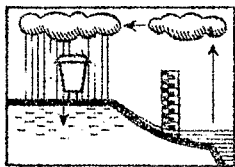
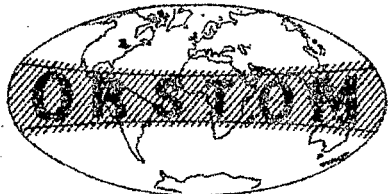


République de COTE D'IVOIRE

Ministère des Travaux Publics
Direction Générale des Travaux Publics
Sous-Direction de l'Hydraulique
Division Hydrologie



Office de la Recherche Scientifique et Technique
Outre-Mer

Centre O.R.S.T.O.M. d'Adiopodoumé

ESTIMATION DU BILAN HYDRIQUE EN COTE D'IVOIRE

par

M. MOLINIER

Ingénieur Hydrologue

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

N° : 33086, ex 1

Cote : 8

Septembre 1968

CETTE NOTE SOMMAIRE FAIT SUITE A UNE DEMANDE
DE LA DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE CONCERNANT LE BILAN
HYDRIQUE GLOBAL EN COTE D'IVOIRE.-

Note au sujet des abréviations utilisées dans la suite de ce rapport.

1 - Tableau de Pluviométrie

S Superficie en Km^2
V Volume météorique exprimé en milliards de m^3
P Pluviométrie moyenne en mm.

2 - Tableau de l'Écoulement

S Superficie en Km^2
E lame d'eau écoulée en mm
Qs Débit spécifique en litre/seconde par Km^2 .

3 - Tableau de l'Évaporation

V_E Volume évaporé exprimé en milliards de m^3
 H_E lame d'eau évaporée en mm.

4 - Tableau de Bilan Hydrique

V Volume météorique exprimé en milliards de m^3
P Pluviométrie moyenne en mm
 V_R Volume ruisselé en milliards de m^3
 H_R lame d'eau ruisselé en mm
 V_E Volume évaporé exprimé en milliards de m^3
 H_E lame d'eau évaporée en millimètres
 V_p Volume des pertes (transpiration, infiltration etc...) en milliards de m^3
H lame d'eau correspondant aux pertes en mm.

5 - Tableau du Bilan Hydrologique

V Volume météorique moyen exprimé en milliards de m^3
P Hauteur pluviométrique moyenne en mm
Q Volume écoulé en milliards de m^3
E lame d'eau écoulée en mm
 V_D Volume correspondant au déficit d'écoulement, exprimé en milliards de m^3
D Déficit d'écoulement exprimé en mm.

1 - INTRODUCTION

Les diverses données que nous possédons ne permettent pas de prétendre à une grande précision. En effet, tous les termes du bilan ne sont pas encore parfaitement connus.

Si l'estimation de la pluviométrie est assez bonne, il n'en est pas de même pour le ruissellement. Il n'existe, par exemple aucune courbe de tarage suffisamment précise à l'exécutoire des bassins versants pour permettre d'évaluer le volume total écoulé dans la mer. Mais le problème le plus délicat reste celui de l'estimation de l'évapotranspiration réelle.

Les résultats obtenus ne sont donc qu'approximatifs et ne peuvent donner qu'un ordre de grandeur.

2 - DIFFERENTES REGIONS ETUDIEES

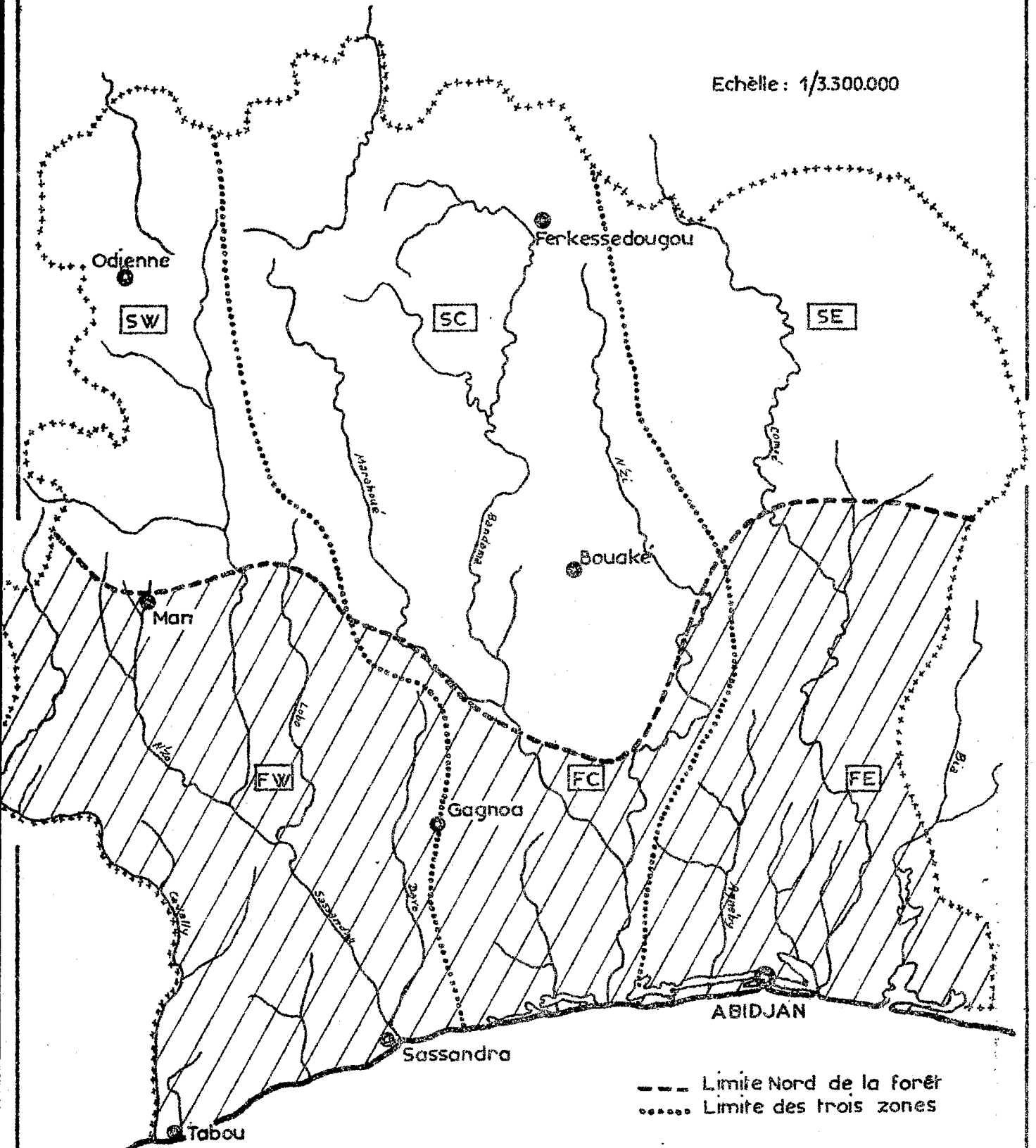
La Côte d'Ivoire est située dans la zone de transition entre les 2 domaines climatiques tropicaux et équatoriaux. On distingue donc deux régions principales : la région des forêts au sud et la région de la savane au Nord.

Les quatre grands fleuves Cavally, Sassandra, Bandama et Comoé présentent des régimes hydrologiques complexes influencés par des conditions climatiques différentes et par des bassins versants également très diversifiés. Il semble donc logique, pour effectuer le bilan hydrique de la Côte d'Ivoire, de diviser ces deux grandes régions en plusieurs sous-régions, faisant intervenir chaque bassin versant séparément.

Le territoire de la Côte d'Ivoire sera donc divisé en 6 zones :

FORET :	Région de la Comoé	Zone	FE
	Région du Bandama	"	FC
	Région du Sassandra - Cavally	"	FW
SAVANE :	Région de la Comoé	Zone	SE
	Région du Bandama	"	SC
	Région du Sassandra	"	SW

Echelle : 1/3.300.000



--- Limite Nord de la forêt
..... Limite des trois zones

3 - PLUVIOMETRIE

La pluviométrie moyenne est calculée d'après les données publiées par l'ASECNA.

	Superficie (Km ²)	P moyenne mm	Volume (10 ⁹ m ³)
FE	49 280	1491	73,5
FC	29 190	1468	42,9
FW	69 490	1742	121,1
Total Forêt	147 960	1605	237,5
SE	45 950	1155	53,0
SC	91 460	1308	119,7
SW	34 630	1478	51,2
Total Savane	172 040	1302	223,9
Total C.I.	320 000	1442	461,4

Dans ce tableau le volume exprimé au milliards de m³, correspond à l'apport météorique sur chaque région et sur l'ensemble du territoire de Côte d'Ivoire.

4 - ECOULEMENT

Pour le calcul du volume écoulé nous avons considéré les 3 années suivantes 1963, 1964 et 1965. La pluviométrie de 1963 est nettement excédentaire alors que celle de 1964 et 1965 est légèrement déficitaire. La moyenne de ces trois années donne une hauteur de 1440 mm, c'est-à-dire pratiquement la même hauteur que l'année moyenne (1442) ce choix est donc satisfaisant.

Le calcul exact de ruissellement étant impossible à effectuer, ne sont pris en considération que les valeurs d'écoulement des quatre fleuves principaux.

Il suffit donc de rechercher le débit spécifique Q_s , correspondant à chaque bassin versant partiel en forêt et en savane et d'extrapoler pour avoir une approximation du volume écoulé dans chaque zone.

FORET

FLEUVE	STATION	Surf.B.V. (Km ²)	E (mm)	Q_s (l/s Km ²)
Sassandra	Soubré	33 200	207	6,55
CAVALLY	TAI	13 750	498	15,8
BANDAMA	TIASSALE	26 550	81	2,58
COMOE	ANIASSUE	17 500	107	3,39

SAVANE

FLEUVE	STATION	Surf.B.V. (Km ²)	E (mm)	Q_s (l/s Km ²)
SASSANDRA	SEMIEN	28 800	333	10,54
BANDAMA	DUYBO	32 200	231	7,32
MARAHOUÉ	BOUAFLE	19 800	213	6,76
N'ZI	M'BAHIKRO	15 700	153	4,85
COMOE	SEREBOU	49 000	192	6,10

REPARTITION PAR ZONE

	Snff. (Km ²)	Volume écou- lé (10 ⁹ m ³)	E (mm)	Qs ₂ : l/s Km ²
FE	49 280	5,3	107	3,39
FC	29 190	2,4	81	2,58
FW	69 490	20,3	292	9,27
Total Forêt	147 960	28,0	189	5,99
SE	45 950	8,8	192	6,10
SC	91 460	19,0	208	6,58
SW	34 630	11,5	332	10,54
Total Savane	172 040	39,3	229	7,25
Total C.I.	320 000	67,3	221	6,68

Ces résultats ont été obtenus en prenant la moyenne des 3 années 1963, 1964 et 1965. Or le volume écoulé peut varier d'une manière sensible d'une année à l'autre. Ainsi en 1963 il s'est écoulé 87,8 milliards de m³, alors qu'en 1964 il ne s'est écoulé que 59,7 milliards de m³ (60,5 en 1965).

De même les débits spécifiques subissent des variations assez importantes. Par exemple on a 10 l/s Km² en 1963 pour la Sassandra entre Siémen et Soubré, mais seulement 3,8 l/s Km² en 1965.

Le coefficient d'écoulement étant à peu près constant (15 % pour la Côte d'Ivoire), le volume écoulé est une fonction directe de la pluviométrie. Si nous prenons l'année 1967, très déficitaire au point de vue pluviométrie, nous constatons que le volume écoulé est seulement d'environ 50 milliards de m³.

5 - EVAPORATION

Ce terme est assez mal connu. Seuls quelques bacs colorado sont implantés en Côte d'Ivoire. Pour connaître l'évaporation d'une grande retenue il faut appliquer aux mesures relevées, un coefficient de réduction assez empirique. Le coefficient varie de 0,80 à 1,00 en Côte d'Ivoire suivant que l'on se trouve en savane ou en forêt.

Le tableau ci-dessous donne le volume approximatif évaporé.

	V_E Volume évaporé (10^9 m^3)	H_E Hauteur évaporée (mm)
FE	62,1	1260
FC	32,9	1126
FW	86,0	1238
Total forêt	181,0	1213
SE	69,1	1504
SC	132,5	1450
SW	51,4	1480
Total Savane	253,0	1470
Total C.I.	434,0	1350

6 - BILAN HYDRIQUE GLOBAL

Nous donnons dans le tableau ci-dessous le bilan hydrique compte-tenu des résultats trouvés précédemment. Ce bilan peut s'écrire :

$$P = Q + ET_R + I$$

formule dans laquelle

- P : pluviométrie exprimée en millimètres
- Q : Ruissellement exprimé en millimètres
- ET_R : Evapotranspiration réelle exprimé en millimètres
- I : Infiltration exprimé en millimètres.

Le terme ET_R n'est pas connu. Seule l'évaporation a pu être calculée, d'une manière très approchée d'ailleurs.

De plus sur une année moyenne d'infiltration I doit être nulle. En effet, sur une période d'observation de longue durée, la variation des réserves est nulle ou du moins négligeable.

Nous écrivons donc l'équation du bilan

$$P = Q + E + V_p$$

V_p étant un terme en global tout ce qui n'a pu être évalué, comme la transpiration, les pertes, etc...

	Pluviométrie	Ruissellement	Evaporation						
	$V \cdot 10^9 \text{ m}^3$	P mm	$V_R \cdot 10^9 \text{ m}^3$	H_R mm	$V_E \cdot 10^9 \text{ m}^3$	H_E mm	$V_p \cdot 10^9 \text{ m}^3$	H mm	
FE	73,5	1491	5,3	107	620,7	3260	6,0	124	
FC	42,9	1468	2,4	81	32,9	1126	7,6	261	
FW	121,1	1742	20,3	292	86,0	1238	14,8	212	
Total Forêt	237,5	1605	28,0	189	181,0	1213	28,5	203	
SE	53,0	1155	8,8	192	69,1	1504	-24,9	-541	
SC	119,7	1308	19,0	208	132,5	1450	-31,8	-350	
SW	51,2	1478	11,5	332	51,4	1480	-11,7	-334	
Total Savane	223,9	1302	39,3	229	253,0	1470	-68,4	-397	
Total C.I.	461,4	1442	67,3	221	434,0	1350	-39,9	-119	

En fait les valeurs négatives de V_p n'ont aucune signification. En effet, en savane l'évaporation au cours de la saison sèche est très importante alors que la pluviométrie est négligeable. De plus l'évaporation n'est calculée que dans le cas théorique où l'eau se trouve en quantité suffisante (Bac Colorado réalimenté artificiellement).

Le terme négatif correspond donc à ce déficit théorique.

Dans ce bilan la transpiration des plantes n'intervient qu'en partie (dans le terme E) alors qu'elle est assez importante en forêt. Ceci explique les valeurs positives trouvées pour Vp dans cette zone.

7 - CONCLUSION

La connaissance trop sommaire de l'évaporation, et l'absence totale de données sur l'évapotranspiration rendent aléatoire le bilan précédemment effectué.

Puisque que sur une longue période la variation des réserves est négligeable, il semble plus intéressant d'effectuer le bilan hydrologique qui donne le déficit d'écoulement D

$$D = P - Q$$

Ce déficit d'écoulement intègre, dans l'ensemble du territoire considéré, les évaporations physiques et physiologiques, c'est-à-dire l'évapotranspiration réelle.

Sur le tableau suivant sont portés les valeurs en mm et en m³ de ces trois termes. Le terme K ajouté est le coefficient d'écoulement :

$$K = \frac{Q}{P}$$

	P		Q		D		K
	10 ⁹ m ³	mm	10 ⁹ m ³	mm	10 ⁹ m ³	mm	
FE	73,5	1491	5,3	107	68,2	1384	7,1
FC	42,9	1468	2,4	81	40,5	1387	5,5
FW	121,1	1742	20,3	292	100,8	1450	16,7
Total Forêt	237,5	1605	28,0	189	209,5	1416	11,8
SE	53,0	1155	8,8	192	44,2	963	16,6
SC	119,7	1308	19,0	208	100,7	1100	15,9
SW	51,2	1478	11,5	332	39,7	1146	22,5
Total Savane	223,9	1302	39,3	229	184,6	1073	17,6
TOTAL C.I.	461,4	1442	67,3	221	394,1	1231	14,6

Il apparaît donc que le déficit d'écoulement est plus important en forêt qu'en savane. De plus il s'accroît de l'Est vers l'Ouest. Ceci s'explique par le fait que l'influence du climat équatorial est beaucoup plus sensible à l'Ouest, alors que le climat tropical domine à l'Est.

En Côte d'Ivoire il tombe donc en moyenne 460 milliards de m³ par an dont 15 % constituent l'écoulement et 85 % sont utilisés pour l'évapotranspiration.

° °
°

ANNEXE - EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE

Les chiffres ci-dessous sont été évalués d'après les données communiquées par Mr ELDIN et A. DEUDET (ORSTOM)

Le terme Da représente le déficit agricole (water defirieny). C'est la différence entre l'évapotranspiration potentielle et l'évapotranspiration réelle.

	ET _P (mm)	Da (mm)
FE	1480	96
FC	1470	83
FW	1500	50
Total Forêt	1490	74
SE	1760	797
SC	1670	570
SW	1750	604
Total Savane	1710	637
TOTAL C.I.	1610	379