

Application d'un modèle simplifié aux zones du Sahel

Application of a simplified model to areas in the Sahel

Georges Girard

Directeur de Recherches, ORSTOM

Introduction

Le présent article apporte une démonstration méthodologique de l'utilité pratique des modèles hydrologiques.

Ils sont les fruits des travaux scientifiques entrepris par les hydrologues de l'ORSTOM pour valoriser l'abondante information hydroclimatologique dont ils disposaient afin de rendre compte des phénomènes engendrés par les aléas climatiques récents dans le Sahel Africain, travaux exécutés dans le cadre d'une convention d'action urgente avec la DGRST.

Le modèle à discrétisation spatiale requérant des données sur le milieu physique souvent indisponibles ne peut être utilisé au maximum de sa puissance sur de très nombreux bassins. Sa fonction de production légèrement modifiée a servi de base à un modèle global, lui plus aisément utilisable.

Nous avons également mis au point un modèle de ruissellement très simplifié pour simuler la lame écoulée journalière d'un petit bassin versant sahélien directement à partir des résultats d'exploitation des bassins représentatifs de l'ORSTOM lorsque les informations sur le milieu physique faisaient totalement défaut. En utilisant les séries pluviométriques aux stations de longue durée, ces modèles permettent de constituer des séries de lames d'écoulement annuelles facilitant l'appréciation de la variabilité interannuelle de la ressource en eau.

La simplicité de ce dernier modèle le rend, sous réserve de certaines contraintes explicitées en fin d'article, applicable à tout bassin représentatif de la zone sahélienne, et le calage des paramètres en est aisé et rapide.

C'est donc un bon outil de l'hydrologie appliquée. Après la présentation des considérations ayant conduit à l'élaboration du modèle simplifié pour le Sahel, nous donnons les résultats de l'application du modèle à divers bassins.

Les figures 1 et 2 situent sur la carte des bassins représentatifs de l'ORSTOM les bassins versants étudiés.

Ces bassins versants sont tous situés dans la région sahélienne moins de 750 mm de pluviosité annuelle ou légèrement plus au sud jusque vers 850 mm de pluviosité. Quelques références sont également faites au bassin de Korhogo (nord Côte d'Ivoire, près de 1400 mm de pluviosité) situé en région tropicale sur lequel des études fines du régime des précipitations ont été effectuées.

Elaboration du modèle simplifié Sahélien

Diverses considérations ont été faites afin de permettre l'élaboration du modèle simplifié applicable au régime sahélien. Ces considérations portent essentiellement sur les relations hydropluviométriques entre précipitations et hauteurs de lame ruisselée résultantes, c'est-à-dire sur la fonction de production de ce modèle.

L'orientation prise à cette occasion est étroitement conditionnée par le milieu sahélien d'une part et par l'intention d'autre part d'avoir un modèle simple et rustique. L'hypothèse de départ est que la fonction de production ne doit s'appuyer que sur des relations hydropluviométriques établies. Le modèle ne peut en conséquence qu'être global. Destiné à être mis en œuvre sur de faibles surfaces on admet que la hauteur moyenne de précipitation correspond à la hauteur ponctuelle de référence. C'est à partir de la série des précipitations journalières au poste de référence que l'on reconstituera une longue série de lame annuelle écoulée.

Analyse de la précipitation journalière

On utilise les notions classiques de pluie totale journalière H_t en mm et de pluie utile H_u en mm, cette dernière étant la partie de la précipitation totale dont

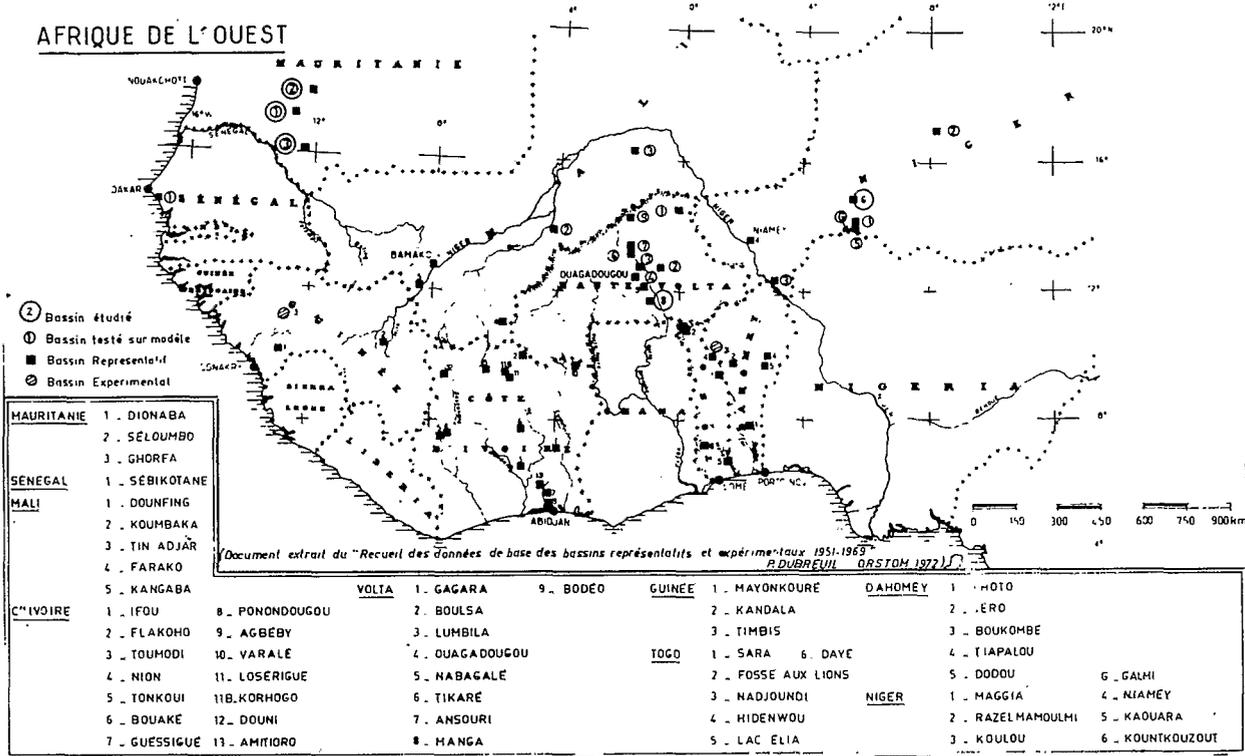


Figure 1. — Afrique de l'Ouest. Situation des bassins représentatifs et expérimentaux

l'intensité était supérieure ou égale à un seuil fixe d'intensité S choisi a priori en considérant la susceptibilité au ruissellement des terrains du bassin versant.

A partir d'échantillons de relevés pluviographiques sur plusieurs années au même poste et en faisant varier le seuil S nous avons trouvé une relation moyenne entre la hauteur utile journalière et la hauteur totale journalière.

Ce travail a été réalisé pour 10 années de données pluviographiques obtenues sur le bassin de Korhogo (Côte d'Ivoire) et donne :

$$Hu = 0,62 (Ht - 5)$$

C'est-à-dire que la relation obéit à une loi de forme générale :

$$Hu = a (Ht - S) \quad (1)$$

Cette liaison a été trouvée à l'échelle journalière en sommant toutes les pluies et pluies utiles sur de très courtes périodes. Elle existe fondamentalement au niveau de l'averse⁽¹⁾ et se retrouve ici parce que la probabilité d'avoir une averse par jour est très grande et que la forme moyenne de l'averse se conserve dans le cas de plusieurs averses par jour.

L'utilisation de cette liaison moyenne est admissible ici car bien que travaillant sur une base journalière, le modèle n'est envisagé que pour fournir des lames écoulées cohérentes à l'échelle du mois et de l'année.

(1) Si P est la hauteur de l'averse en mm, on trouve pour Korhogo Hu_c de l'averse = $0,786 (P - 2)$ pour $C < 50$ mm.

Relation hydropluviométrique de l'événement averse-crue

On sait que la plupart des études approfondies sur la forme de la relation entre lame ruisselée et pluie au niveau de l'événement averse-crue réalisée à partir des données de bassins versants représentatifs a permis d'aboutir à l'idée d'une forme parabolique. L'asymptote de celle-ci représente en quelque sorte l'enveloppe supérieure de la relation et exprime implicitement l'idée d'un coefficient de ruissellement maximal constant.

C'est sur cette idée que nous avons modélé la fonction de production à élaborer. Sur le bassin de Korhogo où les événements averse-crue sont en nombre supérieur à 100, on a vérifié que tous les points dans un plan lame ruisselée-hauteur utile s'inscrivaient entre deux droites d'équation

$$LR_c = 0,43 (Hu_c - Su) \quad LR_c = \text{lame ruisselée d'une crue en mm}$$

la droite inférieure correspondant à une saturation préalable des terrains à son niveau minimal ($Su = 50$ mm) ; la droite supérieure au niveau maximal de saturation ($Su = 0$)

On pose donc en principe que la relation hydropluviométrique à l'échelle journalière est de la forme :

$$LR = K (Hu - Su) \quad (2)$$

le paramètre K ressemblant à un coefficient de ruissellement et Su caractérisant l'état de saturation préalable

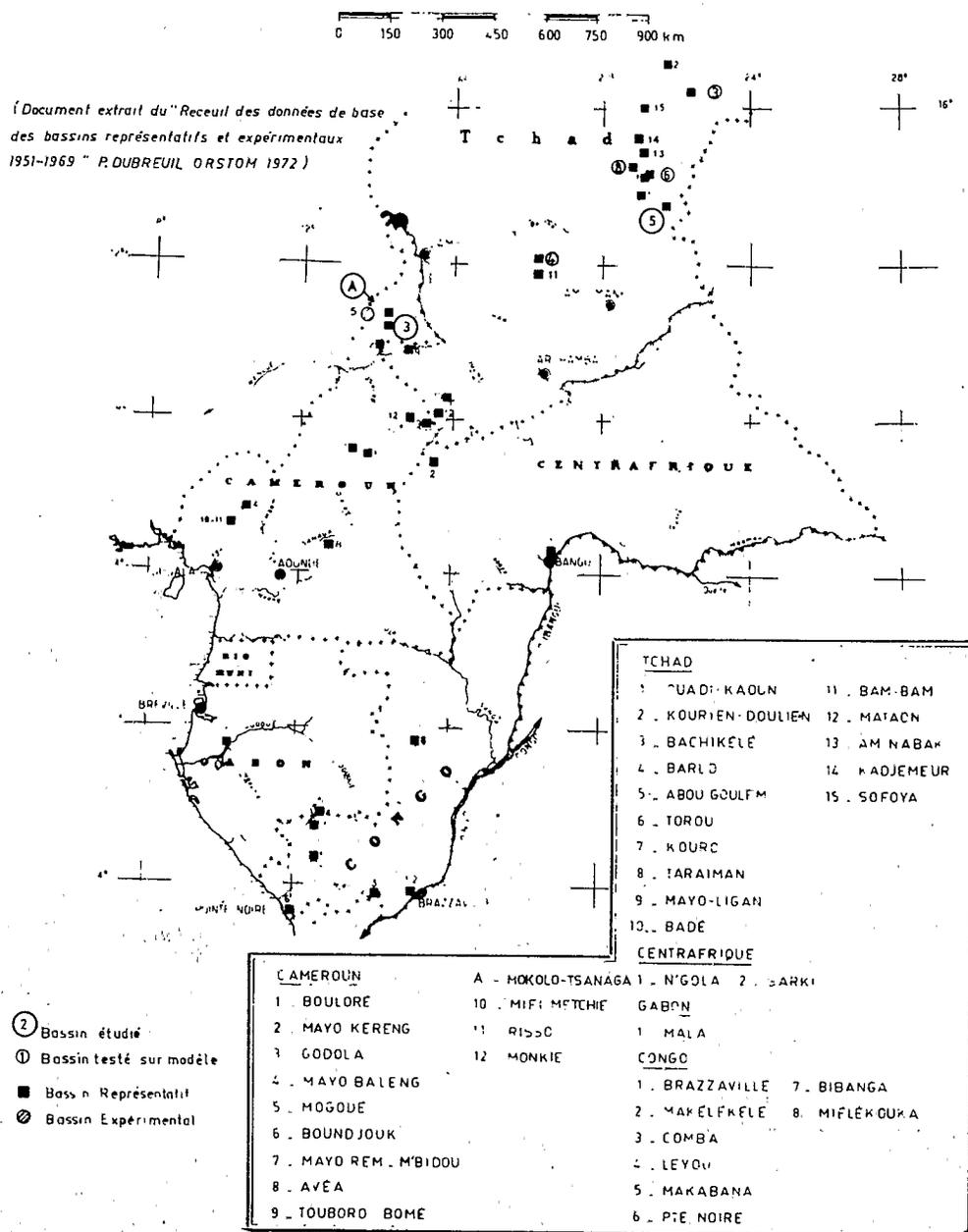


Figure 2. — Afrique Centrale. Situation des bassins représentatifs et expérimentaux

du bassin. En associant les équations (1) et (2) on obtient une relation de la forme :

$$LR = Ko (Ht - Ho) \quad (3)$$

On a voulu vérifier si cette relation (3) apparemment simpliste était réaliste pour les zones sahéniennes. Elle a été recherchée et trouvée pour les 33 bassins versants répertoriés sur les figures 1 et 2.

Bien entendu, elle a été établie au niveau de l'événement averse-crue et à partir de Ht_c (hauteur totale de l'averse). Il est apparu que la valeur minimale de Ho était nulle dans la majorité des cas et n'excédait pas 4 mm dans les rares autres cas. On a donc convenu qu'une valeur minimale nulle simplifierait l'utilisation de la relation (3).

Le paramètre Ho varie donc entre 0 et Ho_{max} , valeur de référence de l'état de saturation des terrains. Les va-

leurs de Ko et Ho_{max} pour tous les bassins étudiés sont réunies dans le tableau 1.

Grâce à l'observation simultanée d'une gamme imposante de couples averse-crue dont certains de fréquence rare, le diagramme ($LR - HT$) pour le bassin versant de Djajibine (Oued Ghorfa) présente deux "rails" parfaitement bien définis (Fig. 3)

On peut expliquer cette liaison quasi linéaire entre la lame ruisselée et la hauteur de l'averse pour ce bassin sans détruire les principes même de la théorie de l'infiltration, de la manière suivante :

Lorsque la hauteur de l'averse croît, la durée totale de l'averse croît également et la durée de la pluie utile, définie pour un seuil donné d'intensité, croît proportionnellement en moyenne avec la hauteur de l'averse. Si ce seuil d'intensité correspond à la valeur de la perméabilité moyenne, il est tout à fait normal que la pluie excédén-

Tableau I. — Tableau des valeurs de $H_{o_{max}}$ et K_o caractéristiques des bassins étudiés.

Bassin	Pays	Bassin (Km ²)	$H_{o_{max}}$	K_o (%)	Pluie moyenne annuelle (mm)
Barlo	Tchad	36,6	20	21	750
Koulou	Niger	17,3	31	4	825
Maggia Alokoto	Niger	48,3	32	34	520
In. Tiziouen	Niger	1,3	13	80	165
Kounkouzout	Niger	16,6	26	43	405
Kaouara	Niger	3,3	24	50	520
Bachikele	Tchad	19,8	11	52	100
Torou	Tchad	50	22	14	475
Abou-Goulem (petit)	Tchad	12,3	24	22	550
Abou-Goulem (grand)	Tchad	50,2	27	10	550
Pô-Ghorfa	Mauritanie	2,7	18	72	475
Taraïman	Tchad	11,2	20	58	270
Galmi	Niger	20 et 39	26	78	490
Ghorfa-Kadiel	Mauritanie	39	27	50	475
Ghorfa-Djajibine	Mauritanie	148	23	55	475
Ghorfa-Echkata	Mauritanie	149	40	26	475
Dionaba (grand)	Mauritanie	111	18	26	300
Dionaba (petit)	Mauritanie	34	18	36	300
Seloumbo	Mauritanie	12,2	25	42	230
Boulsa	Hte Volta	22	50	36	775
Gagara Ouest	Hte Volta	28,4	28	49	450
Tin Adjar	Mali	35,5	30	39	220
Sebikotane	Senegal	2,64	34	50	640
Koumbaka	Mali	30,4	42	46	650
Ouadagoudou	Hte Volta	19,1	54	68	850
Tikare II	Hte Volta	2,4	34	20	725
Tikare I	Hte Volta	0,3	40	16	725
Ansouri	Hte Volta	0,7	30	30	725
Bodeo	Hte Volta	3,5	30	56	600
Lumbila	Hte Volta	137	40	21	825
Bodeo	Hte Volta	11,2	46	18	600

taire, donc la lame ruisselée, varie linéairement avec la hauteur de l'averse.

L'expérience montre que la relation (3) $Lr-Ht$ est bien linéaire même pour des averses exceptionnellement très fortes, malgré la perméabilité des sols d'un bassin qui varie considérablement d'un point à un autre selon la nature du sol, la couverture végétale et l'utilisation de ces sols, sans oublier l'état initial d'humidité de ceux-ci.

Nous devons considérer comme très importante cette constatation expérimentale qui tend à montrer l'influence extrêmement grande de l'homogénéisation spatiale.

A l'échelle de l'averse, la loi expérimentale liant Lr à HU présente une très grosse dispersion due en grande partie à la variabilité des intensités de l'averse pour un même total pluviométrique et à la variabilité de l'état antérieur de saturation du bassin versant.

Cette dernière influence s'estompe pour un bassin versant présentant en moyenne une imperméabilité notoire. C'est alors que la dispersion des points dans le diagramme ($Lr - HU$) résulte directement des caracté-

ristiques propres à l'averse. C'est le cas du petit bassin du Pô sur l'Oued-Ghorfa pour lequel nous avons noté une dispersion comparable sur les diagrammes ($LR - HT$) et ($HU - HT$). Pour ce bassin très imperméable, à l'exception d'une partie du bassin ne contribuant pas, semble-t-il, à l'écoulement (20 %), partie d'ailleurs reconnue par les hydrologues sur le terrain, la pente K_o des droites limites de la bande est de 0,80. Cette pente, pour la même région climatologiquement homogène va diminuer quand la perméabilité moyenne des sols et du sous-sol du bassin va augmenter.

C'est ainsi que pour les bassins de Seloumbo, l'Oued-Moktar et l'Oued-Ali, dont le sous-sol est plutôt gréseux, la pente des "rails" passe à des valeurs de 0,56 et de 0,42 et l'écartement de ces "rails" devient plus important. Il est tout à fait probable que les variations totales d'humidité dans tous les sols de ce bassin soient plus importantes que celles du bassin du Pô pour lequel l'écartement des "rails" est beaucoup plus faible.

En conclusion, nous dirons que la pente des "rails" K_o est liée à l'extension des zones à rétention définitive

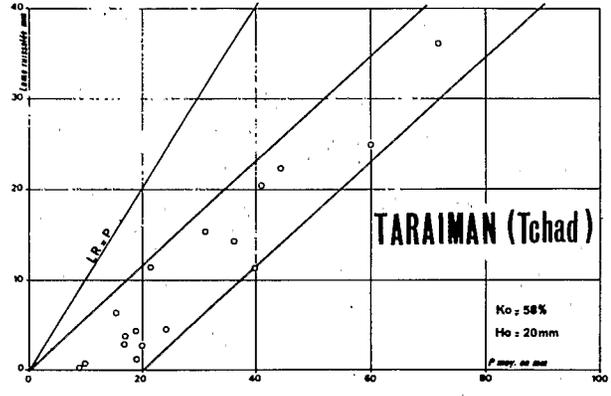
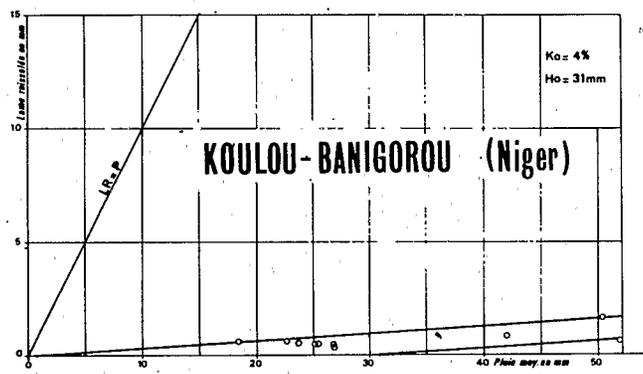
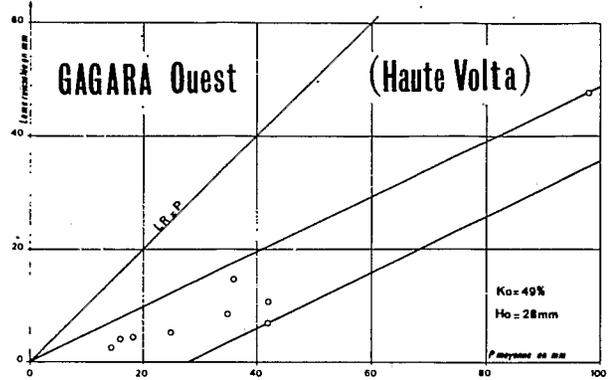
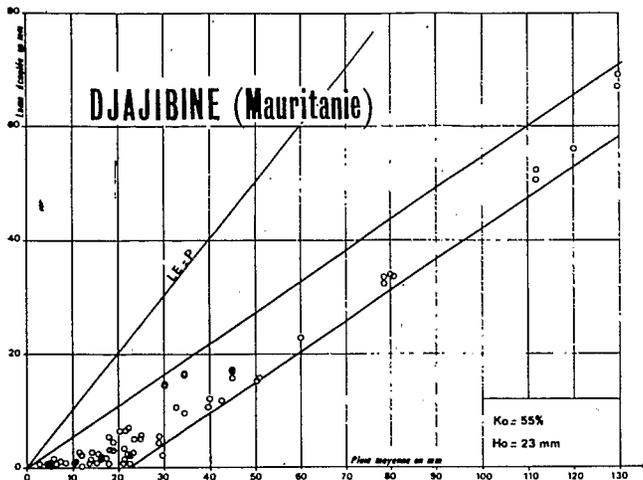
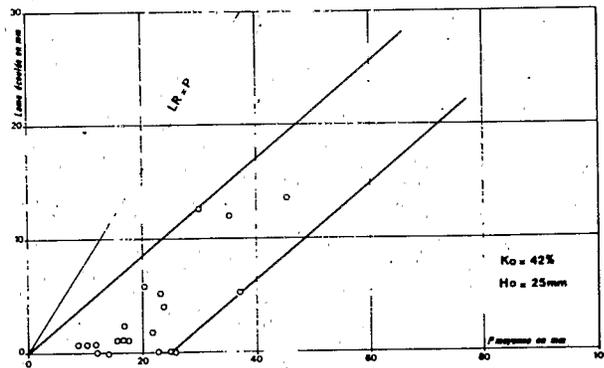


Figure 3

Figure 4

OUED ALI- Seloumbo (Mauritanie)



DIONABA (Mauritanie)

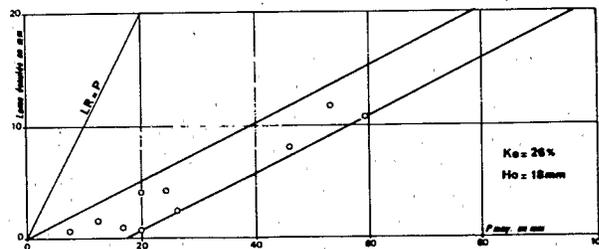


Figure 5

Relation lame écoulée ou ruisselée. Pluie moyenne d'une averse

du bassin, à la valeur de la perméabilité et à la dimension du bassin versant. Cette pente décroît avec l'extension des zones de rétention, l'accroissement de la perméabilité et l'augmentation de la superficie du bassin.

L'écartement Ho_{max} des "rails" dépend de la capacité de rétention des sols, de l'amplitude de variation annuelle du stock d'eau des sols et de la structure des précipitations (fréquence et intensités). On voit ainsi Ho_{max} très faible et égal à 18 mm pour le petit bassin imperméable du Pô-Ghorfa, atteindre 25 mm pour celui plus grand de l'Oued Ali sur terrains gréseux et finir avec des valeurs voisines de 50 mm pour tous les bassins recouverts de sols relativement profonds et dotés d'une certaine rétention (Boulsa, Ouagadougou) (Fig. 3 à 5).

Comment prendre en compte la variabilité du paramètre Ho dans la relation (3) qui est somme toute à elle seule la fonction de production du modèle simplifié sahélien ?

La variation de Ho pour un même bassin versant en liaison avec l'état d'humidité de celui-ci ne peut être qu'approximativement évaluée.

Si nous notons parfaitement bien une tendance nette de la variation de Ho avec la succession des précipitations dans le temps compte tenu de leur importance, nous n'avons pas à l'heure actuelle recherché de relation expérimentale mais seulement admis une hypothèse sur la forme de cette relation possible.

On adopte pour calculer Ho une fonction de la forme

$$H_j + 1 = (H_j + H_{tj}) C \quad (4)$$

dans laquelle

H_{tj} est la pluie moyenne totale du jour J

H_j un index des pluies antérieures à J

$H_j + 1$ l'index des pluies antérieures à $J + 1$...

C un coefficient compris entre 0 et 1 et souvent voisin de 0,7

Cette équation (4) permet de calculer un index H_j dont on tire la valeur de Ho pour le même jour J de la manière suivante :

- a) si $H_j > Ho_{max}$ $Ho = 0$
 b) si $H_j = 0$ $Ho = Ho_{max}$
 c) si $0 < H_j < Ho_{max}$ $Ho = Ho_{max} - H_j$

Le coefficient C est un paramètre de réglage du modèle.

Influence de la répartition et de la forme des pluies dans une journée

L'utilisation d'une relation $Lr Ht$ (3) établie à l'échelle de l'événement averse-crue est admissible à l'échelle journalière en pays sahélien où il y a sûrement une très forte probabilité à n'avoir qu'une pluie par jour. Quant à la forme et à l'intensité de l'averse, leur rôle est confondu dans ce modèle, à l'intérieur du terme Ho , avec l'influence de la saturation des terrains. Reprenons les deux droites limites de l'équation (3) pour Ho nul ou égal à Ho_{max} .

Si tous les points se groupent entre deux droites bien délimitées, l'écartement horizontal de ces deux droites limites doit être imputé non pas seulement à l'état antérieur d'humidité du bassin mais aussi à la variation de la durée et de l'intensité de la précipitation

en cause. Pour une averse de faible intensité et de longue durée, la lame ruisselée sera très faible étant donné qu'une grosse partie de la pluie aura pénétré dans le sol.

Mais comme très souvent la hauteur de l'averse est liée à l'intensité, on peut admettre qu'une relation moyenne existe. Si le bassin versant est en moyenne beaucoup plus imperméable, l'écartement horizontal de ces droites diminue, ce que l'on observe bien sur tous les graphiques (Kadiel Po, ...).

Pour le bassin du Po (région sahélienne de Mauritanie) la hauteur utile de l'averse pour un seuil de 18 mm/h est liée à la hauteur de pluie par la relation $Hu_c = 0,87 (Hc - 4)$ et la lame ruisselée est liée à la hauteur utile par la relation :

$$LR_c = 0,80 (Hu_c - Ho) ;$$

Ho variant de 4 à 14 mm.

Dans cette région où l'on a en général une seule averse par jour de pluie ayant comme caractéristique d'avoir une pointe d'intensité unique, ces relations ne surprennent pas.

Applications du modèle simplifié

Le modèle simplifié sahélien a été appliqué à cinq bassins représentatifs de l'ORSTOM :

1. Le bassin de Dionaba (bassin du Gorgol Blanc, Mauritanie)
2. Le bassin de Kadiel (partie de l'ensemble de l'Oued Ghorfa (Mauritanie))
3. Le bassin de l'Oued (partie du bassin de Seloumbo (Mauritanie))
4. Le bassin de Kounkouzout (bassin de Batha, Tchad).
5. Le bassin d'Abougoulem (bassin du Batha, Tchad).

La superficie de ces bassins versants reste comprise entre 10 km² et 110 km². Les résultats obtenus peuvent être transposables aux bassins versants plus petits sans restriction et à ceux plus grands mais dont la superficie ne dépasse pas 150 km², à condition toutefois que la dégradation du réseau hydrographique ne soit pas trop avancée.

Application du modèle simplifié au bassin de Dionaba (Mauritanie)

Ce bassin a une superficie de 111 km².

Calage du modèle

Les deux coefficients du modèle simplifié (Ko , Ho_{max}) ont été obtenus à partir de la liaison établie entre la lame écoulee et la pluie moyenne sur le bassin versant à la fin des deux campagnes hydrologiques de 1958 et 1959. Les données observées ont été présentées par Y. Brunet-Moret (1960) (Fig. 5).

Un seul calage fut nécessaire pour C puisque la correspondance entre les lames journalières observées et calculées présentait, pour ces deux années 1958 et 1959, un très grand degré de confiance à l'échelle journalière.

Résultats obtenus

Notons que pour la station pluviométrique de référence (Moudjeria) la pluviométrie annuelle calculée pour

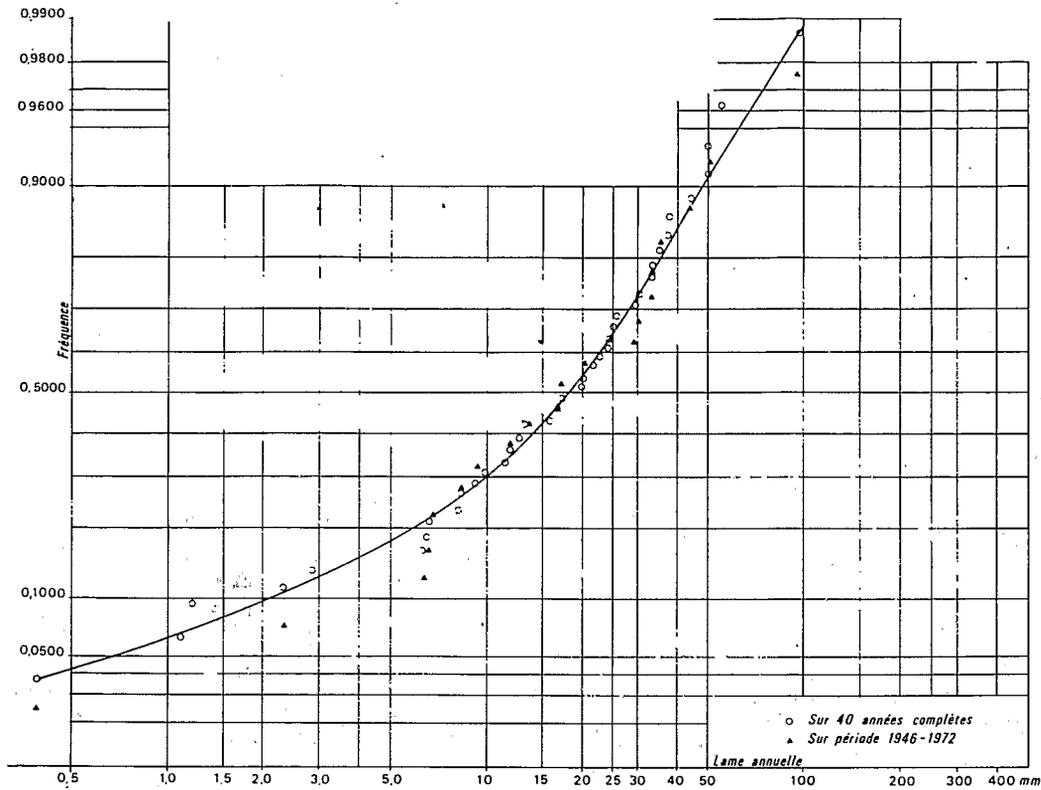


Figure 6. — Distribution des lames annuelles simulées sur le bassin de Dionaba aval à partir du poste de Moudjeria (Mauritanie)

les 16 années complètes de la période 1921-1941 est de 201 mm et que celle calculée pour les 16 années complètes de la période 1950-1972 atteint 257 mm.

De ce fait, nous avons considéré d'une part la série hydrologique des lames écoulées calculée à partir de 40 années complètes et d'autre part celle correspondant aux 20 dernières années (1946 à 1972) pour montrer la faible différence obtenue sur la distribution statistique de ces résultats.

La dimension réduite de l'échantillon ne permet pas de tirer des conclusions très nettes. Cependant il est possible de montrer que les lames pour les années faibles se trouvent surestimées pour la série complète (cf. Fig. 6).

Les caractéristiques des lames annuelles simulées sont :

Lame moyenne	= 22,0 mm
Lame médiane	= 18,0 mm
Lame décennale sèche	= 2 mm
Lame décennale humide	= 49 mm
Coefficient de variation	= 0,87
Coefficient d'écoulement décennal sec	= 2 %
Coefficient d'écoulement décennal humide	= 13,5 %
Coefficient d'écoulement décennal médian	= 8,5 %

Application du modèle simplifié au bassin versant de Kadiel, sous bassin de l'Oued Ghorfa (Mauritanie)

Ce bassin a une superficie de 39 km².

Calage du modèle

Il suffit de fournir les données des précipitations journalières à une ou plusieurs stations de référence pour obtenir une simulation des débits journaliers sur le bassin

versant de Kadiel (République Islamique de Mauritanie) de superficie 39 km².

Les résultats

Il est très intéressant de montrer à la fois la souplesse du modèle et l'homogénéité du régime des pluies dans

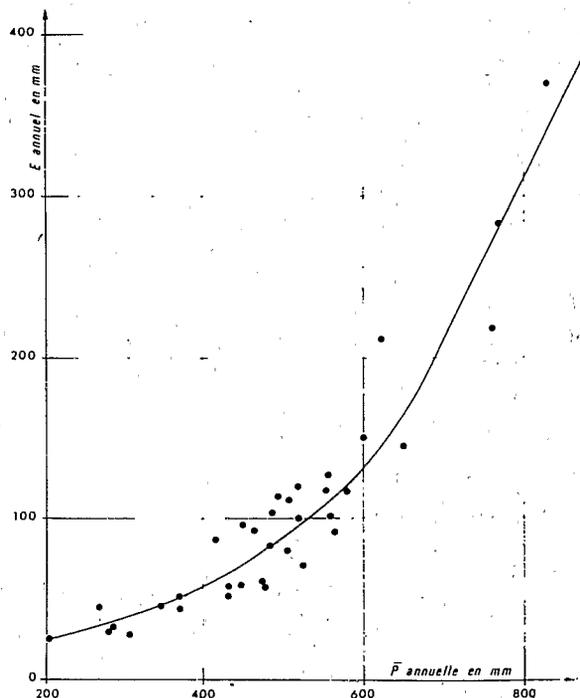


Figure 7. — Ecoulement annuel simulé en fonction de la pluie annuelle à Madaoua (Niger) bassin de Kadiel

Valeurs calculées à partir des données de :	Kankossa (20 années)	De M'Bout et Madaqua	
		(38 années)	(36 années)
Lame moyenne annuelle écoulée	83 mm	95 mm	102 mm
Lame annuelle décennale sèche écoulée	32 mm	40 mm	30 mm
Lame annuelle décennale humide écoulée	142 mm	160 mm	200 mm
Coefficient de variation des lames écoulées	0,51 mm	0,55 mm	0,72 mm
Lame médiane calculée	78 mm	84 mm	90 mm
Lame maximale journalière calculée	35,6 mm	45,6 mm	32,7 mm
Pluie maximale journalière observée	111,0 mm	132,0 mm	98,6 mm
Pluie annuelle moyenne	418 mm	423 mm	484 mm
Pluie annuelle maximale	562 mm	680 mm	830 mm
Pluie annuelle minimale	212 mm	225 mm	205 mm

Tableau II. — Lames annuelles simulées sur le bassin de Dionaba (Mauritanie) obtenues à partir du poste pluviométrique de Moudjeria

Année complète	Pluie	Lame écoulée
1923	233,1	24,4
1924	122,0	22,9
1925	188,7	9,8
1926	112,0	1,2
1927	240,4	20,1
1928	173,6	8,2
1929	215,3	15,8
1930	169,5	24,2
1931	156,9	25,8
1932	248,0	37,9
1933	373,3	55,7
1934	145,0	11,5
1935	282,9	25,1
1936	295,0	37,9
1940	202,7	12,6
1941	55,1	0
1942	89,5	1,1
1943	403,3	50,2
1944	234,5	22,6
1945	223,3	21,7
1946	118,6	8,3
1947	251,7	33,6
1948	187,8	17,2
1949	196,3	13,1
1950	282,0	20,1
1951	241,8	11,9
1952	291,9	29,7
1953	174,8	6,6
1954	354,6	44,6
1955	387,7	35,3
1957	250,0	30,3
1961	94,0	0,04
1965	204,8	9,2
1966	325,2	33,3
1967	354,1	50,6
1968	153,4	6,4
1969	535,0	96,5
1970	238,0	16,5
1971	159,0	6,5
1972	66,5	2,3

la bande sahélienne. A cet effet, on a simulé les écoulements du bassin de Kadiel à partir du poste de Madaoua, au Niger, de pluviosité comparable à celle de M'Bout. Le résultat sous la forme de la liaison entre lame écoulée annuelle et hauteur annuelle de pluie est donné pour les données de Madaoua utilisées (Fig. 7).

Des valeurs décennales sèches et humides d'environ 30 mm et 150 mm sont tout à fait acceptables pour l'écoulement du bassin versant de Kadiel.

La meilleure reconstitution reste celle de M'Bout. Elle a permis de dresser la distribution statistique des lames calculées.

Les applications du modèle simplifié aux autres bassins

- Oued Ali sous bassin de l'Oued Seloumbo et du Gorgol Blanc (République de Mauritanie)
- de Kounkouzout (République du Niger)
- d'Abougoulem (République du Tchad)

ont été réalisées sans difficulté notable ; il est à noter que le calage est réalisé à partir du moment où la distribution des écarts journaliers dans un sens ou dans l'autre reste normale. Ces écarts ne dépassent généralement pas 30 %.

Conclusion

Dans les zones sahéliennes, où la densité des stations pluviographiques ne dépasse pas un appareil pour 100 000 km² ou plus, et la période d'observation est très réduite, il était hors de question pour satisfaire la demande d'utiliser les informations fragmentaires sur les intensités des précipitations. Seules les données pluviométriques journalières pouvaient être utilisées dans cette étude qui montre la fiabilité de la méthode appliquée dans cette zone.

Par ailleurs, il a été montré la nécessité de collecter des données hydropluviométriques de *bonne qualité* et de mettre en place des fichiers opérationnels.

Tableau III. — Lames annuelles simulées sur le bassin de Kadiel à partir de trois postes pluviométriques (mm).

Année	M'Bout	Kankossa	Madaoua	Année	M'Bout	Kankossa	Madaoua
1921	98,0			1947	65,4		92,5
1922				1948	62,3		87,2
1923	55,6			1949	65,4		29,8
1924	204,2			1950	162,8		368,7
1925	41,3			1951	194,7		101,2
1926	22,3			1952	112,2		218,5
1927	62,4			1953	51,0	119,0	70,2
1928	41,4			1954	125,2	140,8	145,4
1929	52,5			1955	112,2	36,9	57,2
1930	143,8			1956	231,4	99,1	111,5
1931	20,8			1957	113,4	77,3	57,7
1932				1958	77,7	154,4	116,8
1933				1959	102,6	75,8	119,6
1934				1960	211,4	32,4	95,9
1935				1961	88,7	35,2	212,2
1936			283,6	1962	79,4	105,8	100,3
1937			117,5	1963	70,8	66,4	45,3
1938				1964	123,3	103,9	28,0
1939			91,4	1965	80,1	142,6	44,2
1940			52,1	1966	50,3	76,3	104,4
1941			79,9	1967	97,0	141,6	51,1
1942			31,5	1968	26,1	43,2	25,9
1943			149,9	1969	64,9	102,0	58,5
1944	143,3		83,1	1970	97,3	45,8	114,6
1945	112,6		126,6	1971	83,9	35,5	45,3
1946	77,1		60,9	1972		26,7	

Discussion

Président : M. J. JACQUET

Le Président. — Je tiens, M. GIRARD, à vous remercier à plusieurs titres.

D'abord, vous nous avez montré comment on peut tirer parti et utiliser les données de bassins versants représentatifs ; de ce point de vue, votre travail est assez exemplaire. Vous avez véritablement fait une synthèse et montré comment on pouvait transposer les résultats de tels bassins.

Vous donnez à ce propos un exemple assez frappant puisque, pour estimer des lames d'eau dans un bassin versant de Mauritanie, vous prenez les pluies d'un poste au Niger et vous en donnez une justification climatique par la morphologie des averses.

Il y a un autre point que je voudrais souligner et qui pourrait d'ailleurs être la conclusion de notre matinée.

Vous insistez, à juste titre, sur les problèmes de qualité de données hydropluviométriques et de la mise en place de fichiers opérationnels.

Il est évident que les travaux d'élaboration de relations pluie-débit ne seront utiles pour la prévision que dans la mesure où l'on dispose effectivement de données fiables et représentatives.

A l'heure actuelle on parle beaucoup d'utiliser ces relations pluie-débit à ce que l'on appelle la gestion des eaux.

Parler de la gestion des eaux c'est bien, mais il faut avant tout faire des mesures.

Nous avons tous connu des ingénieurs et des techniciens qui ont consacré tout ou partie de leur vie professionnelle à exploiter des réseaux de mesures, que ce soient des réseaux hydrométriques ou des réseaux météorologiques. Si nous pouvons faire des travaux, tels que ceux présentés, aujourd'hui, c'est aux qualités de ces gestionnaires qu'on le doit.

Mais, ici, je ne peux m'empêcher d'être inquiet pour l'avenir, car il semble bien que s'instaure une certaine désaffection pour l'exploitation des réseaux de mesures, aussi bien pour la pluviométrie que pour l'hydrométrie : un peu partout on considère qu'il s'agit d'une tâche triviale, dépourvue de noblesse ou même d'intérêt.

Je crois sérieusement qu'il faudrait inverser la tendance et je souhaiterais que des responsables des Agences de bassins, de l'Administration, des différents services publics ou nationaux concernés, prennent conscience que l'avenir, en ce qui concerne les progrès en matière de gestion et d'utilisation rationnelle des ressources en eau, passe de façon absolue par une revalorisation de cette fonction de gestionnaire des réseaux de mesures hydro-météorologiques.

Messieurs, je vous remercie beaucoup de votre collaboration et je lève la séance.

La séance est levée à 12 heures.