



Variabilité pluviométrique et perspectives pour la replantation cacaoyère dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire

[Rainfall variability and prospects of cocoa farming in Central West of Côte d'Ivoire]

K. E. Kassin¹, K. Doffangui², B. Kouamé², R. G. Yoro², A. Assa¹

¹Université de Cocody-Abidjan UFR STRM/ Laboratoire de Pédologie et de Géologie Appliquée, 22 BP 582 Abidjan 22. ²CNRA/ Programme Gestion Durable des Sols et Maîtrise de l'Eau. BP 602 Gagnoa

Auteur en correspondance: kassin_emma@yahoo.fr. Published online on 24 November 2008

RESUME

L'objectif de l'étude était d'évaluer les risques climatiques liés à la replantation cacaoyère dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. L'étude a été réalisée dans les départements de Divo et de Gagnoa en phase de replantation cacaoyère. Les données pluviométriques analysées sont issues des postes agroclimatiques des stations du Centre National de Recherche Agronomiques (CNRA) des dites localités. Ces données couvrent la période allant de 1978 à 2007. La méthodologie adoptée dans cette étude a consisté d'abord à mettre en évidence la variabilité pluviométrique dans les deux départements et ensuite à comparer les hauteurs pluviométriques annuelles et les cumuls pluviométriques saisonniers aux seuils requis pour le cacaoyer en Côte d'Ivoire. L'étude a mis en évidence un important déficit pluviométrique dans le département de Divo où 57% des années ont eu une pluviométrie inférieure à 1200 mm admis annuellement pour le cacaoyer en Côte d'Ivoire. A Gagnoa par contre, 10 % des années ont connu un déficit pluviométrique au cours des trente dernières années. Le climat demeure cependant favorable à la cacaoculture dans les deux départements avec des moyennes pluviométriques interannuelles de 1249 mm à Divo et de 1395 mm à Gagnoa. Toutefois, dans les conditions pluviométriques actuelles, la replantation cacaoyère doit se faire avec des hybrides résistants à la sécheresse en association avec les légumineuses arborées ou les bananiers pour réduire le taux de mortalité des jeunes cacaoyers.

Mots clés : Variabilité pluviométrique, cacao, Côte d'Ivoire

Citation: Kassin KE, Doffangui K, Kouamé B, Yoro RG. et Assa A, 2008. Variabilité pluviométrique et perspectives pour la replantation cacaoyère dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 12: 633 - 641.

ABSTRACT

Objective: The objective of the study was to evaluate the climatic risks related to replanting of cocoa in the Central West of Côte d'Ivoire.

Methodology and results: The study was carried out in the Departments of Divo and Gagnoa in areas undergoing or anticipating cocoa replanting. The analyzed rainfall records were obtained from the agroclimatic data offices of the stations of the National Center of Agronomic Research (CNRA) of the two localities. These data cover the period going from 1978 to 2007. The methodology adopted in this study

consisted in highlighting rainfall variability in the two departments and then comparing the maximum rainfall amounts received annually and the seasonal rainfall with the thresholds necessary for growth of cocoa in Côte d'Ivoire. The study detected an important rainfall deficit in the department of Divo where 57% of the years had rainfall lower than 1200 mm obtained annually. In Gagnoa on the other hand, 10 % of the years had rainfall deficit during drought years. The climate remains however favourable to cocoa planting in the two departments. However under the current rainfall conditions, replanting of cocoa plantations must be done with hybrids that are resistant to drought in association with raised leguminous plants or banana trees to provide shade and thus reduce the rate of mortality of the young cocoa-trees.

Key words: Rainfall variability, cocoa, Côte d'Ivoire

INTRODUCTION

Dans la plupart des foyers de production de cacao en Côte d'Ivoire, le verger cacaoyer est entré dans sa phase de sénescence et nécessite d'être replanté (Aguilar *et al.*, 2003). De nombreuses tentatives de replantation ont été entreprises sans succès du fait de la dégradation des conditions agronomiques de production du cacao (Ruf, 2000; Ruf & Allanbga, 2001). Plante ombrophile, le cacao exige pour son développement, des conditions climatiques humides. Les hauteurs pluviométriques annuelles doivent atteindre au minimum 1200 à 1500 mm, avec un nombre limité de jours secs (Brou *et al.*, 2003).

Or, depuis ces dernières décennies selon les auteurs, la Côte d'Ivoire, comme l'ensemble des pays de l'Afrique de l'Ouest, connaît une forte variabilité climatique. Celle-ci se manifeste par une modification du régime des précipitations et par une diminution des hauteurs annuelles de pluie (Paturel *et al.*, 1997; Servat *et al.*, 1997; Brou *et al.*, 2003). Freud *et al.*, (2000) ont conclu que l'évolution pluviométrique au cours de ces

dernières décennies a engendré des conditions écologiques « limites » même pour le cacaoyer planté à grand renfort d'intrants, dans certaines régions de la Côte d'Ivoire. Les difficultés de replantation sur précédents non forestiers et la baisse sensible et continue de la pluviométrie constituent de graves menaces pour l'économie du pays basée en grande partie sur les recettes d'exportation du cacao (44% des recettes d'exportation). Petithuguenin (1995) a montré que de faibles déficits hydriques conduisent à l'arrêt de croissance puis à la mort des jeunes cacaoyers. Ce même déficit hydrique lorsqu'il est prolongé d'année en année, selon l'auteur, entraîne une baisse importante de la production et une diminution de la longévité des cacaoyers adultes.

L'étude entreprise dans les départements de Divo et de Gagnoa a pour objectif d'évaluer les risques climatiques liés à la replantation cacaoyère. Elle permet d'adapter les itinéraires techniques de replantation cacaoyère aux conditions agroclimatiques des zones favorables.

MATERIELS ET METHODES

Zone de l'étude : L'étude a été conduite dans les départements de Divo et de Gagnoa, dans le Centre Ouest de la Côte d'Ivoire. Les deux départements appartiennent à la seconde boucle du cacao (1960-1970). Ils sont caractérisés par des vergers cacaoyers sénescents dont l'âge moyen est de 22 ans et un rendement faible (260 kg/ha) selon les enquêtes réalisées par Aguilar *et al.*, (2003).

Ces deux départements présentent un relief ondulé avec des altitudes comprises entre 101 et 200 m dans le département de Divo et entre 201 et 500 m dans le département de Gagnoa. La végétation, jadis, constituée de forêt dense semi-décidue, est réduite à une mosaïque de reliques forestières à causes des activités agricoles et l'exploitation forestière. Celle-ci est composée de jachères arbustives et de jachères à *Chromolaela odorata* et à *Panicum sp.* Cette réserve

foncière peut être valorisée au cours des replantations cacaoyères.

Le réseau hydrographique est peu dense. Il est composé de trois principaux cours d'eau : le Niouniourou (140 km), le Boubo (150 km) et le Gô (110 km). Ce réseau comporte également des rivières notamment le Dagbé, le Kloukeuleu, le Guéri et le Gnoudolozolo (Dabbadie, 1996). L'humidité moyenne de 85 % connaît de fortes variations saisonnières, les minima étant observés entre novembre et mars. L'harmattan, vent chaud et sec en provenance du Sahara, influence le climat de la région. Lorsqu'il souffle, son influence se fait sentir deux mois dans l'année. La température moyenne est de 27°C et varie annuellement entre 19° et 33°C. La durée d'insolation annuelle est d'environ 1800 à 2000 heures. Les insolutions les plus faibles sont enregistrées en août et les plus élevées en décembre (Kalm & Kesse, 1977).

Méthodologie : Les données analysées ont été fournies par les postes agroclimatiques des stations du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Divo et de Gagnoa en Côte d'Ivoire. Elles couvrent une période de trente ans (1978-2007). Les deux postes agrométéorologiques ne disposant pas d'appareils de mesure de l'Evapotranspiration Potentiel (ETP), l'étude a porté essentiellement sur la pluviométrie. La méthodologie adoptée pour cette étude a consisté d'abord à mettre en évidence la variabilité climatique dans la zone de l'étude. Ensuite, certains paramètres pluviométriques ont été comparés aux seuils établis pour les besoins hydriques du cacaoyer.

Les conditions pluviométriques favorables pour le cacaoyer : Pour que le cacaoyer cultivé ait une croissance régulière, une floraison et une fructification abondante et des poussées foliaires bien réparties au cours de l'année, il faut que: (1) les hauteurs pluviométriques annuelles soient comprises entre 1200 et 1500 mm (Brou et al., 2003); (2) les cumuls pluviométriques annuels au cours de la grande saison des pluies soient supérieurs à 700 mm (Mian, 2007). C'est cette pluie qui déclenche la première floraison du cacaoyer pour la récolte principale de septembre à janvier; (3) la durée de la saison sèche soit inférieure à 3 mois (Brou et al., 2003) et que le cumul pluviométrique au cours de cette période soit supérieur à 70 mm (Dian, 1978).

Les méthodes d'étude

Mise en évidence de la variabilité pluviométrique : La variabilité pluviométrique a été mise en évidence par le calcul de l'indice pluviométrique. L'indice pluviométrique ou indice centré réduit est le rapport de l'écart à la moyenne sur l'écartype des hauteurs pluviométriques annuelles. Il a permis de déterminer les années excédentaires et déficitaires sur les trente ans d'observation, au niveau de chaque poste agroclimatique. Nous avons déterminé également la proportion d'années pendant lesquelles les hauteurs pluviométriques annuelles ont été inférieures à 1200 mm, seuil minimal annuel requis pour le cacaoyer en Côte d'Ivoire.

$$\text{Indice pluviométrique} = \frac{x_i - \bar{x}}{S}$$

Avec ; x_i = hauteur de pluie précipitée au cours de

l'année i ; \bar{x} = hauteur annuelle moyenne au cours de la période 1978-2007; S = écartype des hauteurs pluviométriques annuelles au cours de la période 1978-2007

Détermination de la longueur des saisons culturales : La détermination de la longueur des saisons culturales a été faite selon le critère suivant : la saison des pluies débute lorsque la quantité de pluie décadaire enregistrée est supérieure ou égale à 40 mm (hauteur d'eau enregistrée lors d'une pluie efficace).

Estimation de la proportion des saisons pluvieuses déficitaires : Les cumuls pluviométriques annuels des saisons pluvieuses ont été calculés puis comparés à 700 mm. Par la suite nous avons calculé la proportion des années pendant lesquelles la quantité de pluie a été inférieure à 700 mm.

Estimation de la proportion des saisons sèches déficitaires : Les cumuls pluviométriques annuels de la grande saison sèche ont été calculés et comparés à 70 mm, seuil requis pour le cacaoyer pendant cette période. Nous avons ensuite calculé la proportion des années au cours desquelles les quantités de pluie ont été inférieures à ce seuil.

Logiciel utilisé pour l'étude : Pour cette étude, nous avons utilisé essentiellement le logiciel EXCEL version 2007. Il a servi à la réalisation de la statistique descriptive (calcul de moyenne, écartype, coefficients de variation). Ce logiciel a servi également à saisir les données pluviométriques, à regrouper les données en décade et à tracer les histogrammes.

RESULTATS

Evolution des hauteurs pluviométriques annuelles: L'évolution pluviométrique dans les départements de Divo et de Gagnoa présente des fluctuations au cours des années. A Divo, 19 années sur 30 soit, 63 % des années présentent un indice pluviométrique négatif (tableau1). Ce sont des années déficitaires. 89 % de ces années déficitaires ont eu une pluviométrie inférieure à 1200 mm, seuil minimal admis pour la

cacaoculture. A Gagnoa par contre, 12 années sur 30 soit, 40 % ont un indice pluviométrique négatif (tableau 2). 25 % de ces années déficitaires ont enregistré une pluviométrie inférieure à 1200 mm dans cette localité. Les moyennes pluviométriques interannuelles enregistrées au cours de ces 30 ans sont respectivement de 1249 mm à Divo et de 1395 mm à Gagnoa.

Tableau 1: Indices pluviométriques dans le département de Divo.

Années	Indices pluviométriques	Années	Indices pluviométriques
1978	0,7	1993	-0,3
1979	1,1	1994	-0,5
1980	-1,0	1995	0,6
1981	-0,5	1996	-0,8
1982	-0,7	1997	-0,5
1983	-1,7	1998	-1,2
1984	0,7	1999	0,9
1985	0,2	2000	-0,4
1986	-0,1	2001	0,1
1987	-0,6	2002	-1,2
1988	-0,3	2003	-0,4
1989	1,1	2004	2,4
1990	-0,7	2 005	-1,0
1991	-0,8	2006	1,1
1992	-1,1	2 007	-0,9

Répartition saisonnière des pluies : L'examen de la figure 1 indique que à Divo, la grande saison des pluies débute à la deuxième décade du mois de mars et prends fin à la deuxième décade de juin. La petite saison quant à elle commence à la deuxième décade de septembre et s'achève à la deuxième décade de novembre. La durée de la saison sèche est de 5 mois 20 jours dont 2 mois 10 jours pour la petite saison sèche et 3 mois 10 jours pour la grande saison sèche. A Gagnoa par contre, les pluies de la grande saison des pluies sont tardives. Elles s'installent à partir de la

troisième décade de mars et s'étendent jusqu'à la première décade de juillet (figure 2). Il y a donc un report de la grande saison des pluies sur le mois de juillet considéré généralement comme le début de la petite saison sèche en zone forestière ivoirienne. La petite saison des pluies à Gagnoa débute à la deuxième décade de septembre et prend fin à la deuxième décade de novembre. La durée de la saison sèche est de 6 mois dont 2 mois pour la petite saison sèche et 4 mois pour la grande saison sèche.

Tableau 2: Indices pluviométriques dans le département de Gagnoa.

Années	Indices pluviométriques	Années	Indices pluviométriques
1978	-0,9	1993	0,7
1979	0,2	1994	-0,6
1980	0,2	1995	1,0
1981	0,3	1996	-1,0
1982	-0,6	1997	-1,4
1983	1,0	1998	-0,9
1984	2,4	1999	0,3
1985	1,0	2000	0,2
1986	-1,7	2001	1,0
1987	0,2	2002	-0,2
1988	0,8	2003	1,7
1989	-0,3	2004	0,8
1990	0,2	2005	0,3
1991	-1,1	2006	-1,1
1992	-2,4	2007	1,1

Variation des cumuls pluviométriques au cours de la grande saison des pluies: L'analyse du tableau 3 montre que les cumuls pluviométriques ont variées au cours des trente dernières années dans les deux localités avec des coefficients de variation de l'ordre de 0,66 à Divo et de 0,19 à Gagnoa. Les valeurs minimales sont de 18,2 mm à Divo et de 454,4 mm à

Gagnoa. Les maxima ont variés de 456,9 mm à Divo à 950,3 à Gagnoa. Les moyennes des cumuls pluviométriques sont respectivement de 164,7 mm à Divo et de 652,1 mm à Gagnoa. 70% des années sont marquées par un déficit pluviométrique par rapport au seuil de 700 mm, au cours de la grande saison des pluies à Divo contre 77 % à Gagnoa.

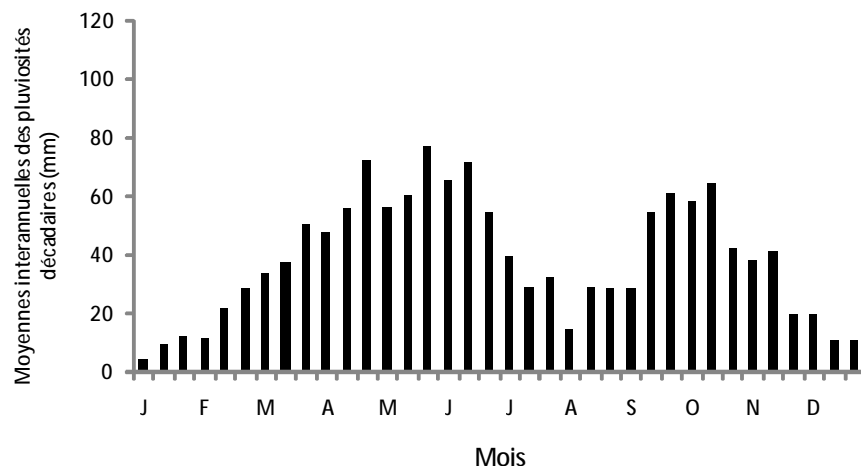


Figure 1: Répartition des pluies décadales à Divo.

Variation des cumuls pluviométriques au cours de la grande saison sèche : Le tableau 4 indique une fluctuation des cumuls pluviométriques au cours de la grande saison sèche. La moyenne est de 166,4 mm à Divo et de 222,2 mm à Gagnoa. La variation des cumuls pluviométriques par rapport à la moyenne est plus élevée à Divo qu'à Gagnoa avec des coefficients

de variation respectifs de 0,42 et 0,32. Seulement 3 % des années ont présenté un déficit pluviométrique par rapport à 70 mm, seuil pluviométrique requis pour assurer les besoins hydriques du cacaoyer pendant cette période. A Gagnoa par contre aucun déficit pluviométrique n'a été observé.

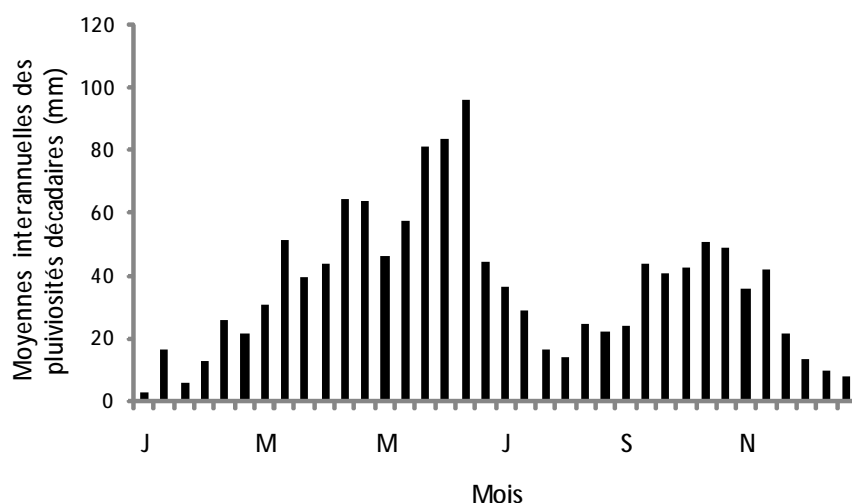


Figure 2: Répartition des pluies décadaires à Gagnoa.

Tableau 3: Analyse statistique des cumuls pluviométriques au cours de la grande saison des pluies.

	Divo	Gagnoa
Minimum	18,2	454,4
Maximum	456,9	950,3
Moyenne	164,69	652,1
Ecartype	109,5	125,1
Coefficient de variation	0,66	0,19
Proportion des saisons pluvieuses déficitaires (%)	70	77

Tableau 4: Analyse statistique des cumuls pluviométriques au cours de la grande saison sèche.

	Divo	Gagnoa
Minimum	69,7	73,4
Maximum	361,3	373,2
Moyenne	166,4	222,2
Ecartype	69,9	70,09
Coefficient de variation	0,42	0,32
Proportion des saisons sèches déficitaires (%)	3	0

DISCUSSION

L'étude a mis en évidence une importante fluctuation de la pluviométrie d'une année à une autre. 40 à 63 % des années présentent un déficit pluviométrique entre 1978 et 2007, par rapport au besoin hydrique annuel du cacaoyer, qui est de 1200 mm. Cette variabilité climatique a déjà été mise en évidence par plusieurs autres auteurs dont Servat et al. (1995) et Brou (1998). Il est apparu dans leurs études que la baisse des précipitations s'est amorcée, en Côte d'Ivoire comme dans les autres pays du Golfe de Guinée, dès la fin des années 1960, en phase avec ce qui a été observé au Sahel, et s'est intensifiée au cours des années 1980. Cette diminution, selon ces auteurs est en moyenne de 20% par rapport à la pluviométrie enregistrée entre 1950 et 1969. Cette variabilité s'est traduite aussi par une diminution de la durée de la saison pluvieuse et un allongement de celle de la saison sèche. En effet, d'une durée de 4 mois entre 1950 et 1960, la saison sèche est passée à 5 mois 20 jours à Divo et à 6 mois à Gagnoa. L'allongement de la durée de la saison sèche entraîne une modification des saisons culturales. Brou et al., (2003) ont également mis en évidence cette variabilité des saisons culturales dans les départements de Divo et d'Abengourou en Côte d'Ivoire.

La moyenne pluviométrique interannuelle enregistrée (1249 mm à Divo et à 1395 mm à Gagnoa) étant supérieure à 1200 mm, les deux départements demeurent favorables à la cacaoculture. Ce résultat concorde avec celui obtenu par Mian (2007). Mais, un risque de déficit pluviométrique demeure, car 89 % des années déficitaires à Divo et 25% à Gagnoa ont enregistré une pluviométrie inférieure à 1200 mm, seuil minimal requis pour le cacaoyer en Côte d'Ivoire.

Les fluctuations pluviométriques importantes enregistrées ces dernières décennies, en Côte d'Ivoire, risquent d'affecter considérablement la production cacaoyère par l'échec de la replantation cacaoyère et la baisse des rendements. En effet, il est établi que le cacaoyer peut supporter au plus trois mois de saison sèche dans l'année. Or, l'analyse pluviométrique des départements de Divo et de Gagnoa a révélé une durée de saison sèche supérieure à 3 mois; ce qui place le cacaoyer dans un état de stress hydrique important. Cela pourrait accroître le taux de mortalité des jeunes cacaoyers replantés. A Abengourou par

exemple, le taux de mortalité des jeunes cacaoyers a été de 80% en 1988 sur une parcelle paysanne alors que la pluviométrie était de 1234 mm (IRCC, 1988). Il importe donc d'améliorer la résistance des variétés de cacaoyers à la sécheresse mais, aussi, d'amener les paysans à les intégrer dans une cacaoculture beaucoup plus intensive. L'itinéraire technique utilisé, au cours de la replantation cacaoyère, doit également être adapté aux conditions climatiques locales. L'utilisation de la technique d'agroforesterie au cours de la replantation pourrait contribuer à diminuer considérablement le taux de mortalité des jeunes cacaoyers. Oualou (1989) a en effet montré que lorsque les légumineuses (*Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium*, *Albizia lebeck* et *Albizia zygia*) sont associées aux cacaoyers, le taux de survie de ceux-ci est de 62 à 67%. Le développement durable de la cacaoculture dans les deux départements va nécessiter également des sols profonds et sans contraintes morphologiques susceptibles de réduire leur capacité de rétention en eau. Il faut en effet, des sols ayant une bonne réserve en eau capable de combler le déficit pluviométrique pour réduire le taux de mortalité des jeunes cacaoyers.

La réduction de la phase humide peut entraîner également une perte importante de la récolte. Dans les deux départements, la grande saison des pluies est marquée par un important déficit pluviométrique de l'ordre de 70% à Divo et de 77% à Gagnoa, par rapport au besoin hydrique du cacaoyer estimé à 700 mm. Dans ce contexte, les besoins en eau sont de moins en moins satisfaits pendant les phases cruciales du cycle annuel des cultures. Pour les cultures pérennes comme le cacao, ces phases correspondent à la floraison qui a lieu normalement au cours de la grande saison des pluies, en mai-juin pour la première récolte et en novembre-décembre pour la deuxième récolte (Brou et al., 2003). Ces auteurs ont montré que les déficits pluviométriques enregistrés au cours de cette période entraînent une diminution du poids des fèves fraîches. Des résultats similaires ont été obtenus pour la production du palmier à huile. N'guettia et al. (1995) ont en effet montré que les variations du poids du régime sont expliquées en partie par le déficit hydrique enregistré trente et six mois avant la récolte. Les auteurs ont fait remarquer que, à cause des déficits hydriques de plus en plus

importants, la culture du palmier n'est plus propice en Côte d'Ivoire que dans une zone réduite au sud-ouest et au sud-est. De la même façon, Dea *et al.* (1993), pour la culture de l'hévéa, ont mis en évidence l'incidence néfaste de la baisse de la pluviométrie et de l'allongement de la durée de la saison sèche sur la production de caoutchouc en Côte d'Ivoire.

Pendant la grande saison sèche, qui correspond à la deuxième floraison, les besoins en eau du cacaoyer estimée à 70 mm sont en général satisfaits dans les deux départements; ce qui pourrait réduire la défoliation et augmenter la taille des fèves de cacao fraîches durant la deuxième récolte.

CONCLUSION

L'étude a révélé une variabilité pluviométrique dans les départements de Divo et de Gagnoa, au cours des trente dernières années. 70 à 77 % des années

présentent un déficit pluviométrique dans les deux départements. Dans 25 à 89 % de ces années déficitaires, les besoins en eau du cacaoyer ne sont pas satisfaits au cours de la grande saison des pluies. Ce qui place le cacaoyer dans un état de stress hydrique important, au cours de cette période cruciale de son développement.

L'étude a également révélé un allongement de la durée de la saison sèche. Cette situation accroît le stress hydrique auquel est soumis le cacaoyer pendant la phase humide. La conséquence est une mortalité élevée des jeunes cacaoyers. Pour le succès de la replantation cacaoyère, il faut utiliser les hybrides résistants à la sécheresse, mis au point par le CNRA. En outre, il faudra associer aux cacaoyers les légumineuses arborées pour réduire le taux de mortalité des jeunes cacaoyers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aguilar P, Paulin D, Keho Y, N'Kamleu G, Raillard A, Deheuvels O, Petithuguenin P et Gockowski J, 2003. L'évolution des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire entre 1995 et 2002. *In* : Actes de la 14^{ème} conférence internationale sur la recherche cacaoyère (Accra, Ghana, 18-23 octobre 2003) : 11167-11175.
- Brou YT, 1998. Climat, mutations socio-économiques et paysage en Côte d'Ivoire. Mémoire de synthèse des activités scientifiques présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Cocody, Abidjan, 238 p.
- Brou YT, NGoran JAK., Bicot S et Servat E, 2003. Risque climatique et production agricole en Côte d'Ivoire : effet des variations pluviométriques sur la production cacaoyère. *In* : Actes de la 14^{ème} conférence internationale sur la recherche cacaoyère (Accra, Ghana, 18-23 octobre 2003) : 259-267.
- Dabbadie LM, 1996. Etude de la viabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrant dans le centre-ouest de la cote d'ivoire : approche du réseau trophique. Thèse de doctorat, Université Paris 6. 214 p.
- Dea B, 1993. Champs de Comportement. Résultats de la première année de production. Rapport DEA n° 14/ 93-T, 1993, IDEFOR-Département Latex.
- Dian B, 1978. Aspects géographiques du binôme café cacao dans l'économie ivoirienne. NEA, Abidjan-Dakar. 111 p.
- Freud EH, Petithuguenin P, Richard J, 2000. Les champs du cacao: un défi de compétition Afrique-Asie. Edition Karthala-CIRAD, 216 p.
- IRCC, 1988. Régénération cacaoyère en bande-Abengourou : bilan 1985-1988. Rapport d'activité 1988 du projet de vulgarisation agricole : 97-108.
- Kalms JM. et Kesse A, 1977. Opération connaissance du climat. Rapport Analytique 1977. Ministère ivoirien de la recherche scientifique, Institut des Savanes, Bouaké, Côte d'Ivoire 42 p.
- Mian KA, 2007. Contribution à l'analyse agroclimatique de la zone de culture du cacaoyer en côte d'Ivoire. Mémoire de fin d'étude, Centre régional AGRHYMET, 64p.
- Nguettia RY, Doffissi S, Koffi B, Lassina F, 1995. Déclin de la pluviosité en Côte d'Ivoire: impact éventuel sur la production du palmier à huile. Sécheresse, vol. 6, n°3 : 265-271.

- Oualou K, 1997. Gestion de l'arbre dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyers en basse Côte d'Ivoire. Etude expérimentale dans la zone d'Oumé. Mémoire de DEA de foresterie et d'ingénierie biologique, Université Gremloux, Belgique, 59p.
- Paturel JE, Servat E, Kouame B, Lubes H, Ouedraogo M, Masson JM, 1997. Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea part II: an integrated regional approach, *J. Hydrol.* 191: 16-36.
- Petithuguenin P, 1995. Cacaoculture et évolution du milieu, une contribution à la réflexion sur la responsabilité de ces systèmes de culture. *In*, actes de Fertilité du Milieu et Stratégies Paysannes sous les Tropiques Humides (Montpellier, 13-17 novembre 1995) J. Pichot, N. Sibelet et J.J. Lacoëuilhe (eds) : 304-349.
- Ruf F, 1991. Les crises cacaoyères. La malédiction des âges d'or ? *Cahier d'Etude Africaine*, 121-122, XXI (1-2) : 83-134.
- Ruf F, 2000. Déterminants économiques et sociaux de la replantation. *Oléagineux, Crops Gras, Lipides*, 7(2) : 189-196.
- Ruf F. et Allangba K, 2001. Décisions de plantation et replantation cacaoyère. Le cas de migrant Baoulé à Oumé (Côte d'Ivoire). *In*, Actes de la Conférence sur l'Avenir des Cultures Pérennes (Yamoussoukro, 5-9 novembre 2001). RY Assamoi, K Burger, D Nicolas, F Ruf et P de Vernou, eds. CD Rom.
- Servat E, Paturel JE, Kouame B, Boyer JF, Lubes H, Masson JM, 1995. La sécheresse en Afrique de l'ouest non sahélienne (Côte d'Ivoire, Togo, Bénin). *Sécheresse*, vol. 6, n°1 : 95-102.
- Servat E, Paturel JE, Lubes H, Kouame B, Ouedraogo M, Masson JM, 1997. Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea part I: detail analysis of the phenomenon in Côte d'Ivoire. *J. Hydrol.* 191: 1-15.