

UTILISATION DE LA MÉTHODE DU VECTEUR RÉGIONAL POUR LA DESCRIPTION DES VARIATIONS PLUVIOMÉTRIQUES INTERANNUELLES EN AFRIQUE DE L'OUEST ET CENTRALE

G. MAHÉ¹, Y. L'HÔTE¹

RÉSUMÉ

On utilise la Méthode du Vecteur Régional (M.V.R.) pour optimiser les données pluviométriques annuelles de près de 1 000 postes d'Afrique de l'Ouest et Centrale de 1951 à 1989, et pour reconstituer les données manquantes avec un maximum de vraisemblance. La reconstitution est effectuée à travers 39 unités climatiques dont les vecteurs décrivent les fluctuations climatiques. Les déficits des dernières années ne se limitent pas à la bande sahélo-soudanienne mais concernent également intensément toute l'Afrique de l'Ouest à l'ouest du massif de l'Atakora, et plus particulièrement les monts de Guinée et l'extrême ouest de l'Afrique de l'Ouest. L'irrégularité interannuelle s'atténue très fortement, voire totalement, vers l'équateur. Les déficits sont moins prononcés dans les régions sous le vent des massifs, même en zone très déficitaire. Enfin, les déficits sont de moins en moins forts depuis l'Atlantique vers le Tchad dans la bande soudano-sahélienne.

Mots-clefs : Afrique - Pluie - Reconstitution - Méthode du Vecteur Régional - Fluctuations Climatiques.

¹Orstom, 911 avenue Agropolis, 34032 Montpellier cedex

INTRODUCTION

Nous avons été amenés à utiliser la Méthode du Vecteur Régional (M.V.R.) à des fins d'homogénéisation mais également de reconstitution de données pluviométriques annuelles. Notre but étant d'établir des bilans hydrologiques régionaux ou par bassins versants en Afrique de l'Ouest et Centrale, nous traitons les données d'environ 1 000 postes sur une surface de près de 10 millions de km² s'étendant du Sénégal au Zaïre et à l'Angola, sur la période 1951-1989. L'homogénéisation de ces données est une étape majeure dans l'établissement des bilans hydrologiques. Elle doit permettre d'utiliser à poids égal des séries de données de longueur et de qualité très variables, sans distribution régulière. M.V.R. présente plusieurs avantages pour notre cas : c'est une méthode entièrement automatique, elle optimise l'information existante, et surtout elle permet la reconstitution de valeurs manquantes.

COLLECTE DES DONNÉES ET SÉLECTION DES STATIONS

Les données proviennent de 22 États depuis le Sénégal jusqu'à l'Angola (figure 2). Toute l'information journalière des postes répertoriés par l'Orstom est utilisée. Ces informations concernent les pays suivants : Sénégal, Gambie, Mali, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Togo, Bénin, Niger, Cameroun, Centrafrique, Congo, Gabon, Tchad. Pour le Zaïre, l'Angola, le Nigéria, le Ghana, le Liberia, la Sierra-Leone et la Guinée Bissau, on utilise, dans la mesure du possible, les informations mensuelles. Il n'y a que pour le Rio Muni (ex -Guinée Équatoriale) que nous n'avons pu obtenir que des données annuelles. Le choix initial était de couvrir le réseau d'une station par degré carré (10 000 km²), ce qui revient à n'utiliser presque que des stations synoptiques. Dans les grandes plaines d'Afrique de l'Ouest ce maillage pourrait être suffisant pour notre étude, mais dans les régions plus accidentées, il est insuffisant. Pour cette raison, nous avons utilisé tous les postes disponibles dans les régions de reliefs, même faibles, ainsi que tous les postes côtiers, et nous avons souvent doublé les stations dans les plaines, également. Dans les régions de faible densité de réseau (Zaïre et Angola), nous avons été obligés d'utiliser tous les postes existants sous peine de perdre toute information.

Les données fournies par l'Orstom ont été en partie contrôlées pendant leur traitement d'archivage. En ce qui concerne celles des autres sources, elles ont été contrôlées manuellement. Les stations douteuses ont été systématiquement ôtées. Sur la figure 3 sont reportées les informations sur la qualité des données pluviométriques par pays avant reconstitution. Nous avons au total 937 stations (figure 4) soit une densité de 1 station pour 10 000 km² environ sur la surface

des pays étudiés (9 700 000 km², si l'on ôte les parties désertiques). Cette densité passe à 1 station pour 7 200 km² sur la surface totale moins l'Angola et le Zaïre (6 130 000 km², 856 stations). Avec 81 stations pour couvrir 3 600 000 km², la densité est 1 station pour 4 400 km² sur les surfaces réunies de l'Angola et du Zaïre.

LA MÉTHODE DU VECTEUR RÉGIONAL

Pour l'extension des séries de données annuelles, nous avons utilisé la Méthode du Vecteur Régional (M.V.R.) décrite par HIEZ (1977) et le logiciel du même nom développé par l'Orstom : M . V . R . 1.5 (COCHONNEAU *et al.*, 1991), ainsi qu'une notice complémentaire rédigée par L'HÔTE (1990) qui en a facilité l'utilisation.

Cette méthode repose sur deux principes fondamentaux :

- les séries interannuelles de totaux pluviométriques de postes voisins, situés dans une même unité climatique, sont pseudo-proportionnelles entre elles ; ceci signifie que les variations de la pluviosité entre tous les postes de l'unité sont concomitantes ;
- l'information la plus probable est celle qui se répète le plus fréquemment, ce qui signifie que la pluviosité d'une année donnée sera celle indiquée par le plus grand nombre de postes.

Le processus de calcul utilisé, basé sur le principe du maximum de vraisemblance, est conçu de manière à ce que toute l'information contenue dans chacune des séries composant la matrice régionale, contribue à l'élaboration d'une série de référence « la plus probable », appelée vecteur régional. Dans ces calculs, les valeurs moyennes utilisées sont les modes. Chaque poste est ensuite comparé à ce vecteur par l'intermédiaire d'un procédé graphique de double cumul. Pour chaque année, l'écart entre la valeur calculée par rapport au vecteur et la valeur observée permet d'identifier si l'année est en concordance avec la valeur régionale. Un autre test de pseudo-proportionnalité permet de situer chaque station d'une unité par rapport au vecteur, non plus sur une année, mais sur toute la série. Enfin, la dernière version de M.V.R. (1.5) permet de reconstituer une série de données calculées par rapport au vecteur, sur toutes les stations d'une unité, pour tout l'intervalle de temps considéré, si au moins trois stations dans l'unité présentent des séries complètes sur l'intervalle de temps.

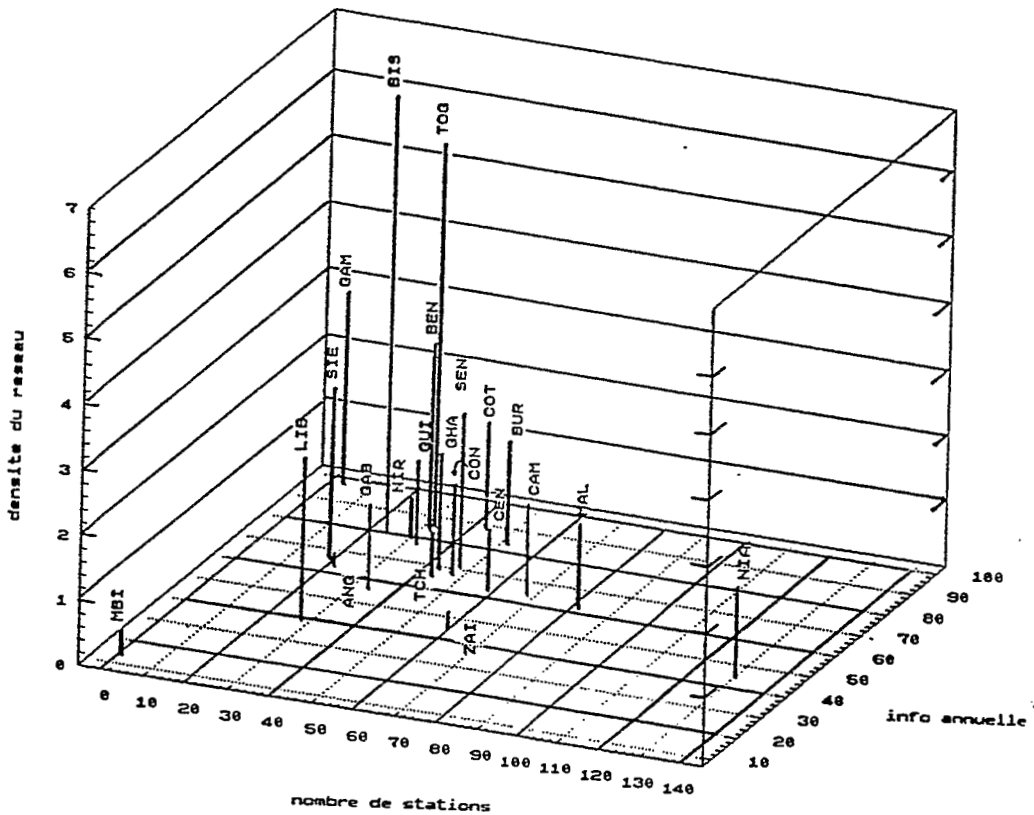


Figure 3

Qualité de l'information pluviométrique aux 937 postes d'observation, par État. En abscisse figure le nombre de stations, l'axe Z représente la densité du réseau, soit le nombre de stations pour 10 000 km², enfin en ordonnée se trouve le pourcentage d'information annuelle moyenne disponible sur la période 1951-1989 (nombre d'années moyen sur 39 totales)

N. B. : Niger = NIR, Nigéria = NIA.

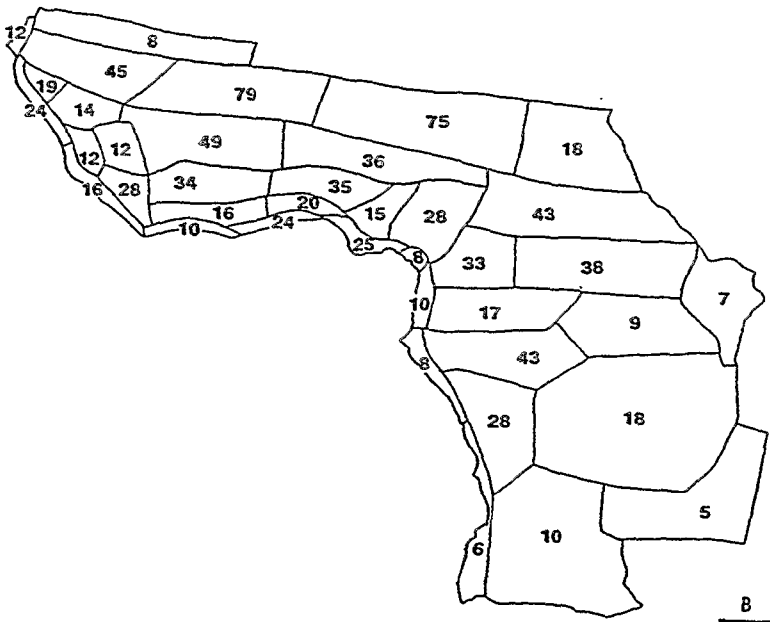
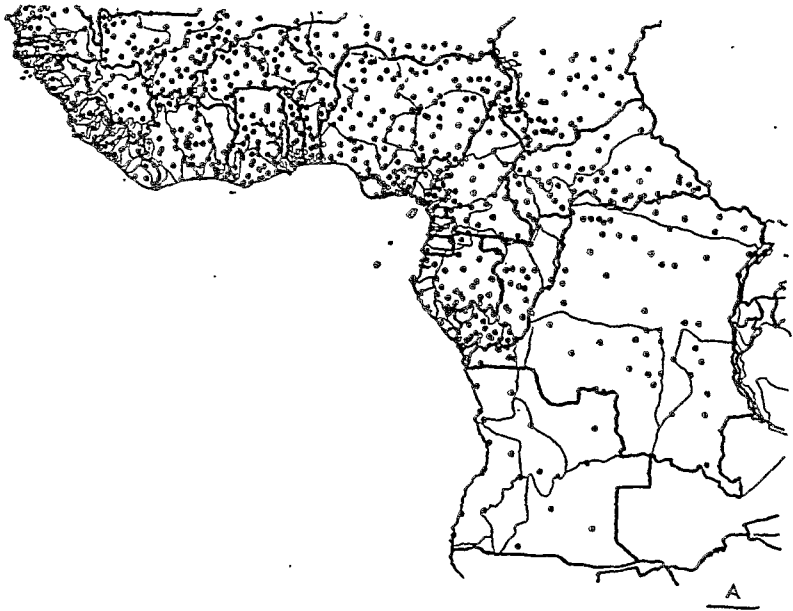


Figure 4
 Situation des 937 postes pluviométriques en Afrique de l'Ouest et Centrale (A) et
 nombre de postes par unité climatique (B)

TRAITEMENT DES DONNÉES PAR LE VECTEUR

DÉFINITION DES UNITÉS CLIMATIQUES (OU RÉGIONS)

Pour une bonne utilisation de M.V.R., il est nécessaire de délimiter des zones morpho-climatiques homogènes afin d'améliorer la qualité de la reconstitution des années manquantes ; ces unités climatiques contenant des stations dont les variations interannuelles sont proches. La qualité de la reconstitution des pluies annuelles manquantes dépend donc essentiellement de la qualité des données existantes bien sûr, mais en grande partie également de la significativité climatique des unités géographiques à l'intérieur desquelles on va procéder à l'homogénéisation entre les stations.

Pour tracer les grandes lignes des contours des unités, nous nous sommes appuyés tout d'abord sur des réalisations similaires de DUBREUIL *et al.* (1972) et de JANICOT (1985 et 1990) sur l'Afrique de l'Ouest, et de NICHOLSON *et al.* (1988) pour l'Afrique de l'Ouest et Centrale. Ces grandes lignes tracées, nous avons consulté les découpages par États ou par bassins versants réalisés par les chercheurs de l'Orstom pour des ouvrages de synthèses monographiques et autres.

Nous avons en premier lieu discriminé les régions côtières des autres régions (figure 1, 4A et 4B). La variabilité interannuelle particulière due à la proximité de l'océan ne dépasse guère quelques dizaines de kilomètres vers l'intérieur, même dans les régions les plus exposées au flux de mousson (cf. par exemple LE BARBÉ, Monographie du Bénin). Cette individualisation des régions côtières ne se retrouve pas dans les études précédentes de même échelle, en particulier dans celles de NICHOLSON. Elle est pourtant le gage d'une meilleure homogénéisation des pluies dans les régions concernées.

Pour que l'homogénéisation soit opérationnelle, il faut que plusieurs stations dans l'unité présentent des séries complètes sur la période (au moins 3 stations). Pour cette raison, on est amené à créer des unités assez grandes, surtout dans les zones de faible couverture, au Zaïre et en Angola en particulier. Sur les régions sahélo-soudaniennes, la répartition latitudinale des précipitations implique un découpage zonal des unités. La limite entre les zones Tchad et Sahel est fixée près du lac Tchad, région préférentielle de naissance de lignes de grains. La région Niger couvre l'intérieur de la boucle du Niger, entre Niamey et Bamako, autre lieu prépondérant de naissance des lignes de grains et axe de pénétration maximum du flux de mousson. La région occidentale, Sénégal, est sous influence océanique plus forte.

Pour les régions montagneuses de Guinée, nous avons assez de données pour effectuer un découpage assez fin entre des régions au vent (Sierra-Leone et Liberia) et une région sous le vent (Eguin). La région Nguin correspond au

Fouta-Djalou. Au sud de 10° N en Afrique de l'Ouest, on utilise également une décomposition zonale des unités, dans lesquelles l'influence marine décroît vers le nord. La région Adamaoua regroupe les stations au vent sur les massifs camerounais, mais la région du mont Cameroun a été individualisée du fait des totaux exceptionnellement élevés de pluie qui sont enregistrés à son pied. À l'est et au sud des monts du Cameroun, le découpage reste zonal suivant le type de régime équatorial : équatorial pur dans la région Batéké, et de transition au nord et au sud.

L'influence atlantique est prépondérante jusqu'à la région Brazza. Dans les régions Nezaïre, Czaïre, Lomani, Katanga et Angola, l'influence indienne ou d'Afrique australe nécessite une séparation d'unités. Dans la région Angola, un plus grand nombre de stations aurait autorisé un découpage plus significatif en trois sous-unités centre, sud et sud-est.

APPLICATION DU VECTEUR

TEST DE PSEUDO-PROPORTIONNALITÉ

Les tests de pseudo-proportionnalité mettent en évidence la très grande cohérence des variations interannuelles entre les stations des unités, puisque très peu de stations sortent des limites empiriques de validité de ce test (limite fixée à 0,20 au maximum pour une station pseudo-proportionnelle au vecteur régional : tableau 1). La version de M.V.R. que nous avons utilisée contenait quelques problèmes, qui ont été résolus depuis, en particulier la limitation du test de pseudo-proportionnalité aux unités de moins de 25 stations. Le test n'a pu donc être réalisé que sur 24 des 39 unités ; les 15 autres unités correspondent le plus souvent à des entités climatiques très cohérentes (Niger, Sahel, Centrafrique, Oubangui, Sanaga, Batéké, Brazza, Bobo, Jos, Crcighan, Ctobeni, Cotniga), sauf les trois dernières zones, Cotgako, Liberia et Adamaoua, respectivement côtières et montagneuses, où il est plus probable que plusieurs stations soient au-dessus de 0,20.

Pour les 24 régions présentées, 28 stations sur 320 sont hors hypothèse, soit 8,7 %. Le même pourcentage appliqué aux 617 stations restantes donne le nombre de 53 stations hors hypothèse. Mais il est probable que ce nombre soit plus faible dans ces unités. Compte tenu du caractère satisfaisant de ces tests en général, du faible nombre de stations hors hypothèse par rapport au nombre de stations des unités et du fait que nous allons utiliser une valeur moyenne annuelle par unité, nous n'avons ôté les stations hors hypothèse et recalculé le vecteur que dans quelques cas de stations très douteuses. Ce serait plus nécessaire dans les unités les moins représentatives, Angola et Cotang en particulier, mais il n'y a pas assez de stations.

Tableau 1
 Valeur du test de pseudo-proportionalité de M. V. R. 1.5 entre les stations
 pluviométriques des unités climatiques

Unité	Nbre Stations	Indice Global	Nbre stations au-dessus de 0.20	Remarques
Casa	19	0.10	0	
Cotneq	10	0.09	0	
Eguin	12	0.12	0	
Sierra	13	0.10	0	
Srcighan	16	0.14	0	
Stogben	20	0.13	0	
Nguin	14	0.12	0	
Nezaire	7	0.13	0	
Sangha	17	0.11	0	
Czaire	9	0.12	0	
Lomani	18	0.14	0	
Katanga	5	0.10	0	
Tchad	18	0.15	1	1 station à 0.23
Csniga	15	0.14	1	1 station à 0.24
Cotcotiv	10	0.15	1	1 station à 0.25
Cotmontg	17	0.12	2	2 stations à 0.21
Cotnosen	12	0.19	2	Une seule station au-dessus de 0.20, à 0.22
Cotgako	24	0.13	2	Stations à 0.22 et 0.24
Cotgatbe	24	0.16	2	Stations à 0.21 et 0.23
Montcam	8	0.13	2	Grandes différences de totaux entre stations
Cotang	6	0.38	2	Pas assez de stations pour former deux zones
Angola	10	0.16	3	Pas assez de stations pour former 3 unités
Cotgasco	8	0.22	3	2 stations à 0.22, une autre aberrante corrigée par la suite
Sénémal	8	0.22	7	Stations trop éloignées ; nécessitent 2 unités

BILAN DE LA RECONSTITUTION DES DONNÉES

Les caractéristiques chiffrées des reconstitutions sont présentées par États (tableau 2) et par unités climatiques (tableau 3).

Tableau 2
Densités de stations par État, observées et après reconstitution

ÉTATS	Nbre stations	Surface km ²	Densité stations km ²	% info annuelle initiale	% info annuelle finale
SÉNÉGAL	48	197 000	4 100	70	100
GAMBIE	3	10 347	3 400	98	100
GUINÉE	33	250 000	7 600	77	100
BISSAU	24	36 125	1 500	80	100
SIER. LEONE	19	72 323	3 800	66	96
LIBERIA	27	111 370	4 100	41	98
CÔTE IVOIRE	52	322 500	6 200	83	100
GHANA	44	240 000	5 500	68	99
TOGO	33	56 600	1 700	85	99
BÉNIN	33	115 800	3 500	83	99
NIGÉRIA	131	924 000	7 100	44	96
CAMEROUN	68	474 000	7 000	64	92
MBINI	1	28 100	28 100	13	90
GABON	34	267 000	7 900	56	99
CONGO	48	342 000	7 100	67	100
ZAÏRE	60	2 345 000	39 100	45	84
ANGOLA	21	1 246 700	59 000	64	88
CENTRAFRIQ.	59	617 000	10 500	63	97
TCHAD	44	650 000	14 800	65	95
NIGER	30	500 000	16 700	80	100
MALI	82	650 000	7 900	62	100
BURKINA FAS.	43	274 122	6 400	89	100
Total/moyenne	937	9 730 000	10 400	66.6	96.9

Les informations pour les années récentes ne nous sont pas parvenues complètement pour certains États, ce qui explique que le pourcentage d'information annuelle finale soit inférieur à 100 pour le Cameroun, le Tchad et le Centrafrique. Les plus faibles pourcentages d'information annuelle moyenne finale sont enregistrés au Zaïre et en Angola. Ceci est dû à plusieurs raisons : la faible quantité de données initiales, la mauvaise qualité de certaines stations n'autorisant pas leur utilisation mais également la grande surface de ces pays, sans pays frontaliers aux données mieux connues à l'est et au sud.

ANALYSE DES VARIATIONS CLIMATIQUES

ÉTUDE DES VARIATIONS DES VECTEURS SUIVANT DES TRANSECTS

L'examen des variations spatio-temporelles des vecteurs régionaux est effectuée le long de transects méridiens et zonaux repérés sur la figure 5. Comme le suggèrent HIEZ *et al.* (1986), on utilise directement les valeurs des vecteurs pour décrire les variations climatiques, puisque, « *par nature, le vecteur est le support de l'information la plus probable* ». Les valeurs de pluies régionales moyennes et des comparaisons entre données centrées et réduites se trouvent dans MAHÉ (1992). Les tendances interannuelles sont très proches entre les deux séries de données, vecteurs et pluies moyennes.

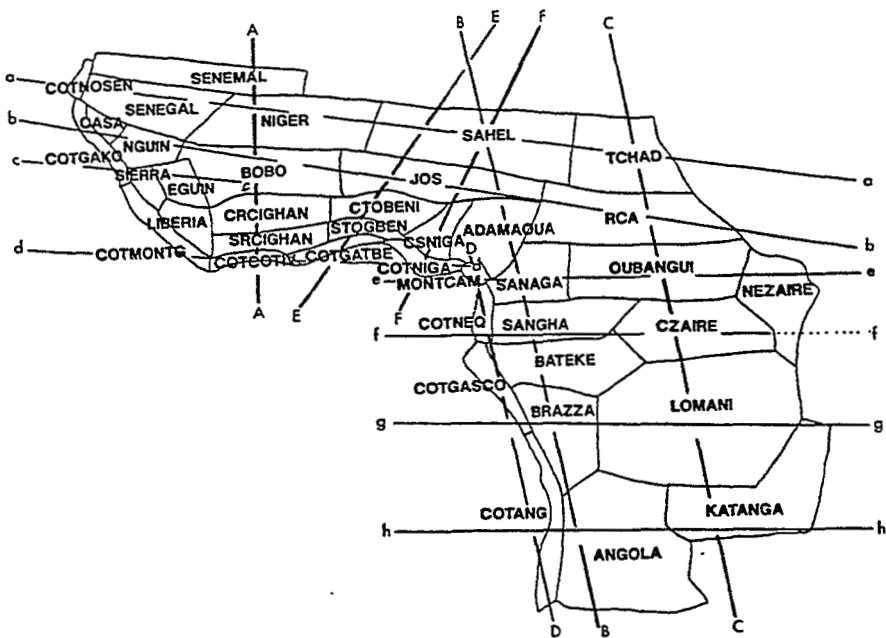


Figure 5

Tracés des transects nord-sud et est-ouest des vecteurs par rapport aux unités climatiques de 1951 à 1989

Tableau 3

Nombre d'années stations par unités climatiques, observées et finales
(Après reconstitution ; le maximum théorique étant 36 543 années stations)

UNITÉS CLIMATIQUES	NBRE STATIONS	ANNÉES STATIONS	
		OBSERVÉ / FINAL	MOYEN
ADAMAOUA	28	547 / 983	35.1
ANGOLA	10	231 / 333	33.1
BATÉKÉ	43	924 / 1677	39
BOBO	49	1567 / 1 911	39
BRAZZA	28	678 / 1 092	39
CASA	19	524 / 741	39
COTANG	6	158 / 195	32.4
COTCOTIV	10	299 / 390	39
COTGAKO	24	738 / 936	39
COTGASCO	8	201 / 312	39
COTGATBÉ	24	656 / 914	38.2
COTMONTG	16	328 / 578	36.3
COTNEQ	10	235 / 358	35.9
COTNIGA	25	393 / 881	35.1
COTNOSEN	12	332 / 468	39
CRCIGHAN	34	998 / 1 326	39
CSNIGA	15	298 / 531	35.5
CTOBEN	35	902 / 1 365	39
CZAÏRE	9	211 / 284	31.6
EGUIN	12	362 / 384	39
JOS	36	883 / 1 404	39
KATANGA	5	67 / 71	14
LIBERIA	28	549 / 1 092	39
LOMANI	18	345 / 583	32.4
MONTCAM	8	166 / 230	28.9
NÉZAÏRE	7	153 / 225	32
NGUIN	14	400 / 546	38.6
NIGER	79	2 235 / 3 081	39
OUBANGUI	38	885 / 1 444	37.1
CENTRAFRIQUE	43	1 087 / 1 636	38.2
SAHEL	75	1 632 / 2 925	39
SANAGA	33	866 / 1 223	37.1
SANGHAÏ	17	412 / 663	39
SÉNÉGAL	45	1 103 / 1 755	39
SÉNÉMAL	8	262 / 312	39
SIERRA	12	359 / 458	38.2
SRCIGHAN	16	513 / 624	39
STOGBEN	20	641 / 761	38.2
TCHAD	18	431 / 635	35.1
TOTAL	937	23 571 / 35 411	37.8

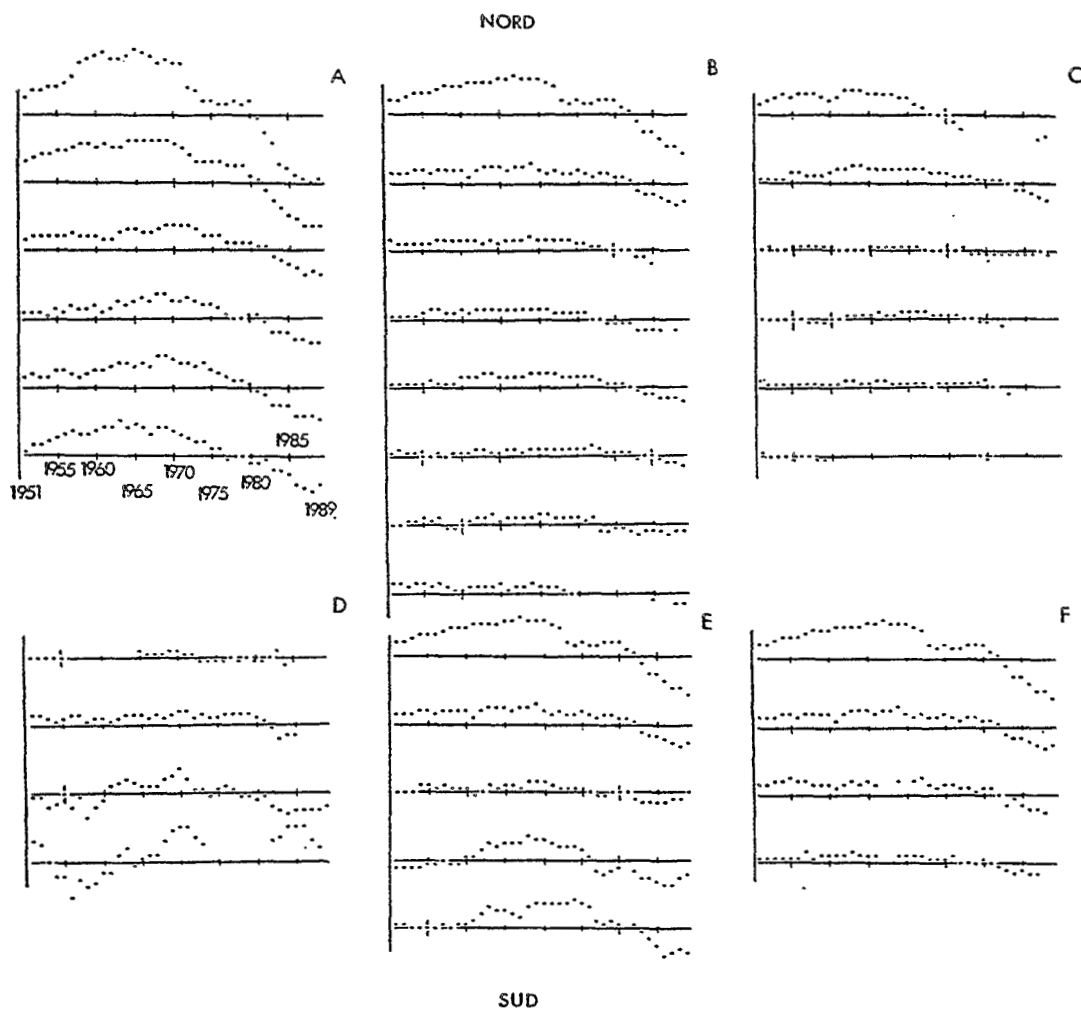
COUPES NORD-SUD (FIGURE 6)

Les variations interannuelles du vecteur sont de plus grande amplitude en Afrique de l'Ouest qu'en Afrique Centrale (coupes A, B, C). Elles augmentent de l'équateur vers le nord, hormis dans certaines régions montagneuses (Adamaoua par exemple, coupe B) ou sous le vent des massifs (Crcighan, coupe A, à l'est des monts de Guinée, correspondant au « V Baoulé »). On remarque aussi sur la coupe A que l'amplitude des variations est plus forte sur le littoral ivoirien que dans le centre du pays, malgré des totaux pluviométriques plus élevés. C'est dans la région Montcam que l'on observe les variations les plus faibles, identiques à celles des régions du centre du Zaïre (Lomani et Czaïre). La coupe D fait apparaître une augmentation de l'amplitude de variation le long de la côte depuis la région Montcam vers le littoral angolais, alors que dès les premières régions intérieures du Cameroun à l'Angola (coupe B) l'amplitude devient très faible.

Enfin, du Sahel au littoral nord du golfe de Guinée, on observe deux évolutions un peu différentes selon que l'on passe dans l'ouest du Nigéria (coupe E) ou dans l'est (coupe F). Sur la coupe E l'amplitude devient très faible dans la région Ctobeni, puis augmente à nouveau vers le littoral du Ghana-Togo-Bénin (Cotgatbe), alors qu'il continue de diminuer vers le littoral nigérian plus arrosé des environs du delta du Niger (Cotniga). Les stations de la région Ctobeni sont situées principalement à l'est de la chaîne de l'Atakora et au sud du plateau de Jos, situation géographique qui est sans doute à l'origine des variations particulières enregistrées dans cette unité par rapport aux unités environnantes dont Stogben au sud (E) et Csniga à l'est (F).

On voit donc apparaître une organisation du champ de variation des vecteurs en 3 grandes régions : la bande sahélo-soudanienne et l'Afrique de l'Ouest à l'ouest de l'Atakora, où l'amplitude de variation est maximum ; l'est et le sud du Nigéria ainsi que les régions montagneuses et côtières du Cameroun, où les variations sont de très faible amplitude ; et l'Afrique Centrale, à l'est et au sud du Cameroun où les variations sont également très faibles. On peut rapprocher ces observations de celles de HIEZ *et al.* (1986) qui remarquent au Brésil une forte atténuation de l'irrégularité interannuelle des régimes pluviométriques depuis le Nordeste peu arrosé au sud plus arrosé.

On remarquera en conclusion que pour la plus grande partie des unités, le vecteur change de signe de façon plus ou moins prononcée dans le courant des années 1970 ou 1980, hormis, et c'est la seule exception, dans la région Cotang où les valeurs du vecteur sont très élevées durant les années 1980. Plus précisément, dans la bande sahélienne et sur les monts de Guinée, on observe deux décrochements dans les séries : le premier durant la décennie 1970, le second, plus important, durant la décennie 1980. À partir du Nigeria et dans toute l'Afrique Centrale, dès la bande soudanienne (unité Jos, coupe F), le seul décrochement net, quand il y en a un, est celui des années 1980.

**Figure 6***Coupes nord-sud*

- A : Sénégal - Niger - Bobo - Crcighan - Sreighan - Cotcotiv*
B : Sahel - Jos - Adamaoua - Sanaga - Sangha - Batéké - Brazza - Angola
C : Tchad - Centrafrique - Oubangui - Czaïre - Lomani - Katanga
D : Montcam - Cotneq - Cotgasco - Cotang
E : Sahel - Jos - Ctobeni - Stogben - Cotgatbé
F : Sahel - Jos - Csniga - Cotniga

Quand il y a moins de trois observations le vecteur n'est pas calculé

COUPES EST-OUEST (FIGURE 7)

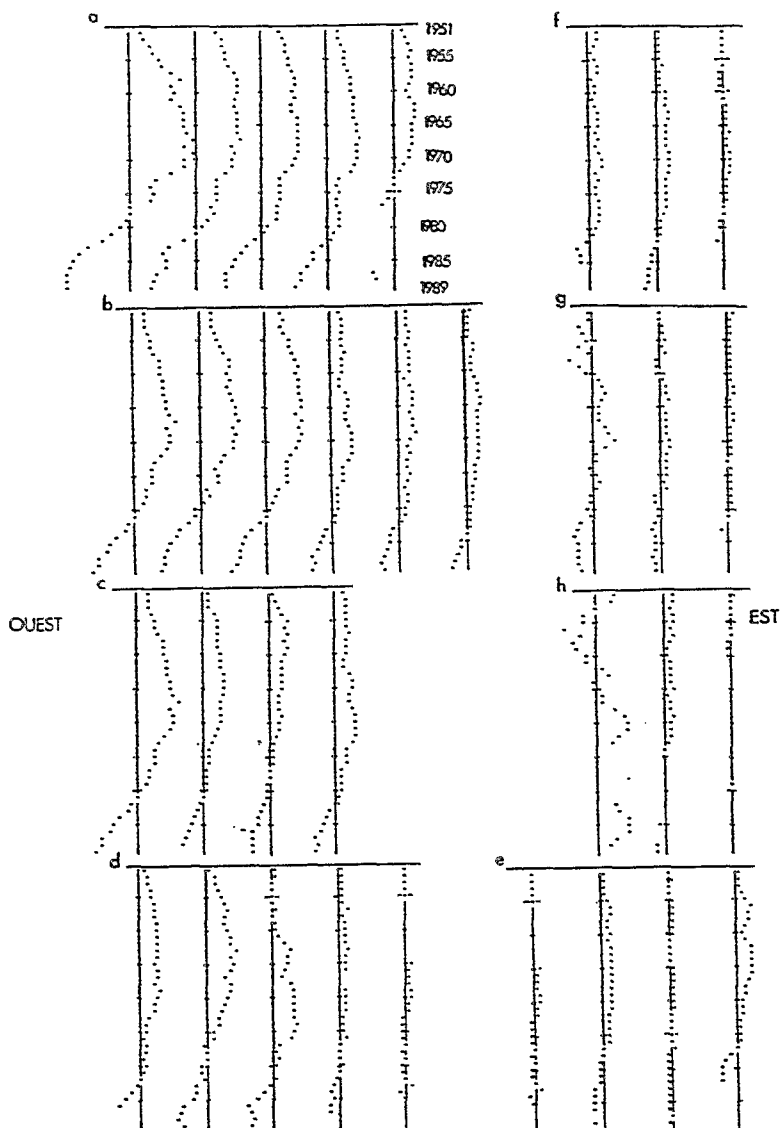
Les coupes est-ouest a à d font apparaître des variations au sein même de bandes zonales de totaux annuels de pluie proches (coupes a et b surtout). Dans la bande soudano-sahélienne, l'irrégularité interannuelle diminue de l'Atlantique vers le Tchad. On observe le même type de variation plus au sud depuis les côtes de la Guinée jusqu'en Centrafrique. La même organisation se retrouve également le long de la côte nord du golfe de Guinée, depuis les monts de Guinée jusqu'au mont Cameroun, avec moins d'amplitude. Le long de la coupe e, qui prolonge la coupe d en Afrique Centrale, les variations sont très faibles et ne reprennent de l'amplitude que dans la région du nord-est du Zaïre (Nezaïre).

Sur la coupe c, on met en évidence un effet de montagne qui contribue à diminuer l'irrégularité des régions sous le vent (Eguin), alors qu'à latitude égale, la région Bobo plus orientale, connaît une irrégularité plus forte. On note également que l'amplitude diminue dès les massifs (Sierra). On peut citer en corollaire, les observations de GUILLOT *et al.* (1988) qui remarquent que la convection dans la région des monts de Guinée est plus importante sur le littoral que sur les massifs, où les pluies diminuent avec l'altitude.

Enfin, les coupes f, g et h mettent en évidence une irrégularité côtière dans les régions équatoriales qui s'estompe dès les premières régions intérieures. Cette irrégularité côtière augmente vers le sud, tandis que les pluies diminuent.

CONCLUSION

La méthode du vecteur régional a été un outil indispensable pour traiter automatiquement et rapidement un très grand nombre de données. Outre l'optimisation de l'information, elle permet de reconstituer des valeurs manquantes. La délimitation des unités climatiques reste une étape subjective qui ne trouve de significativité dans la méthode qu'à travers un test de pseudo-proportionnalité des stations entre elles par rapport au vecteur. Ce test est d'excellente qualité dans près de 95 % des cas dans notre étude, ce qui entérine le choix des limites des unités et en particulier la création de régions strictement côtières. Les variations climatiques décrites par les vecteurs, mettent bien sûr en évidence les changements à long terme dans les régimes pluviométriques, tels ceux des années 1970 et 1980. L'amplitude des variations diminue du nord vers l'équateur, c'est-à-dire, des régions aux pluies les plus faibles et les plus irrégulières vers celles aux pluies les plus fortes et abondantes. La même observation est valable, pour les régions côtières seulement, de l'Angola vers le fond de la baie de Biafra. Mais on note plusieurs résultats plus inattendus. On remarque tout d'abord que les régions très pluvieuses des monts de Guinée

**Figure 7***Coupes est-ouest**a : Cotonnosen - Sénégal - Niger - Sahel - Tchad**b : Cotgako - Casa - Nguin - Bobo - Jos - Centrafrique**c : Cotgako - Sierra - Eguin - Bobo**d : Cotmontg - Cotcotiv - Cotgatbé - Cotniga - Montcam**e : Montcam - Sanaga - Oubangui - Nezaïre**f : Coteq - Sangha - Czaïre**g : Cotgasco - Brazza - Lomani**h : Cotang - Angola - Katanga**Quand il y a moins de trois observations, le vecteur n'est pas calculé*

voient leurs pluies considérablement réduites, alors que les régions très arrosées du fond du golfe de Guinée sont beaucoup moins touchées. La zone de forte réduction des pluies s'étend à l'est jusqu'au Togo-Bénin. On remarque donc que les déficits pluviométriques des dernières années ne sont pas seulement importants au Sahel mais que c'est plus généralement toute l'Afrique de l'Ouest qui est touchée, à l'ouest du Nigéria, quant à lui relativement épargné. On observe ensuite que les déficits les plus importants sont enregistrés dans l'extrême ouest de l'Afrique de l'Ouest, entre Mali, Sénégal et Guinée, et que ceux-ci diminuent très fortement vers le Tchad et le Centrafrique, à latitude égale et à total pluviométrique proche. On note enfin que certaines régions sous le vent des massifs (Eguin, Ctobeni, Sanaga, voire Centrafrique), présentent des amplitudes de variations atténuées par rapport aux régions avoisinantes plus exposées aux vents dominants. Il est important de souligner pour terminer, que les variations sont très faibles à nulles dans les unités équatoriales du sud du Cameroun, du Gabon, du Congo et du centre du Zaïre.

BIBLIOGRAPHIE

- COCHONNEAU G., HIEZ G., et SÉCHET P., 1991 - M.V.R. 1.5. Logiciel pour la critique, l'homogénéisation et la synthèse d'observations pluviométriques. Orstom, Paris, 230 p.
- DUBREUIL P., CHAPERON P., GUISCAFRÉ J., et HERBLAUD J., 1972 - Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer : années 1951-1969. Orstom, Paris, 916 p.
- GUILLOT B., CARN M., et DAGORNE D., 1988 - Remarques à propos de l'effet des facteurs locaux sur l'activité convective en Afrique de l'Ouest et dans l'Atlantique intertropical. *Veille Climatique Satellitaire*, n° 21 : 33-48.
- HIEZ G., 1977 - L'homogénéité des données pluviométriques. *Cah. Orstom, Série Hydrologie*, vol. XIV, n° 2 : 129-172.
- HIEZ G., RANCAN L., COSTA BARROS M., et PEDROLLO O., 1986 - Le vecteur régional et les fluctuations climatiques, *In Climat et développement, Séminaire Orstom, 15-16 octobre 1985, Paris, Éditions Orstom, Collection Colloques et Séminaires* : 113-122.

- JANICOT S., 1990 - *Variabilité des précipitations en Afrique de l'Ouest et circulations quasi-stationnaires durant une phase de transition climatique*. 1ère partie - Synthèse. Thèse de doctorat, Univ. Paris 6, 178 p. + annexes.
- L'HÔTE Y., 1990 - *Notice complémentaire d'utilisation du logiciel M.V.R.*. Orstom, Laboratoire d'Hydrologie, 17 p.
- LE BARBÉ L., 1994 - *Monographie Hydrologique du Bénin*. Orstom.
- MAHÉ G., 1992 - *Les écoulements fluviaux sur la façade atlantique de l'Afrique. Étude des éléments du bilan hydrique et variabilité interannuelle, analyse de situations hydroclimatiques moyennes et extrêmes*. Thèse, Université Paris-Sud-Orsay/Orstom, 385 p + 151 p annexes.
- NICHOLSON S.E., KIM J., and HOOPINGARNER J., 1988 - *Atlas of african rainfall and its interannual variability*. Department of Meteorology, Florida State University, Tallahassee, Florida, USA, 237 p.