

LES FACTEURS CLIMATIQUES

I. *Le climat sahélien*

Le soleil, essentiel à la vie, conditionne un grand nombre de phénomènes terrestres, notamment le climat. Les régions intertropicales, frappées par les rayons verticaux du soleil, reçoivent un excédent d'énergie par rapport aux régions polaires frappées par les rayons obliques. Cet excédent d'énergie tend à gagner les régions à déficit d'énergie : c'est l'origine des circulations océaniques et atmosphériques. Pour l'atmosphère, l'équateur énergétique (ou météorologique) correspond à la ligne des basses pressions séparant les deux hémisphères. Pendant la saison de réchauffement de l'hémisphère nord (été boréal), l'équateur énergétique est repoussé vers le nord et, la surface de chauffe de l'hémisphère sud augmentant au détriment de celle de l'hémisphère nord, l'équilibre énergétique du globe peut être atteint.

Il est admis que les climats de la zone intertropicale sont réglés par la réunion de deux masses d'air et leurs déplacements au cours des saisons.

La première de ces masses d'air est sèche, continentale (zone anticyclonique du Sahara), et tend à s'étendre au sud vers l'Atlantique. Elle établit un mouvement d'air sec et frais de direction N.E.-S.O.

dans l'Afrique de l'Ouest. C'est l'alizé de l'hémisphère boréal, connu sous le nom d'harmattan.

La deuxième est d'origine océanique. Son extension dépend du développement de l'aire anticyclonique de Sainte-Hélène. C'est l'alizé de l'hémisphère austral ou mousson.

Ce courant d'air chaud et humide s'enfonce en biseau sous les masses d'air sec et frais en provenance du continent. La ligne de contact entre ces deux masses d'air est appelée front intertropical (FIT).

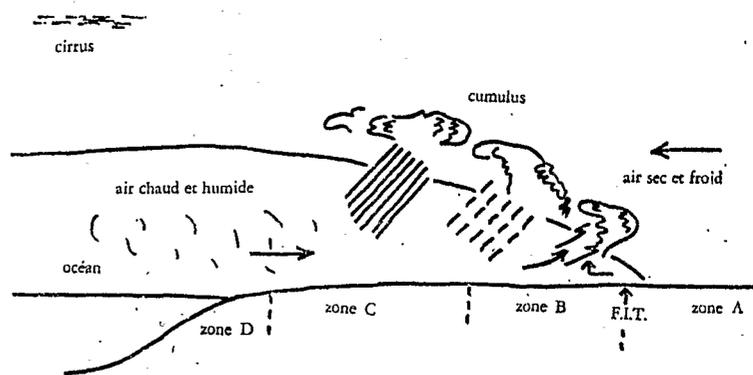
A partir de la trace au sol du FIT et le long de celui-ci vont se mettre en place quatre types de temps (cf. figure 1).

TYPES DE TEMPS LIÉS AU FRONT INTERTROPICAL

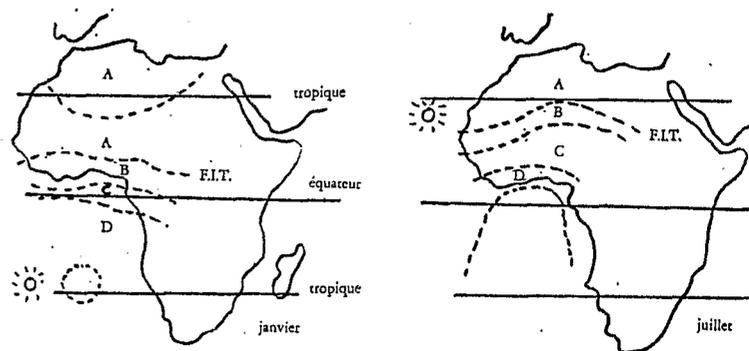
1. ZONE A : en avant du front, la zone A est sous l'influence directe de l'air sec et frais continental, les précipitations sont nulles.
2. ZONE B : située juste en arrière du front. Il s'y accumule au cours de la journée des masses d'air humide provenant de l'évaporation sur l'océan, et poussées vers le nord par les alizés. En fin de journée, l'évaporation diminuant, les courants d'air sec anticyclonique repoussent le front emprisonnant des masses d'air humide qui s'élèvent vers les couches supérieures froides pour y former des cumulus. A cette ascension rapide sont souvent liés des phénomènes orageux, entraînant des précipitations qui, le plus souvent, n'atteignent pas le sol, étant évaporées au cours de leur chute.
3. ZONE C : les cumulus formés le long du front sont repoussés vers le S.O. par le courant froid et sec dépendant de la zone anticyclonique. Ils se refroidissent progressivement, et sont à l'origine à 150 à 200 km en arrière du front de pluies abondantes.
4. ZONE D : les nuages sont de moins en moins abondants et se transforment en cirrus voilant le ciel en permanence. Les précipitations sont rares.

ZONES CLIMATIQUES DE LA RÉGION INTERTROPICALE

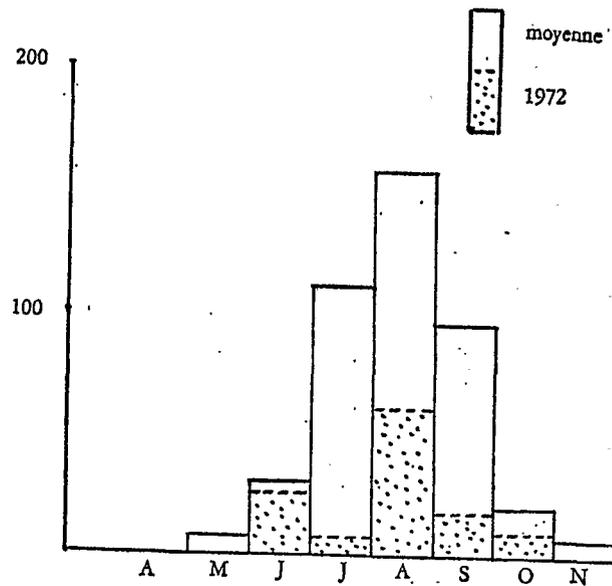
Le front intertropical se déplace en cours d'année suivant le mouvement de l'équateur énergétique lié au mouvement apparent du soleil lui-même. Les types de temps correspondants se déplacent en



1. TYPES DE TEMPS LIÉS AU FRONT INTERTROPICAL (d'après E. Bernus et G. Savonnet)

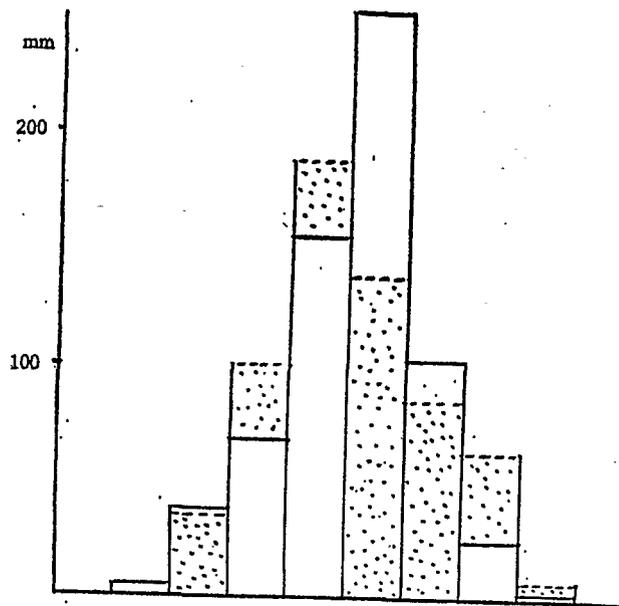


2. DÉPLACEMENTS DU FRONT INTERTROPICAL AU COURS DE L'ANNÉE (d'après E. Bernus et G. Savonnet)



KAEDI (Mauritanie)

moyenne annuelle 416 mm
1972 128 mm



N'DJAMENA (Tchad)

moyenne annuelle 647 mm
1972 599 mm

3. HAUTEURS DE PLUIES MENSUELLES

suivant le FIT, ainsi qu'on le montre sur la figure 2. Il en résulte la distinction possible entre quatre types de climats entre l'équateur et les tropiques, types de climats étroitement liés aux régimes des pluies.

1. LE CLIMAT ÉQUATORIAL : les pluies sont abondantes et régulièrement réparties, soit sur toute l'année, soit en deux saisons des pluies dans la zone subéquatoriale.
2. LE CLIMAT SOUDANIEN : comprend une saison sèche et une saison humide. Les chutes de pluies sont relativement fréquentes et régulières, elles ont lieu entre mai et octobre.
3. LE CLIMAT SAHÉLIEN : est caractérisé par une longue saison sèche (huit ou neuf mois). Les chutes de pluies sont plus rares et très souvent sous forme d'orages. Elles se répartissent entre le 15 juillet et le 15 septembre.
4. LE CLIMAT DÉSERTIQUE est très sec. Les pluies sont excessivement rares. Il n'y a plus lieu de parler de saison des pluies.

II. Climat normal et sécheresse

MESURE DES PLUIES OU PLUVIOMÉTRIE

Des pluviomètres ont été installés depuis plusieurs dizaines d'années ; ce sont des instruments qui permettent de mesurer les quantités d'eau reçues en chaque station, quantités qui sont exprimées en millimètres.

Les météorologistes ont l'habitude de faire les sommes des pluies reçues en chaque station d'observation, mois par mois, année par année, afin d'obtenir pour chaque station les hauteurs d'eau mensuelles et annuelles. En faisant les sommes des hauteurs mensuelles et annuelles après plusieurs années d'observations et en divisant ces sommes par le nombre d'années, ils obtiennent les hauteurs moyennes mensuelles et annuelles. Sur la figure 3 sont représentées les hauteurs moyennes mensuelles correspondant aux stations de Kaedi (Mauritanie) et de N'Djamena (Tchad). On remarque, comme il a été dit plus haut, que l'essentiel des pluies est concentré dans les trois mois de juillet, août et septembre.

VARIABILITÉ DU RÉGIME DES PLUIES

Les zones hachurées de la figure 3 représentent les hauteurs de précipitations pour l'année 1972. A Kaedi, il n'est tombé que 128 mm d'eau au lieu de 416 mm en année « normale », soit un déficit de 69 %, tous les mois étant déficitaires. A N'Djamena, les mois d'août et septembre sont déficitaires, les autres mois sont « normaux » ou excédentaires, et le déficit annuel est inférieur à 8 %. Ces constatations amènent deux remarques : d'une part, les variations d'une année à l'autre peuvent être énormes, ainsi que le montrent les hauteurs d'eau de Kaedi : la variabilité interannuelle est très forte dans ces régions, pour employer un langage de climatologue ; d'autre part, les variations peuvent être très fortes au cours d'une même saison des pluies d'une région à l'autre : de Kaedi à N'Djamena le déficit, pour 1972, passe de 69 à 8%.

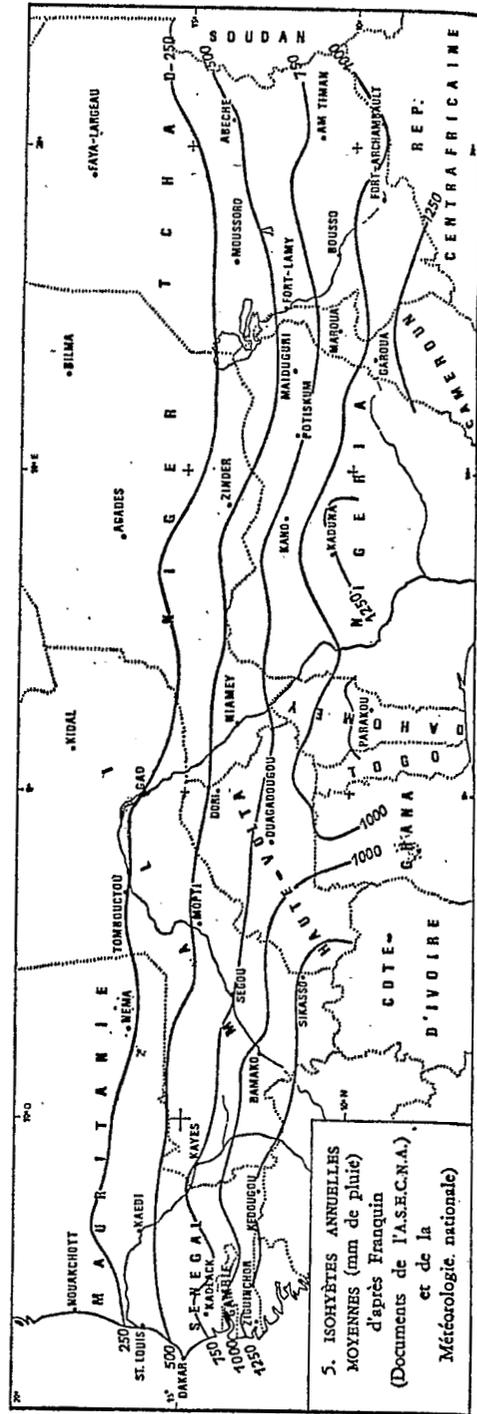
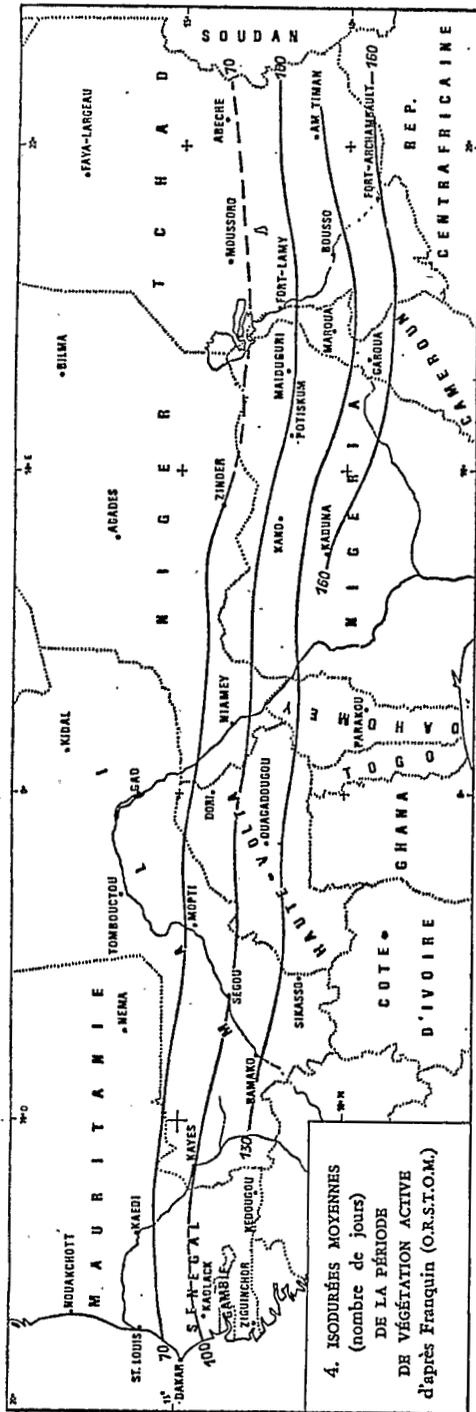
Ajoutons qu'il peut exister également de fortes variations d'un mois à l'autre, pour une même station, à l'intérieur d'un même hivernage. C'est ainsi qu'en 1966, à Dakar, la saison des pluies ne débutait véritablement que dans la deuxième quinzaine du mois d'août, soit avec plus d'un mois de retard. Les pluies devaient être surabondantes en septembre, et de ce fait la hauteur annuelle était supérieure à la moyenne. De telles variations peuvent être très graves pour l'agriculture dans le cas, par exemple, où le manque de précipitations se produit au moment même de la germination.

PLUIES ET VÉGÉTATION

Pluies et végétation sont évidemment liées. En considérant la durée de la végétation active, les botanistes constatent qu'elle dépend tout autant de la distribution des pluies dans le temps que de la quantité globale de ces pluies. En 1972 à Niamey (Niger), le déficit global des pluies est de 33 %, le déficit mensuel passe de 0 en juillet à 60 % en août : on constate que la durée de végétation active est de quinze jours au lieu de soixante-quinze jours (durée moyenne) ; le déficit en durée de végétation est donc de 80 %. Dans le tableau suivant (tableau I, dû au secrétariat d'Etat aux Affaires étrangères), les hauteurs d'eau mensuelles et annuelles, en moyenne et pour 1972, sont figurées ainsi que les durées de végétation correspondantes, et cela pour quatre stations : Niamey (chiffres cités plus haut), Kaedi, N'Djamena et Kaolack.

TABLEAU I. PLUVIOMÉTRIE ET DURÉE DE LA PÉRIODE DE VÉGÉTATION ACTIVE

	KAEDI Mauritanie		NIAMEY Niger		N'DJAMENA Tchad		KAOLACK Sénégal	
	1972	NORMALE	1972	NORMALE	1972	NORMALE	1972	NORMALE
	<i>en mm</i>		<i>en mm</i>		<i>en mm</i>		<i>en mm</i>	
Avril	—	2	11	3	—	5	—	—
Mai	—	3	16	24	34	36	—	8
Juin	27	29	55	79	96	65	82	61
Juillet	9	87	102	101	187	156	16	160
Août	60	166	82	206	137	257	164	295
Septembre	22	95	57	100	85	104	188	201
Octobre	10	20	16	21	60	23	40	64
Novembre	—	4	—	—	6	1	—	4
TOTAL	128	416	343	534	599	647	490	793
Période de végétation	<i>en jours</i>		<i>en jours</i>		<i>en jours</i>		<i>en jours</i>	
	—	40	15	75	65	80	55	100



En utilisant les moyennes annuelles, il est possible de dresser une carte des zones d'égale durée de végétation active. Les limites de ces zones sont les lignes d'égale durée moyenne, dites « isodurées ». Ces lignes sont à peu de chose près parallèles à celles d'égale hauteur annuelles moyennes, dites « isohyètes », ainsi qu'on peut le voir sur les figures 4 et 5. Les zones délimitées sont sensiblement parallèles à l'équateur.

Pour les climatologues, on l'a vu, le climat soudanien à pluies assez fréquentes se distingue du climat sahélien à saison sèche plus longue et pluies irrégulières. La première région correspondrait à la zone de 600-1 200 mm, la deuxième à la zone 200-600. On sait que la sécheresse de 1972 a affecté l'ensemble des régions comprises entre les isohyètes 1 000-1 100 et la limite sud du climat désertique (moins de 200 mm), et a imposé pour cet ensemble, dans le langage courant, le terme de Sahel. C'est cette nouvelle signification du terme de Sahel que l'on utilisera dans la suite de ce chapitre. Si l'on veut distinguer deux zones, on parlera simplement de zones nord et sud.

FLEUVES, LACS ET NAPPES DU SAHEL

Les fleuves sont alimentés par l'ensemble des eaux de surface de leur bassin, eaux provenant des pluies. Une partie des eaux pluviales ne reste pas en surface, mais alimente par infiltration les nappes souterraines. La part des eaux de surface qui constitue les fleuves est encore amoindrie par l'évaporation. Cette évaporation dépend essentiellement de l'énergie du rayonnement solaire, et les climatologues estiment cette évaporation constante dans le temps, à l'échelle de quelques dizaines d'années tout au moins. La quantité d'eau véhiculée par le fleuve, c'est-à-dire le débit, mesurée par exemple en mètres cubes seconde, doit donc être proportionnelle à la somme des pluies tombées précédemment sur le bassin. Ainsi la figure 6 montre les débits du Chari à N'Djamena : le maximum « normal » se situe fin octobre, il y a retard par rapport au maximum des pluies situé au mois d'août. Le maximum de l'année 1972-1973 est inférieur de plus de la moitié au maximum normal, et le maximum de 1973-1974 est encore très loin de la norme.

Des déficits dans les crues sont extrêmement préjudiciables à l'agriculture. D'ordinaire, à la suite de la saison des pluies, les fleuves sortent de leur lit, vallée assez encaissée dans laquelle ils s'écoulent en saison sèche, et s'étendent sur la plaine alluviale.

Les paysans pratiquent alors soit la culture du riz, soit — après la décrue — n'importe quel type de culture habituel à ces régions. Après la saison des pluies, les fleuves n'ont pas débordé de leur lit de saison sèche et aucune culture de riz ou de décrue n'a été possible hormis dans les rares centres d'agriculture équipés de motopompes. Pour la quasi-totalité des paysans, très nombreux en bordure des fleuves, c'est la catastrophe.

Dans les tableaux suivants (II et III), dus à M. Roche, sont groupées les données se rapportant à des fleuves de la région sud : Sénégal, Niger, Volta, Logone, Chari, Sanaga, Sangha et même Oubangui.

TABLEAU II. COMPARAISON DES DÉBITS MOYENS DE DIVERS FLEUVES TROPICAUX AFRICAINS

FLEUVE	Durée de la période (années)	Débit moyen annuel (m^3/s)	Débit moyen 1972 (m^3/s)	Déficit 1972 par rapport à la moyenne (%)
Sénégal à Bakel	68	764	264	65
Niger à Koulikoro	66	1 540	1 080	30
Volta noire	19	37	17	54
Niger à Niamey	44	1 010	647	36 ¹
Logone à Moundou	25	506	241	45
Chari à Fort-Lamy	37	1 280	578	55
Sanaga à Edéa	30	2 070	1 440	30
Sangha à Ouesso	22	1 800	1 270	30
Ouabi Schebelli	—	27	22	18

1. Valeur sous-estimée par suite du décalage de l'hydrogramme par rapport à Koulikoro.

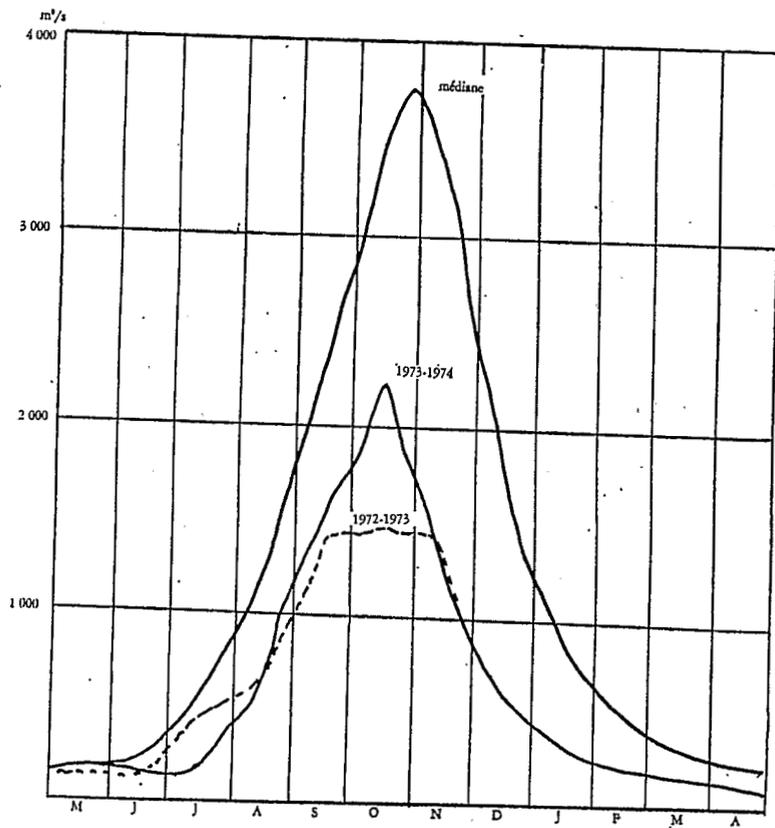
TABLEAU III. COMPARAISON DES DÉBITS MAXIMAUX POUR DIVERS FLEUVES TROPICAUX AFRICAINS

STATION	Durée de la période (en années)	Moyenne des maximums (m^3/s)	Maximum 1972 (m^3/s)
Sénégal à Bakel	68	4 770	1 430
Gambie à Goulombo		790	117
Niger à Koulikoro	66	6 260	3 680
Niger à Niamey	36	1 860	1 550
Volta noire à Nwokuy	14	105	49
Chari à Fort-Lamy	37	3 540	1 430
Logone à Moundou	24	2 550	964
Oubangui à Bangui	60	10 500	9 200 ¹
Ouabi Schebelli à Malca Uacana	6	150	106

1. Fréquence sensiblement décennale.

Dans le tableau II, on voit que le déficit du débit moyen est pour 1972 égal ou supérieur à 30 % (sauf pour l'Ouabi Schebelli situé en Ethiopie). Dans la première colonne figure la durée de la période, il s'agit de ce que les hydrologues appellent la période de retour, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui sépare deux phénomènes d'amplitude égale ou très voisine, dans notre cas deux débits moyens annuels très bas.

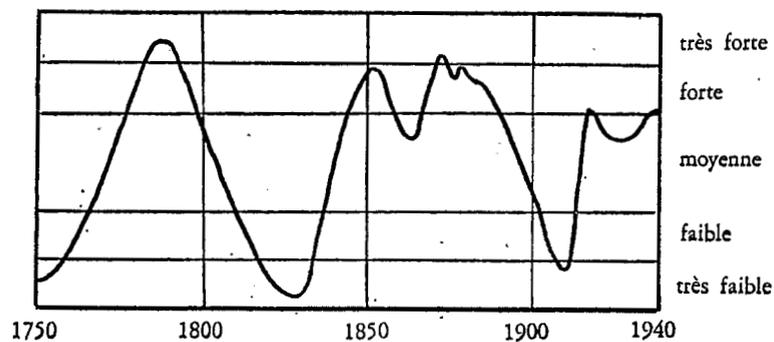
Dans le tableau III sont données les valeurs du débit maximal pour l'année 1972. Ces valeurs sont très faibles par rapport à la moyenne du maxima, et la période de retour est en général la même



6. LE CHARI À N'DJAMENA

Service hydrologique O.R.S.T.O.M.

PLUVIOSITÉ



7. VARIATIONS SCHEMATIQUES DE LA PLUVIOSITÉ EN AFRIQUE CENTRALE (d'après le G^{al} TILHO, *Le Tchad et la Capture du Logone par le Niger*, 1947)

que pour les débits moyens, sauf pour le Niger à Niamey (trente-six au lieu de quarante-quatre ans).

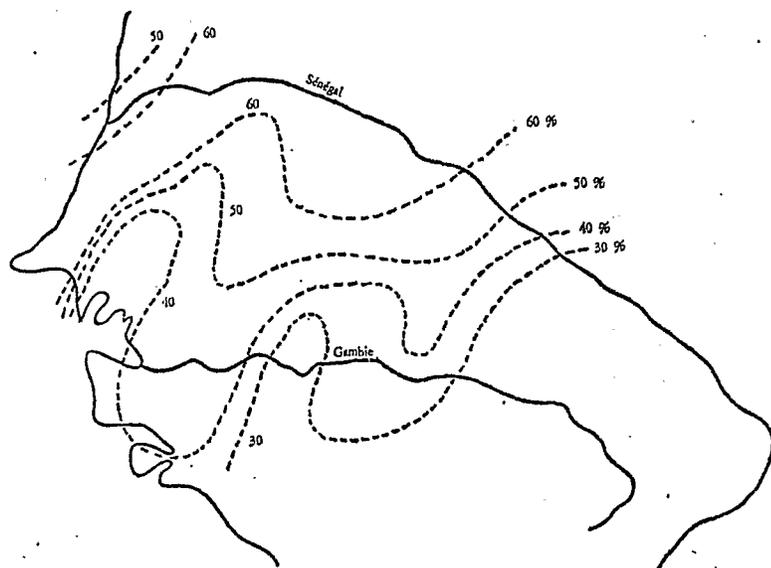
Les valeurs minimales des débits au cours de la saison sèche qui a suivi (premiers mois de 1973) sont extraordinairement faibles. Des jaugeages systématiques ont été entrepris à cette période, et les chiffres sont éloquentes ; laissons la parole à l'hydrologue M. Roche :

« Le Sénégal, dans son cours inférieur, ne s'est pas asséché, mais le débit minimal a été de 250 l/s à Bakel au lieu de 2,3 m³/s (valeur médiane). Le Niger supérieur, à Koulikoro, a présenté en 1973 un débit minimal de 16 m³/s, la moyenne étant voisine de 45 m³/s. A Niamey, la situation était beaucoup plus grave, puisque le minimum a été de 2,5 m³/s pour une moyenne de 75 m³/s. »

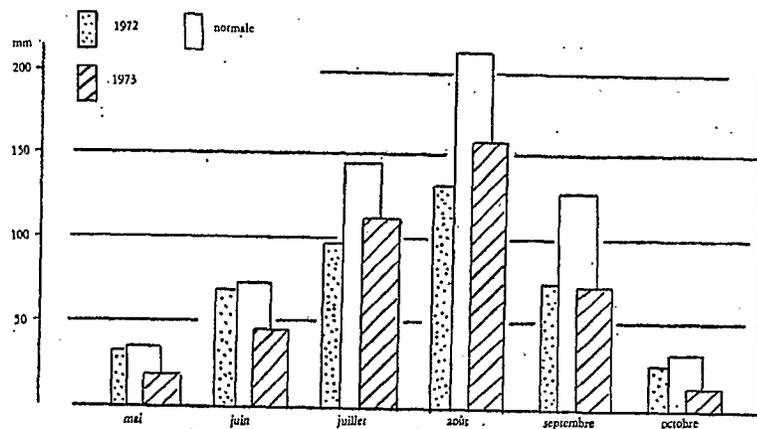
Lorsque l'on parle de lac dans ces régions, on pense d'abord au lac Tchad. C'est une énorme étendue d'eau, très peu profonde, alimentée essentiellement au sud par le Chari. Nous avons vu sur la figure 6 que les crues de 1972-1973 du Chari étaient très largement inférieures à la moyenne. La Grande Barrière, sorte de barrage naturel, qui était très largement submergée il y a dix ans, séparait nettement la partie nord de la partie sud du lac Tchad à la fin de 1972, tout comme il y a soixante ans. D'autres sécheresses ont précédé celle-ci dans cette région, et, sur la base de chroniques orales, l'explorateur Tilho a pu établir le schéma de l'évolution du niveau du lac Tchad, qui correspond grossièrement à l'évolution moyenne des pluies dans le temps pour cette région (figure 7).

Dernier type de ressource en eau, les nappes souterraines, qui sont de diverses sortes. Les unes, les nappes alluviales, sont reliées directement au réseau hydrographique de surface dont elles constituent une sorte de prolongement souterrain. D'autres sont très localisées, il s'agit surtout des nappes situées dans les terrains non sédimentaires, dans la roche, disent les géologues. D'autres, enfin, sont présentes sur de grandes étendues dans les terrains sédimentaires perméables et peuvent être très profondes. C'est ainsi qu'au Sénégal l'une de ces nappes est présente dans les deux tiers de la surface du pays.

Ces nappes peuvent être ou ne pas être alimentées par les eaux de pluies. Les hydrogéologues (comme A. Martin) considèrent qu'au nord de l'isohyète 400 mm l'alimentation des nappes ne peut être assurée par les pluies. Certaines nappes, même au sud de cette limite, peuvent ne pas être alimentées par les eaux de pluies actuelles, ce sont les nappes fossiles. Elles sont situées en profondeur



8. 1972 : DÉFICIT DES PLUIES AU SÉNÉGAL
en pourcentages par rapport à la moyenne (d'après Vittori)



9. MOYENNES DES HAUTEURS ANNUELLES SUR 21 STATIONS
(d'après Sahel-Soudano Rainfall)

dans des terrains perméables qui au cours des âges géologiques ont été alimentés en eau, mais qui, par suite de circonstances diverses, se trouvent actuellement hors des circuits possibles d'infiltration des eaux. Ces deux types de nappes doivent donc être exploités comme des « gisements miniers », selon les propres termes du géologue. Jusqu'à présent les nappes profondes n'ont pas été surexploitées. La situation est beaucoup plus précaire pour certains villages dont les ressources en eau sont fournies par des nappes de roche très localisées. Dans bien des cas au cours de l'année 1973 de graves carences sont apparues, entraînant parfois la migration des villageois vers le sud.

LA SÉCHERESSE DE 1972 ET LES PRÉCÉDENTES SÉCHERESSES

Nous avons abondamment fait référence à la sécheresse de 1972 dans les pages qui précèdent. Il n'est pas inutile de revenir sur certains points.

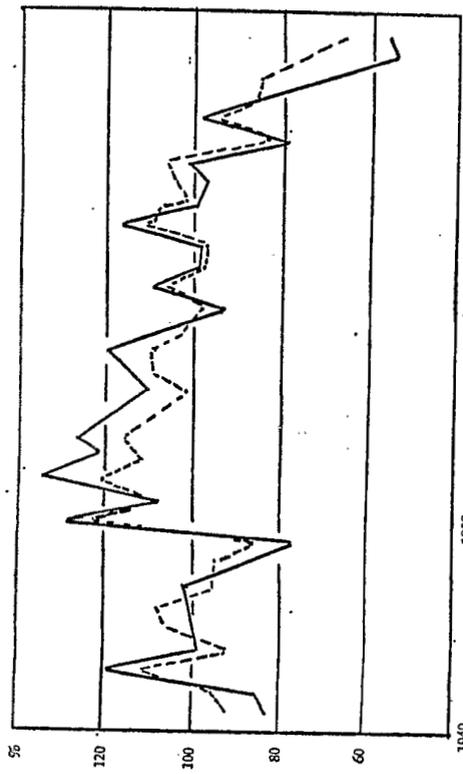
Mises à part certaines régions, de dimensions très réduites, au Tchad ou en Haute-Volta, la sécheresse a affecté toute la région sahélienne du Sénégal à l'Éthiopie, et elle fait partie d'un phénomène mondial pour ces latitudes : Brésil et Inde ont été touchés.

Elle a été encore plus sévère pour la région nord du Sahel que pour la région sud, ainsi qu'en témoigne la figure 8 où l'on voit que la zone à déficit maximum (plus de 60 %) coïncide avec le nord du Sénégal.

On parle surtout de l'année 1972, mais la saison des pluies de 1973 n'a guère été meilleure, ainsi qu'on le voit sur la figure 9 : les pluies de juillet et août 1973 sont à peine supérieures à celles de 1972, et nous avons vu que la crue du Chari était très faible aussi en 1973.

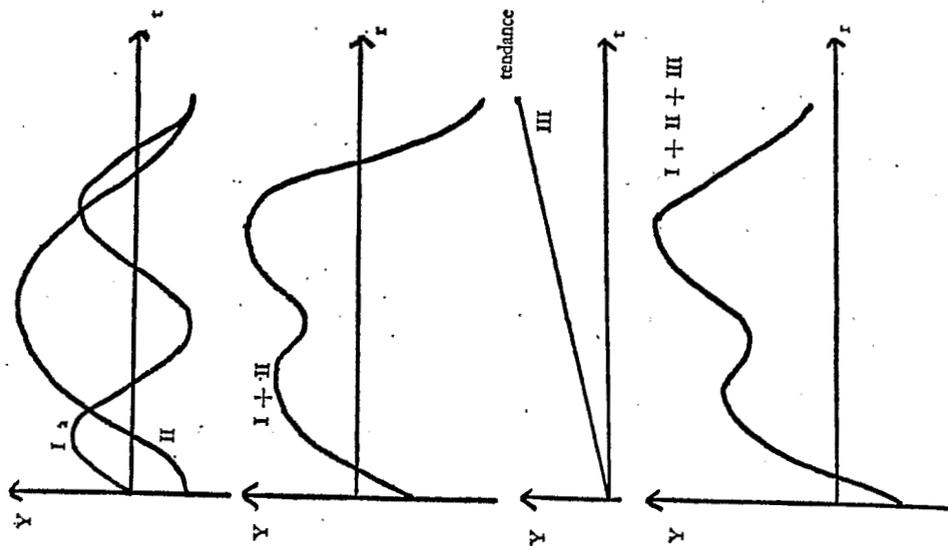
Les années 1970 et 1971 doivent être aussi considérées comme des années sèches : on voit sur la figure 10 que, ces années-là, il n'est tombé que 80 % des pluies normales annuelles (calculées en moyenne sur vingt et une stations), et pour ces années encore la région nord (en traits pleins) est davantage affectée par la sécheresse que la région sud (en pointillés).

On voit également sur cette figure que cette série sèche fait suite à une série d'années à pluies abondantes depuis 1950 jusqu'à 1965. Pendant ces années, pâturages et troupeaux ont été en forte



10. MOYENNES DES PLUIES SUR 21 STATIONS (1941-1973)

— zone nord
 ---- zone sud (Sahel-Soudano Rainfall)



11. FONCTIONS PÉRIODIQUES ET TENDANCES

expansion, surtout en zone nord, les productions agricoles allèrent croissant et, pour certains produits, c'étaient des années « records ». La sécheresse aura été d'autant plus durement ressentie.

Cette sécheresse est-elle vraiment exceptionnelle? La réponse est à la fois non et oui. Non, car nous voyons sur cette figure 10 que les années 1940 ont été aussi très sèches, nous savons que d'autres périodes ont été aussi sèches dans un passé récent, comme 1926-1930 et 1913 — année encore plus sèche dans certaines régions que 1972 —, et nous avons vu sur la figure 7 que d'autres périodes de sécheresse ont jalonné les siècles passés. Oui, cette sécheresse est exceptionnelle par son extension géographique, par l'ampleur des régions atteintes plus encore que par son caractère d'extrême sévérité.

La question, essentielle, que l'on doit se poser est celle-ci : peut-on prévoir les futures sécheresses?

PRÉVISION DES SÉCHERESSES

Remarquons que les services météorologiques pratiquent de façon courante les prévisions climatiques à très court terme (la journée ou quelques jours). Ces prévisions sont basées sur les observations des jours précédents et sur la connaissance des lois qui régissent la circulation atmosphérique.

Le problème se pose de la même manière pour la prévision à long terme : de la connaissance des événements climatiques passés, est-il possible de dégager des lois permettant de prévoir les variations futures? Beaucoup de scientifiques ont recherché dans les événements climatiques passés des cycles et des tendances (un phénomène cyclique se reproduit à intervalles de temps égaux, appelés périodes, la tendance est une évolution lente, régulière, allant toujours dans le même sens). Des exemples de variations cycliques et de tendances ont été dessinés en figure 11, soit seuls, soit additionnés : le dernier schéma est un « mélange cycles-tendances ». Remarquons tout de suite que les lignes reliant les quantités annuelles de pluie de la figure 10 forment un dessin beaucoup plus heurté et irrégulier que celui de cette figure 11, correspondant à des cas théoriques. On ne distingue pas, à l'œil tout au moins, l'existence de cycles ou tendances dans le régime de ces précipitations de la figure 10. Cela ne veut pas dire qu'ils n'existent pas, mais il faut recourir à des méthodes mathématiques pour les mettre en évidence.

Le météorologiste J.-M. Giraud a recherché des cycles dans les pluies annuelles de Dakar et d'autres stations de ces régions, par la méthode de l'analyse spectrale. Les résultats sont négatifs : aucun cycle ne peut être distingué — il faut noter que cette méthode ne permet pas de faire d'estimations sûres pour des cycles de trop longue période, ceux dont la période dépasserait le dixième de la durée étudiée ; cette durée étant de soixante-dix ans pour Dakar, cinquante ans pour les autres stations, des phénomènes de période supérieure à cinq à sept ans doivent être étudiés par d'autres méthodes.

Pour disposer de séries plus longues, force est de recourir à d'autres données qui ne sont pas chiffrées, comme celles de la figure 7. Une fois encore l'étude de ces variations ne permet pas de conclure à l'existence de cycles : l'aspect régulier de la courbe de cette figure ne doit pas faire illusion, il est dû à l'auteur qui relie, en lissant les points extrêmes de sa courbe, les points qui correspondent aux grandes pluies et aux grandes sécheresses, seules retenues par la mémoire de la collectivité.

Ces méthodes de recherche de cycles échouent peut-être parce qu'elles sont appliquées à des données trop localisées. Les variations du climat à l'échelle du globe sont également étudiées en corrélation avec l'activité corpusculaire du soleil ou avec son énergie thermique.

Les cycles de l'activité corpusculaire solaire sont assez bien connus, surtout celui de onze ans, et ont été mis en évidence sur des séries de l'ordre du siècle ; mais la corrélation entre ces phénomènes et les variations climatiques observées à l'échelle du globe n'est pas établie avec certitude.

L'énergie thermique reçue par la terre n'est mesurée avec quelque précision que depuis une centaine d'années et semble peu varier pendant ce laps de temps. Pour certains astronomes, elle varierait par suite de mouvements relatifs terre-soleil, selon des cycles de très longue période (le millier d'années ou davantage). A cette échelle, ce sont les géologues et les géophysiciens qui peuvent estimer les variations climatiques. Différentes phases climatiques ont été mises en évidence : phase sèche qui débute vers 4 500 ans avant l'époque actuelle, oscillations vers 4 500 à 8 000 ans, phase humide entre 8 000 et 12 000 ans. Ces différentes phases pourraient coïncider avec des variations énergétiques interprétables par l'astronomie. Si cela était vrai, on pourrait dire qu'à ces échelles de temps, activité énergétique solaire et pluviosité sont liées.

Peut-on extrapoler ces relations à l'échelle de quelques dizaines d'années ? Cela n'est pas sûr. Et, si cela était, on n'aurait fait que déplacer le problème : l'énergie thermique n'est pas mieux connue que la pluviosité, et, comme aucun mouvement astronomique ne peut expliquer les variations climatiques du dernier siècle, le problème reste entier ; d'ailleurs, la tendance au réchauffement global de la terre — corrélative, pour certains, à la sécheresse en zone tropicale — a certainement été surestimée, et rien ne permet de dire qu'elle persistera.

Autres questions : quel est le rôle de l'homme sur les variations climatiques, que ce soit par sa contribution au réchauffement dû aux pertes d'énergie des zones industrielles ou par l'émission de poussières et aérosols divers pouvant jouer éventuellement sur l'évaporation ? Il n'y a pas de réponse sûre actuellement. Quelle est l'action de l'homme sur le plan local, dans le Sahel ? On entend trop souvent dire que le déboisement est une des causes de la sécheresse. Cette opinion est absolument fautive et résulte, en partie, de ce que l'on confond désertification et sécheresse. Il est évident que l'action de l'homme est très importante dans la désertification, qu'elle soit positive ou négative, qu'elle ajoute à la désertification ou qu'elle la combatte, mais cette action sort du cadre de ce chapitre.

Les variations climatiques sont quelquefois explicables *a posteriori*, mais elles apparaissent encore souvent aléatoires ; on les constate beaucoup plus qu'on ne les explique, et il est impossible de les prévoir.

novembre 1974