

3^e JOURNEE ULM - 28 JUIN 1990

MODELES CONCEPTUELS GLOBAUX ET CRITERES NUMERIQUES DE CALAGE

Eric SERVAT, Alain DEZETTER

Antenne Hydrologique, ORSTOM, BP 1203, CIDEX 1, Abidjan 06, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Dans une optique d'aide au développement par la mise en place de projets de différentes teneurs (irrigations, alimentation en eau potable, etc.), des travaux de modélisation de la relation pluie-débit sont en cours en zone de savane soudanaise, dans le Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire. L'objectif visé est la reconstitution des apports au pas de temps décadaire, fréquemment utilisé en agronomie.

Pour ce faire, on emploie des modèles conceptuels globaux et déterministes reliant lame précipitée et lame écoulée. Ces algorithmes doivent pouvoir prendre en compte les données du réseau national de Côte d'Ivoire, qui sont, en pratique, les seuls éléments accessibles aux aménageurs pour pouvoir procéder à des simulations sur de longues durées.

La zone de savane est caractérisée par une saison sèche de longue durée (Novembre à Avril) et des pluies principalement regroupées de Juin à Septembre. Les coefficients d'écoulement mesurés sur les bassins versants étudiés sont très faibles: ils ne dépassent que rarement 12% et peuvent descendre certaines années jusqu'à 1 ou 2%. Ces conditions d'utilisation sont donc très particulières pour des modèles généralement conçus en zone tempérée.

Avant de lancer une opération systématique de simulation et de reconstitution de séries hydrométriques, nous avons procédé à une série de tests afin d'apprécier la qualité des résultats affichés par les différents modèles utilisés. Ces algorithmes employant des procédures de calage automatique de leurs différents paramètres, il est rapidement apparu nécessaire de procéder à un choix en ce qui concerne les critères numériques de calage.

Plusieurs de ces critères ont donc été testés afin de déterminer, parmi ceux qui ont été retenus, la formulation la mieux appropriée à la nature du problème (reconstitution d'apports décadaires) et à la spécificité des données. Cinq critères numériques ont été testés, en utilisant pour cela trois modèles pluie-débit différents et quatre bassins versants (mais cinq périodes de calages distinctes). L'interprétation de ces tests a été effectuée à l'aide d'un module d'évaluation de la qualité des calages basé sur des critères hydrologiques: corrélation entre lames observées et lames calculées, coefficient d'autocorrélation, bilans volumiques et reconstitution du volume de crue. Nous reviendrons plus en détail sur la nature de ce module.

MODELES, DONNEES ET CRITERES UTILISES

Les modèles globaux

Ces algorithmes (CREC, MODGLO et GR3) sont basés sur des schémas à réservoirs relativement classiques. Ils fonctionnent au pas de temps journalier. Leurs paramètres sont optimisés à l'aide des méthodes de Rosenbrock (1960) et de Nelder et Mead (1964). (Combes, 1985; Guilbot, 1986; Servat, 1986; Dezetter, 1987; Edijatno et Michel, 1989).

Les données utilisées

Quatre bassins versants, situés dans le Nord-Ouest de la Côte d'Ivoire, ont été utilisés. Leurs caractéristiques sont rassemblées dans le tableau 1. On remarquera la faiblesse des coefficients d'écoulement, rarement supérieurs à 10%, et plus particulièrement en 1983, année exceptionnellement sèche sur l'ensemble du territoire de Côte d'Ivoire.

Les fonctions critères testées

Plusieurs formulations de fonctions critères ont été testées en prenant en considération les objectifs suivants:

- reconstitution la plus précise possible des volumes de crues en saison des pluies (rappelons ici que les études menées ont comme objectif la détermination des apports),
- restitution de la dynamique des hydrogrammes,
- absence de décalage dans le temps entre les hydrogrammes observés et calculés.

Nous avons accordé moins d'importance à la reconstitution précise des étiages qui sont souvent très faibles, issus de longues périodes sans ou à très faibles précipitations, et généralement assez simples à reproduire pour des modèles à réservoirs.

Nous avons étudié cinq critères différents dont trois ont fait l'objet de nombreuses utilisations en modélisation hydrologique, les deux derniers ayant été construits en prenant en compte des éléments qui semblaient importants.

Le critère Crec (Combes, 1985)

$$1/N * \sum [|1-(Qc/Qo)| * |1-(Qo/Qmo)|]$$

avec, N: nombre d'observations
 Qc: débit calculé
 Qo: débit observé
 Qmo: débit moyen observé

Le critère CrecBi

Ce critère n'est autre que le critère Crec auquel nous avons rajouté un terme de bilan. La formulation devient donc:

$$1/N * \sum [|1-(Qc/Qo)| * |1-(Qo/Qmo)|] + 1/N * |\sum(Qo-Qc)/Qmo|$$

Le critère de Fortin (Fortin et al, 1971)

$$1/N * \sum |((Qc-Qo)/Qo) * (1 + (|Qo-Qmo|/Qmo))|$$

Le critère de Nash (Nash et Sutcliffe, 1970)

$$1 - [\sum(Qc-Qo)^2 / \sum(Qo-Qmo)^2]$$

Bassins versants		1973	1974	1975	1976	...	1981	1982	1983	1984	1985
Bagoé à Guingérini S= 1042 km»	LP	---	---	---	---	...	1412.0	1454.0	1103.7	---	---
	LE	---	---	---	---	...	299.5	233.9	52.1	---	---
	CE	---	---	---	---	...	21.2	16.1	4.7	---	---
Bagoé à Kouto I S= 4700 km»	LP	1424.0	1827.4	1463.1	1290.9	...	---	---	---	---	---
	LE	141.3	126.7	183.8	111.9	...	---	---	---	---	---
	CE	9.9	6.9	12.6	8.7	...	---	---	---	---	---
Bagoé à Kouto II S= 4700 km»	LP	---	---	---	---	...	1340.2	1315.9	970.6	1146.6	1376.8
	LE	---	---	---	---	...	221.1	166.5	45.0	67.1	223.4
	CE	---	---	---	---	...	16.5	12.7	4.6	5.9	16.2
Bou à Boron S= 3710 km»	LP	---	---	---	---	...	1052.9	1076.4	852.6	1055.6	1437.5
	LE	---	---	---	---	...	96.9	42.0	9.6	33.4	134.2
	CE	---	---	---	---	...	9.2	3.9	1.1	3.2	9.3
Lafigue rte de Badikaha S= 443 km»	LP	---	---	---	---	...	1198.2	1170.7	835.6	1410.1	---
	LE	---	---	---	---	...	195.5	115.4	35.6	160.7	---
	CE	---	---	---	---	...	16.3	9.9	4.3	11.4	---

LP: lame précipitée (mm)

LE: lame écoulée (mm)

CE: Coefficient d'écoulement (%)

Tableau 1: Caractéristiques des bassins versants utilisés dans le cadre de l'étude.

Cette expression tend vers 1 lorsque Q_c tend vers Q_o .

Il est facile de faire, en ce qui le concerne, une analogie avec une régression. Le terme $\sum(Q_o - Q_{mo})^2$ correspond à un terme de variance de la série observée. Le terme $\sum(Q_c - Q_o)^2$ peut être assimilé à un terme de variance résiduelle. La formulation du critère traduit donc une certaine "efficacité" (ou "rendement") du modèle comparable au coefficient de détermination d'une régression.

D'un point de vue pratique, nous avons utilisé une forme modifiée du critère de Nash:

$$\frac{\sum(Q_c - Q_o)^2}{\sum(Q_o - Q_{mo})^2}$$

Le critère SExpER (Somme des Exponentielles des Ecart Relatifs)

$$1/N * \sum[\text{Exp}(|Q_c - Q_o|/Q_o) * (Q_o/Q_{mo})]$$

Ces 5 critères numériques ont été utilisés en calage avec chacun des trois modèles présentés.

RESULTATS DES CALAGES

Les calages, effectués au pas de temps journalier (Leviandier et Ma, 1987), sont exploités au pas de temps décadaire, qui est le pas de temps d'interprétation que nous avons retenu en matière de simulation et de reconstitution.

Le seul examen des valeurs prises par les fonctions critères à l'issue des calages ne saurait suffire à juger de la qualité des hydrogrammes calculés. Mis à part le critère de Nash, il est difficile d'apprécier qualitativement les résultats. Les critères sont, en effet, une aide au calage dans la mesure où ils constituent un objectif à atteindre. Leurs formulations ne sont cependant pas sans influence sur l'allure et les valeurs des séries calculées. Telle fonction critère aura un poids important sur les étiages, telle autre sur les pointes de crue. Leur convergence sera plus ou moins rapide et précise, leur pertinence pouvant être variable selon l'algorithme (et donc les équations) auquel ils sont associés. En conséquence, si la valeur du critère peut permettre d'éliminer ou de rejeter certaines solutions, il faut également prendre en compte d'autres éléments d'appréciation, notamment hydrologiques. Le premier de ces éléments qui vient à l'esprit est l'examen des tracés des séries chronologiques observées et calculées.

COMPORTEMENT DES CRITERES NUMERIQUES

Caractérisation graphique

Quel que soit le modèle utilisé, l'examen des tracés des séries observées et calculées dégage certains enseignements communs relatifs au comportement des fonctions critères:

- (i) Le critère Crec se révèle un peu "réducteur" dans la mesure où l'hydrogramme calculé a un volume qui est souvent inférieur à l'observé. Il respecte, par contre, assez bien la dynamique des hydrogrammes. (Cf. figure 1).
- (ii) La prise en compte du terme de bilan sous une forme purement additive dans CrecBi lui accorde certainement une influence excessive. Cela se traduit, dans certains cas, par une compensation en terme de bilan (et donc de volume de crue) qui se répercute sur une seule année. (Cf. figure 2).
- (iii) Le critère de Fortin a un comportement similaire au critère Crec, en ce sens qu'il est généralement assez "réducteur".
- (iv) Le critère de Nash se révèle très performant en matière de dynamique d'hydrogramme et de pointes de crues. Son comportement est, par contre, plus mauvais lorsque l'on s'intéresse aux étiages. (Cf. figure 3).

Lafigue à Badkaha modèle CREC-critère CREC

1981-1984

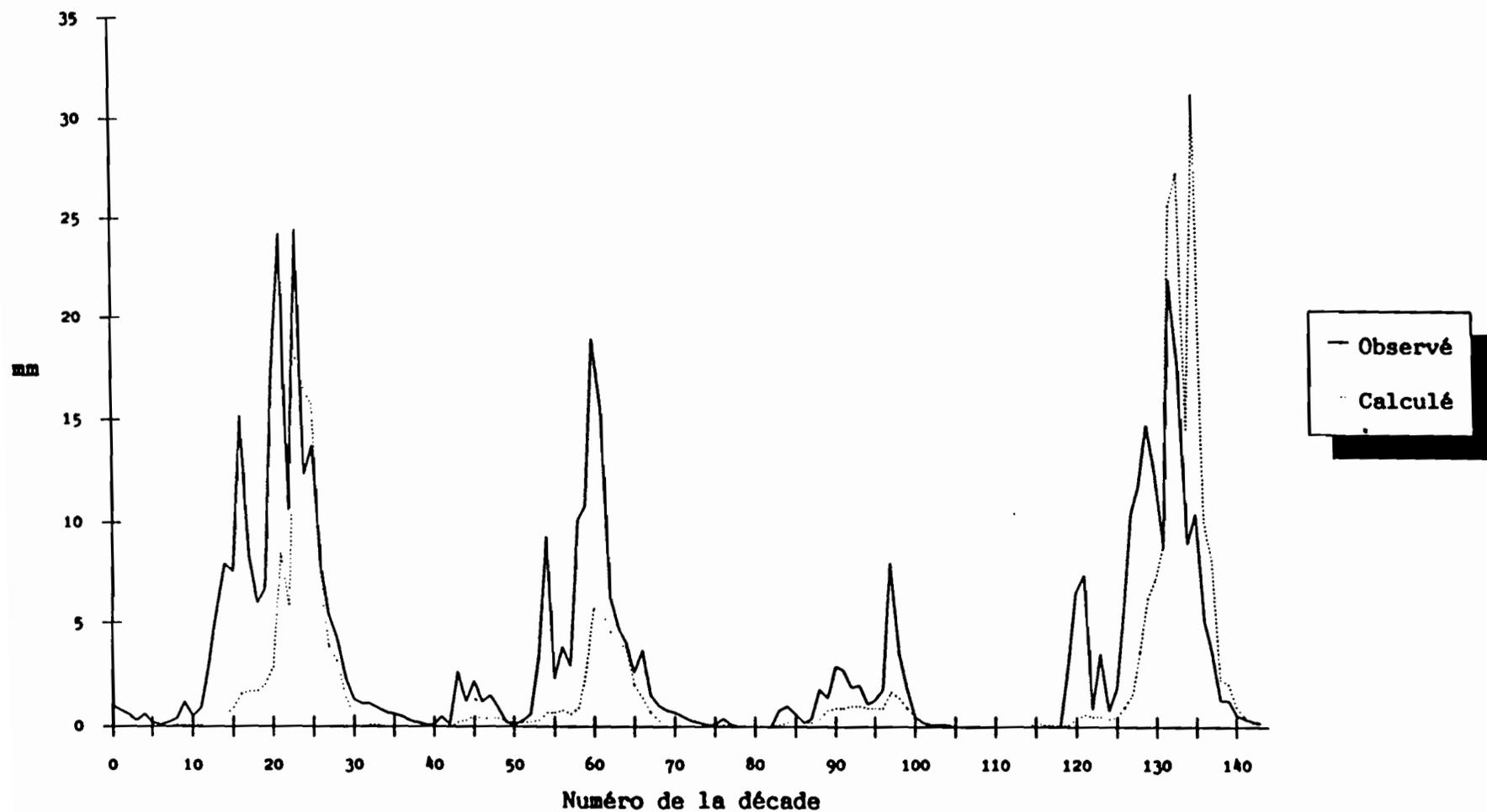
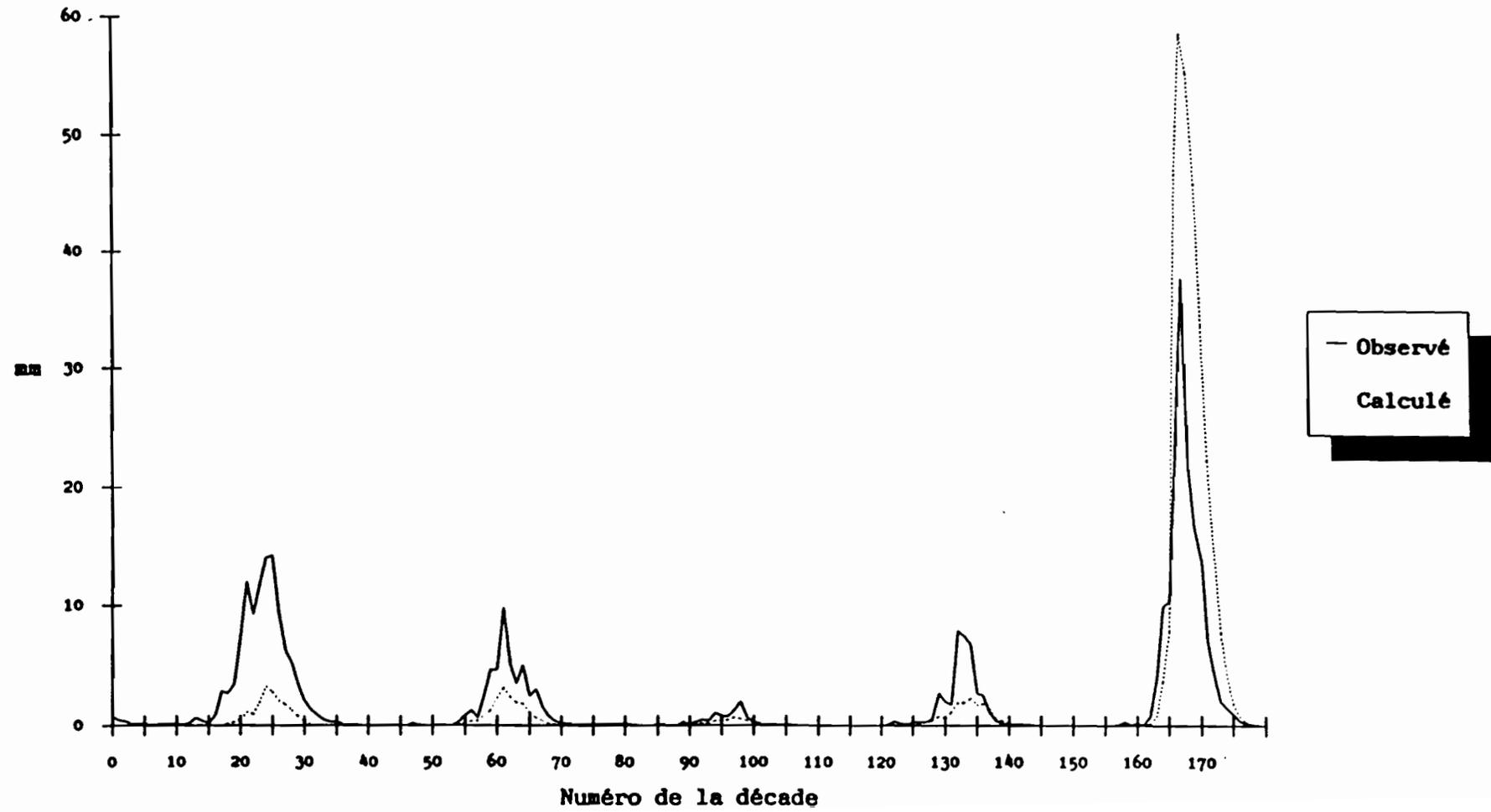


Figure 2

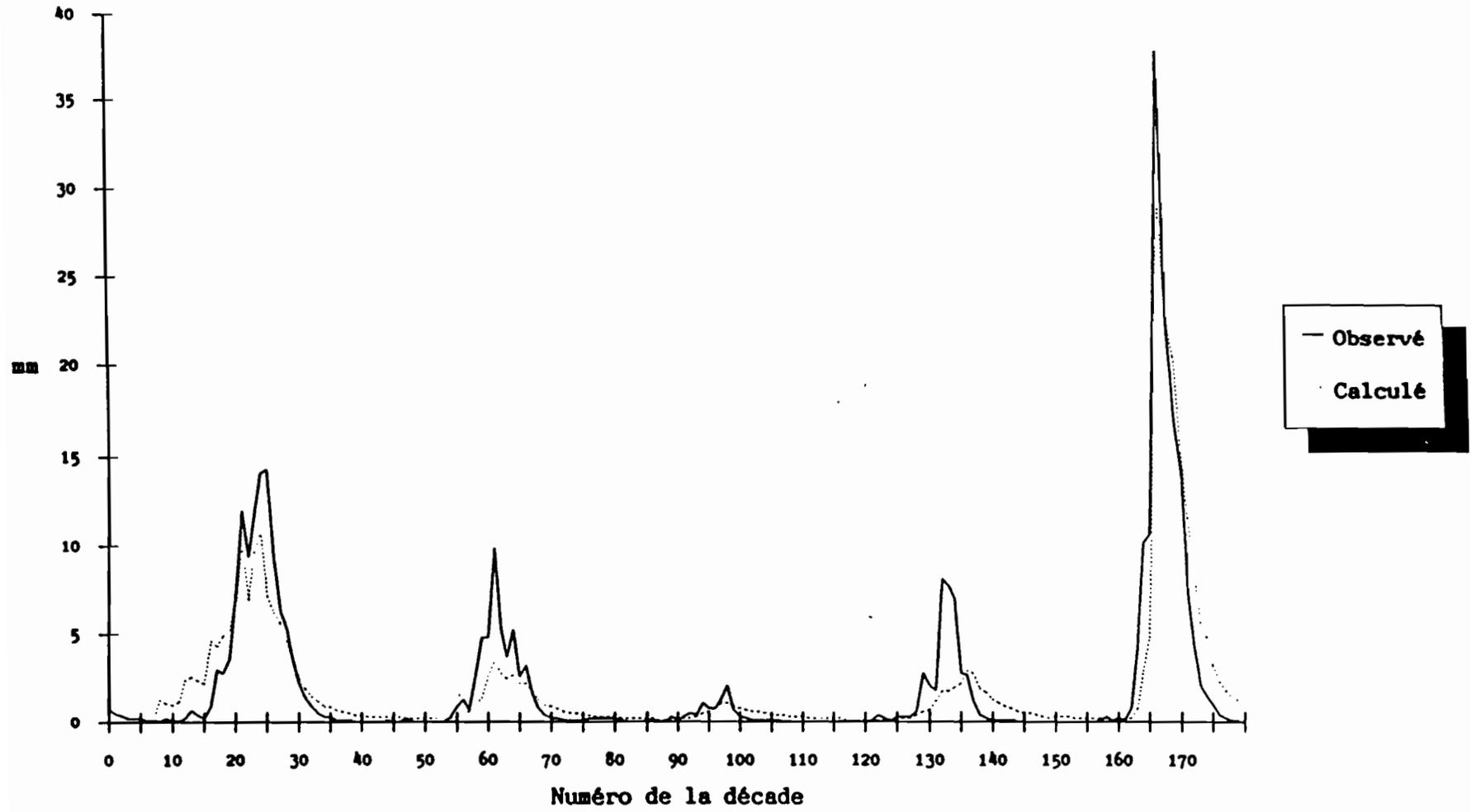
Le Le Bou à Boron modèle CREC-critère CRECBI

1981-1985



Bou à Boron modèle GR3-critère NASH

1981-1985



(v) Le critère SExpER a un comportement qui est assez comparable à ceux des critères Crec et Fortin.

Caractérisation hydrologique

Partant de l'hypothèse que nous avons, dans chacun des cas, obtenu un calage optimal pour chaque association "modèle-critère", nous avons cherché à évaluer les performances des critères proprement dits pour une série d'observations et pour un modèle donné. Nous avons, pour cela, défini un module d'évaluation comparative de la qualité des calages obtenus, dont les éléments ont été choisis en fonction de caractéristiques hydrologiques. Cette approche est assez voisine de celle de Diskin et Simon (1977), mais elle paraît plus appropriée car réalisée par référence à des éléments hydrologiques et non à la seule valeur du critère.

Le module d'évaluation comparative

Ce module est bâti autour de plusieurs éléments d'appréciation du calage:

- (i) Le coefficient de corrélation lames observées-lames calculées. Il permet de prendre en compte, principalement, les décalages dans le temps entre hydrogrammes observés et calculés, et, à un degré moindre, les écarts quantitatifs entre les deux séries.
- (ii) L'écart entre les coefficients d'autocorrélation d'ordre 2 observés et calculés. Les écarts d'ordre 1 sont assez peu significatifs. Nous avons donc utilisé les coefficients d'autocorrélation d'ordre 2 comme témoins de la dynamique des hydrogrammes, en particulier en décrue.
- (iii) Deux coefficients d'appréciation du bilan volumique:

$$\text{Bilan1} = |\sum(L_o - L_c)|$$

$$\text{Bilan2} = \sum|(L_o - L_c)|$$

avec: L_o = lame écoulee observée (mm)

L_c = lame écoulee calculée (mm)

Bilan1 et Bilan2 tendent vers 0 quand L_c tend vers L_o .

- (iv) L'Indice de Reconstitution du Volume de Crue (IRVC). Au regard des objectifs appliqués de ces travaux de modélisation, nous avons privilégié la reconstitution des crues par rapport à celle des étiages. Pour la région concernée, et afin de nous limiter dans le temps, nous avons défini comme lame de crue, la lame écoulee entre les décades 19 et 30 incluses (c'est à dire du 1er Juillet au 31 Octobre). Pour les bassins étudiés la lame écoulee durant cette période est toujours de l'ordre ou supérieure à 80%. L'appréciation de la reconstitution globale et pluri-annuelle des volumes de crue, à l'issue des différents calages, se fait à l'aide d'un indice que nous avons défini à cette fin: l'Indice de Reconstitution du Volume de Crue (IRVC). Cet indice est défini sur l'ensemble de la période considérée. Son expression est la suivante: Pour une série observée de n années, on aura:

$$\text{IRVC} = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\text{Crue année } i}{\sum_{i=1}^n \text{Crues annuelles}} \times 100 \left| \frac{\text{Crue année } i \text{ Calc.}}{\text{Crue année } i \text{ Obs.}} - 1 \right| \right]$$

IRVC tend vers 0 lorsque la crue calculée tend vers la crue observée.

Evaluation des critères

Méthodologie : Ayant défini un module d'évaluation comparative des performances des critères représentatif de caractéristiques hydrologiques, nous avons alors suivi une méthodologie calquée sur celle de DISKIN et SIMON (1977).

Pour une période et pour un modèle donné, nous avons donc procédé comme suit:

- les valeurs des différents termes du module sont calculées pour chacun des critères;
- pour chaque terme du module, on établit un classement des performances des critères auxquels on attribue donc un rang (rang 1 pour le meilleur, rang 5 pour le plus mauvais);
- pour chaque critère, on somme les différents rangs obtenus, et on obtient ainsi une "note" comprise entre 5 et 25 (5 dans le meilleur des cas, 25 dans le pire).

A titre d'exemple, le tableau 2 présente cette "notation" pour la Bagoé à Kouto.

	Critères de calage				
	Crec	Fortin	CrecBi	Nash	SExpER
Coef Correl.	0.889	0.887	0.882	0.955	0.936
Dif. autocor.	0.082	0.078	0.082	0.021	0.001
Bilan1	388.4	341.7	292.2	8.8	183.7
Bilan2	418.8	378.9	347.8	235.0	312.7
IRVC	54.5	47.9	40.8	14.6	34.7

	Critères de calage (rangs après classement)				
	Crec	Fortin	CrecBi	Nash	SExpER
Coef Correl.	3	4	5	1	2
Dif. autocor.	5	3	4	2	1
Bilan1	5	4	3	1	2
Bilan2	5	4	3	1	2
IRVC	5	4	3	1	2
Somme ("note")	23	19	18	6	9

Tableau 2: Valeurs des termes du module d'évaluation des critères. Exemple de la Bagoé à Kouto (1981-1985), modèle GR3

Interprétation : Le tableau 3 fait apparaître les classements respectifs de chaque critère et leur fréquence.

Rang	Critères de calage (fréquence des rangs)				
	Crec	Fortin	CrecBi	Nash	SExpER
1	-	1	2	12	1
2	1	4	6	2	5
3	5	4	4	1	-
4	6	3	3	-	2
5	3	2	1	-	7

Les ex-aequo n'ont pas été départagés, ce qui explique que le total par ligne ne soit pas toujours égal à 15.

Tableau 3: Valeurs des termes du module d'évaluation des critères. Exemple de la Bagoé à Kouto (1981-1985), modèle GR3

Le critère de Nash semble s'imposer nettement au vu de l'examen du Tableau 3, étant classé 1er 12 fois sur 15, et en étant, au pire, classé 3ème.

Derrière lui, les critères CrecBi et Fortin, respectivement classés 12 et 9 fois dans les trois premiers semblent avoir les meilleurs comportements.

Une étude plus détaillée peut être menée en examinant le comportement des critères relativement à chaque élément du module d'évaluation.

(i) Le coefficient de corrélation (Cf tableau 4).

Rang	Critères de calage (fréquence des rangs)				
	Crec	Fortin	CrecBi	Nash	SExpER
1	1	2	-	12	-
2	1	3	5	2	4
3	7	3	2	-	3
4	5	6	3	-	2
5	1	1	5	1	6
valeur min.	0.382	0.382	0.570	0.760	0.470
valeur max.	0.944	0.946	0.946	0.955	0.943

Tableau 4: Fréquences absolues des rangs des critères pour le coefficient de corrélation entre lames observées et lames calculées

Le critère de Nash semble très supérieur aux autres en matière de corrélation entre lames observées et calculées. Les autres critères ont des performances qui sont tout à fait comparables entre elles, mais à un niveau nettement inférieur.

(ii) Ecart entre les coefficients d'autocorrélation d'ordre 2 observés et calculés (Cf tableau 5).

Rang	Critères de calage (fréquence des rangs)				
	Crec	Fortin	CrecBi	Nash	SExpER
1	-	-	5	6	4
2	3	4	3	2	3
3	5	3	2	1	4
4	4	7	2	3	-
5	3	1	3	3	4
valeur min.	0.016	0.007	0.002	0.003	0.001
valeur max.	0.716	0.716	0.183	0.123	0.203

Tableau 5: Fréquences absolues des rangs des critères pour la différence sur le coefficient d'autocorrélation d'ordre 2

Les critères Crec et Fortin semblent assez peu performants en matière d'autocorrélation. Il est, par contre assez difficile de séparer les trois autres.

(iii) Bilan1 et Bilan2 (Cf tableaux 6 et 7).

Rang	Critères de calage (fréquence des rangs)				
	Crec	Fortin	CrecBi	Nash	SExpER
1	-	-	12	3	-
2	1	-	-	11	3
3	2	8	3	-	2
4	9	6	-	1	-
5	3	1	-	-	10
valeur min.	20.0	18.8	0.1	6.1	67.6
valeur max.	792.7	729.0	723.7	138.7	692.2

Tableau 6: Fréquences absolues des rangs des critères pour le terme Bilan1.

Rang	Critères de calage (fréquence des rangs)				
	Crec	Fortin	CrecBi	Nash	SExpER
1	2	3	1	10	-
2	1	4	3	2	4
3	7	3	3	-	3
4	3	5	1	3	2
5	2	-	7	-	6
valeur min.	146.2	154.9	179.3	149.1	163.0
valeur max.	826.3	779.0	774.5	412.5	435.8

Tableau 7: Fréquences absolues des rangs des critères pour le terme Bilan2.

Les critères CrecBi et Nash apparaissent très nettement comme les deux critères respectant le mieux le volume écoulé. L'association avec Bilan1 indique également qu'il existe moins de compensations numériques avec le critère de Nash qu'avec les autres critères.

(iv) IRVC (Cf. tableau 8).

Rang	Critères de calage (fréquence des rangs)				
	Crec	Fortin	CrecBi	Nash	SExpER
1	-	-	2	13	-
2	2	4	2	1	5
3	4	5	5	1	1
4	6	5	2	-	3
5	3	1	4	-	6
valeur min.	19.6	24.7	12.6	14.6	25.7
valeur max.	154.7	144.1	142.9	48.6	119.2

Tableau 8: Fréquences absolues des rangs des critères pour le terme IRVC.

Au regard de l'IRVC, le critère de Nash fait état d'une certaine supériorité. Le calage à l'aide de cette fonction critère semble donc permettre une meilleure prise en compte de la lame de crue.

Si, du point de vue des modèles, la convergence apparaît plus rapide pour GR3, cela est uniquement dû au nombre plus réduit de paramètres à optimiser que compte cet algorithme.

CONCLUSION

Les critères que nous avons utilisés peuvent être rangés en trois catégories:

- la première regroupe les critères Crec, Fortin et SExpER. Ils sont bâtis autour de l'écart relatif entre lame observée et lame calculée, et pondérés par des coefficients qui diffèrent;
- la seconde concerne le critère CrecBi. Celui-ci n'est autre que le critère Crec auquel nous avons ajouté un terme de bilan;
- la troisième est représentée par le critère de Nash dont la formulation est liée à une approche statistique classique.

Les périodes pour lesquelles nous avons procédé au calage sont souvent critiques pour de classiques modèles à réservoirs, du type de ceux utilisés ici. Les coefficients d'écoulement y sont extrêmement faibles, la lame écoulée ne représentant plus alors qu'une partie presque négligeable du bilan hydrologique. C'est dire l'importance vraisemblable de l'évapotranspiration qui est, malheureusement, trop souvent négligée dans les modèles "pluie-débit" élaborés par les hydrologues.

Malgré cette particularité, plusieurs enseignements peuvent être tirés de cette étude au caractère systématique. Les performances des différents modèles utilisés sont généralement satisfaisantes. On note une certaine difficulté, pour les trois algorithmes employés, à "redémarrer" après la saison sèche. Les premières crues sont souvent mal reproduites. La longue période de désaturation que l'on observe dans le Nord de la Côte d'Ivoire (peu ou pas de pluie pendant plusieurs semaines, voire plusieurs mois) pose de sérieux problèmes aux modèles construits sur un schéma de type à réservoir. Il est, de plus, difficile d'intégrer une année aussi exceptionnelle que 1983 dans une courte période de calage.

Concernant les critères on note plusieurs points:

- les critères Crec, Fortin et SExpER ont un comportement très voisin et que nous qualifierons de "réducteur" dans la mesure où l'hydrogramme calculé a souvent des valeurs inférieures à celles de l'hydrogramme observé;
- dans CrecBi, la prise en compte d'un terme de bilan s'est montrée relativement inadaptée puisqu'elle conduit souvent à des compensations numériques par rapport à l'hydrogramme observé;
- le critère de Nash présente un bon comportement d'ensemble bien qu'il montre quelques faiblesses en étiage.

Une étude systématique à l'aide d'un module d'évaluation des performances des critères a confirmé ces premières conclusions.

Au regard des objectifs visés (reconstitution la plus précise possible des volumes de crue en saison des pluies, restitution de la dynamique des hydrogrammes, absence de décalage dans le temps entre les hydrogrammes observés et calculés) et de la nature des données disponibles, il apparaît donc clairement que c'est l'utilisation du critère de Nash qui permet d'accéder au meilleur niveau de résultats.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COMBES V. 1985

"Paramétrisation de modèles conceptuels d'un bassin versant. Contribution à l'élaboration d'un système de mesure des caractéristiques hydrologiques d'un bassin versant. application au modèle CREC". Thèse Docteur-Ingénieur en Sciences de l'Eau et Aménagement. USTL. Montpellier.

DEZETTER A. 1987

"Modèle global ORSTOM 74. Analyse des structures et du fonctionnement en vue d'une reformulation". DEA National d'Hydrologie. USTL. Montpellier.

DISKIN M.H., SIMON E. 1977

"A procedure for the selection of objective functions for hydrologic simulation models". J. Hydrol., 34: 129-149.

EDIJATNO, MICHEL C. 1989

"Un modèle pluie-débit journalier à trois paramètres". La Houille Blanche, n=2: 113-121.

FORTIN J.P., CHARBONNEAU R., LEFEVRE J., GIRARD G. 1971

"Proposition et analyse de quelques critères adimensionnels d'optimisation". AISH Pub 101 Vol 2: 548-557. Actes du colloque de Varsovie.

GUILBOT A. 1986

"Des multiples applications d'un modèle conceptuel du cycle de l'eau en France". Revue Internationale des Sciences de l'Eau, Vol 2-1: 19-26.

LEVIANDIER T., MA Z.C. 1987

"Influence du pas de temps sur les performances des modèles pluie-débit". Critères d'applications opérationnelles de modèles hydrologiques, Rapport final. EDF, CEMAGREF.

NASH J.E., SUTCLIFFE J.V. 1970

"River flow forecasting through conceptual models. Part I - A discussion of principles". J. Hydrol, 10: 282-290.

NELDER J.A., MEAD R. 1964

"A simple method for function minimization". Computer Journal, 7: 308-313.

ROSENBROCK H.H. 1960

"An automatic method for finding the greatest or least value of a function". Computer Journal, 3, 175.

SERVAT E. 1986

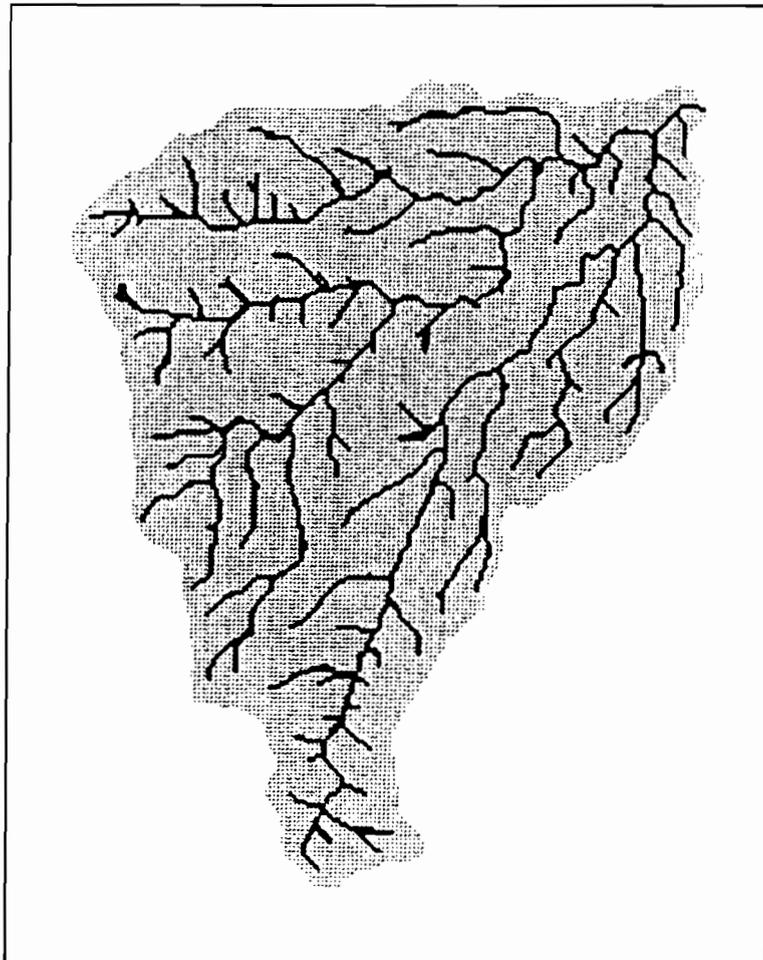
"Présentation de trois modèles globaux conceptuels déterministes. CREC5, MODGLO et MODIBI". ORSTOM Montpellier.

SERVAT E., DEZETTER A. 1988

"Modélisation globale de la relation pluie-débit: des outils au service de l'évaluation des ressources en eau". Hydrol. continent., vol.3, n=2, 1988: 117-129.

TROISIEME JOURNEE U. L. M.

UTILITE ET LIMITES DES MODELES EN HYDROLOGIE



Laboratoire d'Hydrologie
ORSTOM
2051 Avenue du Val de Montferrand
BP 5045
34032 Montpellier Cedex 1

28 Juin 1990