-2</i>	Riziculture pluviale de bas-fond	120
WAR (3 variétés)	Riziculture de mangrove	135 à 140
<i>Dj 12-519</i>	Riziculture pluviale de bas-fond	105

<i>Irat10</i>	Riziculture pluviale de plateau	100
<i>ITA 123</i>	Riziculture pluviale de bas-fond	120
<i>Rok 5</i>	Riziculture de mangrove	Pas précisé

Conclusion

Globalement, les dates de début, de fin, les durées, les cumuls et les nombres de jours de pluie sont précoces, tardives, plus longues pour les trois premières caractéristiques et plus importantes pour les dernières, en allant de la zone nord-soudanienne vers la zone sud-soudanienne. Elles deviennent le contraire en allant du sud vers la zone nord-soudanienne. Dans cette dernière, la même logique se répète, de Tambacounda qui est plus méridionale, à Diourbel qui est plus au nord. Du fait de la faible différence en latitude entre Fatick, Kaolack et Koungheul, les phénomènes peuvent se manifester plus tôt dans une région qu'une autre. C'est la même situation qui prévaut pratiquement dans la zone sud-soudanienne où tantôt Kolda apparaît comme la première région à connaître le début de la saison des pluies ou la dernière à noter la fin de la saison des pluies que Ziguinchor. Cependant, Ziguinchor connaît, au regard des paramètres agroclimatiques identifiés, une variabilité pluviométrique moins importante. Cela peut se voir au niveau des pauses pluviométriques apparaissant durant les 30 derniers jours des variétés qui vont au-delà de 90 jours. 80 % des pauses y sont longues à Kolda et Sédhiou au moment où elles sont moyennes à Ziguinchor. La région de Ziguinchor, du fait de sa position côtière bénéficie des précipitations cycloniques (Sagna P., 2005). Les quantités de pluie reçues, le nombre de jours de pluies y sont ainsi plus importants. Les variétés cultivées dont les cycles dépassent 90, 100 jours ont davantage de chance de boucler leurs cycles à Ziguinchor qu'à Sédhiou et Kolda. Dans la zone nord-soudanienne, les régions de Tambacounda et Kaffrine (représentée par la station de Koungheul) ont plus de chance de voir les variétés de 90 jours boucler leurs cycles que les régions de Kaolack, Fatick et Diourbel. Dans ces dernières, les risques d'apparition de pauses longues sont certaines durant la fin du cycle des cultures soit les 30 derniers jours.

Références bibliographiques

Affholder François, Forest Francis, Lidon Bruno, Valony Marie-

Jeanne (2002), « La gestion de l'eau » in *Memento de l'agronomie*, p. 643-662.

Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD, 2016), *Sénégal, Cartes de pauvreté 2011. Résumé du rapport national*. Document provisoire ; susceptible de modifications. ANSD et Banque mondiale, 26 p.

Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (ANSD, 2014), *Rapport définitif, RGPHAE 2013*, 417 p.

Alhassane Agali, Salack Seyni, Ly Mohamed, Lona Issaka, Traoré Seydou B., Sarr Benoît (2013), « Evolution des risques agroclimatiques associés aux tendances récentes du régime pluviométrique en Afrique de l'Ouest soudano-sahélienne ». *Sécheresse*, 24, p. 282-293.

Cabral François Joseph (2012), « L'impact des aléas pluviométriques sur les disparités régionales de pauvreté au Sénégal ». In *Revue d'économie du développement*, 2012/1 (Vol. 20), p. 69 à 95.

Centre de Suivi Ecologique (CSE, 2009), *Annuaire sur l'environnement et les ressources naturelles du Sénégal, Deuxième édition*, 320 p.

Diedhiou Yaya Mansour, Konté Oumar, Sagna Pascal, Diop Cheikh, Ndiaye Ousmane, Sambou Pierre Corneille (2021), « Analyse des débuts et fins d'hivernage au Sénégal de 1981 à 2016 ». *Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi (RGLL)*, n° 25, p. 65-84.

Diop Mbaye, 1996 : « A propos de la durée de la saison des pluies au Sénégal ». In *Sécheresse*, n°1, vol. 7, p. 7-15.

Diouf Thiaka, Fall Abdoulaye (2005), « Le riz ». In *Bilan de la recherche agricole et agroalimentaire au Sénégal*, ISRA, ITA, CIRAD, p. 233-240.

Ministère de l'Agriculture et de l'Équipement Rural (MAER, 2012), *Catalogue officiel des espèces et variétés cultivées au Sénégal*, 192 p.

Novella Nicholas S., Thiaw Wassila Mamadou (2013), « African Rainfall Climatology Version 2 for Famine Early Warning Systems ». In *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 52, p. 588-606.

Sivakumar Mannava V. K. (1988), « Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa ». *Agricultural and Forest Meteorology*, 42, p. 295-305.

Sagna Pascal (2005), *Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie Ouest de l'Afrique Occidentale*. Thèse de doctorat d'Etat ès Lettres, Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, UCAD, Tome I (271 p.), Tome II (p. 271-786).

Sagna Pascal, Dipama Jean-Marie, Vissin Expédit Wilfrid, Diomandé Beh Ibrahim, Diop Cheikh, Chabi Ayédêguê Biaou Philippe, Sambou Pierre Corneille, Sané Tidiane, Karambiri Koudamilo O., Diédhiou Yaya Mansour, Yade Madiop (2021), « Climate change and water resources in West Africa : A case study of Ivory Coast, Benin, Burkina Faso and Senegal », In Diop S., Scheren P., Niang A. (ed.) : *Climate Change and Water Resources in Africa. Perspectives and Solutions Towards an Imminent Water Crisis*, Springer Nature Switzerland AG, Switzerland, p. 55-86.

Sagna Pascal, Ndiaye Ousmane, Diop Cheikh, Diongue Niang Aïda, Sambou Pierre Corneille (2015), « Les variations récentes du climat constatées au Sénégal sont-elles en phase avec les descriptions données par les scénarios du GIEC? ». *Pollution atmosphérique*, 227, 17 p.

Sagna Pascal (2007), « Caractéristiques climatiques ». In *Atlas du Sénégal*, Paris, Editions Jeune Afrique, p. 66-69.

Salack Seyni, Muller Bertrand, Gaye Amadou T., Hourdin Frédéric, Cissé Ndiaga (2012), « Analyses multi-échelles des pauses pluviométriques au Niger et au Sénégal ». *Sécheresse*, 23, p. 3-13.

Sané Tidiane, Diop Mbaye, Sagna Pascal (2008), « Etude de la qualité de la saison pluvieuse en Haute-Casamance (Sud du Sénégal) ». *Sécheresses*, 19 (1), p. 23-28.

Sarr Benoît (2006), *Instat + en bref. Manuel d'utilisation destiné aux ingénieurs en agrométéorologie et en météorologie aéronautique*. Département Formation et Recherche, Centre régional Agrhymet, CILSS, 74 p.

Sow Sadibou, Faye Babacar, Mendy Pierre (2020), « Analyse des effets de la pluviométrie sur le PIB agricole au Sénégal ». In *Agronomie Africaine*, 32 (3), p. 343-351.