

La désertification au sud du Sahara. Colloque de Nouakchott
17-19 dec 1973. Les Nouvelles Éditions Africaines, Dakar,
Abidjan, 1976. ISBN: 2-7236-0075-0

QUATRE ANNÉES DE SÉCHERESSE DANS LE SAHEL

Données pluviométriques et hydrologiques en Mauritanie et au Sénégal. Extension géographique et perspectives

Pierre CHAPERON

La Mauritanie, le Sénégal et plus généralement l'ensemble des pays du Sahel subissent depuis quatre ans les effets d'un déficit pluviométrique marqué. Les conséquences sur la vie des populations et l'économie des pays concernés sont trop connues pour qu'on y insiste : famine, troupeaux décimés, ruptures dans l'alimentation en eau des agglomérations, etc. Ajoutons qu'à ce bilan immédiat s'ajouteront un certain nombre d'effets rémanents qui se feront sentir pendant de nombreuses années : accélération de la dégradation du couvert végétal, épuisement de nombreuses nappes phréatiques, destruction partielle des stocks de poissons dans les cours d'eau, etc.

L'ampleur et la gravité de la sécheresse actuelle ne pouvaient manquer de susciter de nombreuses questions dont celles-ci qui s'adressent particulièrement au climatologue et à l'hydrologue :

— La « série noire » des années 1970-1973 caractérise-t-elle une tendance régionale à l'assèchement ?

— Peut-on mettre en évidence dans les séries chronologiques de précipitations annuelles l'existence de cycles organisés et peut-on baser une prévision sur ces cycles ?

— La dégradation du couvert végétal due principalement à une utilisation abusive a-t-elle des effets notables sur les variations climatiques ?

Avant de tenter de répondre à ces questions, il convient de rappeler les caractéristiques climatiques des pays concernés, de donner un aperçu des données pluviométriques et hydrologiques pour la période étudiée, de montrer l'extension géographique du phénomène et de dresser un bilan sommaire des données de base connues.

Les caractéristiques climatiques générales

L'Afrique tropicale de l'Ouest peut être divisée en zones climatiques dont la définition s'appuie principalement sur la hauteur moyenne de précipitations annuelles (et pour les hydrologues sur des considérations liées au régime des cours d'eau). Les zones suivent des directions sensiblement Est-Ouest et ceci est lié principalement aux déplacements des anticyclones des Açores et de Sainte-Hélène et de la trace au sol du front inter-tropical.

Du sud au nord on distingue (classification des hydrologues) :

— La zone des climats tropicaux de transition (Soudanien II et Soudanien III) où la pluviométrie annuelle est en moyenne supérieure à 1 200 mm.

— Le climat tropical pur (Soudanien I) avec une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 1 200 et 700 mm.

— Le climat sahélien où la pluviométrie annuelle moyenne est comprise entre 700 et 100 mm.

— Le climat saharien ou désertique où les précipitations annuelles ne dépassent pas 100 mm.

En ce qui concerne le Sénégal et la Mauritanie, la partie méridionale du Sénégal jusqu'à la latitude de Tambacounda se rattache au climat tropical de transition, la zone géographique comprise entre la Gambie au sud et la vallée du Sénégal au nord appartient au climat soudano-sahélien, la zone comprise entre la vallée du Sénégal au sud et le Sahara au nord au climat sahélien.

Pour toutes ces zones les précipitations annuelles sont généralement caractérisées par leur concentration en quelques mois de l'année (hivernage), l'irrégularité

LA SÉCHERESSE ACTUELLE

Les totaux sont en millimètres, L : lacune ; R : record inférieur

Station	Latitude	Normales 1931-1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Fderik	22° 41' N	61,2	65	71	26	30	50	32	52	21	179	04	38	49
Nouadhibou	20° 56' N	36,3	06	26	48	36	20	(R) 02	32	L	22	05	24	02 (R)
Atar	20° 31' N	103,5	31	109	90	14	112	125	87	90	114	46	(R) 19	24
Tidjikja	18° 33' N	142,3	161	129	92	80	197	235	422	176	340	157	59	80
Nouackchott	18° 07' N	138,4	87	76	133	98	206	L	121	63	145	48	(R) 18	102
Boutilimit	17° 32' N	203,3	197	39	209	240	162	L	257	132	194	123	79	48
Kiffa	16° 38' N	350,7	322	277	319	473	364	260	498	198	534	446	164	119 (R)
Nema	16° 36' N	315,0	301	304	315	190	335	L	279	259	210	202	238	241
Rosso	16° 30' N	310,0	320	220	255	328	298	269	308	190	339	150	126	59 (R)
Kaédi	16° 12' N	409,2	L	L	L	L	461	325	397	175	314	251	261	94 (R)
Saint-Louis	16° 01' N	346,9	284	332	473	328	323	439	416	233	531	180	177	152
Selibabi	15° 14' N	649,0	643	613	533	610	955	560	762	413	567	388	554	289 (R)

interannuelle qui est observée et qui va croissant du sud au nord et la distribution irrégulière des précipitations journalières au cours de la saison des pluies.

Il est banal de rappeler que ces conditions climatiques sont peu favorables à une agriculture très prospère et que la situation est d'autant plus critique que l'on va vers le nord. Les populations établies dans la vallée du Sénégal (par exemple) vivent dans un équilibre précaire en pratiquant une économie de subsistance basée sur l'utilisation conjointe des cultures pluviales et des cultures de décrues auxquelles s'ajoutent les ressources de la pêche. Cela va, tant bien que mal, lorsque des années pas trop sèches et isolées peuvent être compensées par des années plus abondantes (mais pas trop car les fortes crues du fleuve peuvent causer des dommages considérables), mais il y a rupture de l'équilibre lorsque se succèdent comme en 1970-73 des années sèches et très sèches.

Données pluviométriques et hydrologiques 1970-1973 (Mauritanie et Sénégal)

Dès 1970, on peut lire dans le rapport d'activité du Centre National de Recherches Agronomiques de Bambey, les phrases suivantes : « Cet hivernage fut caractérisé par un déficit pluviométrique quasi-général. Les pluies sont arrivées avec un retard allant fréquemment jusqu'à trois semaines et se sont arrêtées plus tôt que d'habitude. L'hivernage utile a donc été notablement réduit par rapport à la normale. Dans l'ensemble, sauf à Ziguinchor et à Kédougou, tous les mois d'hivernage sont déficitaires. »

Donnons quelques chiffres : A St-Louis, la hauteur de pluie annuelle est de 180 mm, soit 55 % de la normale (hauteur non dépassée une année sur dix), à Matam, 280 mm (soit 52 % de la normale), à Dakar 177 mm (soit 35 % de la normale, hauteur non dépassée une année sur cinquante), à Kaolack, 477 mm (61 % de la normale).

A Bakel (station caractéristique du Sénégal dans la vallée), le débit moyen annuel du fleuve est de 542 m³/s pour un module établi sur 60 ans de 770 m³/s (fréquence au non-dépassement 0,17). La hauteur maximale du

fleuve est de 20,86 m IGN (F = 0,20). Le débit maximum est de 3425 m³/s (normale 4900 m³/s environ). Le débit d'étiage serait d'environ 1 m³/s.

En 1971, la situation est à peine meilleure, quoique le déficit pluviométrique soit moins généralement constaté.

En Mauritanie, à Atar, Nouackchott, Tidjikja, Kiffa, Boghe et Boutilimit la pluviométrie annuelle est inférieure de moitié à la normale.

Au Sénégal, St-Louis (177 mm) et Podor (137 mm) sur le fleuve, enregistrent des hauteurs très inférieures à la normale. C'est meilleur à Dagana (315 mm, 95 % de la normale) et à Matam (430 mm, 80 % de la normale). Plus au Sud, déficit à Louga (300 mm, 70 % de la normale), à Bakel (541 mm, 76 % de la normale). A Dakar, le déficit est encore important (367 mm, soit 73 % de la normale), mais à Kaolack et à Fatick, les précipitations sont égales ou supérieures à la normale. La Casamance et le Sénégal oriental sont à peine touchés.

Pour le fleuve Sénégal, les apports et le débit maximal quoique déficitaires sont supérieurs aux résultats de 1970 : débit moyen annuel 600 m³/s (fréquence 0,24), hauteur maximale 21,88 m IGN et débit maximal 4330 m³/s (fréquence 0,45). Le débit d'étiage est normal (2,5 m³/s).

Après ces préliminaires déjà sévères, on constate en 1972 une aggravation brutale de la sécheresse. C'est l'année des records et on note des valeurs jamais encore observées.

La Mauritanie est très touchée : à Fderik on relève 49 mm, 38 mm à Atar (36 % de la normale), 67 mm à Tidjikja (45 % de la normale), 102 mm à Nouackchott (83 % de la normale), 48 mm à Boutilimit (25 % de la normale), 250 mm à Néma (fréquence au non-dépassement 0,29), 112 mm à Boghé (F = 0,01), 53 mm à Kaédi (F = 0,03) et 53 mm à Rosso (17 % de la normale). Le bilan général est celui d'une année sèche à très sèche.

Au Sénégal, la sécheresse concerne l'ensemble des pays. Relevons dans la vallée du fleuve Sénégal les chiffres suivants : St-Louis : 152 mm (46 % de la nor-

male et fréquence au non-dépassement 0,02), Dagana 80 mm (24 % de la normale), Podor 110 mm (33 % de la normale), Matam 175 mm (32 % de la normale), Bakel 394 mm (73 % de la normale, $F = 0,17$). Plus au sud, les chiffres ne sont pas moins sévères : Dakar avec 117 mm (23 % de la normale) connaît un record absolu dont la période de retour est largement supérieure à la centennale, Kaolack 480 mm (61 % de la normale, $F = 0,01$), Fatick 298 mm (37 % de la normale, $F = 0,01$). La Casamance et le Sénégal oriental ne sont pas épargnés : Tambacounda 632 mm ($F = 0,01$), Kédougou 972 mm ($F = 0,07$).

Tous les mois présentent un déficit général. La situation a des conséquences d'autant plus graves qu'une ligne de grains en début juin suivie d'une longue période sèche avait entraîné des semis précoces.

Les cours d'eau reflètent cet état général et traduisent l'extension au Fouta-Djalon du déficit pluviométrique :

Les apports de la Casamance sont de 34 millions de m^3 , soit 17 % des apports moyens annuels estimés à 200 millions de m^3 . Ceux de la Gambie avec 3 700 millions de m^3 ne peuvent être comparés aux apports moyens (en raison de l'absence d'observations pour les années antérieures), mais il est probable qu'ils sont très en-dessous de la normale.

Le débit moyen du Sénégal à Bakel est de 264 m^3/s , soit le plus faible observé depuis 1903.

Les apports correspondent à 34 % de la normale et ont une fréquence au non-dépassement inférieure à 0,01.

Le niveau maximum du fleuve atteint 17,4 m IGN ($F < 0,05$) et l'on voit les conséquences graves que ce faible niveau a pu avoir pour les cultures de décrue dans la vallée. Le débit maximal du fleuve est de 1 430 m^3/s ($F = 0,02$), valeur très faible jamais observée depuis 1913 (1 040 m^3/s). Le débit d'étiage est voisin de 250 l/s et l'on a pu craindre de voir le fleuve s'assécher. La chute rapide du débit à la fin de la saison des pluies a pour conséquence une montée précoce de la « langue salée » dans le fleuve. Au niveau de la Tahouey qui alimente en eau douce le lac de Guiers sur la rive gauche du Sénégal, les eaux dépassent le taux admissible de salinité dès le 25 janvier au lieu d'avril-mai en année normale. Les réserves du lac de Guiers n'atteignent pas leur taux normal et l'alimentation en eau du Cap-Vert s'en ressentira pendant tout le début de l'année 1973.

Les premiers résultats de 1973 mettent en évidence un déficit certes moins sévère qu'en 1972 et plus irrégulier mais encore très généralisé. On peut estimer que le bilan de la saison s'établit ainsi : Mauritanie 52 % de la normale, Sénégal 58 % de la normale (49 % si l'on ne tient pas compte de la Casamance où les précipitations sont presque normales). Certaines régions, en particulier le Centre-Sénégal, reçoivent en 1973 des précipitations plus faibles qu'en 1972 : Kaolack, 375 mm en 1973, contre 426 en 1972, Kougheul, 522 mm en 1973, contre 526 en 1972, Diourbel, 328 mm en 1973, contre 372 en 1972, Linguère, 190 mm en 1973, contre 240 en 1972.

Les précipitations sont mieux réparties et les récoltes seront sensiblement meilleures qu'en 1972, mais la situa-

tion reste très critique pour la recharge des nappes phréatiques déjà très éprouvées.

Il est encore trop tôt pour connaître le débit annuel du fleuve Sénégal, mais l'on sait que la côte maximale du fleuve n'a pas dépassé 19,6 m IGN. Le débit maximal du fleuve a été de 2 550 m^3/s ($F = 0,10$). La crue a été précoce et le débit s'est rapidement effondré. La courbe d'étiage est déjà (en fin novembre) inférieure à celle de 1972 et l'on peut craindre une remontée précoce de la « langue salée » avec les mêmes conséquences sur le remplissage du lac de Guiers. L'alimentation en eau de Dakar sera à nouveau très difficile en 1974.

Extension géographique du phénomène

Le caractère spectaculaire de la sécheresse 1972 tient tout autant à l'importance des régions sinistrées qu'à son remarquable déficit pluviométrique. Ce sont en effet, non seulement l'ensemble des pays du Sahel qui ont été concernés, mais encore des régions situées beaucoup plus à l'Est et au Sud. D'autres régions situées sous les mêmes latitudes ont été également gravement atteintes en Amérique et en Asie (Nord-Est du Brésil, Inde).

En Afrique de l'Ouest, c'est toute la zone sahélienne qui a été atteinte, de l'Atlantique au Lac Tchad en 1972 ; le déficit est notable sur la quasi-totalité des postes pluviométriques et l'on retrouverait des chiffres voisins de ceux que nous avons cités pour la Mauritanie et le Sénégal. La zone tropicale a connu également un déficit sévère mais moins homogène ; ça et là apparaissent des poches de résistance par exemple dans la partie centrale de la Haute-Volta : à Ouagadougou, 1970 et 1971 n'ont été qu'assez peu déficitaires et 1972 est assez nettement excédentaire. En allant vers la zone équatoriale, nous notons des déficits encore assez sensibles quoique plus irrégulièrement distribués.

Pour illustrer cette extension, il est intéressant de citer quelques données relatives aux grands fleuves dont les régimes en intégrant les précipitations sur de vastes bassins, reflètent assez exactement le déficit pluviométrique 1972.

Nous ne rappellerons pas les données relatives au Sénégal, citées plus haut.

Pour le Niger à Koulikoro, le déficit du débit moyen annuel 1972 est de 30 % (1 080 m^3/s au lieu de 1 540 m^3/s , moyenne de 66 ans). Le déficit est encore de 54 % pour la Volta Noire, de 36 % pour le Niger à Niamey, de 45 % pour la Logone à Laï, de 55 % pour le Chari à Fort-Lamy (578 m^3/s au lieu de 1 280 m^3/s , moyenne de 37 ans, la période de retour peut être estimée entre 50 et 100 ans). Plus au Sud, le déficit est de 30 % pour la Sanaga à Edea (Cameroun), (débit moyen 1972, 1 440 m^3/s au lieu de 2 070 m^3/s). Pour la Sangha à Ouesso (tributaire du Congo), le déficit est de 30 % (1 270 m^3/s au lieu de 1 800 m^3/s). Le déficit est encore notable pour l'Oubangui à Bangui.

A l'Est de l'Afrique, le déficit du Wabi Shebelli (Ethiopie) peut paraître faible (18 %) mais ceci correspond cependant à une période de retour de 20 ans pour un fleuve régularisé par des terrains volcaniques à forte rétention.

Les débits maximums présentent le même aspect, ce qui est normal, puisque pour ces grands cours d'eau, maximum et débit moyen annuel sont très liés.

Le débit maximal est de 3 690 m³/s sur le Niger à Koulikoro (au lieu de 6 620 en moyenne, période de retour cinquantennale, 1 550 m³ sur le Niger. Niamey (au lieu de 1 860 m³/s, l'influence régularisatrice de la cuvette lacustre se fait ici sentir), 49 m³/s à Nwo-kuy sur la Volta Noire (au lieu de 105 m³/s), 1 430 m³/s à Fort-Lamy sur la Chari (au lieu de 3 540 m³/s en moyenne, recurrence cinquantennale), 964 m³/s à Moundou sur le Logone (au lieu de 2 550 m³/s), 9 200 m³/s à Bangui sur l'Oubangui (au lieu de 10 500 m³/s, recurrence décennale).

Les valeurs minimales des débits de basses eaux sont aussi éloquents : 250 l/s pour le Sénégal à Bakel (au lieu de 2,3 m³/s), 16 m³/s pour le Niger à Koulikoro (au lieu de 45 m³/s), 2,5 m³/s à Niamey (au lieu de 75 m³/s en moyenne). Le débit minimal est de 48 m³/s au lieu de 160 pour le Chari à Fort-Lamy et encore ce débit a pu être soutenu par les nappes des plaines du Logone.

Le lac Tchad est également bien représentatif de cette sécheresse. Il est constitué essentiellement de deux cuvettes : la cuvette Nord et la cuvette Sud alimentée par le Chari. Un haut-fond, la Grande Barrière, largement submergé ces dernières années, sépare ces deux cuvettes. A la fin de 1972, la cote maximale annuelle du lac était de 3 mètres inférieure à la cote maximale de 1964-65. La Grande Barrière a émergé et la cuvette Nord a été isolée de la cuvette Sud. En 1973, la cuvette Sud a pu se remplir, mais la réalimentation de la cuvette Nord par dessus la Grande Barrière sera très difficile et peut-être nulle. Elle continuera de s'assécher en 1974. Une telle situation n'avait pas été observée depuis la période sèche 1908-1914.

Bilan sommaire des observations antérieures à la période 1970-1973 et situation des années 1970-1973

Nous disposons de deux séries chronologiques d'observations.

La première série concerne les précipitations.

En Afrique de l'Ouest, il existe peu d'observations quantitatives avant le début du siècle. Les postes les plus anciens sont ceux de Gorée (1855) et de Saint-Louis (1861). Il faut attendre les années 1900 pour que s'amorce une esquisse de réseau pluviométrique à l'échelle de l'Afrique de l'Ouest. Nous disposons maintenant de chroniques de précipitations comprises entre 30 et 60 ans qui ont permis d'une part de tracer les isohyètes interannuelles, d'autre part de définir les lois statistiques appropriées aux précipitations tropicales. L'examen des séries disponibles nous permet de situer les années 70-73. On constate ainsi que sur la période 1910-1973, cette séquence sèche n'est comparable qu'à la série des précipitations annuelles groupées autour de 1913, tant pour la sévérité des déficits pluviométriques que pour l'extension du phénomène. La séquence 1970-73 apparaît cependant plus sévère que la séquence 1913 qui, il est vrai, est moins bien connue. Entre ces deux séries sèches, on note également entre 1940 et 1945, une succession d'années déficitaires, mais beaucoup moins marquées et plus irrégulièrement distribuées géographiquement.

La seconde série concerne les observations hydrologiques. Les observations ne sont pas tout à fait de même nature puisque les données recueillies aux stations de contrôle correspondent à une synthèse naturelle des précipitations recueillies sur les bassins amonts, transformées par les mécanismes de transfert pluie-débit. C'est ainsi que s'accuse l'irrégularité interannuelle propre aux précipitations. Un déficit pluviométrique non généralisé sur l'ensemble d'un bassin peut être corrigé par le jeu régulateur des réserves si une partie notable du bassin correspond à des terrains perméables restituant des réserves préalablement stockées, ou par le jeu d'une réserve-tampon (cuvette lacustre du Niger par exemple). Par contre un déficit pluviométrique généralisé peut être aggravé par le simple fait que les cours d'eau ne collectent qu'un résidu pluviométrique, une fois satisfaits les besoins en eau de l'infiltration, de l'évaporation et de l'évapo-transpiration. Ceci est particulièrement évident pour les cours d'eau de la zone sahélienne, plus sensibles à la distribution des précipitations qu'à leur hauteur annuelle totale.

Nous ne disposons de données hydrologiques de longue durée (incluant les années 1913) que pour quelques grands bassins : Sénégal, Niger, Oubangui.

Pour le Sénégal à Bakel, nous observons dans la série chronologique les mêmes séries déficitaires que pour la pluviométrie :

Années 1913-14 très faibles - Débit moyen annuel 272 m³/s (pour une normale de 770 m³/s) en 1913, 444 m³/s en 1914. Débit maximal 1 040 m³/s en 1913, soit le plus faible observé dans la série.

Années 1940-44 faibles - Débits moyens annuels : 432 m³/s en 1940, 418 m³/s en 1941, 438 en 1942, ou en 1943, 331 en 1944 avec un débit maximal de 1 740 m³/s (F = 0,05).

Années 1970-73 très faibles - (cf. les chiffres cités ci-dessus).

Nous disposons également d'une longue série d'observations sur le lac Tchad où les niveaux du lac ont été observés ou reconstitués depuis 1873. Les séquences sèches pluviométriques s'y reflètent assez exactement.

— Niveaux minimums en 1913-1917 précédés d'un autre minimum en 1907-1908.

— Abaissement sensible du niveau entre 1940-1945.

— Niveaux très bas de 1972-73.

Pour des époques antérieures, le général Tilho, se basant sur les différents états du lac (Petit-Tchad, Moyen-Tchad et Grand-Tchad) a pu reconstituer les courbes de variations du lac. Il a utilisé pour ce faire, tous les renseignements disponibles dans les rapports des voyageurs et militaires, ainsi qu'après des populations riveraines. Il a pu ainsi déterminer deux périodes de grand assèchement du lac, antérieures aux années 1908-1913 : un grand assèchement se serait produit dans la période 1823-1834, précédé d'une autre période très sèche se situant au milieu du XVIII^e siècle. Entre ces deux « creux », le lac aurait connu des pluviosités moyennes à fortes avec des maximums vers 1785 et 1870. Il est difficile évidemment de déterminer si les périodes d'assèchement du lac correspondent à un phénomène de sécheresse généralisée en Afrique de l'Ouest (comme vers 1913 et 1972), ou bien s'il s'agit d'une sécheresse localisée à l'Afrique Centrale.

Perspectives

Ce bilan sommaire des données disponibles permet de situer les années 70-73 : une sécheresse généralisée à l'ensemble des régions tropicales et sahéliennes de l'hémisphère Nord. Le phénomène est de fréquence généralement cinquantennale, souvent centennale et par endroits plus rare encore. Des conditions de sécheresse aussi sévères ne sont pas sans précédent connu ; il est très probable que l'Afrique de l'Ouest retrouvera des situations semblables dans les cent années à venir. Rien n'exclut que des sécheresses encore plus accusées soient observées.

On peut alors se demander s'il n'est pas possible de prévoir le retour périodique de tels phénomènes, s'il n'est pas possible également de déceler une tendance à l'assèchement, d'en situer les responsabilités humaines, afin d'y remédier.

Ces problèmes sont complexes et controversés. Il n'est pas question ici d'aller au fond de ces questions, mais de rappeler simplement les thèses les plus généralement admises.

L'existence en climatologie de variations cycliques est une idée séduisante et qui s'inscrit dans un contexte familier : celui des jours et des nuits, des marées, des saisons. On voit immédiatement que s'il n'y a plus grand-chose à connaître sur ces phénomènes liés à la mécanique astronomique, il n'en va pas de même pour les phénomènes météorologiques dont la genèse est beaucoup plus complexe.

Il est vrai aussi que l'examen des chroniques pluviométriques donne parfois l'apparence de cycles : c'est ainsi que les séries de précipitations 1910-1973 en Afrique de l'Ouest, montrent trois séries d'années sèches groupées autour des années 1913, 1943 et 1972, et suggèrent ainsi l'idée d'une période de trente ans. On devrait donc pouvoir retrouver des traces de ces sécheresses « trentennaires » dans les documents antérieurs. On a vu que le lac Tchad était un témoin relativement sensible des sécheresses généralisées.

Si nous revenons aux variations de ce lac, rien n'est très concluant : selon Tilho, les années 1880 et 1850 correspondent à des années de pluviosité moyenne ou forte. Vers 1820, la pluviosité est très faible, mais elle est à nouveau très forte vers 1790.

Une approche plus serrée du problème consiste à soumettre les chroniques de précipitation à l'analyse mathématique. Plusieurs méthodes sont connues : moyenne mobile, analyse harmonique, analyse spectrale, tests de Kiveliovitch et Vialard.

Rappelons, sans entrer dans les détails, la critique classique que l'on fait des deux premières méthodes : La période préalablement choisie introduit des résonances et finalement, on risque de ne retrouver que ce que l'on a mis au départ.

Mieux adaptées à la recherche d'une organisation dans les séries de variables aléatoires, les deux dernières méthodes, pour être vraiment significatives, exigent des séries de variables très longues en regard des périodes testées. Les séries dont on dispose en hydrologie et en climatologie ne permettent donc que de tester des périodes cycliques courtes. Là encore, rien de bien

concluant n'a pu être dégagé de l'emploi de ces méthodes. C'est ainsi, par exemple, que les calculs effectués par le bureau d'études de la direction de l'exploitation météorologique de l'ASECNA sur les pluies annuelles de Dakar et du Sénégal (tests de Kiveliovitch et Vialard, analyse spectrale) ne mettent pas en évidence l'existence d'une organisation quelconque dans les séries étudiées et montrent simplement « l'apparition de périodes fugaces, élastiques et locales qui sont sans doute à l'origine de l'impression de cycles dans les pluies annuelles. »

Pour conclure, il n'est donc pas possible de se prononcer sur l'existence de cycles climatiques organisés. Toute prévision basée sur de tels cycles ne pourrait être que décevante.

Le problème de la tendance à l'assèchement peut être examiné sous deux aspects : celui des observations climatologiques au sol, celui des mécanismes généraux des phénomènes météorologiques. Rappelons tout d'abord qu'il n'est pas question ici d'étudier une tendance à l'échelle multimillénaire et de comparer par exemple, le climat du Sahara des fresques du Tassili au climat du Sahara actuel, mais de voir s'il est possible de mettre en évidence une tendance à court terme perceptible dans les données connues.

Les observations au sol sont ou trop éparses pour les données anciennes ou de trop faible durée pour les données récentes (réseau pluviométrique). Les données anciennes sont contradictoires : si l'on note pour la période 1884-1896 des précipitations abondantes et jamais plus observées en Libye, à la même époque, la pluviosité dans la région du Tchad est estimée moyenne à faible par Tilho. On a vu également que le lac Tchad a connu avant les années 1970, trois périodes d'assèchement très prononcées.

Quant aux séries de précipitations récentes, elles sont encore de trop courte durée pour y faire apparaître une tendance significative. C'est ainsi, par exemple, que s'il est possible d'effectuer, sur les séries les plus anciennes du Sénégal (Dakar, Saint-Louis), un décompte des années déficitaires et excédentaires, ou, par le jeu des moyennes mobiles, de dégager des tendances, les différents calculs aboutissent à des résultats divergents. Effectués quelques années auparavant, ces mêmes calculs auraient fournis d'autres conclusions. Qu'en sera-t-il dans une dizaine d'années ? Ce qui apparaît le plus clairement, c'est l'extrême irrégularité des hauteurs annuelles de précipitation autour de moyennes faibles. C'est probablement à cette irrégularité caractéristique du climat sahélien, beaucoup plus qu'à une tendance présumée à l'assèchement, que l'on doit attribuer le déficit remarquable de la séquence 1970-73.

Le fait de ne pas voir apparaître de façon significative la tendance à l'assèchement dans l'examen des chroniques pluviométriques ne revient cependant pas à nier catégoriquement l'existence de cette tendance.

Il serait, en effet, possible d'avancer plusieurs hypothèses qui pourraient expliquer l'absence d'une tendance perceptible dans les séries pluviométriques connues :

— Le climat présenterait une succession d'épisodes secs et humides ayant un aspect pseudo-cyclique avec une tendance générale à la diminution des apports pluviométriques. La chronique étudiée se situerait dans la partie « horizontale » d'un épisode sec (ou d'un épisode humide).

— L'évolution du climat serait caractérisée par la succession de longs épisodes stabilisés rompus par des épisodes à dégradation rapide. La chronique étudiée se situerait dans un des « paliers ».

— Ou bien, et cela semblerait l'explication la plus plausible dans le cas où l'on admettrait la tendance à l'assèchement, le gradient de cette variation serait trop faible pour apparaître nettement dans les limites des chroniques étudiées.

Les mécanismes générateurs des phénomènes météorologiques sont fort complexes et il n'est pas question de les exposer en détail. En simplifiant à l'extrême, nous rappellerons que la circulation atmosphérique générale puise son énergie dans le rayonnement solaire et la quasi-totalité de son alimentation à la surface des océans. Rien, actuellement, ne permet de mettre en évidence une détérioration générale et rapide des différents facteurs du mécanisme météorologique (rayonnement reçu, masses d'eau disponibles).

Là encore, l'état actuel de nos connaissances ne permet pas de tirer de conclusion définitive sur une tendance quelconque à l'assèchement.

Les problèmes d'interaction entre l'homme et son milieu sont à l'ordre du jour et, au passif déjà lourd du procès, il est tentant d'ajouter l'accusation de dégradation climatique.

L'altération des conditions climatiques se produirait au niveau de la basse atmosphère (augmentation du taux de gaz carbonique liée aux émissions industrielles, surconsommation d'oxygène due à l'extension des liaisons aériennes, etc) ou au niveau du sol (diminution des surfaces évaporatoires des océans due à l'extension rapide des risques liés aux transports de pétrole, destruction du tapis végétal...).

Dans les régions tropicales et sahéliennes, la destruction du couvert forestier est particulièrement mise en cause, et l'on voit souvent dans la reconstitution des forêts un moyen efficace de stabiliser ou de redresser la tendance présumée à l'assèchement du climat. Il suffit de constater la disproportion énorme entre les masses d'énergie mises en jeu dans la circulation atmosphérique générale et les surfaces extrêmement réduites (à l'échelle des zones climatiques) concernées par les destructions ou les réimplantations d'arbres, pour apprécier à ses justes proportions une action possible dans ce domaine. Ni en bien, ni en mal, il n'est possible actuellement de modifier, sinon de façon très ponctuelle les données relatives au climat, en particulier les précipitations. Les destructions ou les implantations des forêts, la construction de plans d'eau, les pluies provoquées, ne peuvent modifier que de façon très localisée (microclimat) les données d'une zone climatique et n'ont pour résultat que de modifier la répartition au sol d'une ressource pratiquement stabilisée.

Les constatations que nous venons de rappeler peuvent se résumer ainsi :

— à l'échelle des projets, c'est-à-dire à court et moyen terme, des modifications sensibles des données climatiques ne peuvent être mises en évidence ;

— la sécheresse 1970/73 est un événement rare mais qui se reproduira certainement sans qu'on puisse actuellement en prévoir l'échéance.

L'eau étant, en pays sahélien, une ressource distribuée avec parcimonie et de façon irrégulière, une politique réaliste de l'eau devra s'exercer dans deux directions :

— un inventaire aussi exhaustif que possible des ressources et de leur distribution : précipitations, nappes phréatiques, eaux de surface ;

— des plans d'aménagement rationnels visant à utiliser l'ensemble de la ressource : équipement des nappes, barrages régulateurs sur les cours d'eau, etc.

On ne perdra pas de vue que, face à une ressource limitée et irrégulière, une coordination devra être effectuée à chaque étape du développement entre la fourniture et la demande, faute de quoi la création ou l'extension de besoins à tendance croissante risquent de faire apparaître des déséquilibres critiques dont le rétablissement pourra être très onéreux ou même impossible.

Pluviométrie de la Mauritanie et du Sénégal
1970-1973 (en mm)

	1970	1971	1972	1973	Normale
Fderik	3	38	49	45	61
Atar	46	19	38	39	104
Akjoujt	206	6	31	50	105
Nouakchott	48	18	102	83	131
Boutilimit	123	79	46	42	184
Tidjikja	152	65	67	69	150
Nema	202	238	250	187	280
Boghe	251	146	112		310
Rosso	150	126	53	166	318
Aioun el-Atrouss ..	257	148	142	130	343
Kiffa	446	164	119	121	350
Saint-Louis	180	177	152	190	330
Dagana	175	315	80	222	330
Podor	255	137	110	154	340
Matam	281	431	175	207	535
Louga	241	300	156	216	420
Bakel	457	541	394	388	702
Dakar	177	367	117	286	576
Kaolack	477	850	480	459	780
Fatick	490	803	298	388	800
Tambacounda	537	988	632	724	900
Kédougou	1 087	1 179	972	1 092	1 300
Ziguinchor	1 398	1 099	942	1 284	1 547

BIBLIOGRAPHIE

- RODIER J. — Régimes hydrologiques de l'Afrique Noire à l'Ouest du Congo. Imprimé, ORSTOM, 1964.
- RODIER J. et ROCHE M. — La sécheresse actuelle en Afrique Tropicale. Paris, novembre 1973, *Bulletin A.I.S.H.*, n° IV, 1973.
- ROCHE M. — Sécheresse en Afrique de l'Ouest. *Technique et Développement*, n° 10, novembre-décembre 1973.
- ASECNA D.E.M. — Recherches de cycles dans les pluies annuelles de Dakar (1901-1972) et du Sénégal (1924-1972). Dakar, août 1973.
- TOUCHEBEUF de LUSSIGNY et Al. — Monographie hydrologique du Lac Tchad. Ronéotypée 3 tomes, ORSTOM, 1969.
- Documentation inédite de l'ORSTOM.