

APPROCHE DIAGNOSTIQUE POUR MIEUX CIBLER LES INTERVENTIONS CULTURALES DANS LES BAS-FONDS RIZICOLES DE CÔTE D'IVOIRE

A. TOURE¹, C. M. MAHAMAN², M. BECKER³ et D. JOHNSON⁴

¹Le Centre du Riz pour l'Afrique (ADRAO) 01 BP 2031 Cotonou, Benin ; E-mail : a.d.toure@cgiar.org

²Programme d'Appui à la Filière Riz, Niamey, Niger

³University of Bonn, Plant Nutrition in the Tropics and Subtropics, Germany

⁴International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, Philippines

RESUME

Le riz de bas-fonds, en Afrique de l'Ouest, est cultivé dans des systèmes de production qui peuvent être différenciés à la fois par la zone agro-écologique, le niveau de maîtrise de l'eau et l'objectif de production. Une forte variabilité des rendements est un dénominateur commun à tous ces systèmes. Quantifier et expliquer cette variabilité, devrait permettre d'améliorer les recommandations agronomiques et de mieux cibler les interventions techniques. Pour se faire, des travaux de diagnostic ont été menés en Côte d'Ivoire dans 166 rizières localisées dans trois zones agro-écologiques et différenciées par la maîtrise de l'eau. Les rendements du riz ont varié entre 0,1 et 7,4 t/ha. L'aménagement des bas-fonds a engendré une hausse des rendements moyens de 1,6 t/ha dans les rizières sans diguettes à 2,9 t/ha dans les rizières avec une maîtrise partielle ; et ceci jusqu'à 4,0 t/ha dans les périmètres irrigués, sans néanmoins en diminuer la variabilité. La simple construction de digues semble être un aménagement suffisant pour la riziculture de subsistance dans les zones rurales de savane (régions de Boundiali et Korhogo) et de forêt à pluviométrie bimodale (région de Gagnoa). En forêt, à pluviométrie monomodale (région de Danané), avec ses vallées fréquemment engorgées, un aménagement, pour être efficace doit inclure des structures de drainage. Ceci limite la rentabilité d'un tel investissement aux zones périurbaines (accès au marché). La solution pour une amélioration de la production dans les bas-fonds déjà aménagés, semble être la mise en application des interventions agronomiques à temps. Ceci concerne le sarclage précoce et l'application d'engrais azoté dans les systèmes, avec maîtrise partielle de l'eau. Dans les bas-fonds aménagés avec bonne maîtrise de l'eau, les pratiques agronomiques à effectuer à temps concerneront le repiquage de jeunes plantules, le fractionnement de l'engrais azoté et l'apport d'engrais phosphaté.

Mot clés : Adventices, aménagement, azote, fertilisation, *Oryza sativa*, riz, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

DIAGNOSTIC APPROACH TO RICE CULTIVATION PRACTICES IN FLOOD PLAINS OF CÔTE D'IVOIRE

In West Africa, production systems for lowland rice are differentiated by agro-ecological zones, water control and the production objectives. Yield gaps between the different systems are very common. Quantifying and understanding those gaps, will improve and guide the agronomic practices. To fulfill those objectives, on farm diagnostic surveys were undertaken in Côte d'Ivoire on 166 lowland rice fields located in three agro-ecological zones according to water control factor. Rice grain yields varied between 0.1 and 7.4 t ha⁻¹. With a large variation, lowland development in fields without bunding led to yield increase in an average of 1.6 t ha⁻¹. For fields with partial water control, the yield reached 2.9 t ha⁻¹. The average highest yield was attained in irrigated fields. In rural savana areas (Boundiali and Korhogo) and bimodal guinea forest zones (Gagnoa), bund construction was enough to sustain a subsistence rice production. In monomodal guinea forest area (Danané), with deep and convex valleys prone to inundation, emphasis should be put on drainage structures. The drawbacks of those investments which are profit orientated, are their limitation to the peri-urbans areas (access to markets). In improved and developed lowlands, yield increases are achieved with good timing of agronomic practices. In lowland with partial water control structure, good agronomic practices are early weeding and nitrogen fertilizer application. In fully water controlled lowlands, the agronomic practices to perform are transplanting very young seedlings, splitting nitrogen fertilizer and applying phosphate fertilizers.

Key words : Weeds, land development, nitrogen, fertilization, *Oryza sativa*, rice, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Les bas-fonds à différents niveaux d'aménagement couvrent approximativement 40 % des surfaces rizicoles en Afrique de l'Ouest (Terry *et al.*, 1994). Ces bas-fonds diffèrent dans leurs stades d'évolution (contrôle de l'eau, méthodes de production, utilisation d'intrants) en fonction de la pression démographique, de l'accès aux marchés, des objectifs de production (subsistance ou vente) et des interventions externes de différents organismes de développement. Dans les systèmes traditionnels sans diguettes, les rendements sont généralement faibles (1,5 t/ha ; Anonyme 1, 1996). Actuellement on peut observer dans la sous-région le développement spontané de ces bas-fonds, particulièrement sous l'influence de l'urbanisation et de l'accès croissant aux marchés (Figure 1). Ce développement se traduit principalement par la construction de diguettes et par l'investissement dans d'autres structures d'aménagement peu coûteuses telles que l'irrigation supplémentaire par dérivation du marigot (prise au fil de l'eau). Bien que les bas-fonds irrigués par pompes ou derrière barrage

couvrent moins de 10 % des surfaces rizicoles cultivées, ils donnent un potentiel de production plus élevé. En Côte d'Ivoire, quelques 100.000 ha de bas-fond sont actuellement cultivés (Becker et Diallo, 1992 ; Randolph *et al.*, 1997), dont 60.000 ha en bas-fond pluvial sans maîtrise de l'eau (système traditionnel sans diguettes en zones rurales avec semis à sec du riz ; production pour la subsistance), 25.000 ha de bas-fonds endigués avec maîtrise partielle de l'eau (système en expansion rapide surtout en zone périurbaine avec repiquage du riz ; production en grande partie pour le marché) et moins de 10.000 ha avec parfaite maîtrise de l'eau (pour la plupart dans des sites installés par des structures de développement, repiquage ou semis direct de riz prégermé ; production exclusivement pour le marché). La production rizicole dans tous ces systèmes est caractérisée par une forte variabilité de la productivité, des pratiques agricoles et des contraintes à la production. Il paraît essentiel de quantifier cette variabilité ainsi que les facteurs qui la déterminent pour développer des recommandations spécifiques aux sites et aux systèmes étudiés et pour mieux cibler les interventions techniques.

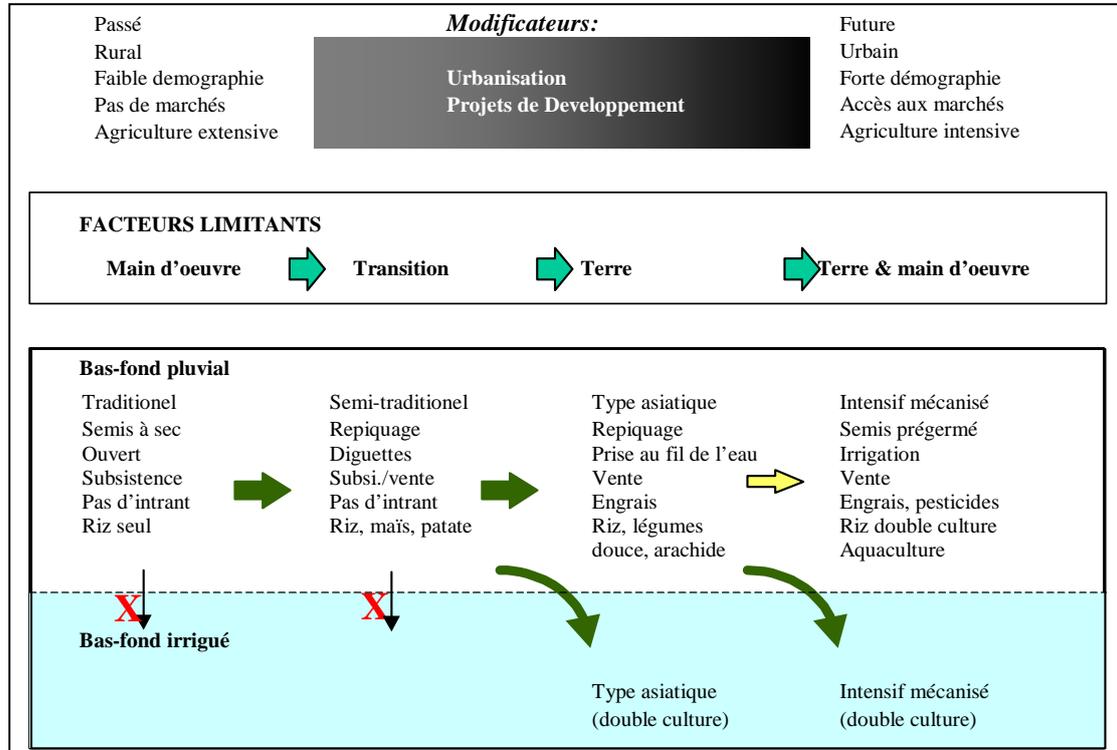


Figure 1 : L'évolution des systèmes rizicoles dans les bas-fonds d'Afrique de l'Ouest.

Evolution of lowland rice production systems in West Africa.

MATERIEL ET METHODES

En vue de quantifier l'impact de l'aménagement des bas-fonds et des pratiques culturales associées à la productivité rizicole, des essais diagnostiques ont été conduits entre 1994 et 1998 dans 62 rizières traditionnelles (Boundiali et/ou Korhogo, Gagnoa, Danané), dans 40 rizières endiguées avec ou sans prise au fil de l'eau (Boundiali et/ou Korhogo, Gagnoa, Danané) et dans 64 rizières irriguées (Boundiali et/ou Korhogo, Gagnoa), situées dans 3 zones agro écologiques (savane guinéenne, forêt à pluviométrie bimodale et forêt à pluviométrie monomodale) de Côte d'Ivoire. Les caractéristiques de ces 3 zones agro

écologiques sont listées sur le tableau 1. En zone de savane, le climat comporte une seule saison de pluie qui va de juin à octobre et atteint son maximum pendant le mois d'août. La seule saison sèche dure 6 à 7 mois, et part des mois de novembre à mai. C'est un climat à pluviométrie monomodale. En zone forestière à pluviométrie bimodale (Gagnoa), le climat comporte 2 saisons de pluies distinctes. La grande saison des pluies commence en mars et prend fin en juillet. La seconde petite saison des pluies part du mois de septembre au mois de novembre. Il y a 2 saisons sèches : une petite saison sèche s'installe en août, tandis que la grande saison sèche comprend les mois de décembre, janvier et février. L'évolution du climat des zones forestières à pluviométrie

Tableau 1 : Description des sites expérimentaux et des systèmes de production du riz de bas-fond en Côte d'Ivoire.

Characterization of the experimental sites and the lowland rice production systems in Côte d'Ivoire.

Paramètres	Forêt monomodale	Forêt bimodale	Savane guinéenne
Localisation			
Préfecture	Danané	Gagnoa	Boundiali
Village du bassin versant	Yotta	Guessihio	Poundiou
Longitude (°)	7,3 N	6,1 N	9,5 N
Latitude (°)	8,2 W	6,1 W	6,3 W
Climat			
Zone agro-écologique	Forêt humide	Forêt humide	Savane guinéenne
Période de croissance (jours)	> 270	270	210
Pluviométrie annuelle (mm)	1500-2000	1100-1450	1200-1400
Répartition des pluies	monomodale	bimodale	monomodale
Aspects des bas-fonds †	Bas-fond profond et convexe à mauvais drainage	Bas-fond large avec bon drainage interne	Bas-fond large avec bon drainage de surface
Sols			
Ordre des sols (FAO) †	Gleysol	Gleysol	Gleysol
Roche mère †	Granite	Migmatite	Schiste
Classe texturale	sable argile limon	sable limon	argile limon
pH (KCl) ‡	4,2	5,5	5,7
C organique (g kg ⁻¹)	25,4	19,3	20,4
N total (g kg ⁻¹)	2,09	0,42	1,56
P assimilable (mg kg ⁻¹) §	4,3	7,2	3,5
CEC (cmol kg ⁻¹)	9,6	4,0	18,3
Systèmes de production			
Labour	Manuel	Manuel	Manuel / mécanisé
Méthode de semis	Repiquage	Poquet / Repiquage	Volée / Repiquage
Variétés de riz	Traditionnelle	Sélectionnée	Traditionnelle/Sélectionnée
Intrants	Aucun	Aucun (parfois du NPK)	Aucun
But de production	Subsistance / Vente	Vent / Subsistance	Subsistance / Vente
Importance Régionale			
Superficie en Côte d'Ivoire (1000 ha)	23	36	56
Part en surface de culture de riz (%) en Côte d'Ivoire	7	11	18

† Windmeijer and Andriess (1993) § Bray I

‡ sol:rapport solution =1:2 Becker and Diallo (1992)

monomodale est presque identique à celle des zones de savane guinéenne, sauf que la durée de la saison des pluies est plus longue (mars à octobre) et la durée de la saison sèche est plus courte (novembre à février).

Les pratiques agronomiques et le calendrier cultural ont été enregistrés pour chacune de ces 166 rizières. La biomasse sèche aérienne des adventices à 28, 56 et 84 jours après semis ont été estimées dans des cadrats de 2 m², pendant que la composition des adventices était déterminée par l'identification et description. Le rendement du riz a été mesuré dans des cadrats de 6 m², et corrigé à 14 % d'humidité. Les mesures sur les adventices et le riz s'effectuaient dans les parcelles paysannes et dans 2 sous-parcelles juxtaposées de 5 x 5 m qui étaient gérées par la Recherche : 3 désherbages à 28, 56 et 84 jours après semis et la dose d'azote du paysan et 3 désherbages à 28, 56 et 84 jours après semis et la dose d'azote recommandée par la vulgarisation, qui est de 60 kg N/ha en saison pluvieuse et de 90 kg N/ha en saison sèche. Le rendement potentiel a été simulé en utilisant le modèle de croissance de riz ORYZA-1 (Kropff et al., 1993).

Les données ont été analysées et soumises au test de l'analyse de variance (ANOVA) en utilisant le logiciel SAS General Linear Model (Anonyme 2, 1990). Le dispositif expérimental est un dispositif incomplet avec l'aménagement des bas-fonds comme facteur principal avec 2 niveaux : (1) endigué et (2) non endigué ; la gestion des parcelles comme sous-parcelle avec 3 niveaux : (1) parcelle paysanne, (2) parcelle de la recherche avec désherbage et apport d'azote du paysan et (3) parcelle de la recherche avec désherbage et apport d'azote de la vulgarisation. Chaque parcelle paysanne constitue une répétition.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les rendements de riz variaient entre 0,1 et 7,4 t/ha (Figure 2) avec une moyenne de 1,6 dans les parcelles traditionnelles, de 2,2 dans les parcelles endiguées, de 2,9 dans les parcelles avec prise au fil de l'eau et de 4,0 t/ha dans les parcelles irriguées. Selon les zones, ces moyennes représentent une augmentation respective de 20, 33, 41 et 54 % des rendements potentiels simulés de 7,8 à 9,8 t/ha. Les écarts de rendement observés dans les champs des paysans sont attribués aux

pratiques culturales, en se basant sur la performance du riz simulée et celle obtenue dans les parcelles gérées par les chercheurs ainsi qu'en utilisant une régression multiple (Becker, Johnson, 1998).

L'aménagement des bas-fonds pluviaux a contribué au contrôle de l'enherbement avec moins de 25 % de biomasse des adventices dans les parcelles endiguées que dans les parcelles non endiguées (Tableau 2). Le plus faible taux d'enherbement a pu être observé dans les parcelles irriguées. En outre, l'aménagement a provoqué un changement dans la composition de la flore des adventices. Ainsi *Echinochloa spp.*, *Cyperus difformis* et *Sphenochlea zeylanica* ont été abondantes dans les bas-fonds aménagés. Dans les bas-fonds traditionnels, la flore des adventices a été caractérisée par *Panicum laxum* et *Commelina beghalensis* en zone forestière et par *Oryza longistaminata* et *Cyperus iria* en zone de savane.

L'application d'azote minérale n'a augmenté les rendements du riz d'une façon significative que dans les parcelles avec maîtrise de l'eau (15-35 % de plus en moyenne dans des sites différents). Ainsi, l'efficacité d'utilisation de l'azote minérale appliquée était entre 10 et 20 kg de grains de riz par kg d'azote apporté dans les parcelles aménagées comparé à 4 kg dans les rizières traditionnelles (parcelles non endiguées).

Les résultats (Tableau 2) sont corroborés et approfondis à travers une analyse de régression multiple (Becker et Johnson 1998) où 60 % de la variabilité de rendement observée dans les systèmes non irrigués a pu être attribuée à deux facteurs : le niveau de la maîtrise de l'eau, la précocité et le nombre des sarclages. L'influence des zones agro-écologiques est soulignée sur le tableau 3. Les gains liés à l'aménagement ont été les plus forts dans les bas-fonds relativement larges et bien drainés de la zone de forêt à pluviométrie bimodale et de la zone de savane. Du fait de la géomorphologie des paysages de la zone forestière ouest (pluviométrie monomodale), les bas-fonds non irrigués sont étroits, profonds et convexes, et souvent engorgés. Ainsi, une infrastructure permettant le drainage de la vallée semble nécessaire pour obtenir une réponse des rendements aux pratiques culturales améliorées. Dans les périmètres irrigués de la zone forestière ainsi que ceux de la zone de savane, deux tiers de la variabilité observée

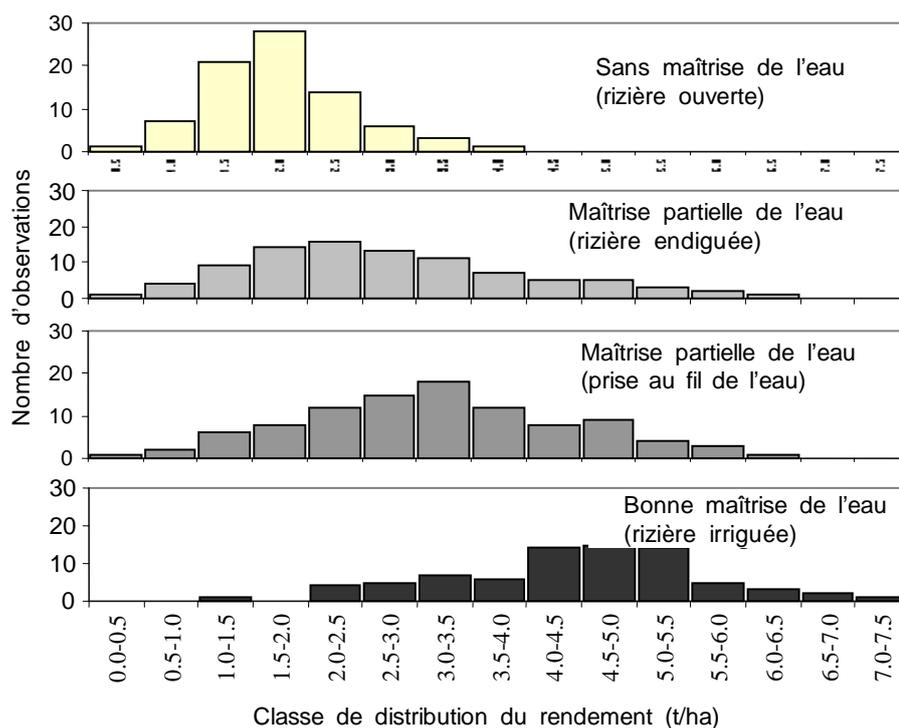


Figure 2 : Histogramme de distribution des rendements de riz en fonction de la maîtrise de l'eau dans 3 zones agro écologiques de Côte d'Ivoire.

Rice yield histograms according to water management in lowlands from 3 agro ecological zones of Ivory Coast.

Tableau 2 : Effet de l'aménagement de bas-fonds sur le rendement du riz, la biomasse des adventices et l'efficacité d'utilisation de l'engrais azoté.

Effects of lowland management on rice yield, weed biomass and agronomic use efficiency of applied mineral Nitrogen.

Paramètre	Non endigué (n=62)	Endigué (n=40)	Prise au fil de l'eau (n=30)	Irrigué (n=32)
Rendement (t/ha)				
Paysan ¹	1,36 b	1,91 b	2,21 c	3,63 b
Sarclage ¹	1,67 a	2,14 b	2,91 b	3,78 b
Azote ¹	1,79 a	2,68 a	3,41 a	4,63 a
Adventices (g/m ²)	107,5	80,9	76,4	41,1
EUA (kg/kgN) ²	3,9	11,6	15,0	19,1

¹Paysan : pratique traditionnelle du cultivateur (sans application d'azote) ; Sarclage : 3 sarclages manuels à 28, 56 et 84 jours ; Azote : application de 28-98 kg N/ha

² EUA: Efficacité d'utilisation d'azote minérale : en kg grain/ kg N appliqué

Tableau 3 : Influence des zones agro-écologiques sur le rendement du riz, la biomasse des adventices et l'efficacité d'utilisation de l'engrais azoté, dans des essais en milieu paysan, Côte d'Ivoire, 1994-1998 saisons pluvieuses.
Effects of agro-ecological zones on rice grain yield and yield, weed biomass and nitrogen use efficiency on-farm trials in Côte d'Ivoire, 1994-1998 rainy seasons.

Parcelles	Rendement (t/ha)		Biomasse des adventices (t/ha)		Efficacité d'utilisation de l'engrais azoté (%)		Biomasse des adventices 30 jours après semis (t/ha)		Biomasse des adventices 84 jours après semis (t/ha)	
	1994-1995	1995-1996	1994-1995	1995-1996	1994-1995	1995-1996	1994-1995	1995-1996	1994-1995	1995-1996
RANDAMANAZI										
Parcelles propres	1,31	1,38	0,58	0,59	2,31	2,01	2,21	2,36	2,21	2,36
Parcelles sèches adventices	1,71	1,71	0,96	0,99	3,09	3,09	2,58	2,79	2,58	2,58
§										
IASD (0,6%)	0,39	0,39	0,39	0,31	0,31	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
§ Biomasse sèche adventices	9,5	9,5	89,7	58,0	86,3	72,9	66,7	60,9	60,9	60,9
# Augmentation du rendement dû à l'azote	5,7	5,7	6,2	1,7	6,5	3,7	9,7	3,9	3,9	3,9

‡ Sous-parcelles sarclées à 28, 56, 84 jours après semis/repiquage

§ Parcelles propres recevant 28-98 kg N ha-1, en fonction du système de production

Biomasse sèche cumulative des adventices à 28, 56, 84 jours après semis/repiquage

Augmentation du rendement dû à l'azote / apport azote (kg kg⁻¹ N)

* significatif au seuil de 5 %

ns : non significatif

pouvait être expliquée par des facteurs techniques tels que l'âge des plantules au repiquage, la date d'épandage et le fractionnement de l'engrais azoté, et l'application du phosphore en zone forestière. Le simple fractionnement de l'apport d'urée a entraîné une augmentation du rendement de 0,5 t/ha, quelle que soit la dose d'application.

CONCLUSION

L'aménagement des bas-fonds est incontestablement associé à une forte hausse des rendements et doit donc être encouragé. Néanmoins, sa rentabilité est liée à la mise en oeuvre de pratiques culturales améliorées telles que l'apport d'intrants et l'utilisation de variétés sélectionnées. La vente de cette production supplémentaire nécessite la présence d'un marché à proximité. Ainsi la simple construction de digue semble être suffisante pour améliorer notablement la production de la riziculture traditionnelle des zones rurales des savanes et des forêts à pluviométrie bimodale. En zone de forêt à pluviométrie monomodale où les vallées sont fréquemment engorgées, un aménagement doit inclure des structures de drainage pour être efficace. De sorte que la rentabilité d'un tel investissement se limite aux zones périurbaines (bon accès au marché). La solution pour une amélioration de la production dans les bas-fonds déjà aménagés semble être la mise en oeuvre, à temps, des interventions culturales. Ceci est particulièrement vrai pour le repiquage de jeunes plantules, le sarclage précoce et le fractionnement de l'engrais azoté. Les services de vulgarisation devraient donc s'efforcer d'accélérer le transfert des connaissances dans ces domaines. La recherche doit pouvoir proposer des options technologiques qui

permettent plus de flexibilité dans les pratiques agronomiques et les calendriers culturaux.

REFERENCES

- Anonyme 1. 1996. Rice trends in sub-Saharan Africa : A synthesis of statistics on rice production, trade and consumption. ADRAO, B.P. 2551, Bouaké, Côte d'Ivoire.
- Becker (L.) and (R.) Diallo. 1992. Characterization and classification of rice agro-ecosystems in Côte d'Ivoire. West Africa Rice Development Association (WARDA), Bouaké, Côte d'Ivoire, 135 pp.
- Becker (M.) and (D. E.) Johnson. 1998a. Rice yield and productivity gaps in irrigated systems of the forest zone of Côte d'Ivoire. *Field Crops Res.* 3725.
- Kropff (M. S.), (H. H.) Van Laar and (H. F. M.) Ten Berge. 1993. ORYZA1, a basic model for irrigated lowland rice production. The International Rice Research Institute (IRRI), Manila, Philippines. 89 pp.
- Randolph (T. F.), (M.) Djayeola ; (M.) Camara and (M.) Gaye. 1997. Inventory of irrigated rice perimeters in Côte d'Ivoire. ADRAO, B.P. 2551, Bouaké.
- Anonyme 2. (1990). SAS/STAT users guide, Version 6. Vol. 2, 4th edition. SAS Institute Inc, Cary, North Carolina, USA. pp 1661-1666
- Terry, (E. T.), (P. J.) Matlon and (A. A.) Adesina. 1994. Enhancing productivity in the agricultural sector : The case of rice in sub-Saharan Africa. Papier présenté au Forum PNUD Asie-Afrique, 12-16 Décembre 1994, Bandung, Indonésie. PNUD, New York.
- Windmeijer (P.) and (W.) Andriesse. 1993. Inland valleys in West Africa : an agro-ecological characterization of rice-growing environments. ILRI publication No. 52, International Institute for Land Reclamation and Improvement, PO Box 45, Wageningen, The Netherlands.