

Activités humaines et variabilité climatique: cas du sud forestier ivoirien

TELESPHORE BROU YAO

IGT, Université de Cocody, 22 BP 744, Abidjan 22, Côte d'Ivoire
e-mail: teles@globeaccess.net

ERIC SERVAT & JEAN-EMMANUEL PATUREL

ORSTOM, Programme FRIEND AOC, 06 BP 1203, Cedex 1, Abidjan 06, Côte d'Ivoire

Résumé L'analyse des séries pluviométriques dans le sud forestier ivoirien montre que depuis plus de vingt cinq ans maintenant cette région subit, comme ailleurs en Afrique de l'ouest et centrale, un déficit pluviométrique important. Par ailleurs, l'étude de l'évolution des activités agricoles et de la démographie dans ce secteur de la Côte d'Ivoire a permis de mettre en évidence la pression exercée par les populations rurales sur les massifs de forêts denses humides. Il en ressort que le déplacement de la production cacaoyère et caféière suit celui des isohyètes au cours des dernières décennies. L'étude des variations de l'albédo et du gradient pluviométrique apparaissent comme liées à ces modifications subies par le couvert forestier. Celles-ci ont pour conséquence la réduction des apports continentaux en vapeur d'eau à l'atmosphère et contribuent ainsi à la diminution des quantités précipitées.

INTRODUCTION

La moitié sud de la Côte d'Ivoire, zone de forêt dense humide, subit la sécheresse observée plus généralement depuis vingt cinq ans en Afrique de l'ouest et centrale (Paturel *et al.*, 1997; Servat *et al.*, 1997). Or cette région se caractérise, ces dernières années, par le développement spectaculaire de l'économie de plantation (essentiellement café et cacao) et son corollaire qui est, à la fois, l'augmentation rapide des densités de populations rurales et l'accroissement de la pression sur le milieu forestier. Autant d'éléments qui posent avec acuité le problème de la dynamique des relations entre populations, agriculture et environnement et celui de la compréhension des inter-relations entre variabilité climatique et activités anthropiques.

EVOLUTION RECENTE DE LA PLUVIOMETRIE DANS LE SUD FORESTIER IVOIRIEN

Le sud forestier ivoirien, cadre de cette étude, s'étend sur la partie la plus méridionale de la Côte d'Ivoire et se trouve limité, au nord, par la zone de savane préforestière communément appelée "V" Baoulé.

Vingt huit stations pluviométriques ont été sélectionnées pour la quantité et la qualité des informations qu'elles présentent. Ces postes couvrent la région étudiée de

manière homogène et permettent ainsi de suivre l'évolution de la pluviométrie dans cette zone, en particulier durant les décennies 1950 à 1980.

Comme d'autres études l'ont montré (Paturel *et al.*, 1997; Servat *et al.*, 1997), dans le sud forestier ivoirien, comme ailleurs en Afrique de l'ouest et centrale, la pluviométrie annuelle a notablement diminué durant les quatre dernières décennies.

Si les décennies 1950 et 1960 se révèlent plutôt pluvieuses, dès les années 1970 la baisse de la pluviométrie prend une importance particulière dans la zone forestière où la quasi totalité des stations présente un déficit (Brou Yao, 1997). Seules les extrémités sud-ouest (Tabou) et sud-est (Abidjan, Adiaké) du littoral reçoivent alors des précipitations annuelles supérieures à 1800 mm, ce qui n'était pas rare auparavant (Fig. 1). La diminution de la pluviométrie s'accroît encore, ensuite, au cours de la décennie 1980. La zone de pluviométrie inférieure à 1400 mm s'élargit et atteint le littoral centre au niveau de Sassandra.

Une baisse importante des hauteurs pluviométriques annuelles a donc été observée sur la majeure partie du sud forestier ivoirien, plus faiblement, cependant, aux extrémités est et ouest des régions étudiées.

EVOLUTION SPATIALE ET TEMPORELLE DE L'ECONOMIE DE PLANTATION EN COTE D'IVOIRE FORESTIERE

Le milieu forestier a connu, au cours des années 1960 à 1980, une très forte augmentation de sa production cacaoyère et caféière qui a servi de moteur à l'ensemble de l'économie ivoirienne. Généralement peu peuplés, parfois même inhabités à certains endroits au moment de l'indépendance, ces espaces forestiers ont été l'objet d'un vaste mouvement de colonisation foncière du fait de migrants venus des savanes ivoiriennes et des pays soudanais limitrophes (Burkina Faso, Mali). Une économie agricole basée sur le café et le cacao s'est alors développée. Pour contourner la baisse tendancielle de la productivité du travail liée au vieillissement des plantations, la société agraire a eu recours à la migration et donc au déplacement d'une partie de sa population sur la frontière agricole. Les effets sur le milieu forestier se sont immédiatement fait sentir et vont en s'amplifiant au fil des années. Ils se manifestent par de fortes densités de populations rurales ainsi que par un accroissement de la production agricole, elle-même liée à l'augmentation des superficies cultivées.

Migration des populations et des centres de production

Jusqu'en 1965, l'arrivée des populations pour la mise en culture du café et du cacao s'est faite en priorité dans le quart sud-est du pays (Fig. 2). Les densités de population rurale y comptaient alors parmi les plus fortes, avec un taux de croissance de plus de 5% l'an. Cette croissance de la population et l'augmentation spectaculaire de la production qui en est résulté se sont traduits par un défrichement systématique. La disparition progressive de la forêt et l'épuisement des terres ont, peu à peu, contraint les populations à émigrer vers les régions voisines. Au cours des années 70 (Fig. 2), l'activité agricole s'est alors déplacée en direction du centre-sud et centre-

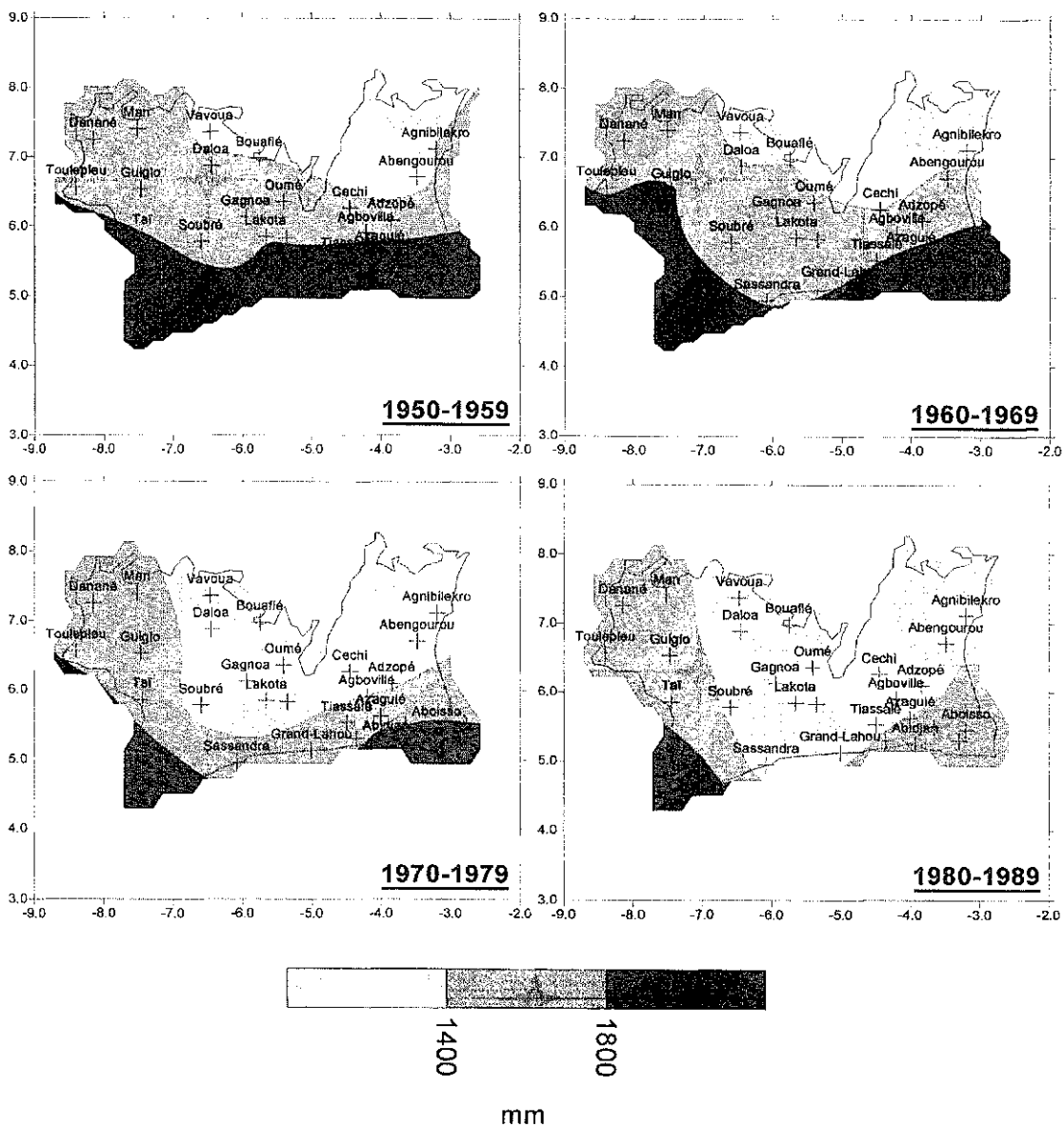
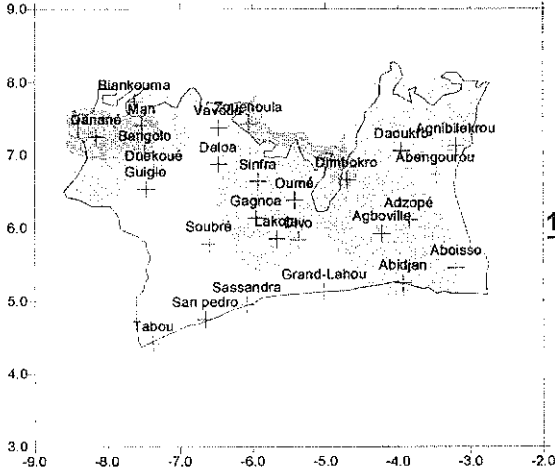


Fig. 1 Evolution de la pluviométrie du sud forestier ivoirien de la décennie 1950 à la décennie 1980.

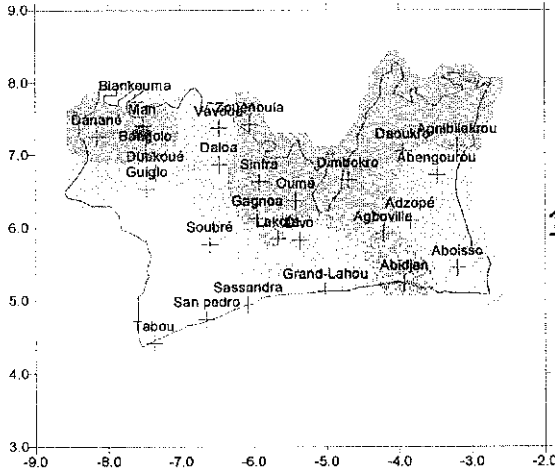
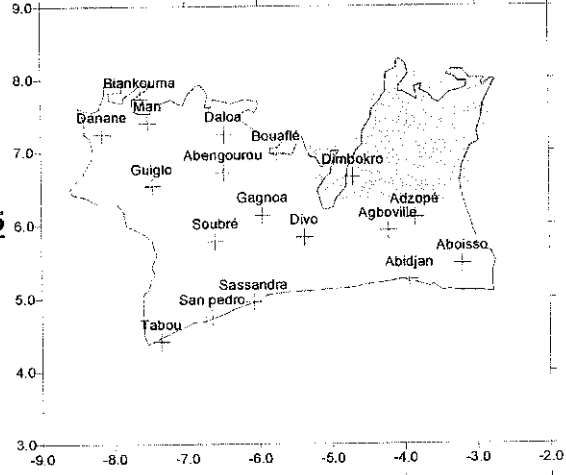
ouest y entraînant de très fortes densités de population rurale et un rythme accéléré de mise en exploitation de ces régions. Les années 80 (Fig. 2) montrent une tendance à l'homogénéisation des densités de population dans la zone forestière qui correspond à la généralisation du système de l'économie de plantation dans le pays forestier. Cette tendance s'observe également dans le sud-ouest, région qui avait été délaissée jusqu'à lors, mais dont les niveaux de production sont désormais à l'image des autres secteurs du sud forestier ivoirien.

DENSITE RURALE

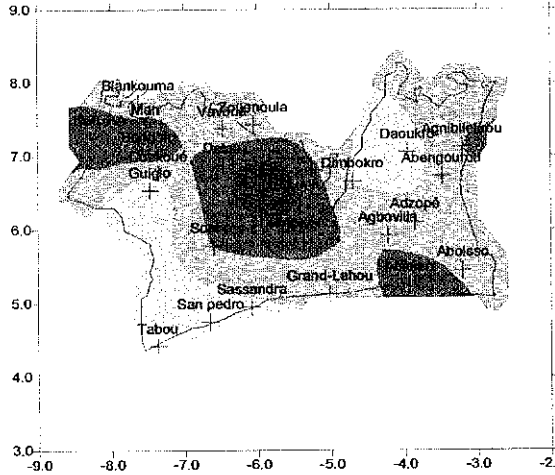
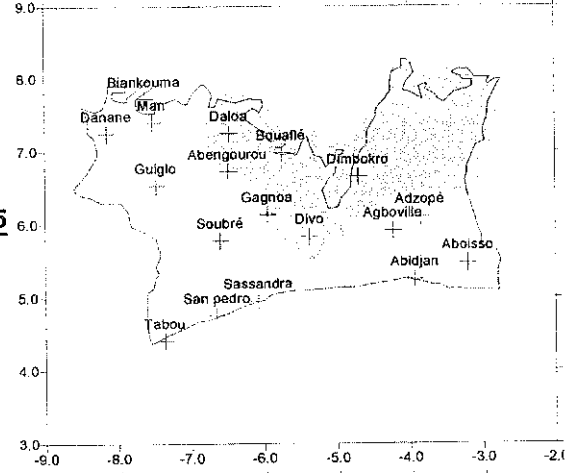
PRODUCTION (Café-Cacao)



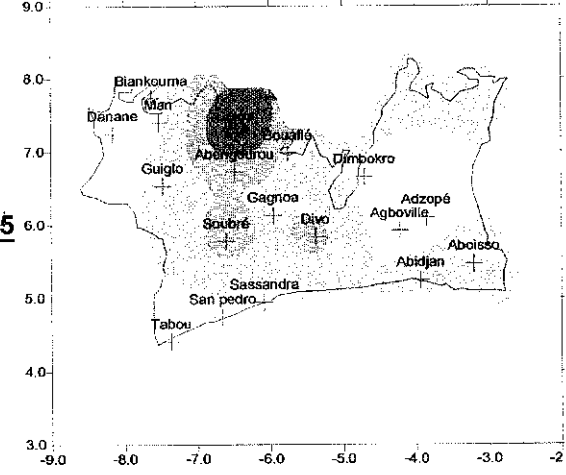
1965



1975



1985



hbts/km²



tonnes

Fig. 2 Evolution comparée de la densité de population rurale et de la production de café-cacao.

Evolution du couvert forestier ivoirien

La superficie totale des zones forestières non soumises à l'agriculture a régressé, dans la région étudiée, passant de 8.3 à 1.5 millions d'hectares entre 1955 et 1993 (Fig. 3). Si un tel rythme devait se maintenir, la forêt ivoirienne serait vouée à une disparition rapide, à la fois qualitativement et quantitativement. En dehors des rares lambeaux de forêts classées, il n'existe, en effet, aujourd'hui, aucun secteur qui n'ait été touché par l'activité humaine.

La mise en place de ce système d'économie de plantation, et la déforestation considérable qui en est résulté, pourrait avoir conduit, localement, à une modification des échanges entre la végétation et l'atmosphère. Le constat de la baisse de la pluviométrie dans cette région, simultanément à sa mise en culture, conduit à s'intéresser aux relations qui pourraient exister entre ces deux phénomènes.

ESSAI D'ANALYSE DE LA VARIABILITE DE PARAMETRES DESCRIPTIFS DES RELATIONS ENTRE VEGETATION ET ATMOSPHERE

Evolution comparée des activités agricoles et de la pluviométrie dans le sud forestier ivoirien

On s'est intéressé, ici, à la zone à pluviométrie inférieure à 1400 mm, isohyète qui marque généralement la limite septentrionale du sud forestier ivoirien humide. De la décennie 1960 à la décennie 1980 cette zone va migrer progressivement du centre-est au sud-ouest de la Côte d'Ivoire (Fig. 1). Un mouvement similaire s'observe, simultanément, au niveau des densités de population et des activités agricoles liées à la culture du café et du cacao (Fig. 2) entraînant des défrichements considérables. Dans le sud-ouest, en particulier, le mouvement de conquête a été très rapide, les paysans inversant les rapports entre forêt dense et espace cultivé en une dizaine d'années.

Grands mouvements de l'histoire de l'activité agricole et évolution de la pluviométrie en milieu forestier semblent donc se superposer.

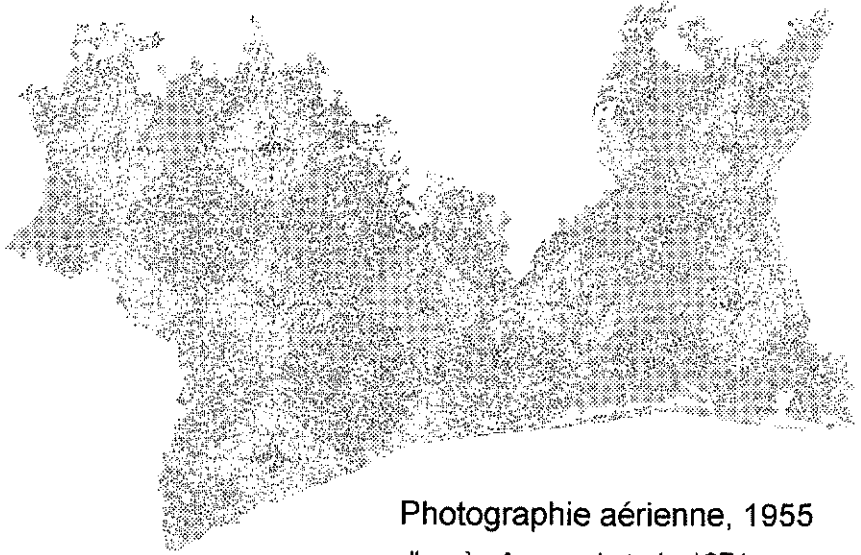
Conséquences de l'anthropisation du milieu forestier sur certaines relations végétation-atmosphère

Cette analyse sera menée au travers de l'évolution récente de l'albédo et de celle du gradient pluviométrique. Ces variables, de par leur nature, peuvent permettre d'appréhender une modification de la contribution du couvert forestier au régime des précipitations par l'appréciation des différences de réflexion d'énergie et de transferts de vapeur d'eau qui existent entre les zones de forêt dense et les milieux cultivés.

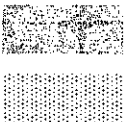
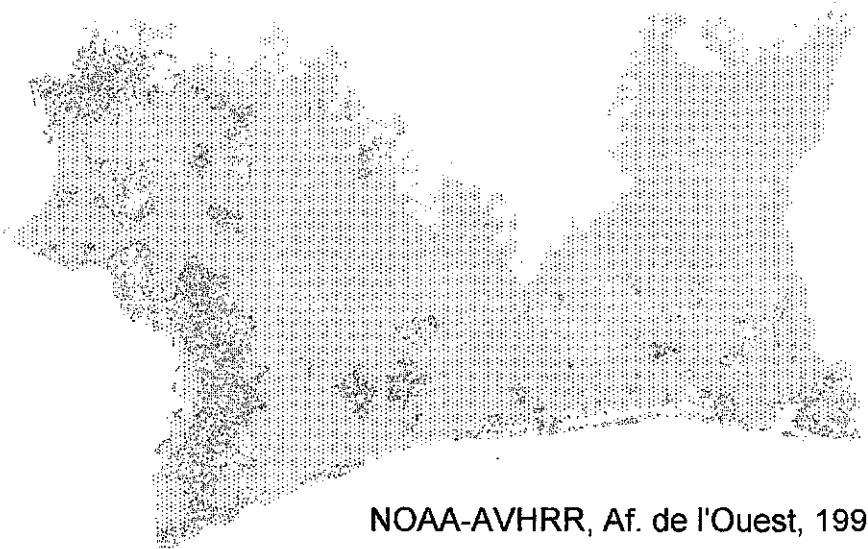
Evolution récente de l'albédo L'évolution du couvert végétal dans des régions à très forte déforestation (Soubré et San Pedro au sud-ouest de la Côte d'Ivoire) (Brou Yao, 1997) entraîne (Tableau 1), à l'inverse de ce que l'on observe dans d'autres secteurs à couvert forestier encore préservé (Guiglo et Tabou), de sérieuses

répercussions sur les termes du bilan radiatif, dont l'albédo. Il est possible d'apprécier les variations relatives d'albédo enregistrées entre 1955 et la période post-1970 (Monteny, 1988) (Tableau 2). Elles montrent une nette augmentation de l'albédo avec la déforestation, ce qui a pour conséquence une réduction des échanges

1955



1993



Zone forestière non soumise à l'agriculture (forêt dense)

Zone forestière fortement soumise à l'agriculture (forêt dégradée)

Fig. 3 Comparaison de la répartition des zones forestières du sud ivoirien en 1955 et 1993.

Tableau 1 Evolution de l'occupation du sol dans certaines régions de Côte d'Ivoire.

	1955 :		Après 1970 :	
	Forêt (%)	Cultures (%)	Forêt (%)	Cultures (%)
Soubré	95	5	13.5	86.5
San Pedro	95	5	26	74
Tabou	95	5	56	44
Guiglo	95	5	46	54

Tableau 2 Variation de l'albédo dans le sud ouest et l'ouest ivoirien.

	Albédo en 1955	Albédo après 1970	Variation relative (%)
Soubré	12	16	+33
San Pedro	12	15.5	+29
Tabou	12	14.3	+19
Guiglo	12	14.5	+21

de vapeur d'eau liée à une diminution de l'énergie disponible, synonyme d'une diminution de la contribution des couverts forestiers à l'alimentation des systèmes nuageux.

Evolution du gradient pluviométrique entre les décennies 1950 et 1980 Sur un transect SW-NE traversant toute la Côte d'Ivoire dans le sens de la direction des vents dominants, l'évolution du gradient pluviométrique entre les décennies 1950 et 1980 a pu être analysée. L'étude est fondée sur l'idée selon laquelle, en l'absence de toute végétation les quantités de pluie décroissent "régulièrement" sur le continent, en liaison avec la pénétration progressive des flux d'origine maritime, c'est-à-dire par effet de continentalisation (Samba-Kimbata, 1991). C'est ainsi qu'en Côte d'Ivoire, si cette réduction semble être faible au-dessus du sud forestier ivoirien avec l'avancée du FIT, il n'en est pas de même vers l'intérieur du continent (peu boisé), car la masse d'air porteuse d'humidité s'appauvrit en vapeur d'eau (Monteny, 1988), les hauteurs pluviométriques devenant alors de plus en plus faibles.

Sur ce transect, quatre zones ont été individualisées du sud-ouest au nord-est:

- zone 1: littoral
- zone 2: forêts ombrophiles
- zone 3: forêts mésophiles
- zone 4: savanes préforestières et savanes sub-soudaniennes.

Pour chaque zone, et à partir de leurs postes pluviométriques respectifs, la pluviométrie saisonnière (de janvier à août, période de remontée de la zone de convergence intertropicale (ZICT), et de septembre à décembre, période de redescente de la ZICT) a pu être estimée pour chaque année des décennies 1950 et 1980. A partir de là, les quantités précipitées dans les autres zones ont été transformées en pourcentage de celle enregistrée dans la zone 1, prise comme référence. Ce qui permet d'obtenir un gradient pluviométrique moyen par décennie pour ces deux périodes de l'année (Tableau 3). On constate alors que la réduction progressive des précipitations vers l'intérieur du pays est nettement plus accentuée

Tableau 3 Comparaison des gradients pluviométriques moyens des périodes 1951–1959 et 1981–1989.

	Janvier–août:		Septembre–décembre:	
	gradient 1951–1959 (%)	gradient 1981–1989 (%)	gradient 1951–1959 (%)	gradient 1981–1989 (%)
Zone 1	100	100	100	100
Zone 2	65	55	64	56
Zone 3	57	51	56	47
Zone 4	50	44	44	39

durant la décennie 1980. Ce phénomène est très net dans le secteur de forêt ombrophile, là où la quasi totalité des massifs forestiers humides a été remplacée par des plantations, des friches et des jachères.

Certes, d'autres paramètres, non pris en compte ici, interviennent dans ce qui conduit à une modification du gradient pluviométrique. Cependant, la régression des apports continentaux, liée à la régression des surfaces forestières en secteur de forêt dense, et donc à une modification du recyclage de l'eau dans sa phase atmosphérique, semble bien avoir contribué à la diminution observée et généralisée de la pluviométrie en Côte d'Ivoire.

CONCLUSION

Parallèlement à la baisse notable de la pluviométrie au cours des dernières décennies, on a observé que la part des forêts denses humides dans le sud forestier ivoirien a considérablement diminué entre 1955 et 1990, passant de 8.3 à 1.5 millions d'hectares. L'extrême ouest du pays est la seule région où certains massifs forestiers sont encore importants. Sur le reste du territoire étudié, de très grandes superficies sont désormais occupées par des jachères et des cultures dont, principalement, le binôme café-cacao.

Des observations faites sur les dernières décennies, il ressort un certain parallélisme dans ces deux évolutions: la densification des populations rurales et l'augmentation spectaculaire de la production s'accompagnent d'une diminution brutale du couvert végétal. Les déplacements des zones de fortes productions cacaoyère et caféière correspondent au glissement des isohyètes. On peut donc situer historiquement les transformations climatiques locales en relation avec les dynamiques agricoles et démographiques. En outre, les variations observées sur certains paramètres tels que l'albédo ou les gradients pluviométriques apparaissent comme liées aux modifications subies par le couvert forestier durant les dernières décennies. Celles-ci ont pour conséquence la réduction des apports continentaux en vapeur d'eau à l'atmosphère et contribuent ainsi à la diminution des quantités précipitées.

C'est ainsi que si les fluctuations naturelles du climat expliquent probablement la plus grande partie de la baisse de la pluviométrie observée en Afrique de l'ouest et centrale depuis plus de vingt cinq ans maintenant, les activités anthropiques, et en particulier la déforestation liée à des mises en culture intensives, y contribuent également de leur côté.

REFERENCES

- Avenard, J. M., Eldin, M., Girard, G., Sircoulon, J., Toucheboeuf, P., Guillaumer, J. L., Adjanooun, E. & Perraud, A. (1971) *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. Mém. ORSTOM no. °50, ORSTOM, Paris.
- Brou Yao, T. (1997) Analyse et dynamique de la pluviométrie dans le sud forestier ivoirien: recherche de corrélation entre les variables climatiques et les variables liées aux activités anthropiques. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- Chatelain, C., Laurent, G. & Spichiger, R. (1995) A recent history of forest fragmentation in southwestern Ivory Coast. *Biodiversity and Conservation* **5**, 37-53.
- Monteny, B. (1988) Contribution à l'étude des interactions végétation-atmosphère en milieu tropical humide. Thèse d'Etat, Paris, France.
- Paturel, J. E., Servat, E., Kouamé, B., Lubès, H., Ouedrango, M. & Masson, J. M. (1997) Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea. Part 2: An integrated regional approach. *J. Hydrol.* **191**, 16-36.
- Servat, E., Paturel, J. E., Lubès, H., Kouamé, B., Ouedrango, M. & Masson, J. M. (1997) Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea. Part 1: Detailed analysis of the phenomenon in Côte d'Ivoire. *J. Hydrol.* **191**, 1-15.
- Samba-Kimbata, M. J. (1991) Précipitations et bilan de l'eau dans le bassin forestier du Congo et ses marges. Thèse d'Etat, Dijon, France.