

Février 1969

## MEMOIRE DE LA COMMISSION

M<sup>r</sup>  
J. MOIR

Conseiller Scientifique à l'Electricité de France (CEFC)  
Chef du Service Hydrologique de l'Office de la Recherche  
Scientifique et Technique Inter-IEA

Dans un pays dont les principales caractéristiques de géographie physique ne sont pas homogènes, la description générale des régimes des cours d'eau se heurte à la difficulté suivante :

Toute rivière de quelque importance est alimentée par des régions naturelles différentes correspondant à des régimes hydrologiques différents, de sorte que les caractéristiques de débit d'un fleuve particulier ne peuvent être que une image assez grossière des lois qui régissent les variations de débit correspondant à un régime donné. C'est pourquoi, dans la description ci-dessous, nous analysons d'abord les caractéristiques de l'écoulement indépendamment des grands cours d'eau du pays pour chaque grande région naturelle et nous adaptons l'écoulement :

- Facteurs conditionnels des débits.
- Régimes hydrologiques observés en Côte d'Ivoire.
- Caractéristiques hydrologiques des principaux cours d'eau.

La seconde partie publiquera quel serait le régime pour des cours d'eau dont le bassin ne dépasserait pas quelques milliers de km<sup>2</sup>, ainsi que la répartition des caractéristiques des cours d'eau naturels dans un bon nombre présente un régime hydrologique mixte.

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° : 33345, ex 1

Cote : B

71021

Facteurs conditionnels

Les principaux facteurs conditionnels sont les précipitations, l'évaporation, la nature du sol, la couverture végétale ; la pente dont l'influence n'est pas négligeable n'intervient qu'en montagne, soit sur une très faible partie de la COÛTE d'IVOIRE.

L'influence des précipitations est nettement prépondérante, en première approximation, les régimes hydrologiques correspondent aux régimes pluvioisométriques.

Les conditions pluvioisométriques varient assez largement sur toute l'étendue du pays. Tout d'abord du Nord au Sud, on peut suivre toutes les phases du passage du régime tropical à une seule saison des pluies à la frontière septentrionale au régime équatorial à deux saisons des pluies sur la côte sans que ces régimes présentent jamais le schéma typique du régime tropical pur avec longues saisons rigoureusement sèches au Nord et du régime équatorial pur au Sud avec deux saisons sèches et deux saisons des pluies à peu près idéales. Ce dernier régime ne se rencontre qu'au Sud du SÉNÉGAL, au GAMBIE et au CONGO.

La hauteur de précipitations annuelle tend à croître du Nord au Sud de 1200 à 1600 mm mais, comme nous allons le voir, le schéma des isohyètes annuelles est complexe ; en outre, les variations de forme du diagramme annuel sont beaucoup plus importantes pour l'établissement que celles du montant total annuel ; la concentration des pluies en une seule saison conduit à un volume annuel de débits nettement plus élevé que lorsqu'elles sont réparties sur deux périodes de 2 ans. On entrevoit donc deux premiers régimes : le régime tropical de transition au Nord, le régime équatorial de transition au Sud.

La carte pluvioisométrique ci-jointe montre que pour la zone méridionale de la COÛTE d'IVOIRE, les courbes d'isohyètes dessinent un V qui suit à peu près le V basculé de la limite de la forêt, le tracé de cette limite résulte-t-il directement des conditions pluvioisométriques ou les précipitations sont-elles sensiblement influencées par la forêt ? Nous nous garderons bien de porter un jugement sur ce point. Plus au Nord, la partie occidentale de la COÛTE d'IVOIRE, relativement montagneuse est assez bien arrosée alors que l'Est présente au contraire un creux pluvioisométrique, ce qui conduira à deux nouvelles variantes des régimes hydrologiques : le régime équatorial de transition atténué à l'Est, le régime de montagne à l'Ouest.

En plus de la carte des précipitations annuelles, nous reproduisons ci-après un tableau des hauteurs de précipitations mensuelles extrait d'une étude de 1960, de MM. GILBERT et SINGOUAN, Hydrologues du I'ORSTOM, note à laquelle nous ferons de larges emprunts par la suite.

Répartition mensuelle des hauteurs de précipitations (en mm)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<u>Région équatoriale de transition</u>												
- AUDOUAN	39	42	115	155	355	595	126	30	55	199	187	109
- SASSO	53	48	88	124	416	588	156	83	221	308	195	145
- SASSIERA	33	24	74	114	295	511	157	29	40	100	112	67
<u>Région équatoriale de transition africaine</u>												
- DEMBOUO	16	46	123	151	182	184	95	60	130	150	61	19
- NONDOUNOU	15	43	74	121	169	166	30	64	186	177	51	17
- VOUMBI	22	56	139	155	173	215	107	100	220	191	120	54
<u>Région équatoriale de transition</u>												
- SASSIERA	3	19	47	91	140	150	136	209	251	212	92	110
- GILBERT	2	24	39	75	110	170	209	263	292	152	54	10
<u>Région de montagne</u>												
- DANANS	24	50	127	171	190	205	247	247	400	317	75	25
- IAN	16	57	116	159	159	214	207	250	320	170	56	22

Ce tableau met en évidence les variations saisonnières des précipitations avec les différences d'importance des saisons sèches et des saisons des pluies suivant les diverses régions. On notera que, même sur des montagnes, les parties saisonnières sèches de région équatoriale de transition sont bien marquées.

Pour compléter les données relatives aux précipitations annuelles, donnons une idée de leur variabilité d'une année à l'autre.

Si on avait une bande côtière d'une dizaine de kilomètres, on peut ajuster aux précipitations annuelles observées une distribution de RAYLEIGH III (légerement dissymétrique), on pourrait même utiliser une distribution normale, comme on l'a fait pendant longtemps. Le coefficient d'irrégularité interannuelle  $K_1$ , rapport des précipitations sèches et humides, n'est pas très élevé : entre 1,45 et 1,80 ; il en résulte que dès que la hauteur de précipitations annuelle atteint l'évapotranspiration potentielle, l'irrégularité temporelle des débits moyens annuels devient assez faible.

La nature des précipitations journalières a une influence très sensible sur le régime des petits cours d'eau, les fortes intensités pluviométriques conduisent à des coefficients de ruissellement élevés et à des pointes de crues brutales.

On peut classer la plupart des avarces en deux types distincts (voir diagramme ci-contre) :

1°) des avarces orageuses, avec ou sans petite avarce préliminaire, un "corps" à forte intensité (parfois plus de 120 ou même 150 mm/h) et une traîne à faible intensité. Ce type d'avarce s'observe au début et à la fin de la saison des pluies, il précède très largement au Nord de la CÔTE d'IVOIRE. Cette circonstance, jointe au fait que la couverture végétale est moins dense, est de nature à produire, sur les très petits cours d'eau, des crues plus fortes qu'au Sud;

2°) des avarces à caractère continu durant plusieurs heures avec des intensités maximales de 40 à 50 mm/h. Ce genre de pluie prédomine au Sud de la CÔTE d'IVOIRE.

Des études statistiques ont été effectuées pour l'estimation des avarces de fréquences rares, elles ont conduit à admettre que la distribution des avarces journalières pourrait être assimilée à une loi de RAYLEIGH III tronquée. Avec ce genre de relation, on arrive à la conclusion que l'avarce se dépense ou épuise une fois tous les dix ans en moyenne présentait une hauteur variant faiblement avec la hauteur de précipitations annuelle : on trouve 115 mm/24 heures au Nord, correspondant à l'isohyète annuelle 1200 mm ; 125 mm/24 heures pour l'isohyète 1600 mm ; 130 mm/24 heures pour l'isohyète 2000 mm. Les avarces centennales présentent des hauteurs en 24 heures variant de 140 à 200 mm. Sur la littoral, le régime des avarces est différent, les pluies décaennales sont plus fortes : 300 à 350 mm/24 heures.

L'évaporation, en desséchant la sol et en absorbant entre les diverses l'humidité qui recouvre les feuilles, joue un rôle très important ; mesurée sur bac évaporatoire (type Colorado enterré) elle varie de 1000 mm à 2000 mm/an, le maximum étant observé dans les régions septentrionales les moins arrosées, le minimum dans les régions forestières du Sud ou de l'Ouest, où les précipitations sont les plus abondantes.

L'évapotranspiration potentielle d'un couvert végétal (gazon), bien exposé naturellement ou artificiellement toute l'année, est un peu différente de ces chiffres, elle doit varier entre 1700 mm (d'après MILIN) et peut-être 2400 mm. Ces chiffres sont assez peu différents de ceux qui représenteraient les pertes en eau d'un réservoir de très grandes dimensions (entre 1700 et 1800 mm).

Les pertes réelles par évapotranspiration sont plus faibles que l'évapotranspiration potentielle, comme on le verra plus loin, mais on retiendra cependant le fait que les pertes par évaporation sont considérables.

L'influence du sol n'est pas très sensible sur les grands bassins ; en effet, pour-oi présentent des groupements assez peu différents de sol de diverses perméabilités et, en plus, les sols perméables constitués généralement par le matériel d'alluviation ne supportent entre des sols imperméables une fois saturés par les premières pluies de la saison. On notera cependant qu'à une certaine limite, les sols perméables de la boucle du SACO et les sables tertiaires du Sud conduisent à des particularités marquées ; dans la boucle du SACO qui en plus est une zone peu favorisée par les pluies, les débits moyens annuels sont relativement faibles et les crues très exceptionnelles ; l'écoulement peut même être nul en année très sèche, comme en 1950.

Les sables tertiaires sont dans une région où les pluies sont beaucoup plus abondantes et fréquentes ; l'eau infiltrée, au lieu de s'évaporer quelques heures après l'averse, arrive à constituer des nappes, d'où un débit permanent assez important. En général, sur les petits bassins situés en dehors de ces deux zones, si le matériel d'alluviation est assez épais, relativement perméable et si la hauteur de précipitations annuelle n'est pas trop faible, il se constitue des réserves donnant lieu à des débits d'étiage non nuls, mais ceci n'est pas si certain qu'on pourrait le croire. Des sols très imperméables tels ceux de MILIN, peuvent donner lieu à un coefficient de ruissellement élevé et à de fortes crues, mais ceci ne peut être observé que sur de petits bassins.

De façon générale, le relief n'est pas très marqué, mais sur les petits et très petits bassins versants de l'Est de la GON d'IVOIRE, il conduit à des crues assez violentes, malgré l'existence couverts forestiers.

On distingue deux types principaux de couvert végétal : la savane boisée plus ou moins dense au Nord, la forêt au Sud et à l'Est. Dans ces deux zones, la superficie occupée par les cultures n'est pas négligeable, surtout dans des régions comme celle de BAHIGO où les terres cultivées présentent des crues nettement plus fortes que les terrains de savane boisée.

L'influence de la forêt est assez difficile à mettre en évidence car à un couvert végétal forestier correspond un type de sol plus perméable que les sols de savane et il est malaisé de savoir si l'atténuation bien nette des débits de crue est due plutôt à la couverture végétale qu'au type de sol. Avec la forêt, à hauteur de précipitations égale et toutes autres conditions restant les mêmes par ailleurs, le débit moyen annuel tend à diminuer, les crues aux petits bassins sont beaucoup plus faibles.

Régimes hydrologiques

Et nous mettons à part toutes singularités hydrologiques locales dues à des conditions particulières de pente, de perméabilité du sol et de densité de végétation sur de faibles superficies, on peut distinguer quatre régimes hydrologiques principaux :

a) Le régime hivernal de l'Amérique s'étend à la partie septentrionale de la zone d'étude, et plus particulièrement au Nord de la ligne 50°N ; ce régime est très comparable à celui que l'on observe dans les régions voisines de la République Tchèque, de la Suède ou du Chili, ou en certaines régions du Canada ou du Groenland, mais la comparaison se limite aux régions recevant entre 1000 et 1500 mm de pluie par an. Pour les bassins de plus de 1000 km<sup>2</sup>, le régime comporte une crue unique assez longue, les mois de plus hautes eaux étant Août, Septembre, Octobre. Il y a un débit d'un caractère assez rapide en Novembre et Décembre, avec une période de très hautes eaux (le Janvier à Mai) ; le débit tend à baisser sur les grands bassins et surtout sur les petits cours d'eau (c. les rivières proviennent de neiges d'altitude ou de fonte).

Les précipitations hivernales de la zone provoquent une remontée irrégulière qui débute en Mai et dure jusqu'en Juin avant les grandes crues d'été, Septembre et Octobre.

Le débit moyen annuel revient à 1 km<sup>2</sup> varie entre 5 et 15 l/s.km<sup>2</sup>, il croît comme la hauteur de précipitations du Sud-Est au Nord-Ouest. La pente, plus forte également au Nord-Ouest, joue un rôle favorable. On notera que les chiffres trouvés dans cette région sont voisins de ceux observés dans les régions équivalentes voisines. La répartition temporelle de ces valeurs est sensiblement générale (voir graphique ci-joint : ANNEXE à 301-306). L'irrégularité interannuelle provient des valeurs pas trop élevées, le rapport des valeurs consécutives est en moyenne, en, varie de 2,2 à 4.

Le maximum annuel est compris entre 35 et 50 l/s.km<sup>2</sup> pour des bassins de plus de 5 000 km<sup>2</sup>. Et pour un bassin donné il y a une corrélation évidente entre le maximum d'une année et le maximum d'une autre année, on ne peut pas dire qu'un bassin dont le débit moyen annuel est plus élevé que celui des autres bassins présente un débit maximum plus élevé, tout dépend du type de sol, de roches hydrographiques, de la pente, etc... Pour de très petits bassins, les écarts sont beaucoup plus élevés; pour le caractère type de 25 km<sup>2</sup>, le débit de crue annuelle varie entre 100 l/s.km<sup>2</sup> pour faibles pentes, sol perméable, souvent rapide en crue d'été, à 2000 km<sup>2</sup> dans la région de 50°N et les bassins sont entièrement alimentés avec des neiges restées.



Sur la zone d'altitude qui donne une idée des zones climatologiques, il est bon d'analyser aussi pour la zone annuelle, le cas de zones d'été dont le budget annuel dépasse quelques dizaines de l/m<sup>2</sup> et le cas des basses terres de 25 l/m<sup>2</sup>. Dans le cas d'zones petites basses, les valeurs les plus caractéristiques varient entre 40 et 120 l/m<sup>2</sup>, chiffre tout à fait crucial en régime tropical de transition. Sur les très petites basses, l'influence de la pluie est très importante avec celle de la nature du sol et de la couverture végétale ; les valeurs caractéristiques sont généralement atteintes dans la région de MARIKÉ avec 3 000 l/m<sup>2</sup> les valeurs minimales en régime semi aride, glaciaire et periglaciaire devant être de 60 à 70 l/m<sup>2</sup>.

Sur d'autres grands basses, les débits d'évaporation sont assez faibles, leur valeur caractéristique varie entre 0 et 1 l/m<sup>2</sup>. Sur les très petites basses, les variations sont plus importantes : et les méthodes d'évaluation qui recourent la pluie en place sont assez faibles et periglaciaires, le débit d'évaporation caractéristique peut atteindre 7 à 8 l/m<sup>2</sup> dans des cas extrêmes, en climat tempéré. Les courbes de l'évaporation sont assez nettes, elles peuvent être représentées par la relation classique :

$$Q_e = Q_0 e^{-\alpha (t - t_0)}$$

$Q_0$  est le débit à l'instant  $t_0$

$Q_e$  est le débit à l'instant  $t$

$\alpha$  varie de 0,025 à 0,05 pour des basses pas trop petites ( $\frac{1}{\alpha}$  varie de 45 jours à 90 jours).

Le coefficient d'évaporation, différent entre la hauteur de précipitation annuelle en mm et la zone d'eau évaporée est compris entre 1 000 et 1 200 mm, il croît avec la hauteur annuelle de précipitation.

Les transports solides varient beaucoup pour un type de sol donné avec le type de couverture végétale et les types culturels ; sur les grands cours d'eau, la turbidité moyenne dépasse souvent 50 g/l.

b) Régime hydrologique de transition. Il est caractérisé sur la partie occidentale de la zone d'été, en fait de la ligne MARIKÉ - MARIKÉ - MARIKÉ. Cette zone est caractérisée par la pluie, à part quelques petites zones d'été telle celle de MARIKÉ. Elle implique une assez dégradée, la forêt continue à jouer son rôle protecteur. En général, le sol est très peu couvert. La hauteur des précipitations annuelle est assez forte.



Les hydrogrammes annuels montrent deux périodes de hautes eaux : l'une en Juin-Juillet, l'autre en Octobre-Novembre ; en général, c'est la première qui donne lieu aux crues les plus fortes. De fin Décembre à Mars, le niveau s'abaisse et s'élève avec des débits spécifiques faibles sauf à l'est de l'Ouest, mais l'écoulement reste permanent.

Une seconde période de hautes eaux avait été remarquée dans les années précédentes que la première a lieu en Juin-Juillet, c'est l'inégalité des deux saisons des pluies et surtout des deux saisons d'évaporation qui conditionne la différence essentielle avec le régime équatorial pur.

Les modules varient dans une large mesure avec la hauteur de précipitations annuelle, ils sont les plus faibles à l'Ouest d'AFRIQUE avec 2,5 l/s.km<sup>2</sup>, ils croissent vers l'Est où ils atteignent peut-être 8 à 9 l/s.km<sup>2</sup> à la frontière et surtout vers l'Ouest où des valeurs maximales de 10 l/s.km<sup>2</sup> ne paraissent pas impossibles; mais en réalité ce fait, sans correspondre à première vue, qu'au centre de cette zone les modules spécifiques sont inférieurs à ceux qui sont observés au Nord de la CÔTE D'IVOIRE.

Les valeurs maximales journalières des débits sont également très variables, elles sont les plus basses, mais beaucoup moins que les débits moyens annuels ; ils varient de 30 l/s.km<sup>2</sup> dans la zone la moins arrosée à peut-être 60 l/s.km<sup>2</sup> à l'extrémité occidentale de la zone considérée. A hauteur de précipitation annuelle égale, ces débits spécifiques sont un peu moins élevés qu'ils ne le seraient en Europe. Si on considère les petites bassins (25 km<sup>2</sup>), le débit spécifique de crue crête avec l'imprévisibilité liée au sol de 150 l/s.km<sup>2</sup> (villes tropicales) à 1 000 l/s.km<sup>2</sup> (terres anglaises imprévisibles) ces chiffres correspondent à des crues un peu plus fortes que pour le régime méditerranéen, ce fait est dû aux petites bassins d'influence méditerranéens de la forêt.

Cette influence est encore plus nette pour les crues de fréquence éphémère dont le débit spécifique varie de 350 à 500 l/s.km<sup>2</sup>, dans la même condition. Sur des bassins de plusieurs milliers de km<sup>2</sup>, le débit de crue éphémère varie entre 40 et 110 l/s.km<sup>2</sup>.

La seconde saison des pluies se traduit par une période de tarissement dont la durée est souvent favorable pour de petites crues tardives. L'écoulement est toujours permanent, et le bassin déverse quelques km<sup>2</sup>. Dans le cas général, le débit d'étiage caractéristique varie entre 0,10 (sur les bassins les moins arrosés) et 1 l/s.km<sup>2</sup> sur les bassins de l'Ouest. Sur les bassins tropicaux, le débit d'étiage peut atteindre 15 l/s.km<sup>2</sup>. De façon générale, ces débits sont nettement supérieurs à ceux du régime tropical de

transitions, mais moins qu'on aurait pu le penser a priori.

Le déficit d'écoulement est proche de la valeur normale absolue : 1500 à 2000 mm, c'est logique puisque la durée des périodes sèches est très courte.

Sur les bassins naturels, les transports solides sont insignifiants, il n'en est plus de même pour de vastes surfaces cultivées avec des moyens mécaniques, mais là tout dépend des particularités anti-érosives.

c) Région frontalière de transition atlantique : c'est la région comprise entre les lignes MOULINS - TOURS et SAINT-DENIS - SOISSONS, à l'Est de la ligne TOURNAI - SOISSONS. Cette région très peu accidentée est couverte par la merne, sauf au Sud-Est et au Sud-Ouest où domine la forêt. Au Nord, le régime est pratiquement apparenté au régime tropical de transition.

Les caractéristiques de ce régime sont intermédiaires entre celles des deux régimes précédents, mais la plus faible hauteur de précipitations moyennes annuelles introduit une aridité générale plus faible et une forte irrégularité interannuelle. On retrouve des caractéristiques très voisines de celles de certaines zones d'ouest du RUSSO et du SAINT-PIERRE. Les deux périodes de crues annuelles sont moins nettement séparées par la petite saison sèche, très souvent la crue la plus forte est celle de septembre-Octobre, sans que cela soit une règle et surtout la saison sèche s'allonge très sérieusement jusqu'à atteindre 5 mois. Débits moyens annuels et débits d'étiage sont faibles ou très faibles.

En général, le module annuel est compris entre 2 et 4 l/c.km<sup>2</sup>, donc nettement inférieur aux modules du régime tropical de transition. Dans le cas particulièrement défavorable de la boucle du SAINT-DENIS - SOISSONS qui cumule tout ce qui peut entraver l'écoulement : forte, répartition des précipitations sur deux saisons bien séparées, précipitations annuelles voisines de 1100 mm, sol poreux mais sans roches, pente faible : on trouve des modules de 0,5 l/c.km<sup>2</sup>. En crue déficitaire (1950) il n'y a pas eu d'écoulement du tout.

Irrégularité interannuelle est forte, les valeurs les plus courantes du rapport R<sub>1</sub> des débits sec et humide, sont comprises entre 4 et 8. Sur petite échelle, on peut trouver beaucoup plus, dans la boucle du SAINT-DENIS - SOISSONS, il n'est pas impossible de trouver des valeurs de l'ordre de 100 puisque en crue très sèche, on a observé des écoulements annuels nuls sur plusieurs dizaines de km<sup>2</sup> (1).

Le déficit de crue annuelle correspond également aux valeurs minimales en SAINT-DENIS - SOISSONS : sur les grands bassins, il varie entre 10 et 35 l/c.km<sup>2</sup> ; sur les petits bassins, on observe des valeurs assez comparables à celles du régime tropical de transition, notons encore une fois les valeurs très faibles de la boucle du SAINT-DENIS - SOISSONS : 150 l/c.km<sup>2</sup> pour 35 km<sup>2</sup>.

(1) Période de retour de 20 à 50ans.

Les crues décaimales sur grands bassins sont plus faibles qu'en régime tropical de transition, elles présentent des débits spécifiques compris entre 20 et 50 l/s.km<sup>2</sup>, mais il est bon, pour les applications, de conserver une certaine prudence : la courbe de distribution temporelle des débits de crue est assez déséquilibrée et il est fort probable que pour des fréquences cinquantennaires par exemple, on retrouve les mêmes débits spécifiques qu'en régime tropical de transition, comme l'ont montré les courbes de crue du DUKHIST. Pour les très petits bassins, pas de différence sensible avec le régime tropical de transition, sauf bien entendu si la couverture végétale est forestière.

Les décharges sont particulièrement abondantes : en règle générale, il y a des sources. Les grands bassins ont de très faibles débits (inférieurs par exemple à 0,05 l/s.km<sup>2</sup>), ainsi que les petits bassins comportant des sources, ce qui est rare.

Le déficit d'écoulement varie de 1000 à 1500 mm, suivant la hauteur de précipitation annuelle.

3) Le régime de montagne. Ce régime concerne le sud-ouest de la Côte d'Ivoire (dans les régions de DAN, DANANE, TOUSSOU, DAI, à l'exception de la bande littorale).

Le relief est assez vigoureux et les précipitations abondantes, la petite saison sèche tréfiante particulièrement plus, comme dans le sud-ouest du CAMBODGE qui présente des conditions semblables.

Les hautes eaux durent d'Avril à Octobre, le maximum se produit en Septembre, comme dans le régime tropical de transition. Moins, elles et elles ont généralement des débits spécifiques élevés. Sur les petits bassins, les crues sont cependant atténuées par la forêt qui recouvre toute la zone montagneuse, les crues sont à l'état naturel. Cette région de CÔTE D'IVOIRE présente peu de problèmes d'approvisionnement en eau, contrairement à celles qui "suffoquent" du régime pré-déclat.

Le module spécifique annuel doit varier de 15 à 30 l/s.km<sup>2</sup>, il est assez régulier, le rapport des débits sec et humide est compris entre 2 et 4.

Pour d'assez grands bassins, le maximum annuel est compris entre 60 et peut-être 100 l/s.km<sup>2</sup>. Sur les très petits bassins, l'infirmité de la pente est compensée par celle de l'épaisseur couverture végétale, il ne semble pas que pour 25 km<sup>2</sup> la crue annuelle puisse dépasser 1500 l/s.km<sup>2</sup>, sauf bien entendu si on coupe "à blanc" la forêt.

Les crises démentielles sont un peu plus fortes : 90 à 150 l/a.ms<sup>2</sup> pour plus de 5000 km<sup>2</sup>, mais elles n'atteignent jamais de la crue annuelle qu'on ne pourrait le constater.

Les débits d'étiage sont assez constants en général : 0,4 à 2 l/a.ms<sup>2</sup>. Or, pour toutes les régions équatoriales, abondamment arrosées, le déficit d'écoulement est proche du maximum : 100 à 300 mm.

Caractéristiques hydrologiques des principaux cours d'eau

Dans ce qui précède, nous avons passé en revue les caractères des régions hydrologiques des différentes régions naturelles. Ils présentent une certaine utilité pour les petits et moyens cours d'eau dont tout le bassin est situé dans une même région naturelle. Par contre, il est moins facile de les exploiter pour les grands bassins naturels dont chacun ressortit à plusieurs régions. C'est pourquoi il a paru nécessaire de présenter ci-après les caractéristiques hydrologiques des principaux cours d'eau de la Côte d'Ivoire.

Ceux-ci peuvent être rangés en trois catégories :

- 1°) Quatre fleuves principaux, de l'Ouest à l'Est : le CAVALE, le SASSAOUA, le BANOUA, le COUFI, celui-ci prenant sa source en République Voltaïque.
- 2°) Les petits fleuves côtiers dont le plus important est la SEA.
- 3°) Les affluents du NIEMI (BOUKE, BARON, SEKOUA) et de la VOUFA Noire (BOUHA).

Dans ce qui suit, nous ne parlerons que des cours d'eau de la première catégorie qui, tous, présentent un régime hydrologique mixte.

Les fleuves côtiers ont un régime équatorial de transition, celui-ci présentant comme on l'a vu plus haut, des caractéristiques assez différentes de l'Ouest à l'Est du littoral.

Les affluents du NIEMI, au Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire, sont à classer parmi les cours d'eau à régime tropical de transition.

Le NIEMI, affluent de la VOUFA Noire, draine un bassin assez pénible au Nord-Est de la Côte d'Ivoire. On peut, à la rigueur, classer son régime dans la catégorie régime équatorial de transition atténué, bien que la tendance équatoriale soit assez peu marquée.

Le CAVALE prend sa source en GUINÉE vers 600 m d'altitude. Son bassin versant couvre 30 000 km<sup>2</sup> à l'embranchure, dont 15 000 en territoire ivoirien. Sa direction générale est Nord-Sud, comme les fleuves suivants, et sa pente est relativement forte pour un fleuve de l'Afrique de l'Ouest. Plus de la moitié du bassin est en régime de montagne; la partie aval est soumise au régime équatorial de transition. Ses diverses caractéristiques donnent une impression générale d'abondance, mais les débits sont moins élevés qu'on ne l'avait espéré au début des études.

A TAI, station la plus importante (13 750 km<sup>2</sup>), le module annuel est de 234 m<sup>3</sup>/s, soit 16,3 l/s.km<sup>2</sup>, ce qui, en valeur absolue, n'a rien d'exceptionnel, il n'est pas trop irrégulier avec un coefficient K<sub>3</sub> = 2,4. Le maximum annuel à TAI est de 800 m<sup>3</sup>/s, il atteint 1250 m<sup>3</sup>/s tous les 10 ans en moyenne, ces valeurs sont comparables à celles observées en GUINEE forestière, mais elles sont nettement plus faibles. Le débit d'étiage est de 13 m<sup>3</sup>/s. Il est probable qu'à TAI, à l'existence aval du bassin, les débits spécifiques sont tous un peu plus élevés, la partie aval du bassin étant particulièrement favorisée par les pluies.

Le SASSANDRA prend également sa source en GUINEE, près de BEYLA. A l'embouchure, il draine un bassin de 75 000 km<sup>2</sup>. Il reçoit en rive droite, deux affluents importants : le BAFINE et le NDO ; en rive gauche, le DAVO, tout près de l'embouchure. Sa pente moyenne est très inférieure à celle du SASSANDRA, cependant il présente plusieurs séries de rapides.

La majeure partie des eaux d'eau du bassin est soumise au régime tropical de transition, l'est au régime de montagne, le Sud au régime équatorial de transition. La station de SOUREL serait assez représentative, malheureusement, elle n'est pas encore assez ancienne pour fournir des résultats stables. GUSSEBO qui contrôle 35 000 km<sup>2</sup> et GHICLO sur le NDO (6 400 km<sup>2</sup>) peuvent donner une idée du régime. Le module annuel à GUSSEBO est de 313 m<sup>3</sup>/s, à GHICLO, il est de 20 m<sup>3</sup>/s. A SOUREL, pour 62 000 km<sup>2</sup>, il serait un peu supérieur à 500 m<sup>3</sup>/s, soit les 2/3 du module du SASSANDRA. La crue annuelle se produit en Septembre-Octobre, elle atteint un maximum qui, en moyenne, est de 1500 m<sup>3</sup>/s à GUSSEBO, 400 m<sup>3</sup>/s à GHICLO, soit de l'ordre de 2000 m<sup>3</sup>/s à SOUREL. Les crues exceptionnelles ne sont pas très différentes des crues annuelles puisque la crue décennale est de 1700 m<sup>3</sup>/s à GUSSEBO, 620 m<sup>3</sup>/s à GHICLO. Malgré l'apport des montagnes, les étiages ne sont pas très élevés : 38 m<sup>3</sup>/s à GUSSEBO, 2,6 m<sup>3</sup>/s à GHICLO. Il est très probable que les étiages spécifiques croissent à l'aval de ces deux stations.

Le BANIWA est le plus grand fleuve de COCOTÉ (GUINEE) par l'importance de son bassin : 97 500 km<sup>2</sup> à son entrée dans la lagune. Ce bassin est situé entièrement en COCOTÉ (GUINEE). Il reçoit deux affluents importants : le NARANON ou NARANON rouge sur sa rive droite et le NDI sur sa rive gauche. A l'aval du confluent du NDI, il ne reçoit pratiquement plus d'affluents. La pente générale est faible, dans son cours aval vers NIASSALE, on trouve cependant une série de rapides. La très faible pente dans la partie centrale du bassin est favorable à la création d'une grande robarre : celle qui sera créée par le barrage de KOSOU.

Le régime hydrologique est une combinaison des régimes tropicaux de transition (haut-NARANON, haut-BANIWA) et équatorial de transition atténué (cours du bassin, NDI), l'influence du régime équatorial de transition est nulle.



L'abondance spécifique du BAMBANA est plus faible que celle des deux cours d'eau précédents et il est plus irrégulier. Les stations de BRINCO sur le BAMBANA et du NEI à ZIENOA qui contrôlent respectivement 60 200 et 23 150 km<sup>2</sup>, donnent un aperçu d'ensemble du régime. Le module annuel est de 100 m<sup>3</sup>/s à BRINCO et de 97 m<sup>3</sup>/s à ZIENOA. Le BAMBANA en arrivant en lagune débite donc sensiblement 400 m<sup>3</sup>/s, soit nettement moins que le SASSAIDIA. Le crue annuelle débite 1900 m<sup>3</sup>/s, à l'aval du confluent du NEI, à peu près autant que le SASSAIDIA, mais l'étiage est seulement d'un domaine de m<sup>3</sup>/s.

La crue décaennale est de 2 200 m<sup>3</sup>/s à BRINCO, 750 m<sup>3</sup>/s à ZIENOA, soit peut-être 2700 m<sup>3</sup>/s à l'aval du NEI, elle est probablement plus forte que sur le SASSAIDIA, ceci tient à un régime plus irrégulier et à la très faible importance des zones forestières sur le bassin du BAMBANA.

Le COUPE prend sa source en République Voltaïque, son cours s'étend sur 1160 km<sup>2</sup> ; c'est le plus long fleuve de la COUPE d'IVOIRE, mais son bassin est très étroit et il ne reçoit aucun affluent vraiment important, c'est pourquoi la superficie de son bassin est nettement inférieure à celle du BAMBANA, il ne couvre que 78 000 km<sup>2</sup>. La pente générale est faible, cependant, près de la source le COUPE présente d'assez belles cascades et vers l'embouchure aval entre BELLIS et SALAMIASSE, on note une zone de rapides totalisant 30 à 40 m de dénivellation sur quelques kilomètres.

L'influence tropicale de transition due à la partie voltaïque du bassin est assez sensible. L'influence équatoriale de transition, atténuée ou non, se marque bien par quelques crues secondaires de Mai à Juillet, mais on fait il n'y a qu'une seule période de hautes eaux avec une pointe de crue assez aigüe entre fin Septembre et début Octobre. La station la plus caractéristique est ANIASSIE qui contrôle 55 % de bassin. Le module à ANIASSIE est de 250 m<sup>3</sup>/s correspondant à 2,9 l/s.km<sup>2</sup> ; le coefficient K<sub>2</sub> d'irrégularité interannuelle est égal à 2,9 ; à son arrivée à l'Océan, la COUPE doit déborder environ 500 m<sup>3</sup>/s, soit sûrement moins que le CAVIEN, malgré un bassin beaucoup plus grand.

Le maximum annuel à ANIASSIE est en moyenne de 1500 m<sup>3</sup>/s, pour l'ensemble du bassin. À l'extrémité aval il doit être voisin de 2 000 m<sup>3</sup>/s. La crue décaennale à ANIASSIE est de 2090 m<sup>3</sup>/s. Les étiages sont assez faibles : 5,6 m<sup>3</sup>/s à ANIASSIE, peut-être 8 m<sup>3</sup>/s à l'estuaire. La période de basses eaux est bien marquée malgré la faible latitude d'ANIASSIE.



Sur l'ensemble de son territoire, la COTE d'IVOIRE bénéficie d'apports en eau considérables : entre 65 et 70 milliards de m<sup>3</sup> (évaluation récente de M. HELLINER), soit nettement plus que le volume annuel reculé par le NIGER à KOULEKHO (47 milliards de m<sup>3</sup>), mais les régimes sont assez différents d'un point à l'autre du pays et l'irrégularité saisonnière est grande même : les régimes les plus favorables nécessitent une régularisation saisonnière pour beaucoup d'usages. Ceci est une nécessité absolue pour le régime fluvial de transition attendu. En certaines zones, comme la boucle du OMOA, le problème de l'alimentation en eau pose des problèmes difficiles : beaucoup plus difficiles que pour la majeure partie des régions semi-arides classiques où il est rare de trouver des bassins où l'écoulement annuel peut être mis comme aux ILES. Ceci est aggravé par le fait que les ressources en eaux souterraines ne vont pas plus abondantes dans les zones sèches : tout est dépendant par le sol et par la végétation. Si l'on met à part le Sud-Ouest du pays, il apparaît bien que la structure de la végétation ne doit pas faire illusion sur la valeur réelle des ressources en eau.