

LES SECHERESSES PLUVIOMETRIQUES ET HYDROLOGIQUES DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

Amadou Abdoul SOW
Maître-assistant
Département de Géographie
Université Cheikh Anta DIOP de Dakar
Sénégal

Loin derrière le fleuve Niger 4200 km de long, le fleuve Sénégal est le second cours d'eau le plus important de l'Afrique Occidentale. Venu du Fouta Djallon en Guinée, il mesure environ 1790 km de long de la source à l'Océan Atlantique, où il se jette.

I. UN BASSIN AUX DIMENSIONS DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE

Les principaux affluents du Sénégal sont :

- le Bafing, la branche mère longue de 750 km ;
- le Bakoye, long de 562 km, grossi avant sa confluence par le Baoulé 632 km de long;
- la Falémé qui, à la confluence avec le Sénégal a parcouru 625 km ;
- le Kolimbiné et le Karakoro mesurant respectivement 450 et 310 km de long.

A coté de ces affluents et leurs tributaires, subsistent deux lacs dans le bassin qui sont : le lac de Guiers au Sénégal et le lac Rkiz en Mauritanie.

L'ensemble du réseau est complété dans son cours inférieur par des oueds dont les principaux sont : l'Oued Savalel, l'Oued Gorfa et le Gorgol, aux cotés desquels subsistent des défluent tels que le Doué, le Koundi... et tout un système de ramifications dans le delta du fleuve, avec des bras tels que le Lampsar, le Gorom, le Djeuss qui sont surtout des marigots connectés au fleuve en saison pluvieuse.

Ces différents affluents, lacs, oueds, marigots et le bras principal forment ainsi un réseau hydrographique et un bassin versant qui s'étend du Fouta Djallon à 7° de latitude Nord, à l'océan Atlantique à 16°30' de latitude Nord.

Ce bassin qui couvre environ 289 000 km² est partagé entre quatre états indépendants :

- la Guinée pour 31 000 km²,
- le Mali pour 155 000 km²,
- la Mauritanie pour 75 500 km²,
- et le Sénégal qui donne son nom au fleuve pour 27 500 km².

Espace géographique et politique, la principale caractéristique naturelle du bassin est qu'il peut se subdiviser en deux grandes régions naturelles :

- le haut bassin en amont de la station hydrologique de Bakel qui couvre 217 000 km². il s'étend dans les domaines climatiques Guinéen, Sud soudanien et Nord soudanien où les pluies se situent à des hauteurs du sud au nord entre 2000 mm et 600 mm/an. Ce secteur du bassin est la zone d'alimentation.
- et le cours inférieur qui fait 72 000 km², et qui s'étend de Bakel à l'océan. Il se déroule essentiellement en domaine climatique Sahélien à précipitations situées entre 200 et 500

mm/an. Le fleuve Sénégal, n'y reçoit aucun affluent et y alimente des défluent et des lacs. Ce secteur est la zone de consommation du bassin.

1. Un siècle d'aménagement hydro agricole

La vallée du Sénégal a toujours été un champ d'expérimentation de diverses politiques d'aménagement surtout agricoles.

a. Les expériences du début du siècle

C'est le Colonel Schmaltz, Gouverneur de la Colonie du Sénégal de 1816 à 1820 qui le premier pensa à la vallée du Sénégal en terme d'aménagement. Son projet connut un début d'exécution quand le Baron Roger (1821) confia au jardinier Richard, la tâche de créer un jardin expérimental (1824 à 1826), au confluent de la Taouey et du fleuve Sénégal. Cette expérience fut de courte durée, mais le jardinier laissa son nom à la ville actuelle de Richard-Toll.

En 1860 avec l'éclatement de la Guerre de Sécession aux Etats-Unis, la France de peur d'être privée du coton d'Amérique, essaya cette plante dans la vallée sous l'impulsion du Gouverneur Faidherbe. L'enthousiasme et l'argent manquant, les expériences cessèrent. L'aménagement de la vallée du fleuve Sénégal cessa d'être prioritaire au profit de la vallée du Niger. Il ne fut retenu pour la vallée du Sénégal que des opérations modestes visant l'amélioration de la culture traditionnelle de décrue. Cependant toutes ces politiques d'aménagement furent surtout sectorielles.

b. Les politiques d'aménagement global

Le premier programme d'aménagement global date de 1935 quand fût créée la Mission d'Etudes du Fleuve Sénégal (M.E.F.S). Elle devait conduire et exécuter les travaux orientés vers l'agriculture, la navigation et la production de force motrice pour la Soudan (actuel Mali), le Sénégal, la Mauritanie et la Guinée. Les travaux et études durèrent trois ans sans résultats concrets.

La Mission d'Aménagement du Sénégal (M.A.S) fut créée sur les cendres de la M.E.F.S en 1938. Elle fit les casiers de Guédé et de Diorbivol près de Podor pour la culture du coton. La M.A.S proposa des aménagements de grande envergure avec la création d'un barrage d'accumulation à une centaine de kilomètres en amont de Kayes. En raison des difficultés financières et techniques, ce projet fut abandonné et remplacé par celui d'un autre barrage au seuil de Keur Mour près de Dagana. Mais une grève stoppa les activités de la M.A.S.

c. La continuité dans le choix de l'aménagement global

Après les indépendances, devant les succès et échecs mitigés des politiques sectorielles et globales d'aménagements hydro agricoles, les quatre états indépendants mirent sur pied en 1963, un programme intégré de mise en valeur confié à un comité inter états qui sera remplacé en 1968 par l'Organisation des Etats Riverains du fleuve Sénégal (O.E.R.S).

Devant les divergences de vues et de choix, et surtout le désintéressement de la Guinée, l'O.E.R.S fut bloquée.

Les trois états les plus intéressés, le Mali, le Sénégal et la Mauritanie créèrent en 1972 l'Organisation pour la Mise en Valeur du Sénégal (O.M.V.S)¹ qui a, la charge aujourd'hui, de l'aménagement de la vallée du fleuve.

Ces différentes tentatives et formes d'organisation sont les preuves du souci des quatre états du bassin de tirer parti des ressources en eaux du fleuve Sénégal, pour les activités agropastorales, l'alimentation en eau, la navigation, la production d'énergie hydro-électrique.

De ces préoccupations la plus ancienne, la plus soutenue demeure l'aménagement hydro agricole, qui est rendu possible par les énormes potentialités hydriques du bassin, aux dimensions des besoins en eau de ses populations.

2. L'eau dans la vallée du fleuve

Les différents apports des affluents estimés sur la période 1903/04 à 1979/80 soit 78 ans sont variables, mais appréciables.

Ils sont estimés en moyenne à :

- pour le Bakoye à Toukoto : 2.6 milliards de m³/an
- le Baoulé à Siramakana : 2.2 milliards de m³/an
- le Bafing à Dibia : 13 milliards de m³/an
- la Falémé à Kidira : 6 milliards de m³/an.

Il transite ainsi à Bakel l'équivalent chaque année de 24 milliards de m³ environ, pour alimenter, inonder la vallée, ses défluent et lacs et finir dans l'Atlantique.

Seulement malgré sa présence, l'eau connaît certains facteurs limitants pour son aménagement. Ils se trouvent dans :

- le débit irrégulier du fleuve Sénégal : à Bakel pour la période 1903-1985, deux dates mesurent cette irrégularité.
 - En 1924-25, le module annuel était de 1247 m³/s soit 39, 325 milliards de m³/an
 - En 1984-85 le module est tombé à 216 m³/s soit environ 6.8 milliards de m³/an,

Soit un écart entre ces deux dates de près de 32 milliards de m³ environ.

- L'irrégularité des modules de crue du fleuve. En 1906/07 le module de crue enregistré le 24 Août était de 9340 m³/s à Bakel. Il n'a été que de 917 m³/s le 15 Août 1985.
- L'irrégularité des dates d'apparition de la crue. Elle arrive 57 fois sur 82 ans d'observations en septembre (70%), 21 fois en août (25%) et 4 fois en octobre (5%)

Or cette crue par la submersion des terres qu'elle permet dans les cuvettes inondables, entretient une activité de cultures de décrue, qui est d'un apport considérable pour les populations sénégalaises et mauritaniennes.

¹ L'O.M.V.S a déjà réalisé à l'heure actuelle deux barrages. Celui de Manantali situé au Mali pour la régularisation du débit du fleuve et la production d'hydroélectricité, et le barrage antisel de Diama au Sénégal dans la zone du delta du fleuve pour arrêter l'intrusion saline venant de l'océan.

La vallée du fleuve Sénégal apparaît ainsi comme une région naturelle où subsiste depuis un siècle une volonté permanente d'aménagement qui a comme fondements :

- une volonté politique de tirer parti de potentialités en eau ;
- mais aussi et surtout une longue tradition agricole des populations riveraines qui ont noué des liens indéfectibles entre la terre, l'eau et les hommes.

Seulement, depuis un siècle si l'eau a toujours demeuré le facteur prépondérant pour la mise en valeur, elle en est aussi le facteur limitant essentiel qui se manifeste par une péjoration pluviométrique liée au climat dispensateur de l'eau écoulee dont l'aspect le plus spectaculaire est la sécheresse pluviométrique et ses conséquences sur l'écoulement.

II. L'HISTOIRE CLIMATIQUE DU BASSIN

Le climat du bassin du Sénégal est bien connu. Il s'agit d'un bassin en domaine tropical partagé entre quatre domaines climatiques.

1. Les domaines et régimes climatiques et l'écoulement dans le bassin

Le tableau n° 1 ci-après donne les 4 domaines climatiques qui se suivent du Sud du bassin vers le Nord.

Tableau n° 1 : Les domaines climatiques et les stations de base de l'analyse

Domaines climatiques	Stations de base	Coordonnées		Altitude de la station en m	Moyennes pluviométriques	
		Latitude N	Longitude W		Hauteurs en mm	Nombre d'années
Guinéen	Labé	11°19'	12°18'	1025	1686	1923-1982 : 60 ans
Sud soudanien	Kédougou	12°23'	12°13'	178	1272	1918-1980 : 63 ans
Nord soudanien	Kayes	14°26'	11°20'	46	717	1900-1980 : 75 ans
Sahélien	Saint-Louis	16°01'	16°30'	6	349	1899-1989 : 85 ans
	Podor	16°38'	14°56'	6	280	1918-1989 : 70 ans
	Nioro du Sahel	15°14'	09°36'	235	636	1919-1980 : 70 ans
	Kiffa	16°38'	11°24'	115	367	1922-1980 : 54 ans
	Bakel	14°54'	12°28'	54	503	1918-1989 : 63 ans

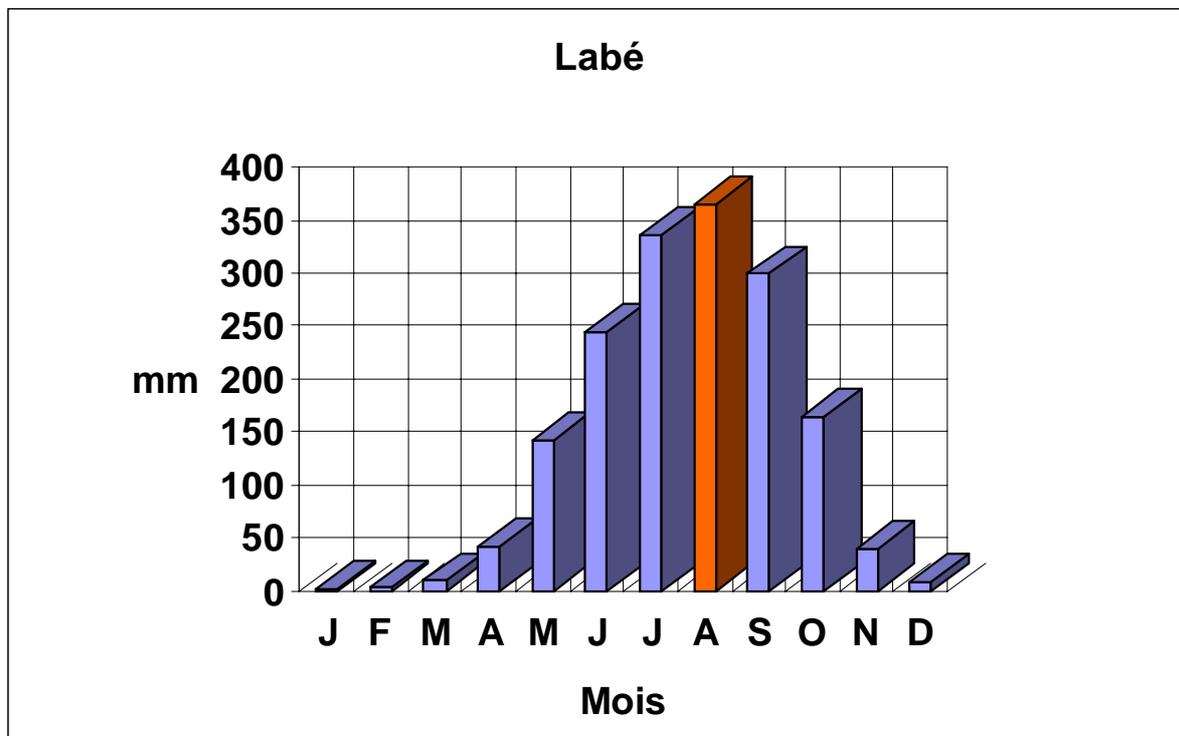
Les régimes pluviométriques de ces domaines climatiques du Sud du bassin vers le Nord, sont les suivants.

Le régime guinéen au sud du bassin : station de Labé.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN	NJP
Moyenne de 67 ans	2	2,3	9,8	43	143	247	340	363	303	168	38	8,4	1668	129
CP en %	0	0	1	3	9	15	20	22	18	10	2	1	100	
Début de la saison pluvieuse en %	8	8	38	45	2									100
Maximum de la saison pluvieuse en %						2	31	47	20					100
Fin de la saison pluvieuse en %										8	63	30		100

NJP : nombre de jours de pluie ; CP : Coefficient pluviométrique : Rapport en % de la pluie mensuelle sur la pluie annuelle. Début, maximum et fin de la saison pluvieuse : il s'agit des fréquences en % pour chaque mois de l'année où le phénomène est observé. Le début de la saison pluvieuse : est le mois durant lequel la pluie est enregistrée et s'est prolongée le mois suivant. Le maximum de la saison pluvieuse : il s'agit du maximum pluviométrique annuel. La fin de la saison pluvieuse : il s'agit du mois où les pluies se sont arrêtées et aucune autre précipitation n'est intervenue le mois suivant.

Le régime guinéen est de type tropical, unimodal avec une longue saison pluvieuse de 8 à 10 mois et, une saison non pluvieuse très peu ou pas marquée. Les mois pluvieux concentrent 98% des hauteurs de pluie.



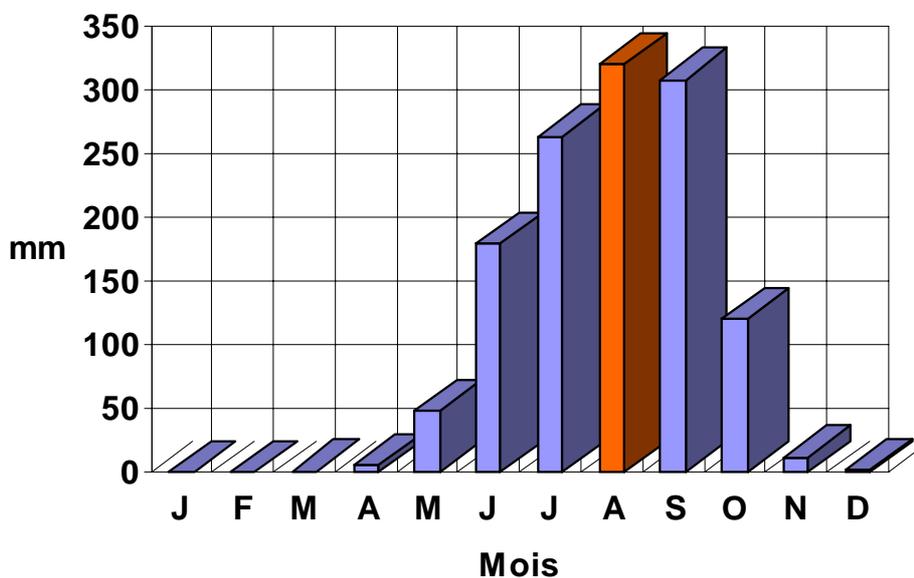
Le régime Sud soudanien : station de Kédougou

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN	NJP
Moyenne 80 ans	0,1	0,2	0,4	4,7	48	174	264	319	307	120	12	2	1251	78
CP en %	0	0	0	0	3	14	21	26	25	10	1	0	100	
Début de la saison pluvieuse en %			4	43	53									100
Maximum de la saison pluvieuse en %						3	15	56	26					100
Fin de la saison pluvieuse en %										46	48	6	100	

NJP : nombre de jours de pluie ; CP : Coefficient pluviométrique : Rapport en % de la pluie mensuelle sur la pluie annuelle. Début, maximum et fin de la saison pluvieuse : il s'agit des fréquences en % pour chaque mois de l'année où le phénomène est observé. Le début de la saison pluvieuse : est le mois durant lequel la pluie est enregistrée et s'est prolongée le mois suivant. Le maximum de la saison pluvieuse : il s'agit du maximum pluviométrique annuel. La fin de la saison pluvieuse : il s'agit du mois où les pluies se sont arrêtées et aucune autre précipitation n'est intervenue le mois suivant.

Le régime est de type tropical, unimodal avec une saison pluvieuse de 7 mois et, une saison non pluvieuse plus marquée. Ce régime est aussi appelé tropical de transition, transition entre le régime guinéen au sud et le régime tropical pur qui est plus au Nord.

Kédougou
12°34' N 12°13'W
Altitude : 178 m

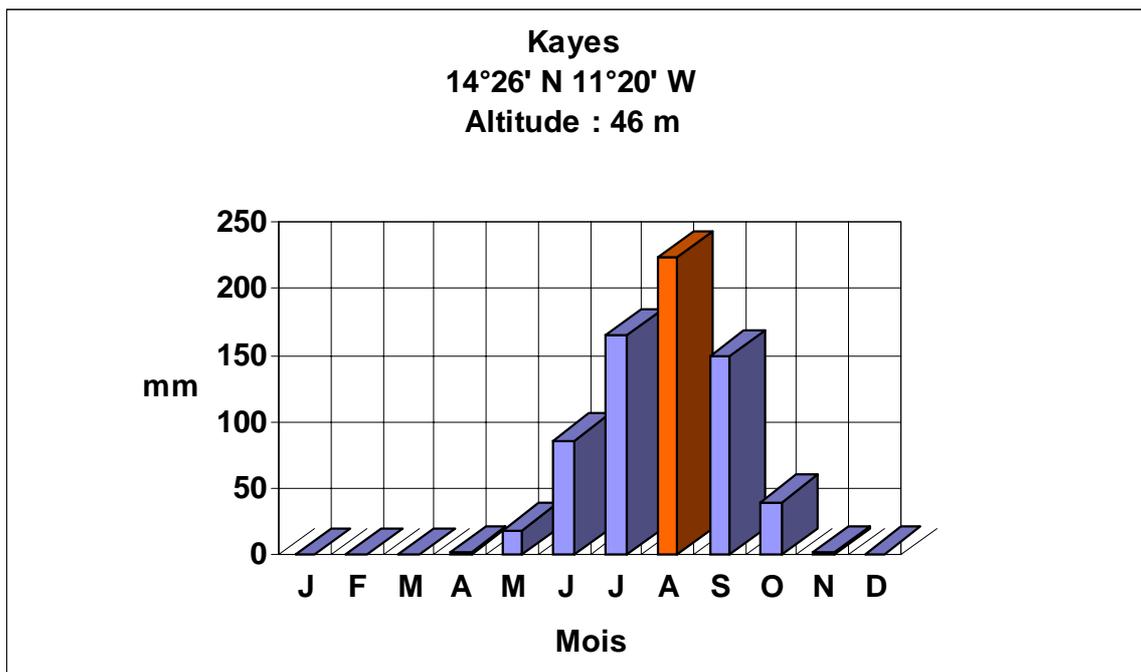


Le régime Nord soudanien : station : de Kayes

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Moyenne 92 ans	0	0	0	1	19	86	166	224	148	40	2	1	687
CP%	0	0	0	0	3	12	24	33	22	6	0	0	99,9
Début de la saison pluvieuse en %			1	15	64	17	2						100
Maximum de la saison pluvieuse en %						3	16	67	13				100
Fin de la saison pluvieuse en %									5	75	16	3	100

NJP : nombre de jours de pluie ; CP : Coefficient pluviométrique : Rapport en % de la pluie mensuelle sur la pluie annuelle. Début, maximum et fin de la saison pluvieuse : il s'agit des fréquences en % pour chaque mois de l'année où le phénomène est observé. Le début de la saison pluvieuse : est le mois durant lequel la pluie est enregistrée et s'est prolongée le mois suivant. Le maximum de la saison pluvieuse : il s'agit du maximum pluviométrique annuel. La fin de la saison pluvieuse : il s'agit du mois où les pluies se sont arrêtées et aucune autre précipitation n'est intervenue le mois suivant.

Le régime est de type tropical, unimodal avec une saison pluvieuse 5 à 6 m mois et une saison non pluvieuse qui dure le reste de l'année. Ce régime Nord soudanien est aussi appelé tropical pur.

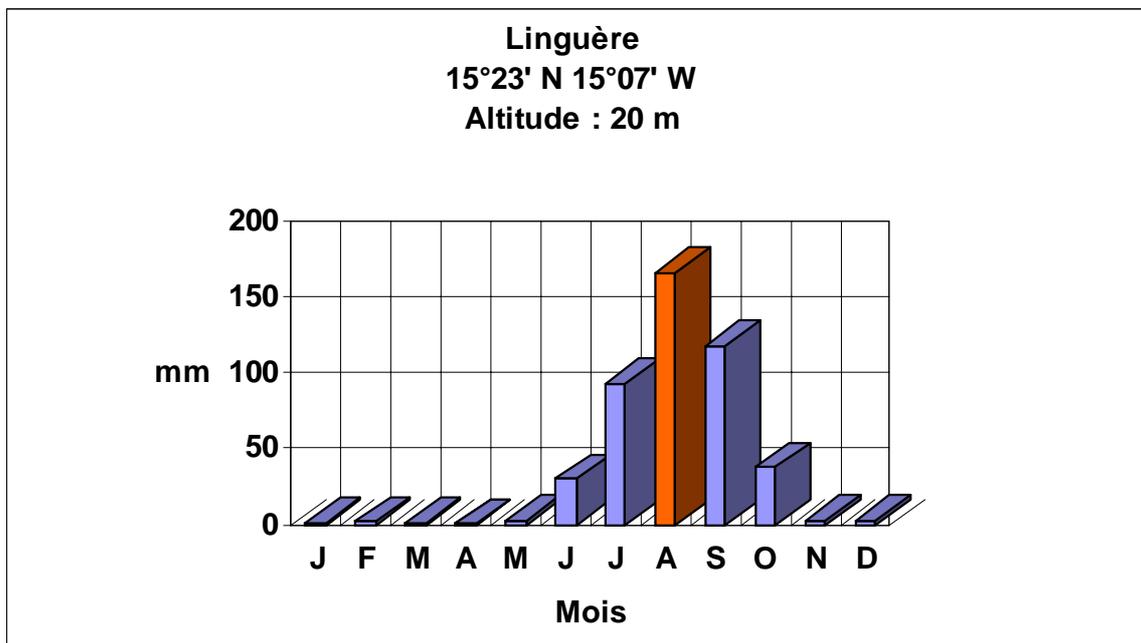


Le régime sahélien au Nord du bassin: station de Linguère.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN	NJP
Moyenne 65 ans	0	2	1	0	2	30	93	167	118	38	2	2	453	39
CP %	0	0	0	0	0	7	20	37	26	8	0	0	100	
Début de la saison pluvieuse en %				5	29	60	6							100
Maximum de la saison pluvieuse en %							5	69	23	3				100
Fin de la saison pluvieuse en %									9	65	18	8	100	

NJP : nombre de jours de pluie ; CP : Coefficient pluviométrique : Rapport en % de la pluie mensuelle sur la pluie annuelle. Début, maximum et fin de la saison pluvieuse : il s'agit des fréquences en % pour chaque mois de l'année où le phénomène est observé. Le début de la saison pluvieuse : est le mois durant lequel la pluie est enregistrée et s'est prolongée le mois suivant. Le maximum de la saison pluvieuse : il s'agit du maximum pluviométrique annuel. La fin de la saison pluvieuse : il s'agit du mois où les pluies se sont arrêtées et aucune autre précipitation n'est intervenue le mois suivant.

Le régime sahélien est de type tropical, unimodal avec une saison pluvieuse de 5 mois et une saison non pluvieuse qui dure le reste de l'année.



Les principales conséquences de la distribution des régimes pluviométriques du Sud du bassin vers le Nord sont :

- la diminution des modules pluviométriques du Sud Guinéen au Nord Sahélien parallèlement à la diminution de la longueur de la saison pluvieuse qui, ici, se situe en été boréal.

- la diminution des totaux de pluies enregistrés de l'Est vers l'Ouest conformément à l'avancée des « lignes de grains »² principales utilisatrices de l'humidité du flux de mousson³ du Sud-ouest présent dans la région, en été et dès le début de la saison pluvieuse.

- un régime hydrologique tributaire de la pluviométrie, facteur principal avant les autres facteurs physiques propres au bassin versant.

L'écoulement connaît les caractéristiques suivantes :

- l'évolution constante de l'abondance moyenne annuelle de la source à la station de Dagana en aval près du delta où, elle diminue conformément à tout système pluvial allogène ; ceci à contrario de l'évolution pluviométrique, donc des lames d'eau précipitées reçues qui diminuent du Sud vers le Nord.

² Ligne de grains : système orageux et pluvieux, qui survient durant la saison pluvieuse d'été. Grains veut dire pluie chez les marins.

³ Mousson : alizé natif qui après passage de l'Equateur géographique change de direction et devient vecteur d'humidité en Afrique Occidentale.

- Le mélange de l'influence des divers facteurs de l'écoulement qui fait qu'à la station de Bakel qui contrôle tout le Haut-Bassin, il se dégage un régime moyen de tout le bassin versant en amont et non le régime du domaine climatique dans lequel la station est installée.

Ainsi, pour l'étude comparée de la sécheresse pluviométrique et hydrologique nous retiendrons les stations hydrologiques qui donnent la réalité des conditions de leur domaine climatique :

- la station de Dakka-Saidou en domaine Guinéen ;
- la station de Fadougou en domaine Sud Soudanien
- la station de Toukoto en domaine Nord Soudanien ;
- et la station de Kayes bien qu'à son niveau, il y ait aussi mélange des influences comme à la station de Bakel. Mais elle est choisie pour confirmer l'évolution hydrologique des domaines en amont de même que celle de Bakel.

Pour toutes les données hydrologiques, les observations vont de 1903 à 1980 soit 78 ans et elles présentent les paramètres statistiques données dans le tableau suivant :

Tableau n° 2 : Bassin du fleuve Sénégal données statistiques des stations hydrologiques.

Stations hydrologiques	Bakel (1903-1985)	Kayes (1903-1980)	Toukoto (1903-1980)	Fadougou (1903-1980)	Dakka-saidou (1903-1980)
Module moyen m ³ /s	705	592	77	114	275
Ecart-type de la série	267	195	28	35	67
Maximum maximum m ³ /s	1924	978	139	200	419
Année du maximum	1924	1924	1954	1954	1924
Minimum minimum m ³ /s	216	210	17	38	155
Année du minimum	1984	1913	1972	1913	1979
Nombre d'années déficitaires	43	39	39	39	39
% d'années déficitaires	52	50	50	50	50
Seuil de sécheresse %	- 12	- 11	- 14	- 11	- 9
Volume correspondant m ³ /s du déficit	- 85	- 65	- 11	- 13	- 25

Seuil de sécheresse : voir la détermination dans l'analyse pluviométrique à suivre. Années déficitaires : il s'agit des années où le module moyen n'est pas atteint

2. Les sécheresses dans le bassin

La persistance des années de sécheresse dans le bassin du Sénégal est une donnée permanente dans l'évolution climatique. La sécheresse semble avoir pris un abonnement durable voir éternel dans les régions sahéniennes qui ont été les plus durement touchées.

Cependant, le phénomène n'est pas récent dans le domaine tropical en général et n'intéresse plus uniquement le Sahel.

La conscience populaire retient surtout la dernière sécheresse des années 1968 à 1980. Certes c'est la période la plus récente relativement, la plus longue aussi et qui a fait coulé plus d'encre hélas que d'eau. Elle connaît surtout les déficits les plus spectaculaires et l'extension en latitude

le plus importante. Mais, le bassin a connu d'autres périodes de sécheresse dans le passé que révèlent les séries pluviométriques les plus longues.

a. Les stations de base de l'analyse pluviométrique

Les sécheresses sont étudiées à travers 8 stations pluviométriques, les plus représentatives des domaines climatiques du bassin du Sénégal. Elles ont été retenues parmi les nombreuses stations pluviométriques du bassin en raison de la longueur de leur série d'observations, mais surtout du fait que leurs données sont homogènes. Pour ces stations (tableau n°1), nous donnons ci-après les années caractéristiques.

Tableau n° 3 : Maxima, minima et écarts au niveau des stations de base de l'analyse

Stations	Maximum maximorum en mm		Minimum minimorum en mm		Ecart en mm
	Total	Année	Total	Année	
Labé	2159	1958	1322	1942	837
Kédougou	2160	1954	836	1932	1324
Kayes	1136	1936	480	1968	656
Saint-Louis	1239	1928	100	1983	1139
Podor	793	1955	66	1984	727
Nioro du Sahel	1579	1928	299	1977	1280
Kiffa	762	1936	119	1972	643
Bakel	903	1958	235	1958	668

La répartition géographique des stations permet d'analyser le phénomène de la sécheresse dans l'ensemble des domaines climatiques du bassin. Cependant, on peut retenir quelques caractéristiques générales de la pluie dans le bassin.

La pluie est variable dans le bassin. Ce caractère est mesuré par les coefficients de variation (CV) et intervalles de variation (IV) des séries pluviométriques dans le tableau suivant.

Tableau n° 4 : Variation des précipitations dans le bassin du Sénégal

Stations	Saint-Louis	Podor	Nioro du Sahel	Kiffa	Bakel	Kayes	Kédougou	Labé
CV	0.4	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	.01
IV	1139	727	1280	643	668	656	1324	837

CV : Coefficient de variation = Ecart type / Moyenne. IV : Intervalle de variation = Pmm maximale - Pmm minimale

Les différents coefficients montrent la variabilité des précipitations dans le bassin, plus c'est pluvieux, moins c'est variable. Les stations les plus arrosées ont des coefficients les plus faibles : Labé, Kédougou, Kayes, Bakel.

Les séries observées montrent aussi que les années les plus déficitaires sont intervenues en période sèche pour Saint-Louis : 1983 ; Podor : 1984 ; Nioro du Sahel : 1977. Ainsi pour le domaine sahélien, les années de forts déficits pluviométriques sont regroupées dans la période 1977-1984. Ailleurs, cela ne semble pas le cas : Kayes en 1968, Bakel en 1958, Kédougou en 1932 et Labé en 1942.

Cependant, partout ces années sont fortement déficitaires et interviennent toutes en période sèche. La réalité de la sécheresse peut être perçue par le nombre d'années déficitaires par rapport à la moyenne enregistrées par les stations tel que le montre le tableau suivant.

Tableau n° 5 Nombre d'années déficitaires aux stations d'étude

Stations	Saint-Louis	Podor	Nioro	Kiffa	Bakel	Kayes	Kédougou	Labé
Série observée (ans)	85	70	58	54	63	75	64	60
Nombre d'années déficitaires	51	37	37	27	30	40	34	30
Pourcentage	60 %	53 %	64 %	50 %	48 %	53 %	53 %	50 %

Le tableau ci-dessus, montre que partout dans le bassin tous les domaines climatiques accusent des nombres élevés d'années déficitaires.

Souvent le nombre d'années déficitaires est supérieur au nombre d'années excédentaires et normales : c'est le cas à Saint-Louis, Podor, Kayes et Kédougou. La sécheresse comme nous le voyons n'est plus seulement une affaire du Sahel. Il va falloir ajouter à ses caractéristiques évoquées en 1984 (A. A. SOW, 1984), la grande extension à latitude.

La station de Kiffa, la plus septentrionale du bassin à 16°38'N a le même pourcentage d'années déficitaires que la station de Labé à 11°19'N.

b. Les notions d'année « déficitaire » et « d'année sèche »

La détermination des périodes de sécheresse n'est pas très aisée, du fait même que la pluie est variable dans le bassin.

- une variabilité spatiale car quatre domaines climatiques sont en prendre en compte ;
- une variabilité temporelle du fait même que des séries alternent des années excédentaires et des années déficitaires.

Ceci nous amène à considérer pour chacune des stations, les périodes, la succession d'années déficitaires dont le déficit est si prononcé et si durable dans le temps que l'on puisse évoquer une période de sécheresse. Autrement dit, il s'agira des séries d'années pluviométriques déficitaires dont les déficits dépassent un « seuil » une valeur critique, à partir duquel il est raisonnable de parler de sécheresse. Une année déficitaire n'est pas ipso facto une année de sécheresse. Cependant, pour chaque domaine climatique, il existe un seuil critique à partir duquel le déficit prononcé et prolongé autorise à parler de sécheresse pluviométrique.

Ce seuil est déterminé pour chaque station à partir de la méthode des quintiles et celle de l'écart moyen. La méthode des quintiles divise la série de valeur pluviométrique rangée par ordre croissant en 5 intervalles délimités par les valeurs de telle sorte que :

- 1/5 des observations sont < à la borne Q1

- 2/5 des observations sont < à la borne Q2
- 3/5 des observations sont < à la borne Q3
- 4/5 des observations sont < à la borne Q4

TD	D	N	E	TE
N*1/5	N*2/5	N*3/5	N*4/5	
	Q1	Q2	Q3	Q4

N = la taille de l'échantillon de valeurs

Le premier intervalle Très Déficitaire (TD) regroupe les valeurs très déficitaires, le deuxième intervalle Déficitaire (D) regroupe les valeurs déficitaires, le troisième intervalle Normale (N) regroupe les valeurs normales, le quatrième intervalle Excédentaire (E) regroupe les valeurs excédentaires et le cinquième intervalle Très Excédentaire (TE) regroupe les valeurs très excédentaires.

Q2 est la limite, le seuil de déficit à partir duquel une année est considérée comme « sèche ».

Ainsi, les années sèches se regroupent dans l'échantillon de valeurs de pluie inférieures au seuil Q2 qui est le seuil de déficit moyen, ou de l'écart moyen à partir duquel nous considérons une année déficitaire comme « sèche ».

L'écart moyen ou déficit moyen en % est donné par la différence entre la précipitation d'une année (X1) et la moyenne de la série (X2) divisée par la même moyenne de la série (X2) et multipliée par 100.

$$\frac{X1 - X2}{X2} * 100$$

Cette méthode a l'avantage de relativiser la notion de sécheresse au domaine climatique pour la station considérée (voir tableau n° 1).

A titre d'exemple, en domaine guinéen, la station de Labé a une moyenne pluviométrique de 1686 mm/an. Une année qui y reçoit 1606 mm est déficitaire de 80 mm soit un écart moyen de 5 % environ.

En comparaison, à Podor qui connaît une moyenne de 280 mm/an, un déficit de 80 mm représente un écart moyen de - 29 % ce qui est considérable pour une station sahélienne et y autorise à parler de sécheresse.

Ainsi, pour les stations de l'étude, des seuils de sécheresse sont les suivants :

En domaine sahélien

- A Saint-Louis, dès le déficit moyen ou l'écart moyen atteint - 17 % c'est à dire -59 mm de pluie par rapport à la moyenne, l'année est sèche. Les déficits ou écarts moyens inférieurs à - 17 % sont à mettre au compte de la variabilité interannuelle.

- A Podor, le seuil de sécheresse est un déficit moyen de -12 % ce qui représente un écart de - 34 mm de pluie par rapport à la moyenne 280 mm/an.

- A Nioro du Sahel, le seuil critique est de - 19 % soit un déficit de -121 mm par rapport à la moyenne 636 mm/an.

- A Kiffa, le seuil de sécheresse est de -8 % soit - 29 mm par rapport à la moyenne de la série : 367 mm/an.

En domaine Nord soudanien

- A Kayes en domaine Nord soudanien le seuil de sécheresse est atteint avec un déficit moyen de 9 % soit - 65 mm.

En domaine Sud soudanien et guinéen

- A Kédougou (Sud soudanien) et Labé (Guinéen), les seuils critiques sont respectivement des déficits de 7 % (- 89 mm) et 9 % (- 151 mm).

Ces valeurs la fragilité des milieux sahéliens, aux précipitations déjà faibles. A Labé en domaine guinéen, il faut un déficit de 151 mm pour que l'on puisse évoquer la sécheresse, en revanche à Kiffa à l'extrême nord sahélien - 29 mm suffisent pour plonger la station dans une année de sécheresse.

La méthode des quintiles associée à l'écart moyen en plus de relativiser la notion de sécheresse au domaine climatique permet de dégager les périodes de sécheresse, qui sont les successions d'années où le déficit moyen reste égal ou supérieur au seuil déterminé.

c. Les périodes de sécheresse du bassin

La mémoire populaire de même que les données pluviométriques retiennent trois grandes périodes de sécheresse dans les régions tropicales. La sécheresse centrée autour des années « 1910 », celle des années « 1940 » et celle des années de la décennie « 1970-1980 ». pour cette étude, nous analysons toute l'évolution de 1900 à 1989.

- La sécheresse des années 1910

Deux stations nous permettent de cerner la réalité de cette période, du fait de la longueur de leurs séries d'observation :

- la station de Saint-Louis en domaine sahélien
- la station de Kayes en domaine tropical sud ou nord soudanien.

A Saint-Louis et Kayes, la sécheresse est confirmée par les données pluviométriques. Elle va de 1902 à 1914 pour Saint-Louis avec seulement 3 années excédentaires (1904, 1905, 1912) et de 1900 à 1912 à la station de Kayes soit 13 années. L'année la plus sèche à Saint-Louis est l'année 1908 avec une pluviométrie de 203 mm soit un écart moyen de - 42 % (146 mm en moins par rapport à la moyenne). Le seuil critique à Saint-Louis est de - 17 % (- 59 mm) valeur du déficit à partir de laquelle il y a année sèche.

Durant cette période de 13 ans, 3 années ont été fortement excédentaires et intercalées dans la série d'années sèches. Ceci est une caractéristique des sécheresses dans le domaine tropical, des années excédentaires intercalées dans une période, caractère « insolite de la pluviométrie ».

Les années excédentaires sont 1905, 1906 et 1912, seulement les déficits moyens les plus importants intéressent les années : 1908 : -42 % ; 1903 et 1907 : -32 % (-112 mm) et 1911 : -25 %. Le déficit moyen pour les années sèches est de -28 % soit 98 mm en moins par année en moyenne.

Pour toute la période en y incluant même les années excédentaires on atteint un déficit moyen de 7 % (-24 mm/an). Cette sécheresse ne semble pas se limiter au domaine sahélien. La station de Kayes enregistre cette période de sécheresse en domaine tropical pur.

Elle va aussi de 1900 à 1912, treize années entrecoupées d'années excédentaires et normales. Pour la période 1900, 1902, 1904, 1907, 1908, 1910 et 1912, soit 7 années sont déficitaires. 1901 et 1902 et 1903 sont normales en revanche 1905, 1906 et 1909 sont excédentaires.

On retrouve le même caractère insolite et la périodicité semble être, qu'une année sur deux est sèche. Seulement l'année la plus accusée est 1902 avec un déficit moyen de -26 % (le seuil critique est de -9 %) soit 186 mm en moins par rapport à la normale.

Le déficit moyen est de -14 % pour les années sèches soit - 103 mm en moyenne. Pour toute la période de déficit moyen est de -3.2 % soit -23 mm. Les correspondances des années sèches et excédentaires pour les deux stations sont les suivantes :

Tableau n° 6 : Sécheresse des années 1910

Années	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914
Saint-Louis			S	S	S	E	E	S	S	S	S	S	E	S	S
Kayes	S	N	S	N	S	E	E	S	S	E	S	E	S	E	E

Années : E : Excédentaire ; N : Normale ; D : Déficitaire ; S : Sèche ; L : Lacunaire

Les années 1905 et 1906 sont excédentaires partout, en revanche 1902, 1904, 1907, 1908, 1910 sont déficitaires partout. Saint-Louis connaît 5 années déficitaires de suite Kayes n'en enregistre que deux de suite 1907 et 1908. De 1914 à 1920, l'évolution pluviométrique est bonne. Les stations sont toutes excédentaires.

Cette sécheresse est confirmée par l'écoulement. L'analyse des débits du reste à l'avantage de refléter fidèlement les conditions atmosphériques que ne perturbent fondamentalement pas les données stables du bassin versant.

Les stations hydrologiques de : Dakka-Saïdou en domaine guinéen, Fadougou en domaine Sud Soudanien et Toukoto en domaine Nord Soudanien, enregistrent cette période déficitaire. L'écoulement tributaire de la pluviométrie est déficitaire.

La période 1903-1915 est une période sèche pour l'écoulement, le seuil de sécheresse hydrologique ayant été souvent dépassé.(tableau n°7)

Pour les 13 ans que durent la période, l'année 1903 est sèche à Dakka-Saïdou, à Fadougou et Kayes. Elle est déficitaire à Toukoto. L'année 1907 est sèche partout dans tous les domaines climatiques : Guinéen, Nord et Sud Soudanien. L'évolution peut être résumée dans le tableau suivant.

Tableau n° 7 : Evolution des modules de 1903 à 1915

Stations hydrologiques	Dakka-Saïdou	Fadougou	Toukoto	Kayes	Bakel
Nombre d'années sèches	9	9	9	8	8
Déficit moyen des années sèches en %	- 16	- 22	- 24	- 25	- 25
Déficit de la période en %	- 4	- 5	- 8	- 5	- 4
Année la plus sèche	1913 - 44 %	1913 - 67 %	1913 - 64 %	1913 - 65 %	1913 - 61 %
Seuil de sécheresse	- 9 %	- 11 %	- 14 %	- 11 %	- 12 %

L'année la plus sèche est partout l'année 1913. Elle correspond pour la pluie, à une année très sèche aussi à Saint-Louis - 57 %. De 1911 à 1915, la période partout sèche connaît les déficits moyens suivants : Dakka-Saïdou - 21 % ; Fadougou - 30 % ; Toukoto - 32.4 % ; Kayes - 30 %.

Bakel qui résume l'évolution du bassin versant amont a un déficit moyen : -32 %.

Ainsi, l'écoulement qui présente moins de nuances dans la variabilité, confirme la sécheresse des années 1910. Elle est concentrée à la période 1911 - 1915 partout sèche. Elle est plus sévère cette sécheresse en domaine Nord Soudanien. (Des données hydrologiques pour le domaine sahélien ne sont pas disponibles).

- L'évolution de la pluviométrie de 1920 à 1936

Toutes les stations connaissent cette période.

En domaine sahélien

La station de Saint-Louis pour les 17 ans que dure cette période ne connaît que deux années qui dépassent le seuil critique : 1931 : - 53 % soit un déficit de 185 mm ; 1934 : - 28 % soit un déficit de 98 mm.

Les années 1923 et 1924 sont seulement déficitaires -8 % et - 13 % (-28 mm et - 45 mm). Le seuil critique de sécheresse n'est pas atteint, ces années sont à mettre au compte de la variabilité inter annuelle.

Seulement, les 17 ans restent en moyenne excédentaires. La moyenne pluviométrique est de 488 mm soit un excédent de + 39 %. Il faut noter que cette période enregistre le maximum maximum de toute la période 1902-1989 (85 ans) : 1239 mm en 1928 soit un excédent de 255 % (810 m).

A la station de Podor : le déficit est prononcé si l'on considère que le seuil de critique de sécheresse est ici de -12 %. 6 années sèches sont notées :

- 1923 : - 36 % déficit de -101 mm
- 1924 : - 35 % déficit de -98 mm
- 1925 : - 13 % déficit de -36 mm
- 1930 : - 15 % déficit de -42 mm
- 1931 : - 29 % déficit de -81 mm
- 1934 : - 21 % déficit de -59 mm.

A ces années s'ajoutent les années 1920 (-7 %), 1922 (-10 %) déficitaires sans que le seuil critique ne soit atteint. Au total, 8 années sont déficitaires à sèches ; 3 années de forts déficits se suivent 1923-1924-1925 et sont des années de sécheresse. Ceci est confirmé du reste par les autres stations étudiées dans le domaine.

La station de Dagana : 16°31N - 15°30'W altitude de 5 m. La station connaît aussi 2 années sèches en 1923 et 1924 avec des déficits moyens de -24 % et -37 %. Ici, le seuil critique est de - 13 %. L'année 1930 comme à Podor est sèche - 32 %. Les années 1934 et 1935 comme à Podor sont aussi sèches -19 % et -18 %.

La station de Matam 15°38'N - 13°15'W altitude 15 m. Elle est aussi déficitaire en 1924 -13 %, 1926 - 28% et 1931 -13 %. Le seuil critique de sécheresse ici est de -11 %.

La station de Linguère : La série pluviométrique moins longue ne commence qu'en 1934, année déficitaire -21 %. Le seuil de sécheresse ici est de -14 %.

L'évolution comparée de la pluviométrie de cette période pour les 5 stations donne le tableau suivant.

Tableau n° 8 : Evolution comparée de la pluviométrie de 1920 à 1936.

Années	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
Saint-Louis	E	E	E	D	D	N	E	E	E	E	E	S	E	E	S	E	E
Podor	D	E	D	S	S	S	E	E	E	E	S	S	E	E	S	E	E
Dagana	E	E	E	S	S	E	E	E	E	E	S	D	E	E	S	S	E
Matam			E	E	S	E	S	E	L	L	E	S	E	E	E	E	E
Linguère																D	E
Nioro			L	L	E	D	E	E	E	E	E	E	E	E	E	L	S
kiffa				E	D	D	D	E	D	E	D	E	E	E	D	E	E

Années : E : Excédentaire ; N : Normale ; D : Déficitaire ; S : Sèche ; L : Lacunaire

Les stations de Dagana, Matam et Linguère ne font pas partie des stations de base de l'étude. Elles ne sont présentées que pour confirmer l'évolution de la pluie dans le Sahel.

Le tableau n° 8 montre qu'en dehors des stations de : Podor qui connaît 3 années de suite de forts déficits et 2 autres années similaires qui se suivent et Dagana qui enregistre 2 années de suite fortement déficitaires, aucune des 7 stations n'enregistre une suite d'années déficitaires qui autorise à parler de période de sécheresse.

Les années sèches s'intercalent entre des périodes excédentaires. On ne peut parler de sécheresse généralisée du fait des caractères particuliers de cette période en domaine sahélien. Du reste, la période en moyenne est partout excédentaire.

A Saint-Louis on a excédent moyen de + 39 %, Podor + 8 %, Dagana + 19 %, Matam + 27 %, Linguère + 27 %, Nioro du Sahel +41 %, Kiffa + 7%.

Cependant, il faut noter que les stations connaissent pour la plupart, leur maximum maximum de la série pluviométrique, soit un excédent moyen exceptionnellement élevé qui comble de beaucoup les forts déficits de la période, quand on dégage la moyenne interannuelle de la période.

Ainsi, Saint-Louis connaît son maximum maximum en 1928 : 1239 mm + 255 % ; Dagana 795 mm en 1933 : + 177 % ; Matam en 1936 1112 mm + 14 % ; Kiffa 903 mm en 1936 + 108 % ; Nioro 1579 mm en 1936 + 148 % et 1927 enregistre + 133 % ; Linguère 854 mm en 1936 + 84 %.

En domaine Nord soudanien

Le tableau suivant donne l'évolution pluviométrique comparée de cette période.

Tableau 9 : Evolution comparée de la pluviométrie en domaine soudanien

Années	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936
Bakel				E	E	D	S	E	E	L	E	L	S	E	E	S	E
Kayes	S	S	E	S	E	S	S	S	N	S	S	S	E	E	S	E	E

Années : **E** : Excédentaire ; **N** : Normale ; **D** : Déficitaire ; **S** : Sèche ; **L** : Lacunaire

A Bakel, 2 années 1926 et 1932 restent fortement déficitaires au delà du seuil critique (-7 %) respectivement -40 % et -21 % ; 1925 est faiblement déficitaire -2 % ; 1935 -8 %. La période reste en moyenne excédentaire faiblement +0,6 %.

A Kayes, l'évolution est à la péjoration pluviométrique 10 années sont sèches :

1920 -18 % ; 1921 -24 % ; 1923 -15% ; 1925 -10 % ; 1926 -30 % ; 1927 -17 % ; 1928 -9% ; 1929 -30 % ; 1930 -17 % ; 1931 -16 % ; 1934 -10 % ; 1937 -17 % ; 1939 -14 %.

Il s'agit d'années ayant toutes dépassées le seuil de sécheresse - 9%.

L'évolution est similaire à la pseudo sécheresse du domaine sahélien de la station de Podor. Ici, une période de 2 années, ensuite 2 périodes de 3 années se suivent avec de forts déficits. Il s'agit bien d'une période de sécheresse avec un déficit moyen record en 1926 et 1929 - 30 %. La période du reste est en moyenne déficitaire, - 5 % (-36 mm/an) de 1920 à 1939.

En domaine Sud soudanien

Kédougou enregistre 2 années sèches : 1921 -30 % et 1934 -34 %. Le seuil critique de sécheresse est ici de -7 %.

En domaine Guinéen

Labé observe 3 années sèches : 1927 -12 %, 1934 -16 % et 1939 -14 %. Le seuil critique est de -9 %.

Malgré ces déficits moyens forts élevés pour la région, l'évolution pluviométrique dans ces 2 domaines de 1920 à 1939 est excédentaire en moyenne : +8 % à Labé (+135 mm) et +7.5 % à Kédougou (+96 mm).

L'évolution entre 1910 et 1940 ne révèle pas une sécheresse généralisée dans aucun domaine climatique du bassin du Sénégal.

Le domaine sahélien connaît une forte péjoration pluviométrique enregistrée par toutes les 4 stations de base de l'étude et confirmée par d'autres stations. Kayes en domaine Nord soudanien, à l'instar des stations sahéliennes enregistre aussi cette période de sécheresse. Il s'agit de " poches de sécheresse " que les domaines Sud soudanien et Guinéen n'ont pas connues. La pluviométrie y est même excédentaire, la période pouvant être considérée comme humide.

- La sécheresse des années " 1940 "

La période couvre 11 années, que des études antérieures ont qualifié de période de sécheresse.

En domaine Sahélien

La station de Saint-Louis connaît 5 années sèches : 1941 -37 % ; 1942 -50 % ; 1945 -41 % ; 1946 -21 % ; 1948 -40 %.

Le déficit moyen est de -6 %, 22 mm de pluie en moyenne par année. Les déficits moyens annuels restent très élevés et l'année 1942 détient le record avec - 50% (-175 mm). Dans le domaine, les autres stations confirment la sécheresse de la période.

Podor connaît 3 années sèches 1940 -17 %, 1941 est faiblement déficitaire -4 % mais 1942 comme à Saint-Louis a le record -65 %. Le tableau n° 10 suivant permet de comparer l'évolution pluviométrique

Tableau n° 10 : Evolution comparée de la pluviométrie des stations du domaine sahélien

Années	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Saint-Louis	D	S	S	E	6	S	S	E	S	E	D
Podor	S	D	S	E	E	E	E	E	S	E	E
Nioro	D	S	S	D	D	E	D	S	S	S	E
Kiffa	E	S	S	E	N	E	S	E	E	E	E

Années : **E** : Excédentaire ; **N** : Normale ; **D** : Déficitaire ; **S** : Sèche ; **L** : Lacunaire

Nioro du Sahel n'a été excédentaire que pour 2 années 1945 et 1950. 4 années sont déficitaires, et 5 années sèches : 1941, 1942, 1947, 1948, 1949.

Kiffa connaît 3 années sèches 1941, 1942, 1946. La moyenne des écarts par station est ainsi observée.

- Saint-Louis -6 % (22 mm)
- Podor excédentaire + 7% (+21 mm)
- Nioro du Sahel -15 % (-95 mm)
- Kiffa excédentaire moyen de +6 % (+21 mm).

Les autres stations du domaine confirment la sécheresse de la période.

Dagana connaît 7 années sèches avec un déficit moyen de -5 %. Matam enregistre 7 années avec un déficit moyen pour la période de -3 %. Les 7 années sèches ont un déficit moyen de -19 %. Linguère est faiblement excédentaire +2 %.

Des déficits moyens élevés et supérieurs aux seuils de sécheresse sont enregistrés :

A Saint-Louis : -37 % en 1941 ; -50 % en 1942 ; -41 % en 1945 ; -40 % en 1948.

A Podor : - 65 % en 1942 ; -33 % en 1948

A Matam : -45 % en 1941 ; -36 % en 1944

A Linguère : -56 % en 1941.

La station de Nioro du Sahel connaît 5 années à déficit moyen \geq -20 %. A Kiffa, les années 1941 et 1946 ont respectivement -44 % et -32 %.

Cette période correspondant aux " années 1940 " est moins étudiées mais correspond néanmoins à une période de sécheresse dans le domaine sahélien. L'année 1941 est partout une année sèche.

En domaine Nord Soudanien

A Bakel, seul le début de la période est sec. Ainsi, 3 années de suite sont sèches. Kayes connaît aussi un début de période très sec : 1941 -31 % ; 1942 -24 %.

En domaine Sud soudanien et Guinéen

Pour les deux stations Kédougou et Labé, la période correspond à une sécheresse.

A Kédougou (domaine Sud soudanien) sur les 11 années que dure la période, seule l'année 1940 (+8 %) est excédentaire. L'année 1943 est normale, 9 années ont des déficits moyens supérieurs au seul critique -7 %. Le record comme en domaine sahélien revient à l'année 1942 -25 %. Le déficit moyen de la période de 11 ans est de -9.5 % supérieur au seuil critique soit -121 mm.

La station de Labé (domaine Guinéen) confirme l'évolution sèche de la période. Elle connaît 5 années où le seuil de sécheresse est dépassée : 1942, 1946, 1947, 1949, 1950. AU total, 7 années sont déficitaires à sèches avec une moyenne de déficit pour la période de -6 % (-95 mm).

L'évolution pluviométrique confirme partout la sécheresse généralisée dans le bassin des " années 1940 " dans tous les domaines climatiques.

Des années se particularisent :

- 1940 : sèche en domaine sahélien et soudanien
- 1941 : sèche partout dans les 4 domaines climatiques
- 1942 : sèche partout et partout année la plus sèche dans l'évolution.
- 1939 : année de sécheresse en domaine sahélien et nord soudanien
- 1944 : sèche en domaine sahélien, nord soudanien et sud soudanien
- 1946 : année sèche partout
- 1948 : année sèche partout.

Cette généralisation d'une suite d'années sèches dans tous les domaines climatiques fondent la réalité de la sécheresse de cette période allant de 1940 à 1950. A la différence de l'évolution antérieure des années 1920, tous les domaines climatiques ont connu plusieurs années sèches qui ne correspondent pas partout néanmoins aux mêmes années à quelques exceptions près.

- L'évolution des débits dans le bassin durant cette période

Elle confirme très nettement la sécheresse de cette période qui va de 1937 à 1950. La particularité de l'évolution hydrologique est l'uniformité des caractéristiques générales : une année déficitaire l'est partout, une année excédentaire l'est partout aussi.

L'année la plus sèche de l'évolution est partout la même : 1944. L'évolution hydrologique reflète fidèlement l'évolution pluviométrique, mais le chevelu hydrologique du bassin montre que l'essentiel des affluents naît dans la même région dans la dorsale guinéenne et sur les contreforts septentrionaux du Fouta Djallon : le Bafing, le Bakoye, le Baoulé et le Falémé.

Seuls les apports sahéliens auraient pu nuancer l'évolution, seulement nous ne disposons d'aucunes données hydrologiques dans ce domaine.

Aux différentes stations hydrologiques, l'évolution est la suivante.

Le bras principal du réseau étant le Bafing, dès que la station hydrologique de Dakka-Saïdou est déficitaire, ce déficit se répercute sur tout le cours, aucun apport des autres domaines climatiques n'arrive à le combler tout à fait. Ce déficit s'accroît même vers l'aval du fait de l'augmentation de la taille du bassin versant donc des possibilités d'existence de zone d'évaporation d'autant plus que le couvert végétal est plus clairsemé dans la savane soudanaise.

Le débit de Daka-Saïdou sur le Bafing représente 39% du débit à Bakel au sortir du Haut bassin.

Le débit à Fadougou sur la Falémé représente 16% du débit à Bakel.

Le débit à Toukoto sur le Bakoye représente 11% du débit à Bakel.

En somme 66% du débit à Bakel sont issus des apports de la Falémé, du Bafing et du Bakoye.

Ces trois affluents naissent :

Pour le Bafing en domaine guinéen ; pour le Bakoye et la Falémé en domaine sud soudanien, région de transition vers le tropical sud.

Cette configuration des principaux affluents explique la répercussion des déficits et des excédents dans tout le cours du Sénégal.

L'évolution hydrologique confirme à toute chose égale par ailleurs la sécheresse des années " 1940 ". Pour les 13 ans dans tout le bassin 10 à 11 années sont déficitaires.

A la station hydrologique Daka-Saïdou : 8 années sont sèches, 2 déficitaires et 3 excédentaires.

A Fadougou : 9 années sont sèches, 2 déficitaires et 2 excédentaires.

A Toukoto : 8 années sont sèches, 3 déficitaires et 2 excédentaires.

A Kayes : 10 années sont sèches, 1 déficitaire et 2 excédentaires.

A Bakel : 7 années sont sèches, 3 déficitaires et 3 excédentaires.

L'année 1938 est partout excédentaire sauf à Kayes où elle est sèche -12%. En amont de Kayes subsistent deux chutes : les chutes de Gouina et de Félou qui correspondent à des zones de fractures, de failles où les roches broyées déterminent une zone marécageuse ralentissant l'écoulement ce qui augmente le déficit par évaporation, combiné au déficit pluviométrique, l'évolution de l'année est sèche.

L'année 1945 est partout excédentaire, mais elle l'est aussi pour la pluviométrie, comme du reste 1944 est partout déficitaire au regard de la pluie. L'évolution pluviométrique est en phase avec l'évolution hydrologique.

- L'évolution pluviométrique de 1950 à 1963

Les années 1950 à quelques exceptions près correspondent en domaine tropical sahélien à un maximum pluviométrique, plusieurs stations du reste connaissent leur maximum maximum durant cette période.

En domaine Sahélien

La station de Saint Louis est une exception à la règle. Elle connaît de forts déficits. Cinq années dépassent le seuil de sécheresse : 1953 :-17% ; 1956 : -36% ; 1959 :-45% ; 1960 :-26% ; 1961 :-19%. Sept années se suivent et sont toutes déficitaires : 1956, 1957, 1958, 1959, 1960, 1961, 1962. Seulement partout ailleurs et dans tous domaines climatiques l'évolution est excédentaire.

A Dagana l'excédent moyen de la période est de +15% (42 mm/an). Deux années sont sèches néanmoins : 1959 :-47% et 1962 : -22% et une année est déficitaire 1956 : -4%.

La station de Podor enregistre trois années sèches seulement pour les treize années de la période. L'écart moyen pour la période est excédentaire en moyenne + 20% par an (56 mm) en raison du maximum maximum pour la série qui intervient en 1955 : 793mm,+ 183%.

A Matam, aucune année ne dépasse le seuil de sécheresse qui est de -11%. Deux années seulement sont tout juste faiblement déficitaires : 1957 :-3% et 1962 : -4%. L'excédent moyen de la période est de +14%/an.

A Linguère, trois années sont sèches : 1956 : -28% ; 1962 : -27% ; 1963 : -14%. La période connaît un écart moyen excédentaire qui s'élève à +16% (73mm).

A Nioro du Sahel, l'excédent moyen de la période est de +8% (50mm) par année. Ici seule une année dépasse le seuil de sécheresse 1961 : -22%. Les déficits restent faibles ≤ -12%.

A Kiffa, aucune année n'est sèche, les déficits sont inférieurs ou égaux à 8%.

En domaine Nord Soudanien

Bakel connaît une évolution à contrario du domaine Sahélien. Huit années sont déficitaires dont six qui dépassent le seuil de sécheresse. Deux années sont simplement déficitaires : 1951 : -1% ; 1957 : -4%.

Les années sèches sont 1952 : -9% ; 1953 : -15% ; 1954 : -29% ; 1958 : -53% qui constitue le record de la période, 1961 : -27% et 1962 : -37%.

La période est déficitaire et correspond à une sécheresse mais elle n'est pas confirmée par la station de Kayes dans le même domaine et à peu près à la même latitude.

Kayes ne connaît qu'une année sèche 1962 : -11%. Les années 1955, 1957, 1958 et 1961 connaissent tout juste des déficits annuels \leq 8%.

En domaine Sud Soudanien et Guinéen

Kédougou (Sud soudanien) connaît deux années sèches 1953 : -8% et 1956 : -17%, mais cinq années restent déficitaires. La station de Labé (Guinéen) enregistre quatre années sèches : 1952 : -13% ; 1953 : -11% ; 1960 : -12% et 1963 : -12% également.

Dans ces trois domaines climatiques Nord et Sud Soudanien et Guinéen à l'inverse des régions sahéliennes l'évolution pluviométrique est déficitaire. Seulement malgré quelques forts déficits on ne peut évoquer partout un phénomène de sécheresse. La période correspond à une évolution pluviométrique excédentaire en milieu sahélien et déficitaire ailleurs dans le bassin.

- La sécheresse des années " 1970 et 1980 "

Elle est aussi souvent appelée dans les études consacrées à cette période : " la sécheresse de 1968 ". Cela est dû au fait que l'année 1968 a été partout déficitaire et fortement, et a semblé marquer le début du phénomène. Mais aussi parce que nul ne pensait que le phénomène allait durer jusqu'aux années 1980 et même au delà.

Cependant cette récente sécheresse a commencé souvent bien avant 1968. En 1966, P. PELISSIER évoquait le phénomène. L'importance du phénomène et son extension, ont été néanmoins bien cernées du fait de l'existence des données d'observation assez nombreuses.

En domaine Sahélien

La station de Saint Louis entre 1963 et 1968 semble connaître une sorte de répit après les années " 1950 " qui ont été ici déficitaires. 1964 et 1965 connaissent de faibles déficits moyens - 6 et -7%, alors que 1963, 1966 et 1967 sont mêmes excédentaires.

La station de Podor est excédentaire en 1963, 1964 et 1965 mais dès 1966 la sécheresse s'installe durablement.

Nioro du Sahel est excédentaire de 1963 à 1966, mais dès 1967 la station entre dans la période de sécheresse.

La station de Kiffa commence à être fortement déficitaire dès 1966.

En domaine Soudanien Nord

Le phénomène commence à Bakel en 1968 mais Kayes est déficitaire durablement dès 1961.

En domaine Sud Soudanien et Guinéen

La station de Kédougou entre dans la période durable de sécheresse dès 1967, alors que le phénomène très précoce commence dès 1963.

On voit bien que le début de la sécheresse n'est pas uniforme. Les stations étant toutes déficitaires en 1968, la conscience populaire a vite fait de retenir cette année comme le début du phénomène.

Tableau n° 11 : Déficit moyens en % et le phénomène en 1968 dans le bassin du Sénégal

Stations	St Louis	Dagana	Podor	Matam	Linguère	Nioro	Kiffa	Bakel	Kayes	Kédougou	Labé
Seuil de sécheresse	17%	13%	12%	11%	14%	19%	8%	7%	9%	7%	9%
Ecart % de 1968	-33	-23	-25	-34	-35	-29	-46	-4	-33	-10	-6
Pluie correspondante en mm	-115	-66	-70	-158	-162	-184	-169	-20	-237	-127	-101

Quelque soit l'année du début de la sécheresse, l'uniformité se trouve dans la sévérité du phénomène dans tout le bassin du Sénégal.

En domaine Sahélien

A Saint Louis, le phénomène débute en 1968. De 1968 à 1989 soit 22 ans, deux années seulement sont excédentaires, 1969 + 52% et 1975 +11%.

20 années sont déficitaires et le déficit moyen annuel est de l'ordre de -39% soit -137 mm/an.

1968 a un déficit moyen de -33%, elle est suivie par une année excédentaire fortement : 1969 +52%. Cinq années ensuite de déficits élevés se suivent de 1970 à 1974 (-49% en moyenne). 1975 redevient excédentaire +11% et une suite de quatorze années déficitaires ferme la série. Pour les 22 ans, dix sept années dépassent le seuil critique -17%. Les années les plus sèches sont 1977 et 1983 -71% (-248 mm) suivies de 1984 -69%.

La station de Dagana enregistre en 1965 un faible excédent +1%, en 1966 +40% et en 1967 +28%. Dès 1968 elle entre dans le cycle de sécheresse avec un déficit moyen de -23% qui dépasse de beaucoup le seuil critique de -13%. De 1968 à 1969 : 22ans, 18 années sont déficitaires avec une moyenne de -38% par an soit -108mm. Les années les plus sèches sont :

1984 : -80% soit -230 mm

1983 : -76% soit -218 mm
1972 : -72% soit -206 mm.

De 1980 à 1987 : 8 années se suivent avec déficits annuels \geq -29%. La moyenne pour cette période est de -51,25% soit -147 mm/an. 1983 et 1984 présentent un déficit moyen annuel de -78%. L'année la moins déficitaire est 1979 -7%.

A la station de Podor, dès 1966, la sécheresse commence. De 1966 à 1989 soit 24 ans, quatre années seulement sont excédentaires 1969, 1978, 1988 et 1989 respectivement +54%, +9%, +11% et +21%. Pour les 20 années déficitaires, la moyenne annuelle de déficit est de -35% soit 98 mm. Les deux années les plus sèches sont :

1984 : -76% soit -213 mm
1983 : -73% soit -204 mm.

L'année la moins déficitaire est 1967 -3%.

Trois grandes périodes se dégagent :

- de 1966 à 1968 : trois années sèches suivies de 1969 excédentaire ;
- de 1970 à 1977 : huit années sèches suivies de 1978 excédentaire ;
- ensuite une suite de neuf années de 1979 à 1987 qui sont sèches.

A la station de Matam la sécheresse s'étend de 1967 à 1989 soit 23 ans pendant lesquels, deux années seulement sont excédentaires : 1969 +15% et 1987 +2%. Le déficit moyen pour la période de sécheresse de 21 ans est de -33% soit -154 mm/an.

Les années les plus sèches sont : 1972 : -62%, 1977 : -58%, 1984 : -55%, 1973 et 1980 : -53%. L'année la moins déficitaire est 1971 -7%.

A Linguère, le phénomène commence en 1962 et s'étend jusqu'en 1989 soit 28 ans. 20 ans sont déficitaires dont 19 sèches. Le déficit moyen annuel est de -28% soit -130 mm/an.

Les années les plus sèches sont : 1983 : -59%, 1972 : -47%, 1973 : -45%, 1988 : -44%. L'année la moins sèche est 1965 -8%.

A la station de Nioro du Sahel les données s'arrêtent à 1980, et ici la sécheresse va de 1965 à 1980 soit 16 ans, où seule l'année 1966 est faiblement excédentaire +3%. Quinze années présentent un déficit moyen de -30% soit -191 mm/an. Le déficit est continu ici de 1966 à 1980 soit 14 ans. Les années les plus sèches sont : 1977 : -53%, 1980 : -51% et 1971 : -46%.

A Kiffa, la dernière station sahélienne de l'étude située dans la partie mauritanienne du bassin, la série observée s'arrête à 1981. La période de sécheresse dure 16 ans de 1966 à 1981 où trois années sont excédentaires : 1967 : +39%, 1969 : +49% et 1970 : +22%. Le déficit moyen s'élève à -38% : 149 mm/an.

Les années les plus sèches sont : 1972 : -68% ; 1979 : -58% ; 1971 : -55%, 1977 : -54% ; 1973 : -52% et 1968 : -46%.

Les déficits fort élevés en domaine Sahélien atteignant sur plusieurs années de suite des records \geq à -50% ont consacré l'appellation de " sécheresse sahélienne " bien que le phénomène intéresse aussi les autres domaines climatiques.

En domaine Tropical pur ou Nord Soudanien

La station de Bakel se singularise par un début précoce du phénomène. Ici les déficits commencent dès 1952. Les années " 1950 " étant déjà déficitaires, elles se sont suivies par la sécheresse. Ainsi de 1952 à 1989, trente huit années, seize sont excédentaires et vingt deux sont déficitaires. Sur les vingt deux années déficitaires dix huit sont sèches. Le déficit moyen de la période est de -21% soit -104 mm/an.

Les années les plus sèches sont : 1958 : -53% ; 1984 : -50% ; 1959 : -37% ; 1976 : -36%. Les années les moins sèches sont 1957 et 1968 : -4%.

La station de Kayes confirme le début précoce de la sécheresse dans ce domaine par rapport au domaine sahélien. Ici la sécheresse commence en 1961. De 1961 à 1980, 20 ans, quatorze années sont déficitaires dont dix sèches. Le déficit moyen annuel est de -18% soit -128 mm/an.

Les années les plus sèches sont : 1968 : -33% ; 1980 : -33% ; 1972 : -32%. L'année la moins sèche est 1974 avec -6%.

Dans ce domaine les déficits n'atteignent pas les records sahéliens, mais sont aussi élevés en rapport avec l'évolution pluviométrique. Cependant le phénomène est plus ancien ici.

La station de Bakel atteint néanmoins des déficits de -53% en 1984 et 1958. Les années sèches et déficitaires sont entrecoupées d'années excédentaires pour la période ou de déficits faibles qui interviennent après trois ou quatre années très fortement déficitaires.

La sécheresse se poursuit aussi en domaine Sud Soudanien et Guinéen.

Dans le domaine Sud Soudanien

Kédougou entre dans la phase sèche dès 1967. De 1967 à 1985, 19 ans, treize sont déficitaires dont onze sèches. Une périodicité peut être dégagée, elle fait alterner deux ou trois années sèches, suivies d'une année excédentaire. Le déficit moyen annuel est de -15% soit -189 mm/an.

Les années les plus sèches sont : 1983 : -31% ; 1979 et 1982 : -25% ; 1972 : -24%. L'année la moins sèche est 1984 -4%.

En domaine Guinéen

La station de Labé est la plus méridionale du bassin, dès 1963 elle enregistre un déficit de -12%. De 1963 à 1982 soit 20 ans, seize années sont déficitaires dont quatorze sont sèches. Le déficit moyen annuel est de -12% soit -202 mm/an.

De 1963 à 1972 il semble se dégager une périodicité de deux années sèches coupées d'une année faiblement excédentaire ou seulement déficitaire. De 1973 à 1982 se dégagent dix années toutes déficitaires dont sept sont sèches.

La suite d'années de déficit moyen \geq -10% durant sept années en domaine guinéen est la preuve de la grande extension de la dernière sécheresse très au sud du Sahel, réputé être le berceau de la sécheresse.

- La sécheresse hydrologique de " 1968 à 1980 "

La sécheresse pluviométrique est en phase avec le déficit de l'écoulement. Dans le tableau suivant nous mettons en comparaison les stations pluviométriques des domaines climatiques du bassin et les stations hydrologiques des mêmes domaines.

Tableau n° 12 : Ecart moyen % et le phénomène en 1968 dans le bassin du Sénégal

Années	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Bakel (pmm)	-4	+16	-9	+8	-22	-21	+36	+33	-36	-22	+12	-19	-18
Kayes (Qm ³ /s)	-36	+8	-23	-19	-57	-43	-12	-29	-38	-60	-43	-61	-41
Kayes (pmm)	-33	+10	-22	-16	-32	-22	-6	-17	+8	-17	+3	-22	-33
Toukoto (Qm ³ /s)	-25	+30	-31	+8	-78	-47	+28	-29	-40	-58	-43	-61	-42
Kédougou (pmm)	-10	+5	-14	-7	-24	-5	+2	0	-13	-13	+25	-25	-12
Fadougou (Qm ³ /s)	-58	-8	-28	-25	-46	-36	-5	-19	-43	-46	-24	-46	-35
Labé (pmm)	-6	+5	-20	-12	+5	-12	-9	-10	-12	-21	-17	-19	-12
Dakka-Saïdou (Qm ³ /s)	-34	+12	-21	-31	-28	-35	-18	-21	-29	-43	-31	-44	-29

Le tableau montre que la sécheresse de 1968 à 1980 concentre les déficits moyens les plus élevés. La dernière sécheresse est la plus sévère pour l'écoulement et elle s'est poursuivie au-delà de l'année 1980, comme en témoignent les données hydrologiques de Bakel : 1981 : -39% ; 1982 : -56% ; 1983 : -69% ; 1984 : -69% ; 1985 : -49%.

Soit pour ces cinq années à Bakel un déficit moyen de -56% supérieur au déficit moyen de 1968 à 1980 à la même station, déficit qui était de -31%.

A Toukoto, trois années sont excédentaires 1968, 1971, 1974. Mais dix années de la période dépassent le seuil hydrologique de sécheresse.

A Fadougou, toutes les treize années sont déficitaires dont onze années sèches.

A Dakka-Saïdou 1969 est excédentaire, et pour toutes les autres stations hydrologiques, c'est la sécheresse.

Les déficits moyens de la période sont élevés :

à Kayes : -35%, l'année la plus sèche est 1979 -61% soit -361 m³/s.

à Toukoto : -30%, 1979 est l'année la plus sèche -61% soit -47 m³/s.

à Fadougou : -32%, l'année 1968 est la plus sèche -58% soit -66 m³/s.

à Daka-Saïdou : -30%, l'année la plus sèche est 1979 -44% soit -121 m³/s.

Partout sauf à Fadougou, l'année 1979 détient le record de sécheresse de la période.

Cette analyse dans le bassin du Sénégal est aussi valable dans le bassin de la Gambie.

Le bassin de la Gambie se développe entre les latitudes 11°22' N et 14°40' N et les longitudes 11°13' W et 16°42' W.

Venu du Fouta Djallon comme le fleuve Sénégal et le fleuve Niger, la Gambie partage ses 77054 km² entre :

- La Guinée pour 11850 km² (15.4%)
- Le Sénégal pour 54631 km² (70.9%)
- La Gambie où se déroule la partie maritime pour 10556km² soit 13.7%
- Et la Guinée-Bissau pour 16 km² (0.02%).

Ces principaux affluents sont : le Sandougou, le Niériko, le Niokolo Koba, le Thiokoye, le Diaguéri, le Diarha, la Sima, la Koulountou . Le bassin de la Gambie traverse les domaines climatiques Guinéen, Sud soudanien et Nord soudanien, domaines durement affectés comme nous venons de le voir par la sécheresse. Les conséquences du phénomène pour les deux bassins : Sénégal et Gambie sont : des modules qui deviennent de plus en plus faibles⁴.

Cette faiblesse des débits moyens est aggravée par le fait que l'écoulement souffre déjà d'une sécheresse saisonnière, où il n'y a aucune alimentation pluviale, où les débits ne sont assurés que par les nappes dont la recharge est de plus en plus compromise. Pour tous les affluents de la Gambie les modules dépassent rarement 10 m³/s et le nombre de jours sans écoulement devient de plus en plus important.

Tableau n° 13 : Données statistiques des affluents du fleuve Gambie

Bassins	Période	Modules	Nombre de jours sans écoulement
Diaguéri	1974-89	5.75	165
Sima	1972-87	0.225	63
Tiangol Dianguina	1987-89	0.89	111
Niokolo Koba	1970-83	6.29	150
Thiokoye	1971-89	7.96	165
Niériko	1980-87	0.70	260
Diarha	1972-88	6.75	151
Sandougou	1973-87	0.10	291

Seule la Koulountou assure encore un écoulement pérenne pour un module de 29.6 m³/s.

La péjoration pluviométrique a comme corollaire une « dégradation hydrologique » qui se manifeste dans le chevelu installant l'écoulement de surface vers un type saisonnier.

Ce phénomène de dégradation hydrologique consécutif aux déficits pluviométriques est plus accusé quand on sait que la période d'écoulement assuré connaît des débits extrêmement faibles.

Le Thiokoye a 97 jours de débits entre 0.001 et 3m³/s, dont 61 jours entre 0.001 et 4m³/s. Le Niériko connaît en moyenne 44 jours de débits entre 0.001 et 1m³/s le Diaguéri, 58 jours de débits entre 0.001 et 1m³/s et la Sima, 281 jours de débits entre 0.001 et m³/s. La dégradation hydrologique est si importante pour l'écoulement que les paramètres usuels : abondance moyenne, coefficient d'écoulement, indice d'écoulement, débit moyen etc. n'ont plus réellement de signification pour des écoulements qui durent à peine 100 jours par an.

⁴ A la station de Kédougou pour la Gambie, le module annuel pour la période 1953-2000 est de 112 m³/s pour un bassin de 7550 km²

CONCLUSION

L'étude de l'évolution de la pluviométrie et de l'écoulement montre bien que trois périodes de sécheresse de caractères différents ont intéressé le bassin du Sénégal de 1900 à 1989.

La première sécheresse des années " 1910 " est confirmée par les deux seules stations pluviométriques : Saint Louis et Kayes dont les séries pluviométriques couvrent cette période. Seulement les données hydrologiques montrent par l'écoulement déficitaire partout que le phénomène intéresse les quatre domaines climatiques du bassin. Cette sécheresse est plus sévère en domaine Sahélien et, aussi, plus longue qu'en domaine Nord Soudanien.

Dans le domaine Sahélien dix années pluviométriques sont sèches et les années sèches se regroupent dans un intervalle compris entre -30 et -35% de déficits moyens. Deux années atteignent l'intervalle entre 50 et 59 % : 1913 et 1914.

L'écoulement confirme l'extension de la sécheresse jusqu'au domaine Guinéen mais confirme aussi que l'année la plus sèche est 1913 qui détient à toutes les stations le record absolu de la période. La répercussion des années sèches sur l'écoulement consacre treize années de sécheresse hydrologique.

Pour la sécheresse des années " 1940 ", les données pluviométriques montrent qu'elle s'est généralisée dans tous les domaines climatiques du bassin du Sénégal. Ceci est confirmé par les données hydrométriques aux stations des principaux affluents. Les années les plus sèches sont 1942 qui atteint -50% à Saint Louis, -65% à Podor et l'année 1941 -56% à Linguère.

La majeure partie des déficits en domaine Sahélien et Nord Soudanien se situe entre -30 et -39%. En domaine Sud Soudanien et Guinéen les déficits se situent entre -10 et -29%.

Pour l'écoulement (comme du reste pour la pluviométrie), cette période est plus sèche que la première sécheresse. Les déficits moyens de l'écoulement se situent entre -14 et -21%.

La sécheresse des années " 1970 et 1980 ", elle présente deux grandes caractéristiques dans le bassin du Sénégal :

- elle est générale à tous les domaines climatiques pour la pluie comme pour l'écoulement ;
- elle présente partout des déficits très élevés jamais atteints auparavant.

A ces deux caractéristiques s'ajoute une troisième

- Elle se poursuit encore dans le bassin.

En domaine Sahélien, les déficits atteignent -70%. En domaine Nord Soudanien, ils atteignent et dépassent -50%. En domaine Sud Soudanien, ils sont supérieurs à -30% et en domaine Guinéen -20%.

L'écoulement confirme par des déficits entre -30 et -35% la sévérité de cette dernière sécheresse qui marqué le 20^e siècle.

Les conséquences hydrologiques de cette baisse de la pluviométrie sont tout aussi importantes tant au niveau de l'écoulement local, qu'au niveau de l'approvisionnement des nappes et du bilan de l'eau au niveau des bassins versants.

Seulement l'histoire climatique nous donne raison quand nous affirmons que parmi les phénomènes majeurs qui ont marqué les générations de Sud Sahariens, on peut retenir :

- la première guerre mondiale pour la génération des années " 1910 " ;
- la deuxième guerre mondiale pour celle des années " 1940 " ;
- les indépendances pour celle des années " 1950 " ;
- et pour la génération de l'après indépendance, c'est assurément la sécheresse qui marquera longtemps les consciences et mémoires populaires.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

Annuaire du C.I.E.H (1965) : Précipitations de l'origine des postes de 1965 (Mali, Mauritanie, Sénégal) O.R.S.T.O.M., Paris 871 p.

Annuaire du CIEH (1980) : Précipitations journalières de 1966 à 1980. Direction de la Météorologie Nationale, ASECNA. République française, Min Coopération et Développement, ORSTOM, 503 pages

BANQUE MONDIALE, PNUD, BAD, FAC : Synthèse hydrologique de l'Afrique Sub-saharienne, pays de l'Afrique de l'Ouest. Sénégal

CHAPERON P., GUIGUEN N. (1974) : Etude hydrologique du bassin continental du Fleuve Gambie. Rapport terminal : t1 : résultat des mesures et analyse des données ; t2 graphiques et tableaux de données. ORSTOM, Dakar.

LEROUX M. (1980). Le climat de l'Afrique tropicale. Thèse Doctorat d'Etat, Université de Dijon, 3 tomes, 1427p

LO H.M. (1984).- Le bassin de la Gambie en amont de Gouloumbo. Thèse de 3^{ème} Cycle, Université de Nancy II, 396p.

PELISSIER P. (1966). Les paysans du Sénégal. Thèse de Doctorat d'Etat, Fabrègue, Paris.

MICHEL (P.), (1973). Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Doctorat d'Etat, O R S T O M, 3 tomes, 733 pages, 170 fig. cartes, photos.

OLIVRY J.C. (1982). Le point en 1982 sur l'évolution de la sécheresse en Sénégal et aux îles du Cap Vert. Examen d quelques séries de longue durée (débits et précipitations). Cah ORSTOM, sér. Hydrol., XX, 1, pp. 47-

SIRCOULON (J.). (1976). Les sécheresses et les étiages. La récente sécheresse des régions sahéliennes. La houille blanche, n°6/7, pp 537-548, 15 fig

SOW (A. A.). 1984. Pluie et écoulement dans le bassin du fleuve Sénégal. Contribution à l'hydrologie fluviale en domaine tropical humide Africain. Thèse de 3^e cycle Université de Nancy, 442 pages, 52 fig, 79 tab, cartes, photos

SOW (A. A.), 1989.- Ecoulement et indices de sécheresse dans le bassin versant du Niokolo-koba. Annales de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines, n°19, pp 153-175, N E A Dakar.

ANNEXES

Evolution de la pluviométrie dans les domaines climatiques du bassin

Domaine Guinéen : station de Labé,

Domaine Sud soudanien : station de Kédougou ;

Domaine Nord soudanien : station de Kayes ;

Domaine Sahélien : station de Bakel.

C : caractéristiques de l'année ; L : lacunes ; N : année « normale » ; D : année « déficitaire » ; S : année « Sèche ».
E% : écart moyen en % par rapport à la moyenne.

Labé	C	E%	Kédougou	C	E%	Kayes	C	E%	Bakel	C	E%
						1895	S	-48			
						1896	D	-7			
						1897	S	-15			
						1898	S	-50			
						1899	S	-35			
						1900	S	-24			
						1901	E	5			
						1902	S	-27			
						1903	N	0			
						1904	S	-12			
						1905	E	50			
						1906	E	57			
						1907	S	-10			
						1908	D	-8			
						1909	E	23			
						1910	D	-1			
						1911	E	7			
						1912	S	-19			
						1913	L				
						1914	E	1			
						1915	L				
						1916	L				
						1917	L				
			1918	L		1918	L		1918	L	
			1919	L		1919	L		1919	L	
			1920	L		1920	S	-18	1920	L	
1921	E	16	1921	S	-30	1921	S	-36	1921	L	
1922	L		1922	E	2	1922	E	5	1922	L	
1923	E	3	1923	E	4	1923	S	-16	1923	E	2
1924	E	10	1924	E	10	1924	S	10	1924	E	7
1925	E	11	1925	E	6	1925	S	-10	1925	D	-2
1926	E	24	1926	E	49	1926	S	-30	1926	S	-40
1927	S	-10	1927	E	21	1927	S	-17	1927	E	6
1928	E	16	1928	E	22	1928	S	-9	1928	E	11
1929	E	17	1929	E	30	1929	S	-30	1929	L	
1930	E	6	1930	E	2	1930	S	-17	1930	E	10
1931	E	9	1931	S	-19	1931	S	-16	1931	L	
1932	E	24	1932	S	-34	1932	E	12	1932	S	-22
1933	E	15	1933	E	4	1933	E	11	1933	E	7
1934	S	-16	1934	E	6	1934	S	-10	1934	E	4
1935	E	4	1935	E	5	1935	E	7	1935	S	-8
1936	E	15	1936	E	6	1936	E	58	1936	E	31

1937	E	21	1937	E	3	1937	S	-17	1937	E	12
1938	E	7	1938	E	19	1938	E	28	1938	E	5
1939	S	-14	1939	E	20	1939	S	-14	1939	S	-15
1940	S	-13	1940	S	-8	1940	E	9	1940	N	0
1941	D	-6	1941	S	-8	1941	S	-31	1941	E	4
1942	S	-22	1942	S	-25	1942	S	-24	1942	S	-26
1943	E	1	1943	N	0	1943	E	35	1943	S	-19
1944	E	5	1944	S	-12	1944	D	-5	1944	S	-31
1945	E	10	1945	S	-8	1945	E	57	1945	E	17
1946	S	-15	1946	S	-13	1946	E	22	1946	E	21
1947	S	-11	1947	S	-19	1947	E	17	1947	E	10
1948	D	-8	1948	S	-11	1948	E	40	1948	E	14
1949	S	-16	1949	S	-10	1949	E	9	1949	E	11
1950	S	-10	1950	S	-7	1950	E	15	1950	E	26
1951	S	23	1951	E	20	1951	E	20	1951	D	-1
1952	S	-13	1952	D	-3	1952	E	22	1952	S	-9
1953	S	-11	1953	D	-6	1953	E	7	1953	S	-15
1954	E	6	1954	E	70	1954	E	22	1954	S	-29
1955	E	15	1955	D	-1	1955	D	-5	1955	E	2
1956	E	4	1956	S	-17	1956	E	12	1956	E	3
1957	E	15	1957	E	22	1957	D	-4	1957	D	-4
1958	E	28	1958	S	-7	1958	D	-6	1958	S	-53
1959	E	5	1959	D	-2	1959	E	20	1959	E	37
1960	S	-12	1960	D	-2	1960	E	4	1960	L	
1961	E	5	1961	E	9	1961	D	-8	1961	S	-27
1962	E	24	1962	E	14	1962	S	-11	1962	S	-37
1963	S	-12	1963	E	8	1963	E	23	1963	E	5
1964	E	15	1964	E	7	1964	D	-4	1964	S	-7
1965	S	-19	1965	E	8	1965	E	7	1965	E	49
1966	D	-4	1966	E	14	1966	E	18	1966	E	39
1967	E	26	1967	D	-6	1967	D	-7	1967	E	79
1968	D	-6	1968	S	-10	1968	S	-33	1968	D	-4
1969	E	5	1969	E	5	1969	E	10	1969	E	16
1970	S	-20	1970	S	-14	1970	S	-22	1970	S	-9
1971	S	-12	1971	S	-7	1971	S	-17	1971	E	7
1972	E	5	1972	S	-24	1972	S	-32	1972	S	-22
1973	S	-12	1973	D	-5	1973	S	-22	1973	S	-21
1974	S	-9	1974	E	2	1974	D	-6	1974	E	35
1975	S	-10	1975	N	0	1975	S	-17	1975	E	33
1976	S	-12	1976	S	-13	1976	E	8	1976	S	-36
1977	S	-21	1977	S	-13	1977	S	-17	1977	S	-22
1978	S	-17	1978	E	25	1978	E	3	1978	E	18
1979	S	-19	1979	S	-25	1979	S	-22	1979	S	-19
1980	S	-12	1980	S	-12	1980	S	-33	1980	S	-18
1981	D	-6	1981	E	3				1981	E	6
1982	D	-8	1982	S	-25				1982	E	18
			1983	S	-31				1983	S	-19
			1984	D	-4				1984	S	-50
			1985	N	0				1985	E	6
									1986	S	-7
									1987	S	-14
									1988	E	30

									1989	S	-9
Longueur de la série	62		68		86				72		
Années lacunaires	1		3		6				8		
Années "Normales"	0		3		1				1		
Années "Exédentaires"	30		29		33				33		
Années "Déficitaires"	6		8		11				4		
Années "Sèches"	25		25		35				26		

EVOLUTION DE LA PLUVIOMETRIE DANS LES DOMAINES CLIMATIQUES DU BASSIN DU SENEGAL

