

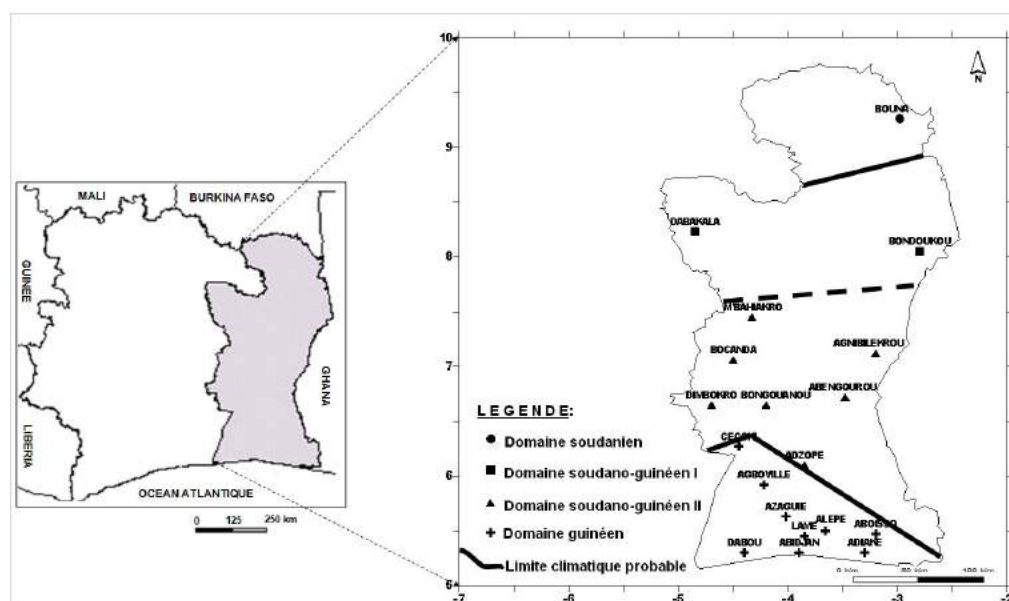
Dabissi Noufé, Bruno Lidon, Gil Mahé, Éric Servat et Jean-Louis Chaléard

Impact de l'évolution des conditions agroclimatologiques sur les systèmes de culture à base de banane plantain : le cas de l'Est ivoirien

Introduction

- 1 L'Est de la Côte d'Ivoire est une bande territoriale qui se situe entre les latitudes 5° et 9°N, et les longitudes 4° et 2°W (Figure 1). De par son étirement en latitude, cette zone est assez représentative des grands biomes du pays; il apparaît donc une certaine zonalité des principaux domaines écologiques, allant de l'exubérance des forêts tropicales au sud (*rainforests*), au clairsemé des savanes pré forestières au nord, en passant par les forêts mésophiles au centre (zone de transition) (Avenard *et al.*, 1971). Depuis les années 1970, à l'image de l'ensemble du pays, cette zone subit une sécheresse due aux déficits pluviométriques et aux modifications du régime des précipitations (Servat *et al.* 1997; Paturel *et al.* 1997; Brou, 1998; Bigot *et al.*, 2005). En effet, cette baisse pluviométrique amorcée dans les pays du golfe de Guinée dès la fin des années 1960 s'est intensifiée en Côte d'Ivoire au cours des années 1980 et 1990, avant de connaître une certaine rémission durant les années 2000. Cette récession pluviométrique induit des variations des dates de début, de fin et de durée des saisons pluvieuses. Ainsi, vécues dans les paysanneries comme une contrainte, ces conditions se manifestent par une réduction de la productivité du travail paysan et une diminution des ressources financières des ménages.
- 2 Toutefois, les études climatiques à l'échelle de cette zone sont rares; celles qui existent (Quincey, 1987; Brou, 1998; Bigot *et al.*, 2005) se basent généralement sur l'étude de la pluviométrie au pas de temps annuel ou mensuel; or la forte variation de la pluviosité en zone intertropicale limite fortement la signification agronomique de telles échelles d'étude.

Figure 1. La localisation de la zone étudiée en Côte d'Ivoire et les principaux domaines climatiques associés (Source : adapté de Noufé et al., 2011) / Location of the study area in Côte d'Ivoire associated with main climate regions (Source: adapted from Noufé et al., 2011).



- 3 Ainsi, tenant à la fois compte des conditions de la réserve utile du sol (RU), de la pluviométrie et de l'évapotranspiration potentielle (ETP) journalières, cette étude vise, à partir d'un modèle de simulation du bilan hydrique journalier de type FAO (Allen et al., 1998), à montrer par une analyse fréquentielle, le déroulement saisonnier des saisons culturales (SC) ou

saisons de pluies potentiellement utiles (début, fin, durée) et du risque de déficits hydriques interannuels cumulés. Les résultats acquis sur cette base permettent d'évaluer les conséquences de l'évolution des conditions agroclimatologiques sur les systèmes de culture à dominante banane plantain, notamment les *systèmes de pratiques culturales* les plus en vue, et au sein desquels la banane plantain arrive en tête de sole.

Données et méthodes

Origine des données

- 4 Les données pluviométriques journalières sont issues des chroniques de la Météorologie nationale de Côte d'Ivoire. Elles ont été corrigées et archivées au laboratoire Hydrosociences Montpellier (HSM) sur le site internet SIEREM (Système d'informations environnementales sur les ressources en eau et leur modélisation) (<http://www.hydrosociences.org/spip.php>) (Boyer *et al.*, 2006). En effet, afin de travailler sur des séries relatives à des périodes d'observation identiques, nous avons retenu une fenêtre temporelle commune à 19 stations, et qui s'étend de 1950 à 2000. Cependant, il faut souligner que les graves événements socio-politiques qui ont agité la Côte d'Ivoire depuis 1999, et qui se sont amplifiés par une partition du pays en 2002, ont rendu inopérantes les opérations de collecte de données dans les différents postes de mesure du pays. Il ne nous a donc pas été possible de disposer de données climatiques récentes (*c.-à-d.* après 2000) pour continuer ce travail. Les données mensuelles d'évapotranspiration potentielle (ETP calculées à partir de la formule de Penman corrigée) sont des données de grille qui proviennent de l'Université d'East Anglia (UK) (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/data/hrq>). Elles ont été transformées en données journalières pour calculer les termes du bilan hydrique au pas de temps journalier (Lhomme et Monteny, 1982). Trois niveaux de réserve utile du sol en culture annuelle ($RU_{an.}$) sont retenus selon un gradient régional sud/nord : 120 mm au sud, 100 mm au centre, 80 mm au nord; ces valeurs dérivent d'une étude pédologique menée sur un transect sud-nord entre la Côte d'Ivoire et le Burkina Faso (Roose, 1981). Toutefois, la valeur de la RU pouvant probablement varier d'une toposéquence à l'autre, ces valeurs de RU doivent être considérées ici comme des ordres de grandeur indicatifs pour une étude macroscopique régionale. Par ailleurs, partant du principe que la profondeur racinaire des cultures pérennes et/ou pluriannuelles telles que la banane plantain est de 3 mètres en moyenne (Chopart, 1989), mais que la RU baisse en fonction de la profondeur du sol, nous avons estimé la RU en cultures pérennes ($RU_{per.}$) à 240, 200 et 160 mm, respectivement pour le sud, le centre et le nord de la zone étudiée. Mais qu'est-ce que le système plantain?

Le système de culture à base de banane plantain

- 5 Avant de bien appréhender ce qui est désigné ici en termes de « système plantain », il convient de définir *à priori*, ce qu'est un *système de culture*. Nous conviendrons donc avec Jouve (2007) pour dire que dans le contexte spécifique de l'agriculture subsaharienne, *un système de culture peut se définir par le choix des cultures pratiquées, leur succession dans le temps, leur association éventuelle sur une même parcelle, et les itinéraires techniques, c'est-à-dire la combinaison des opérations culturales mises en œuvre*. Ainsi, avant l'avènement de l'arboriculture caféière et cacaoyère dans la zone étudiée, les systèmes de culture en zones centre et sud reposaient sur une polyculture vivrière à base d'igname, associant indistinctement la banane plantain, le taro, le manioc, les légumes divers, *etc.* Mais avec l'adoption du café et du cacao, ces systèmes sont désormais composés de cultures pérennes comprenant une spéculation principale (café ou cacao) dont la fonction est d'assurer les revenus monétaires; ces spéculations sont toutefois associées à des dominantes annuelles telles que le plantain qui leur sert de culture d'ombrage, et auquel sont également associés le taro, le manioc, les légumes divers, *etc.*, dont la finalité demeure toujours l'autoconsommation du groupe domestique (Chaléard, 1996).
- 6 Cependant, pour une plante hygrophile telle que le plantain, la baisse pluviométrique amorcée depuis les années 1970, et qui se superpose à la crise écologique liée aux défrichements pionniers des années 1930, remet en cause les conditions de sa production.

Méthodes

La méthode des écarts standards centrés réduits (Nicholson, 1980)

- 7 Cette méthode permet de caractériser la variabilité pluviométrique interannuelle. Elle a l'avantage de mettre en évidence les périodes de pluviométrie excédentaires et déficitaires, au moyen de l'équation qui suit :

$$i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$$

(1)

- 8 avec :

9 i = indice annuel de la variable pluviométrique ou hydrologique;

10 X_i = module annuelle de la variable enregistrée au cours de l'année i ;

11 \bar{X} = moyenne interannuelle de la variable sur la période d'étude;

12 σ = écart type de la série climatique sur la période d'étude.

- 13 Cette méthode a été couplée avec celle dite de « *filtre passe-bas non récursif de Hanning d'ordre 2* », en vue d'éliminer par pondération des totaux pluviométriques annuels, les variations saisonnières. Ces méthodes ont donc été appliquées à des séries pluviométriques de 4 stations assez représentatives de la zone étudiée.

Caractérisation des saisons culturales (SC) en cultures annuelles et pérennes

- 14 La saison culturale (SC) ou saison de pluie potentiellement utile est définie comme la suite des décades consécutives pour lesquelles la valeur de la capacité d'évapotranspiration d'un couvert végétal (CEcv exprimée en mm/jours) est significativement supérieure ou égale à 50 % de l'évapotranspiration de référence (ET₀) de la période considérée (Morel, 2004). La distinction entre première et seconde SC étant peu marquée certaines années, le démarrage est fixé durant la décade ayant interannuellement la plus faible valeur de CEcv. Ce seuil est à rapprocher des valeurs du rapport ET_c/ET₀ considérées en début et fin de cycle de culture dans l'approche simplifiée des besoins en eau des cultures basée sur les coefficients culturaux (k_c); ET_c est considérée ici comme l'évapotranspiration réelle d'une culture donnée.

- 15 Ainsi, le calcul des CEcv est fait interannuellement en utilisant le modèle de bilan hydrique proposée par la FAO (Allen et al., 1998). Nous avons donc considéré un couvert végétal dont les besoins en eau sont égaux à l'ET₀ et différenciés par la valeur de la RU.

- 16 Les algorithmes de calcul utilisés par itération au pas de temps journalier pour déterminer les valeurs décadaires de la CEcv, se résument à l'équation suivante :

$$\sum_{i=j}^{i=j+9} CEcv_{(j)} = \sum_{i=j}^{i=j+9} \text{MIN} \left[(RHS_{j-1} + P_j), \left(\text{MIN} \left[\frac{RHS_{j-1} + P_j}{RU \cdot (1-\rho)} \right], 1 \right) ET_{0j} \right]$$

(2);

- 17 Avec :

$$RHS_j = \text{MIN} [RU, RHS_{j-1} + P_j - CEcv_{(j)}]$$

- 18 Où :

19 CEcv_(j) = capacité d'évapotranspiration du couvert végétal durant le jour j (mm);

20 RHS_j = réserve hydrique du sol à la fin du jour j (mm);

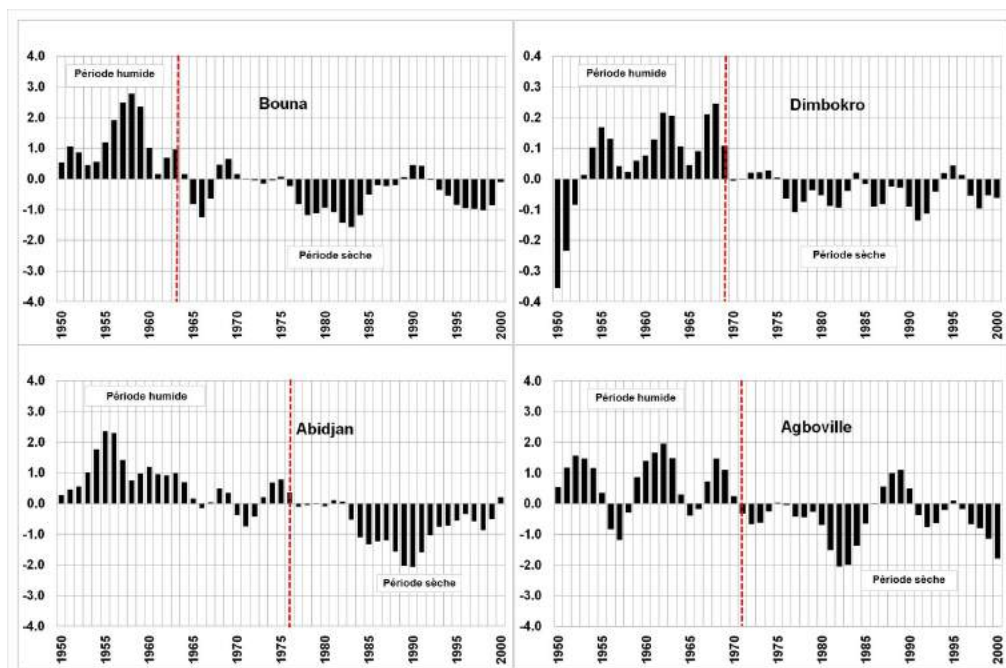
- 21 RHS_{j-1} = réserve hydrique du sol au début du jour j (mm);
- 22 P_j = précipitations durant le jour j (mm);
- 23 ETo_j = évapotranspiration potentielle du jour j (mm);
- 24 RU = réserve utile du sol (mm);
- 25 ρ = fraction de la réserve utile facilement utilisable.
- 26 Le modèle itératif ci-dessus décrit, permet de déterminer interannuellement les dates de début, de fin et la durée des saisons culturales (CS) (périodes au cours desquelles les besoins en eau des cultures sont considérés couverts) et d'en déduire leurs fréquences d'apparition de part et d'autre de l'année 1970, date présumée déterminant une transition climatique en Afrique Occidentale et Centrale (Servat *et al.*, 1997). L'estimation de la fonction de répartition de chacun de ces évènements climatiques a été obtenue en application d'une loi de distribution empirique de Weibull. Cette méthode a été appliquée sur des études similaires en Côte d'Ivoire et au Sénégal (Morel, 2004; Sané *et al.* 2008; Noufé *et al.*, 2011).
- 27 Ainsi, pour chaque année et à chacune des stations et des périodes considérées de part et d'autre de l'année 1970, la durée de la ou des CS a été déterminée à la fréquence de 80 % (durée atteinte ou dépassée 8 années sur 10); ce qui suppose théoriquement que l'agriculteur accepte une perte partielle ou totale de sa récolte 2 années sur 10 (20 %) (Eldin, 1989).
- 28 La simulation du bilan hydrique appliqué aux cultures pérennes a également permis de calculer à l'échelle interannuelle les indices de déficit hydrique (IDH) annuel cumulé, et d'en déduire par analogie au seuil de risque précédent, la valeur dépassée 2 années sur 10 au cours des deux périodes considérées.

Résultats

Une baisse sensible de la pluviométrie au cours de la période 1970-2000

- 29 La représentation des écarts standards centrés réduits de la pluviométrie moyenne interannuelle sur 50 ans (1950-2000), dans quatre stations caractéristiques de l'Est ivoirien, montre deux périodes opposées dans l'évolution pluviométrique (Figure 2) : l'une marquée par des excédents quasi généralisés (1950-1969) et l'autre caractérisée par un déficit pluviométrique marqué (1970-2000). Cela est en accord avec la plupart des auteurs (Servat *et al.* 1997; Paturel *et al.* 1997; Mahé *et al.* 2001) pour qui cette transition s'est produite autour des années 1970. Notons toutefois que ce phénomène n'a pas été partout identique et que le décrochage pluviométrique est par endroits, soit antérieur, soit postérieur à cette date.

Figure 2. Les écarts standards de la pluviométrie moyenne interannuelle (1950-2000), pour 4 stations représentatives de l'Est ivoirien / Standard deviations of the interannual rainfall (1950-2000) for 4 representative stations of eastern Côte d'Ivoire



Un impact variable de la baisse pluviométrique sur le déroulement (début, fin, durée) des saisons culturales (SC)

Un retard du démarrage de la première SC principalement marqué en zone littorale

30 En régime monomodal comme à la station de Bouna, la date moyenne d'installation de l'unique saison culturale s'effectue entre le 1^{er} et le 2^e mai au cours des deux périodes de l'étude (Tableau 1 et Figure 3). Notons cependant, qu'au cours des décennies 1970-2000, ces dates d'apparition précoces (8 années sur 10) et tardives (2 années sur 10) sont respectivement retardées et avancées d'environ une décennie et que l'écart type de sa distribution diminue. Cela est dû à une baisse des fréquences de « faux démarrages ».

31 Dans le reste de la zone correspondant au régime bimodal, la variation des dates de démarrage de la première SC durant les deux périodes est surtout marquée dans la zone littorale, accusant un retard plus important (1 à 4 décades) et donc une plus grande variabilité (Tableau 1 et Figure 3). Pour ce qui est de la seconde SC, la date de démarrage a peu varié.

Figure 3. Fréquences de début et de fin des saisons culturales (SC) calculés sur les périodes 1950-1969 et 1979-2000, pour 4 stations de l'Est ivoirien / Probability thresholds of changes in dates of onset and end of cropping seasons (CS), before (wet) and after (dry) 1970.

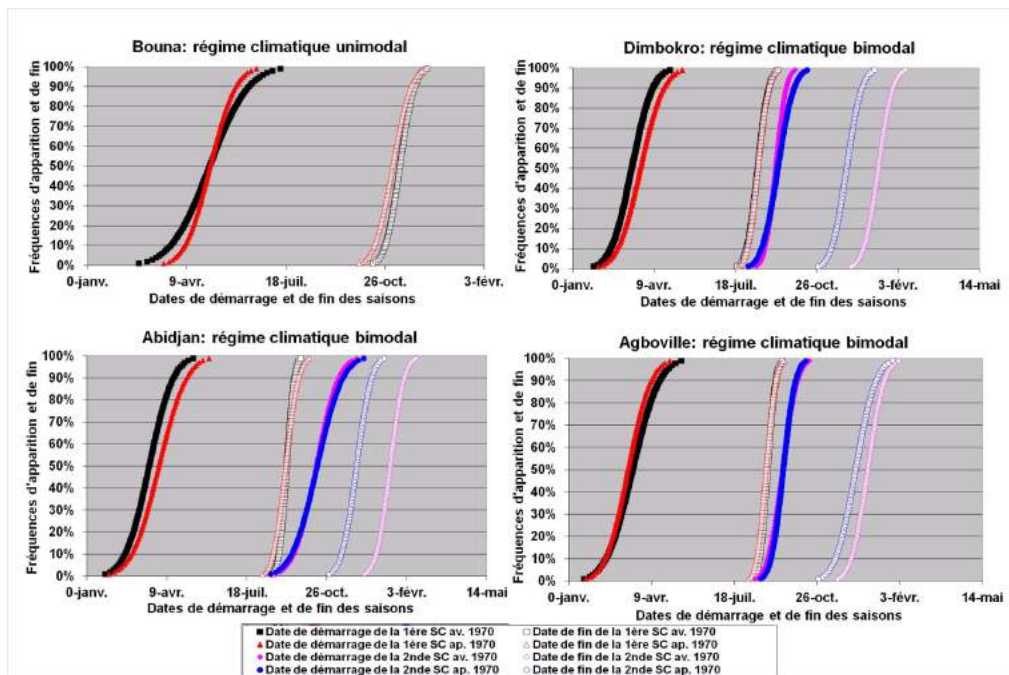


Tableau 1. Variabilité des dates de début et de fin des saisons culturales (SC) pour 4 stations représentatives de l'Est ivoirien, avant et après 1970 / Occurrence of onset and end dates of cropping seasons (CS) for 4 representative stations of eastern Côte d'Ivoire, before (wet) and after (dry) 1970.

Stations	Périodes	20 %		50 %		80 %	
		Début	Fin	Début	Fin	Début	Fin
Unique saison culturale (SC) en zone nord							
Bouna	1950-1969	5-avr.	31-oct.	01-mai	9-nov.	27-mai	19-nov.
	1970-2000	15-avr.	21-oct.	02-mai	2-nov.	19-mai	14-nov.
1^{ère} saison culturale (SC) en zone centre et sud							
Dimbokro	1950-1969	24-févr.	05-août	13-mars	14-août	30-mars	23-août
	1970-2000	03-mars	06-août	22-mars	14-août	10-avr	23-août
Abidjan	1950-1969	26-févr.	29-août	17-mars	5-sept.	6-avr.	11-sept.
	1970-2000	06-mars	24-août	29-mars	4-sept.	21-avr.	14-sept.
Adiake	1950-1969	19-Feb.	6-Sept.	5-Mar	15-Sept.	21-Mar.	24-Sept.
	1970-2000	12-Mar.	7-Sept.	4-Apr.	15-Sept.	28-Apr.	24-Sept.
2^{nde} saison culturale (SC) en zone centre et sud							
Dimbokro	1950-1969	26-août	20-nov.	6-sept.	5-déc.	17-sept.	20-déc.
	1970-2000	26-août	18-nov.	6-sept.	1-déc.	17-sept.	13-déc.
Abidjan	1950-1969	23-sept.	1-janv.	12-oct.	12-janv.	30-oct.	24-janv.
	1970-2000	22-sept.	20-déc.	13-oct.	31-déc.	3-nov.	10-janv.
Adiake	1950-1969	27-Sept.	28-Dec.	1-Oct.	9-Jan.	5-Oct.	21-Jan.
	1970-2000	23-Sept.	14-Dec.	3-Oct.	1-Jan.	14-Oct.	19-Jan.

Des fins de saisons culturales (CS) essentiellement affectées en zone septentrionale et méridionale

32 À Bouna, l'occurrence de la date moyenne de fin de l'unique SC entre le 2 et le 9 novembre est plus précoce d'environ une décade au cours de la période 1970-2000 (différence significative au seuil de 95 %), avec un écart type du même ordre que celui des lois de distribution (Tableau 1 et Figure 3).

33 En régime bimodal dans le secteur méridional et central en revanche, la fin de la première SC qui survient le 14 août, et entre le 4 et le 5 septembre respectivement, a peu varié. Toutefois, si la date de fin de la seconde SC a également peu varié en zone centrale (Tableau 1); sur le littoral, les lois quasi normales de leur distribution ont par contre varié, avec une date plus précoce (de 1 à 2 décades) pour Abidjan, Azaguié et Aboisso.

Une diminution de la durée des saisons culturales (SC) affectant essentiellement l'Ouest, le littoral et son arrière-pays

34 Dans le secteur nord à Bouna, la durée de l'unique SC, de l'ordre de 170 jours avant les années 1970, n'a pratiquement pas varié après (Figures 4 et 5); ce qui concorde avec les faibles variations constatées des dates de démarrage et de fin de saison.

35 En zone centrale en revanche, le gradient de diminution sud-est/nord-ouest de la première SC s'est significativement renforcé au cours de la période 1970-2000; les stations plus à l'ouest étant les plus affectées, Dabakala et M'Bahiakro présentent une réduction de la première SC de plus d'une décade, alors que Bondoukou reste stable, sa seconde SC n'ayant pas non plus varié.

36 Pour les stations méridionales, la première SC n'a pas varié de façon significative. Il en est de même du gradient ouest-est d'augmentation de la durée de la seconde SC qui reste stable (Figures 4 et 5).

37 Sur le littoral et son arrière-pays par contre, le gradient sud-est/nord-ouest de diminution de la première SC est très visible, passant de 164 à 141 jours à Cecchi, alors qu'elle demeure de l'ordre de 160 jours à Azaguié. Cette dégradation de la première SC est également accentuée par une baisse globale de la durée de la seconde SC, notamment sur l'ensemble de la zone littorale (Figures 4 et 5).

Figure 4. Fréquence de dépassement de la durée des premières et secondes saisons culturales (SC) pour 4 stations représentatives de l'Est ivoirien, avant et après 1970/ Exceedance frequency of first and second cropping seasons (CS) for 4 representative stations of the study area, before (wet) and after (dry) 1970.

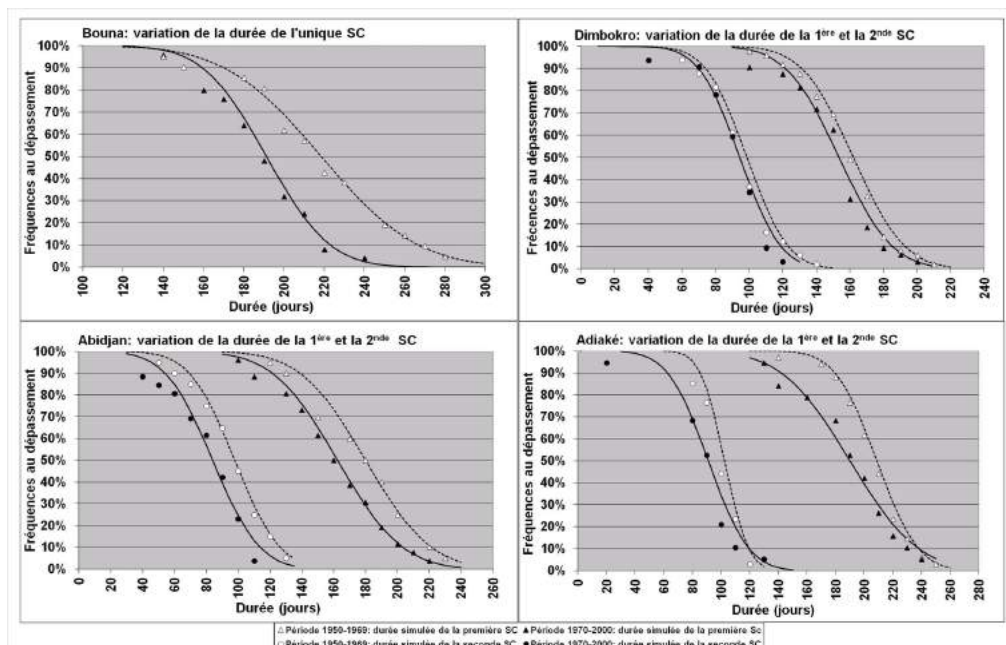
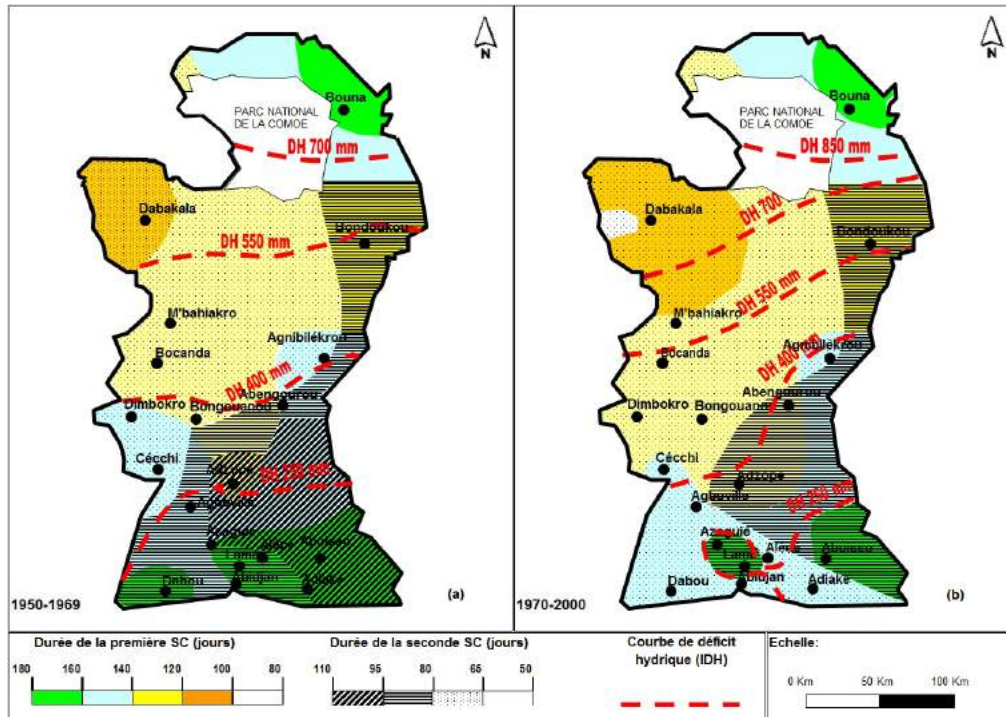


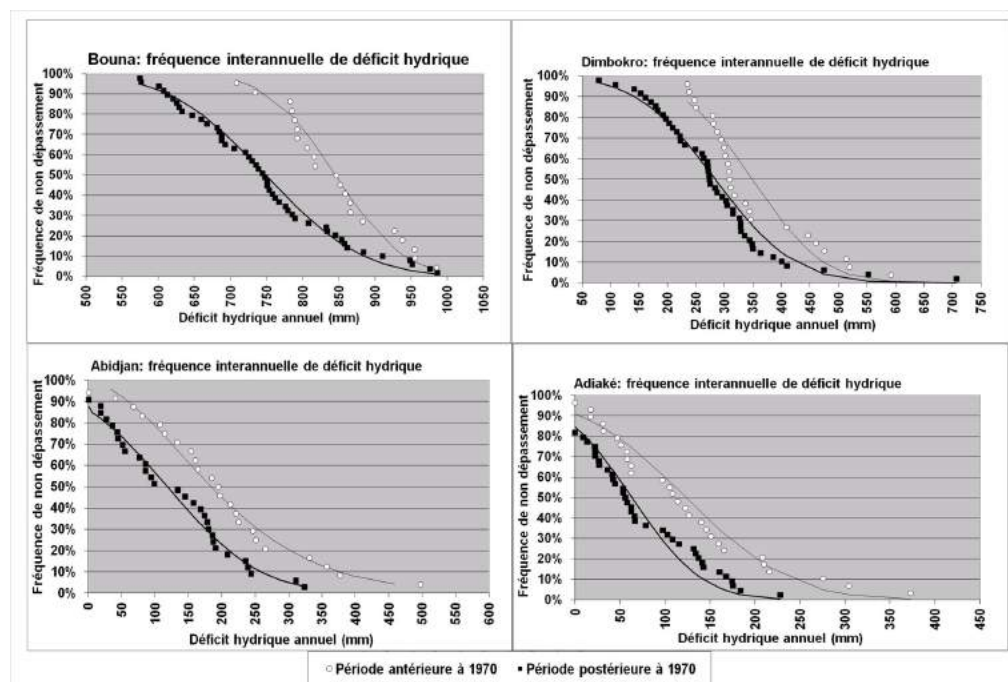
Figure 5. Durée, 8 années sur 10, des premières et secondes saisons culturales pour la période avant et après 1970 / Duration 8 years out of 10 of first and second cropping seasons, before (wet) and after (dry) 1970.



Un accroissement du gradient nord-sud des indices de déficits hydriques (IDH) affectant pratiquement l'ensemble de la zone

38 Les IDH annuels cumulés calculés sur les deux périodes pour les quatre stations de référence (Figure 6) montrent leur accroissement durant la période 1970-2000, sauf à Dimbokro (Figures 5 et 6). À l'exception de l'extrême nord, la position des courbes d'isodéficit hydrique n'a pas non plus varié sur la frange est, par rapport à la frange ouest; leur glissement vers le sud est très marqué sur une zone de transition comprise entre Bocanda-Bondoukou et Cécchi-Agnibilékrou (Figure 5). Dans le secteur méridional de cette zone, le déficit hydrique n'a pas significativement varié dans la plupart des stations. Toutefois, les distributions statistiques ne s'ajustent pas toujours aux lois normales, aussi bien dans ce secteur méridional que sur la frange orientale, (Figure 6); ce qui donne l'impression que les événements extrêmes ne sont pas à exclure dans ces deux secteurs de la zone étudiée.

Figure 6. Fréquences annuelles de déficits hydriques cumulés pour 4 stations représentatives de l'Est ivoirien, avant et après 1970 / Probability thresholds of the evolution of water deficits for 4 representative stations of the study area, before (wet) and after (dry) 1970.



Discussion

Une dégradation des conditions agroclimatologiques très marquées, principalement sur le littoral

39 Sur la base des seuils de fréquence précédemment fixés (méthodologie), il ressort que la durée des saisons culturales les plus probables est assez variable dans le temps et dans l'espace. Des aires de potentialités agroclimatologiques homogènes ont ainsi été définies au cours des deux périodes de l'étude, en croisant les variations interannuelles des déficits hydriques cumulés et des durées des saisons culturales (Figures 5). L'examen de la carte de la Figure 5 montre une évolution de la zone vers des conditions hydriques de production de plus en plus restrictives, principalement sur la frange ouest, depuis la zone de transition (*stricto sensu*), jusqu'en zone littorale. Ces résultats confirment et complètent une étude menée par N'guettia *et al.* (1995) sur les conditions agroclimatologiques de production du palmier à huile dans le secteur sud-est de la zone étudiée.

40 Toutefois, comme le pire n'est jamais certain, le risque encouru semble bien perçu par les paysanneries concernées; et c'est sur la base de ces perceptions que s'élaborent des stratégies d'adaptation aux nouvelles conditions de production.

Une modification sensible des conditions hydriques de production agricole de la zone étudiée

41 L'accroissement de l'IDH annuel cumulé, associé au rétrécissement des saisons culturales, influe principalement sur la production des cultures pérennes. Dans le Sud-Est par exemple, le rendement du palmier à huile subit une baisse de 4 tonnes à l'hectare quand l'IDH annuel cumulé atteint 400 mm (N'guettia *et al.*, 1995). De fortes corrélations existent également entre les IDH annuels cumulés et le poids moyen des fèves de cacao (Brou *et al.*, 2003).

42 Toutefois, excepté le bananier plantain, les durées des premières SC restent généralement compatibles avec les cycles des principales cultures annuelles pratiquées dans l'ensemble de la zone; c'est d'ailleurs ce qui justifierait en partie la diffusion de la maïsiculture sur tout le transect nord/sud de cette zone. Selon une étude menée par Noufé *et al.* (2011) dans l'Est ivoirien, la réduction de la durée des premières saisons culturales a été profitable au maïs et

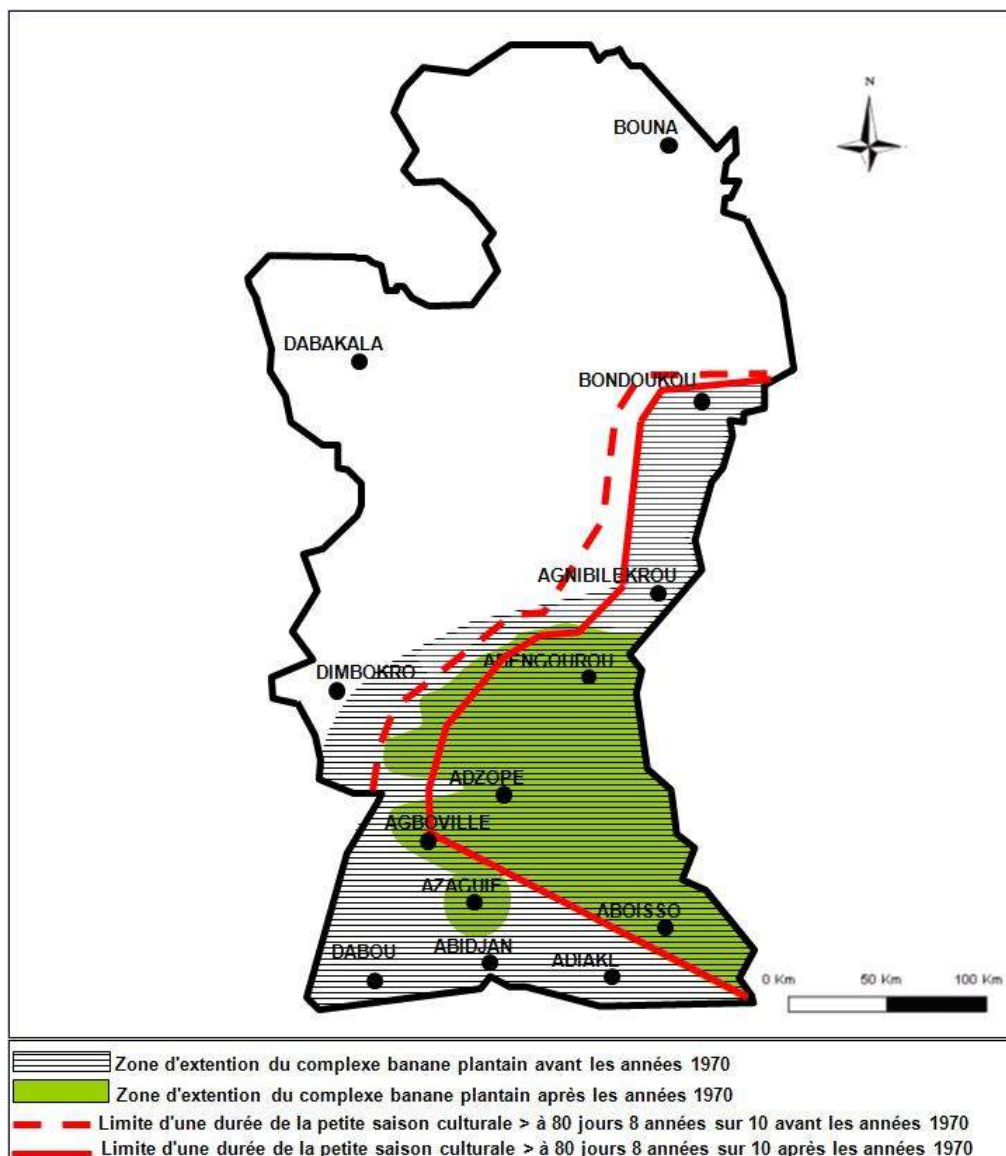
donc, assez révélatrice d'une diminution du risque d'engorgement des sols qui constitue un flux contre-productif pour cette culture. Autrement dit (toujours selon les mêmes auteurs), l'excès d'eau avant les années 1970 constituerait un des obstacles majeurs à la diffusion de la maïsiculture vers le sud de cette zone.

- 43 En revanche, la réduction de la durée de la seconde SC, associée aux modifications sensibles de l'IDH annuel cumulé, affecte la production des cultures telles que le bananier plantain, une plante hygrophile, et donc nécessairement sensible au manque d'eau. Mais comme le pire est toujours à venir, les sociétés rurales essaient d'adapter leurs systèmes de culture à ces nouvelles conditions de production. Ces réajustements portent principalement sur la valorisation de nouvelles ressources foncières telles que les bas-fonds humides, sur les choix des cultures pratiquées, leur rotation-association, et leur distribution dans l'espace et dans le temps.

Une distribution spatiale du système plantain cohérente avec les modifications des conditions agroclimatologiques

- 44 La spatialisation des indicateurs descriptifs des conditions agroclimatologiques après 1970 et l'extension actuelle du complexe banane plantain sont assez étroitement corrélées (Figure 7). En effet, avant la décennie 1970, l'aire d'extension du plantain couvrait pratiquement toute la zone au sud de la courbe d'isodéficit hydrique 400 mm, avec des durées en première et seconde SC supérieures à 120 et 80 jours principalement sur la frange est et le secteur sud-est (Figures 5). Car, avec l'adoption de l'arboriculture caféière et cacaoyère, la banane plantain venait en tête de sole avec une intensité de défrichement fonction des cultures qui lui sont associées : total avec le café et partiel avec le cacao auxquels cette plante servait d'ombrage. D'autres cultures annuelles telles que le taro, l'igname les légumineuses, *etc.* étaient associées au plantain en zone de transition en pays Akan, centré sur Abengourou. En revanche, plus au sud en pays lagunaire autour d'Abidjan, le plantain était de préférence associé au manioc et aux légumes divers.

Figure 7. Évolution de l'aire d'extension du complexe banane plantain avant et après 1970 / Evolution of cropping systems extent relative to the plantain spp. before (wet) and after (dry) 1970.



45 Toutefois, après les années 1970, avec la déforestation consécutive aux grands défrichements pionniers des années 1930 et les modifications des conditions agroclimatologiques induites, le plantain subit désormais des infléchissements notables, surtout dans les régions de cacao culture ancienne et de front pionnier saturé comme la frange est et sud-est. En effet, outre l'exigence d'un sol forestier meuble et équilibré, le bananier plantain est une plante qui exige une pluviométrie abondante, supérieure à 1200 mm, et bien répartie sur au moins 7 mois de l'année. Le recul graduel du plantain s'explique donc en partie par le décrochage pluviométrique amorcé depuis les années 1970 (hypothèse couramment avancée par les paysans); notons par ailleurs que si sur la frange orientale au sud de la courbe d'isodéficit hydrique 550 mm, les premières et secondes saisons culturales sont restées relativement stables, la durée de la seconde saison culturale sur les marges centrale et méridionale de l'ancienne aire d'extension du plantain (Figures 7) est, par contre, désormais inférieure à 80 jours (Figures 5). En outre, la forêt primaire, support essentiel de cette culture, a pratiquement disparu dans cette zone, faisant désormais place à des vergers sénescents de caféiers ou cacaoyers, et à des friches colonisées par des espèces buissonnantes connues sous le nom de « *Chromolaena Odorata* ». Or, dans un système aussi extensif que celui en vigueur, l'importance de la production vivrière est fonction du rythme d'extension des caféières et cacaoyères, et donc des disponibilités en forêts primaires. Ainsi, outre la dégradation des

conditions agroclimatologiques, le système plantain est également confronté à une saturation foncière, au sens de la déforestation quasi complète du Sud-est qui constitue, jusqu'à une date récente, le principal bassin de production de cette culture. Est-il donc d'usage de plus en plus courant que le complexe plantain qui associait les caféiers et cacaoyers sur la même sole, soit de nos jours reporté sur des terres hors plantations pérennes, notamment dans les bas-fonds humides jusque-là écartés de toutes formes d'emprise agricole. Ces recompositions spatiales s'accompagnent également de l'adoption de variétés précoces associées au plantain en vue de mieux caler leurs cycles culturaux sur des saisons culturelles de plus ou moins rétrécies.

Conclusion

46 L'impact de la récession pluviométrique sur les conditions agroclimatologiques de l'Est ivoirien, a donc été évalué (ici) à partir d'une approche fréquentielle des saisons culturelles ou saisons de pluies les plus probables, et des indices de déficits hydriques annuels cumulés estimés à partir d'une simulation du bilan hydrique journalier. Les résultats acquis sur cette base complètent les études antérieures basées sur l'analyse de la simple pluviométrie. Ainsi, il en résulte qu'une zone de transition au centre-est a été peu affectée par la dégradation des conditions agroclimatologiques; toutefois, le quart nord-est de la zone est marqué par une forte augmentation du risque de sécheresse, mais sans évolution notable des durées des saisons culturelles. C'est surtout au sud de la zone que l'impact de la sécheresse hydrique paraît significatif. Ainsi, l'augmentation sensible du risque de sécheresse, couplée avec la restriction des secondes saisons culturelles, est particulièrement marquée sur l'ensemble du littoral. Ces phénomènes associés à l'extinction des terres forestières, affectent les systèmes de culture dominants tels que celui de la banane plantain. Ces évolutions mettent ainsi en évidence des zones agroclimatologiques à potentialités assez homogènes; ce nouveau « zonage agroclimatique » est du reste assez superposable aux systèmes de culture à base de plantain en vigueur; ce d'autant plus que les paysanneries concernées ont elles-mêmes pris la mesure des modifications des conditions de production, et auxquelles elles essaient d'adapter leurs modes d'exploitation. Les mutations ainsi en cours s'appuient principalement sur la valorisation de nouvelles ressources foncières tels que les bas-fonds devenus moins poreux avec la baisse des précipitations, et le choix des variétés précoces, en vue d'un bon calage des cycles culturaux.

Remerciements

47 Nous tenons à remercier l'IRD (Institut de recherche pour le développement) pour son financement à travers le programme du Département soutien et formation (DSF) des communautés du Sud. Nous remercions tout particulièrement les UMR HydroSciences Montpellier, G-eau et PRODIG pour leur collaboration. Nous remercions également le programme FRIEND-AOC, pour le cadre de discussions et de partage de données qu'il offre.

Bibliographie

- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes et M. Smith, 1998, Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome : UN Food and Agricultural Organization (FAO), Irrigation & Drain, Paper n° 56, 333 p.
- Avenard J.-M., M. Eldin, G. Girard, J. Sircoulon, P. Touchebeuf, J.-L. Guillaumet, E. Adjanahoun et A. Perraud, 1971, *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*, Ed. ORSTOM, n° 50, Paris, 391 p.
- Bigot, S., Y.T. Brou, A. Diédhiou et C. Houndenou, 2005, Facteurs de la variabilité pluviométrique en Côte d'Ivoire et relations avec certaines modifications environnementales, *Sécheresse*, 16 (1), pp. 14–21.
- Boyer, J-F, C. Dieulin, N. Rouche, A. Crès, E. Servat, J.-E. Paturel et G. Mahé, 2006, SIEREM : an environmental information system for water resources, *IASH Publ*, 308, pp. 19-25.
- Brou, Y.T., J. N'goran, S. Bigot et E. Servat, 2003, Effect on Cocoa production of variations in rainfall in South-west Côte d'Ivoire, The 14th International Conference on Cocoa Research, Cocoa Producer's Alliance, Ghana, [en ligne] URL : <http://www.copalcpawww.org>
- Brou, Y.T., E. Servat, et J.-E. Paturel, 1998, Activités humaines et variabilité climatique : cas du sud forestier ivoirien, *IAHS Publ*, 252, pp. 365-373

- Chaléard, J.-L., 1996, *Temps des villes, temps des vivres : L'essor du vivrier marchand en Côte d'Ivoire*, Paris, Éd. Karthala, 661 p.
- Chopart, J.-L., 1989, Méthodes d'étude de l'enracinement. Projet R3S PF2, Notes techn. *Idessa Bouaké* (RCI) 4, pp. 1-16.
- Eldin, M., 1989, Analyse et prise en compte des risques climatiques pour la production végétale, dans : *Le Risque en Agriculture. Dynamique des systèmes agraires* Paris : Orstom, pp. 47-63.
- Jouve, P., 2007, Le jeu croisé des dynamiques agraires et foncières en Afrique subsaharienne. *Cahiers Agricultures*, vol. 16, n° 5, pp. 379-384.
- Mahé, G., Y. L'Hôte, J. C. Olivry et G. Wotling, 2001, Trends and discontinuities in regional rainfall of West and Central Africa (1951-1989). *Hydrol. Sci. J.*, 46, pp. 211-226.
- Morel, R., 2004, Le climat et l'implantation des hommes : le cas de la Côte d'Ivoire. *Annales de l'Association Internationale de Climatologie*, 1, pp. 117-132.
- N'guettia, R. Y., S. O. Dofissi, B. Koffi et L. Fondio, 1995, Déclin de la pluviosité en Côte d'Ivoire : impact éventuel sur la production du palmier à huile, *Sécheresse*, 6, pp. 265-271.
- Noufé, D., B. Lidon, G. Mahé, E. Servat, Y.T. Brou, Z. Koli Bi et J.-L. Chaléard, 2011, Variabilité climatique et production de maïs en culture pluviale dans l'Est ivoirien. *Hydrol., Sci., J.* 56 (1), pp. 152-167.
- Lhomme, J.P. et B. Monteny, 1982, Une méthode d'analyse agroclimatique pour le calage des cycles culturaux en zone intertropicale. *Agron. Trop*, 36, pp. 35-40.
- Patrel, J.E., E. Servat, K. Brou, H. Lubès, M. Ouédraogo et J.M. Masson, 1997, Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea. Part II : an integrated regional approach. *Hydrol. Sci. J.*, 191, pp. 16-36.
- Quencey, P., 1987, Évolution de la pluviosité dans le Sud ivoirien, *Culture et forêt* 2, pp. 50-62.
- Roose, E.-J., 1981, Les bilans de matières. In travaux et documents de l'Orstom. *Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale*, Bondy, Éd. Orstom, 131 p.
- Sané, T., P. Diop et P. Sagna, 2008, Etude de la qualité de la saison pluvieuse en Haute Casamance (Sud Sénégal), *Sécheresse*, 19, pp. 8-23.
- Servat E., J. E. Patrel, H. Lubès, K. Brou, M. Ouédraogo, J. M. Masson, 1997, Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea. Part I: detailed analysis of the phenomenon in Côte d'Ivoire, *Hydrol. Sci. J.*, 191, pp. 1-15

Pour citer cet article

Référence électronique

Dabissi Noufé, Bruno Lidon, Gil Mahé, Éric Servat et Jean-Louis Chaléard, « Impact de l'évolution des conditions agroclimatologiques sur les systèmes de culture à base de banane plantain : le cas de l'Est ivoirien », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 15 Numéro 1 | mai 2015, mis en ligne le 20 juin 2015, consulté le 23 mars 2016. URL : <http://vertigo.revues.org/16142> ; DOI : 10.4000/vertigo.16142

À propos des auteurs

Dabissi Noufé

HydroSciences Montpellier, UMR 050 (IRD)/UMR 5569 (CNRS), Université Montpellier, 2 place Eugène Bataillon 34095 Montpellier, France, courriel : noufe@msem.univ-montp2.fr

Bruno Lidon

CIRAD TA 60/02, G-eau, UMR Cemagref, 34398 Montpellier cedex 05, France, Fax : 0467615488, courriel : bruno.lidon@cirad.fr

Gil Mahé

HydroSciences Montpellier, UMR 050 (IRD)/UMR 5569 (CNRS), Université Montpellier, 2 place Eugène Bataillon 34095 Montpellier, France, courriel : mahe@msem.univ-montp2.fr

Éric Servat

HydroSciences Montpellier, UMR 050 (IRD)/UMR 5569 (CNRS), Université Montpellier, 2 place Eugène Bataillon 34095 Montpellier, France, courriel : servat@msem.univ-montp2.fr

Jean-Louis Chaléard

UMR 8586 PRODIG (CNRS-Paris1), 2 rue Valette 75005 Paris, France, courriel : chaleard@univ-paris1.fr

Droits d'auteur



Les contenus de *VertigO* sont mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Résumés

Cette étude propose d'analyser à l'échelle de l'Est ivoirien, une zone d'agriculture pluviale conventionnelle, les effets des modifications des conditions agroclimatologiques sur les systèmes de culture à base de banane plantain. L'impact de la variabilité climatique sur les activités agricoles est ainsi évalué à partir d'une analyse fréquentielle des saisons culturales (SC) ou saisons de pluies potentiellement utiles, et d'un indice de déficit hydrique (IDH) annuel cumulé, déterminés par simulation du bilan hydrique journalier. L'analyse de ces indicateurs agroclimatiques montre une évolution spatio-temporelle contrastée des conditions hydriques de production agricole. En effet, au nord d'une bande centrale peu affectée, on note un accroissement de l'IDH annuel cumulé, alors qu'au sud, l'augmentation de cet indicateur s'associe à une diminution marquée de la durée de la première saison des pluies sur le littoral. Les risques de sécheresse sont notables pour les cultures annuelles sans toutefois constituer un facteur limitant de premier plan. Mais il n'en est pas de même pour les cultures pérennes et/ou pluriannuelles telles que la banane plantain dont le cycle cultural s'étale sur les deux saisons de pluies de l'année, dans les régions les plus affectées telles que celles du littoral et son arrière-pays.

Considering changes of cropping systems within Cote d'Ivoire eastern fringe since the seventies, the current survey suggest a regional macroscopic analysis of agroclimatic conditions that affect annual and perennial crops. It assesses the impact of climate decline on agricultural activities considering the frequency analyses of the various efficient rainy season lengths and of the annual water deficit index. The figures are predicted by a daily water balance modelling. Their analysis shows dissimilar conditions. Besides a steady central belt, the increased water deficit index impacts on the northern zone. Within the southern zone, it is combined with a decrease of the minor effective rainfall season length mainly noticeable within the coastal western fringe. The drought risk increase doesn't drastically challenge annual crop development. Its impact is more noticeable on perennial or multiannual crops such as plantain spp. that grow over the two rainy seasons within the western zone and its coastal fringe.

Entrées d'index

Mots-clés : saisons culturales, déficit hydrique, système cultural, banane plantain, Est ivoirien, Côte d'Ivoire

Keywords : cultural season, water deficit, farming systems, Eastern Ivory Coast, plantain, Ivory Coast

VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement

Volume 15 Numéro 1 (mai 2015)
Varia

Dabissi Noufé, Bruno Lidon, Gil Mahé, Éric Servat et Jean-Louis
Chaléard

Impact de l'évolution des conditions agroclimatologiques sur les systèmes de culture à base de banane plantain : le cas de l'Est ivoirien

Avertissement

Le contenu de ce site relève de la législation française sur la propriété intellectuelle et est la propriété exclusive de l'éditeur.

Les œuvres figurant sur ce site peuvent être consultées et reproduites sur un support papier ou numérique sous réserve qu'elles soient strictement réservées à un usage soit personnel, soit scientifique ou pédagogique excluant toute exploitation commerciale. La reproduction devra obligatoirement mentionner l'éditeur, le nom de la revue, l'auteur et la référence du document.

Toute autre reproduction est interdite sauf accord préalable de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France.

revues.org

Revues.org est un portail de revues en sciences humaines et sociales développé par le Cléo, Centre pour l'édition électronique ouverte (CNRS, EHESS, UP, UAPV).

Référence électronique

Dabissi Noufé, Bruno Lidon, Gil Mahé, Éric Servat et Jean-Louis Chaléard, « Impact de l'évolution des conditions agroclimatologiques sur les systèmes de culture à base de banane plantain : le cas de l'Est ivoirien », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 15 Numéro 1 | mai 2015, mis en ligne le 20 juin 2015, consulté le 23 mars 2016. URL : <http://vertigo.revues.org/16142> ; DOI : 10.4000/vertigo.16142

Éditeur : Les éditions en environnements VertigO
<http://vertigo.revues.org>
<http://www.revues.org>

Document accessible en ligne sur :
<http://vertigo.revues.org/16142>

Document généré automatiquement le 23 mars 2016. La pagination ne correspond pas à la pagination de l'édition papier.

Les contenus de VertigO sont mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.