

**Régionalisation des paramètres hydrologiques nécessaires à
l'aménagement d'un bas-fonds**

***Regionalization of Hydrological Parameters Required
to Develop an Inland Valley***

DACOSTA H.* / ALBERGEL J.** ^{san}

* CORAF/R³s, Université Cheikh Anta Diop, Dakar

** ORSTOM, Institut français de recherche scientifique
pour le développement en coopération

Résumé - L'aménagement d'un bas-fond nécessite la connaissance d'un minimum de paramètres qui caractérisent son fonctionnement hydrologique. La connaissance plus ou moins précise de ces paramètres permet de choisir le type d'aménagement le plus approprié, de dimensionner les ouvrages de génie rural et d'élaborer les règles de gestion des eaux. Les contraintes et les impératifs de développement ne laissent pas toujours le temps de réaliser les observations de terrains. L'hydrologue doit s'appuyer sur les observations réalisées sur d'autres bassins versants pour prédéterminer les paramètres hydrologiques des sites de projet. Il est apparu important de mettre au point une méthode simple pour estimer les écoulements annuels et la crue de projet, indispensables à la conception des aménagements dans les bas-fonds.

A partir des données climatiques enregistrées en Casamance, et des mesures faites sur le réseau de marégraphes et sur des bassins versants représentatifs, cet article propose des méthodes simples d'utilisation, élaborées pour estimer les paramètres de la ressource en eau et la crue de projet. La précision des estimations obtenues par ces méthodes est suffisante pour la construction de petits barrages anti-sel ou de digues de retenue dans les bas-fonds dont la surface varie de la dizaine d'hectares au km².

Summary - The development of an inland valley requires a minimal knowledge of the parameters that characterize its hydrological mode of functioning. Knowledge of these parameters permits the choice of the most appropriate type of management, the evaluation of the rural engineering works, and the development of rules for regulating water management. Development constraints and necessities do not always allow time enough for field observations. The hydrologist must base his work on the observations made of other watersheds in order to pre-determine the hydrological parameters of project sites. It is therefore desirable to develop a simple methodology to estimate the annual flows and the flooding regime of the projects, absolutely essential for the conception of inland valley water management systems.

Based on climatic data observed in Casamance, once measurements done on representative watersheds, this article proposes easy-to-use methods, for estimating the parameters of the flooding regime for a project site. The precision of the estimates obtained with these methods is enough for the building of anti-salt small dams, or dikes in inland valleys.



[Faint, illegible text covering the majority of the page]

1. Introduction

En Casamance, les aménagements de bas-fonds ont pour objectif la protection des cultures contre la salinisation (dans le domaine estuarien) et la sécurisation des cultures de bas-fonds, en cas d'assèchement précocé. Traditionnellement, les sociétés rizicoles comme les Diolas, construisent des diguettes pour isoler les rizières des eaux marines. La combinaison des pluies et du ruissellement suffisait à dessaler le sol et à permettre le repiquage du riz (Pélissier, 1966).

La réduction des précipitations a entraîné une diminution des disponibilités en eaux de surface (Dacosta, 1989). Le souci de protéger les rizières contre la remontée des eaux salées a donné naissance à un vaste programme de construction de barrages anti-sel, de digues et de diguettes de retenue, destinés à retenir l'eau douce pour sécuriser les cultures de bas-fonds, dont les potentialités sont énormes en Casamance (Dacosta, 1995 a et b).

La multiplicité des organismes intervenant en milieu rural (USAID *et al.*, 1985) et la diversité des méthodes de conception et de réalisation des ouvrages, souvent inadaptées, n'ont pas toujours donné les résultats escomptés. La définition et la détermination précises des paramètres hydrologiques à prendre en compte pour l'aménagement des bas-fonds apparaissent comme l'étape initiale dans la conception des ouvrages de retenue (Albergel, Dacosta et Pépin, 1992).

Le manque d'informations pluviométriques et hydrologiques sur les sites choisis pour l'édification des ouvrages, conduit souvent à la transposition directe des données observées sur d'autres bassins versants. La régionalisation des résultats obtenus dans une zone climatique homogène permet de suppléer de façon rationnelle au manque de données. Ce texte présente la méthodologie utilisée et les résultats obtenus en Casamance.

2. Méthodologie

La conception d'un ouvrage anti-sel nécessite la détermination, par l'hydrologue, des paramètres suivants :

- a) La ressource pluviométrique. Une statistique des pluies aux échelles annuelle et journalière sur un poste de longue durée proche du site à aménager, donne les paramètres d'entrée aux méthodes de prédétermination de la ressource en eau.
- b) La ressource annuelle en eau. La détermination du coefficient annuel d'écoulement est suffisante pour estimer les surfaces possibles à mettre en culture, en admettant que 80% de la ressource sera évacuée pour dessaler les terres.
- c) La crue d'étude. La prédétermination de la crue décennale permet de savoir si l'ouvrage d'évacuation des eaux est suffisamment bien dimensionné et si la construction d'un évacuateur de crue supplémentaire est nécessaire.

Régionalisation des paramètres hydrologiques

- d) L'amplitude extrême des marées. La prédétermination des amplitudes extrêmes des marées permet de définir la hauteur de l'ouvrage évacuateur et la hauteur de la digue à protéger contre le battement de la marée.
- e) Le fonctionnement de la nappe et la qualité des eaux souterraines. La détermination des surfaces sous influence des résurgences de la nappe des plateaux.
- f) La réorganisation des paramètres climatiques. Ils sont présentés sous forme de :
- carte des pluviométries annuelles, moyenne, décennale humide et décennale sèche ;
 - carte des pluies maximales journalières de récurrence décennale.

Les points d) et e) ne seront pas détaillés ici, ils ont déjà été traités par Albergel, Dacosta et Pépin (1992).

Les données pluviométriques ont été homogénéisées et complétées sur la période commune 1951-1980 (Dacosta, 1989). La méthode d'homogénéisation des précipitations employée est celle du vecteur régional (Brunet-Moret, 1980). Les ajustements statistiques aux pluviométries annuelles ont été réalisés à partir du logiciel Dixlois (Lebel et Boyer, 1987). Dans le cas de la Casamance, 17 stations ayant plus de 30 années d'observation ont été retenues et le choix de la meilleure loi est fait sur la base du test de Brunet-Moret (1977). La loi de Pearson 3 a été ajustée aux chroniques des pluies journalières suivant la méthode préconisée par Brunet-Moret (1971) et automatisée. Ces données servent d'entrée aux méthodes d'estimation des paramètres hydrologiques utiles au dimensionnement des ouvrages de génie rural.

L'étude des pluviométries journalières de sept stations a permis de présenter les dates de début et de fin de la saison des pluies pour 25, 50 et 75% des années en fonction de leur éloignement à la mer, représenté par la longitude. Ces données sont utiles pour le choix des variétés cultivées (longueur du cycle, calendrier cultural). Pour définir le début et la fin de la saison des pluies, on a éliminé les jours de pluie isolés, séparés du corps de la saison des pluies par huit jours secs au moins lorsque la pluie reçue est inférieure à 25 mm au plus et par douze jours secs au moins quand la pluie reçue atteint 30 mm.

Les observations hydrologiques faites sur des petits bassins versants représentatifs ont été comparées à leurs caractéristiques morphométriques. Cette comparaison a permis d'élaborer des méthodes simples de prédétermination des apports annuels et des paramètres de la crue décennale, ainsi qu'un schéma de fonctionnement des nappes de bas-fonds qui permet de délimiter les zones où la riziculture en eau douce est possible. Le tableau 1 donne la liste des bassins versants utilisés dans ce travail. On entend par bassin continental, un bassin versant dont l'écoulement n'est pas influencé par la marée, et par bassin versant maritime, un bassin dont le lit mineur peut être envahi par les eaux marines à marée haute.

Tableau 1. Liste des bassins versants utilisés dans l'étude de régionalisation

Bassin	Surface (km ²)	Lr (mm)	Tm (heures)	tb (heures)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q _{s10} (l/s.km ²)
Essom	125	97	10	> 50	17	136
Madina	316	75	10	> 50	26	85
Tanaff	445	6	15	> 50	30	67
Toumiataba	31	108	75	38	95	306
Sansakouta	134	118	5	20	8	597
Samine	122	97	10	> 50	16	131
Ndiama	170	91	12	> 50	18	106
Boukiling	203	76	13	> 50	22	108
Diatok	119	119	47	20	75	630
Balingor	21	106	65	30	85	405
Djimandé	65	119	4	15	6	923
Toukara*	324	77	20	84	168	52
Sindian*	119	174	45	24	765	640
Sandougou*	857	85	11	70	83	100
Djilakoun	252	83	10	365	522	174
Djiguinoum*	168	83	5	30	19	108
Le Brusq*	256	141	75	392	72	2 667
Djinonaye*	11	222	275	12	142	1 285
Tankoron*	43	105	85	43	73	170
Diango*	135	92	12	66	131	968
Diarone*	165	12	55	26	53	320
Badiouré*	245	119	7	34	595	243
Akintou*	7	217	217	10	1 055	1 500
Bakoundi*	30	115	75	36	67	220
Bindaba	32	342	83	4	192	6 000

*: Bassins versants observés.

3. Résultats

3.1. Pluviométrie

3.1.1. Pluviométrie annuelle

Les hauteurs de précipitations annuelles se caractérisent par leur variabilité dans le temps et dans l'espace, phénomène masqué par les valeurs moyennes. Les paramètres à prendre en compte pour un petit aménagement rizicole sont les hauteurs des pluies annuelles moyenne, décennale sèche et décennale humide, ainsi que les dates probables de début et de fin de saison des pluies. La figure 1 montre l'orientation Nord-Ouest/Sud-Est des isohyètes annuelles, qui varient de 1 000 à 1 600 mm sur le bassin de la Casamance.

Régionalisation des paramètres hydrologiques

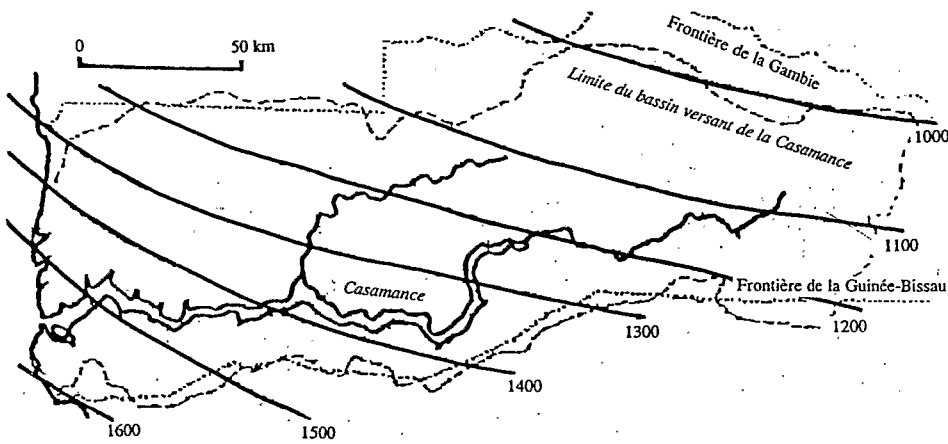


Figure 1 - Isohyètes inter-annuelles 1951-1980 sur le bassin de la Casamance.

La distribution statistique des pluies annuelles a permis de prédéterminer les hauteurs des pluviométries récurrentes. A l'exception de quelques stations, dont Inhor, Kolda et Sédhiou, les lois statistiques les mieux ajustées sont des lois de distribution hyponormales dont la concavité des courbes est légèrement tournée vers l'axe des fréquences (loi de Goodrich ou loi de Galton). La figure 2 présente la distribution statistique des pluies annuelles de la station de Ziguinchor, où il apparaît une bonne adéquation entre distribution expérimentale et distribution théorique de la loi de Goodrich.

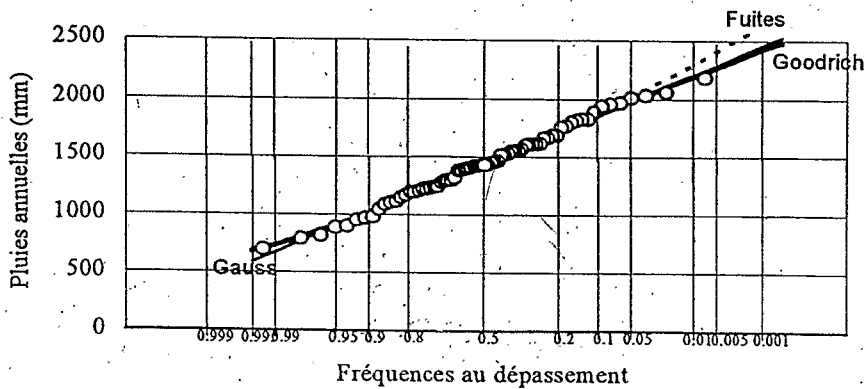


Figure 2 - Ajustement statistique des pluies annuelles de Ziguinchor (1992-1993)

La distribution statistique a permis de déterminer également les précipitations annuelles de fréquence décennale sèche et humide ; la relation avec la pluviométrie moyenne annuelle (17 stations) est la suivante :

$$P_{\text{dcs}} = 0,646 \times P_{\text{moy}} + 69,6 \quad r = 0,963 \quad \text{nb} = 17$$

$$P_{\text{dech}} = 1,280 \times P_{\text{moy}} + 30,8 \quad r = 0,988 \quad \text{nb} = 17$$

où :

- P_{dcs} = pluviométrie annuelle de récurrence décennale sèche
- P_{dech} = pluviométrie annuelle de récurrence décennale humide
- P_{moy} = pluviométrie annuelle moyenne
- r = coefficient de corrélation
- nb = nombre de stations

Ces relations permettent une estimation facile des pluviométries caractéristiques sur le site d'un aménagement.

La figure 3 présente les dates de début et de fin de saison des pluies selon un transect ouest-est. La première ligne représente la date à laquelle la saison des pluies a commencé pour 25% des années observées, la seconde pour 50% et la troisième pour 75%. Dès le 15 juin, la saison des pluies est bien installée sur toute la Casamance. Les pluies commencent à l'est et on peut espérer un début de saison des pluies dès le 20 mai à l'est du 15ème méridien. La durée médiane de la saison des pluies est de 143 jours à Vélingara, Kolda, Sédhiou, Ziguinchor et Oussouye ; à Inhor, elle est de 136 jours et à Diouloulou de 124 jours. Pour la fin de la saison des pluies, on peut retenir, à quelques différences près, la dernière décennie d'octobre. Cette durée de la saison des pluies permet la culture de céréales à cycle long (120 jours et plus). Ces dernières années, une fluctuation sensible de ces dates a été notée, mais les années à pluviométrie annuelle moyenne confirment la validité des estimations.

3.1.2. Pluviométrie maximale journalière

La figure 4 donne les courbes d'égale hauteur des précipitations journalières d'occurrence décennale. La distribution des averses journalières extrêmes d'Oussouye et de Diouloulou rend bien compte des fortes précipitations reçues par la Basse-Casamance où une pluie journalière de 180 mm est attendue tous les dix ans. En Moyenne et Haute Casamance, les fortes averses sont plus rares. La position des courbes isovaleurs de l'averse décennale suit à peu près celle des isohyètes annuelles. Nous avons donc cherché une relation entre l'averse décennale et la pluie moyenne inter-annuelle, cette dernière variable étant plus facilement accessible pour un projet d'aménagement. La régression linéaire n'est pas très satisfaisante ($r = 0,6$ pour 24 couples). Il nous a paru plus correct de prendre une valeur moyenne en fonction de la pluviométrie inter-annuelle, selon le tableau 2.

Régionalisation des paramètres hydrologiques

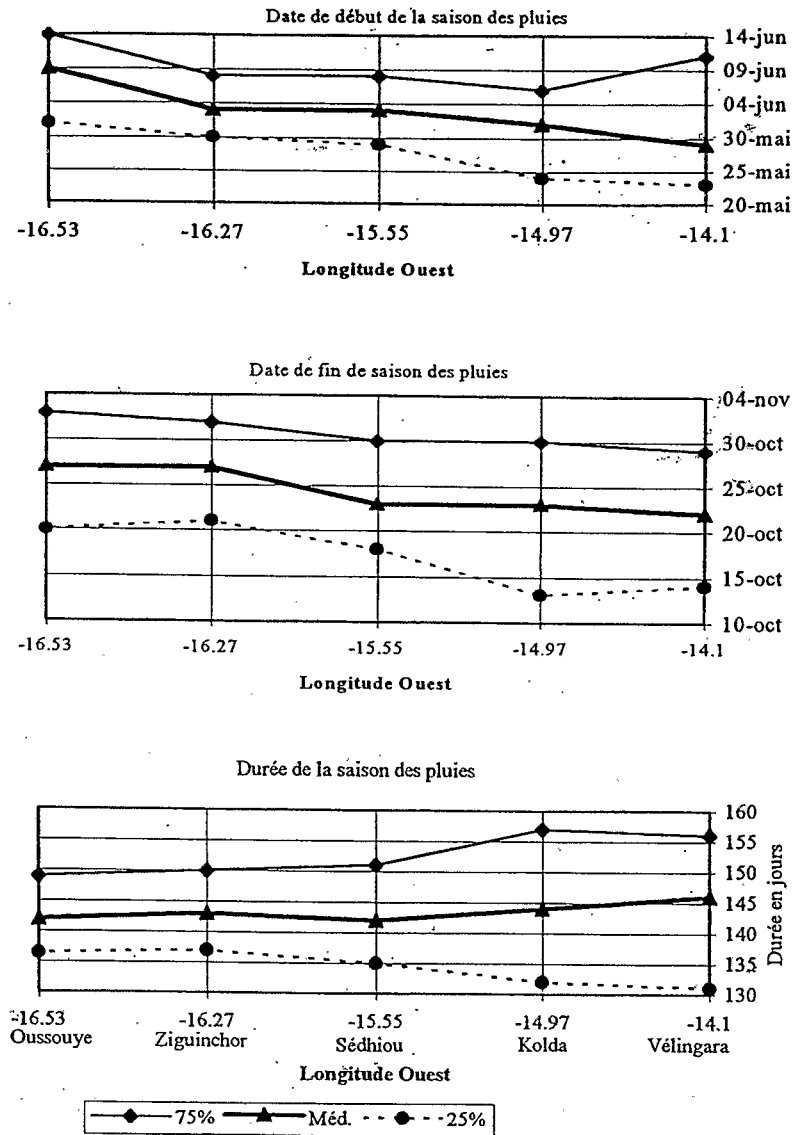


Figure 3. Début, fin et durée des pluies en Casamance

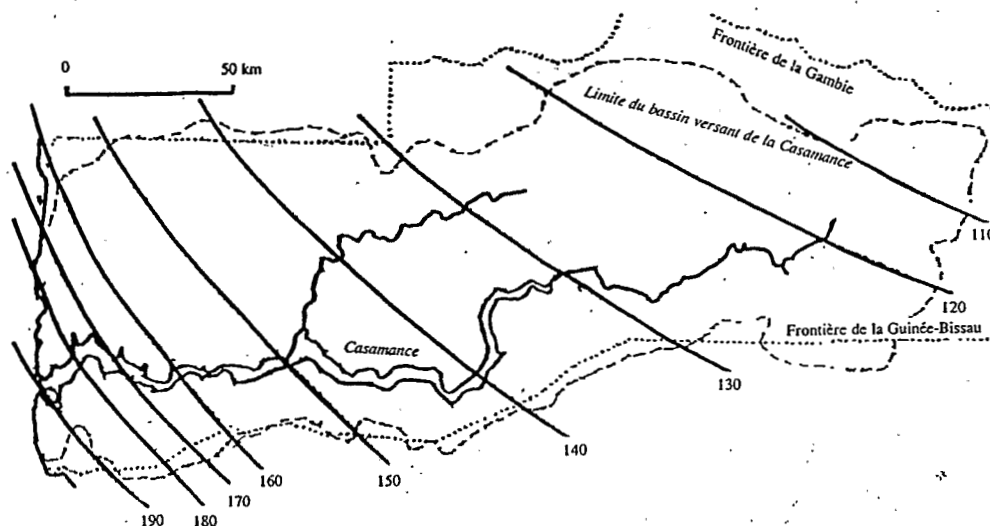


Figure 4 - Isohyètes des précipitations journalières de fréquence décennale

Tableau 2. Valeur des précipitations journalières de fréquence décennale en fonction de la pluviométrie annuelle

Pluviométrie inter-annuelle	Pluie journalière de récurrence décennale (mm)
Entre les isohyètes 1 600 - 1 500	180
Entre les isohyètes 1 500 - 1 400	155
Entre les isohyètes 1 400 - 1 300	145
Entre les isohyètes 1 300 - 1 200	135
Entre les isohyètes 1 200 - 1 100	125
Entre les isohyètes 1 100 - 1 000	120

3.2. Régionalisation de l'écoulement

3.2.1. Régionalisation des paramètres de la ressource annuelle

L'étude des lames écoulées sur les bassins versant strictement continentaux a montré que le coefficient d'écoulement annuel ne varie guère avec la surface du bassin, pour des bassins dont la surface varie entre 10 et 1 000 km² (Dacosta, 1989). Les valeurs retenues pour les coefficients d'écoulement sont les suivants :

Régionalisation des paramètres hydrologiques

- Ke = 0,17% en année décennale sèche ;
- Ke = 6% en année médiane ;
- Ke = 10% en année décennale humide.

Cependant, si l'on prend en compte l'ensemble du bassin versant drainé, il faut tenir compte de la spécificité du bas-fond, où les sols sont saturés en eau. Le bassin versant doit donc être divisé en deux parties :

- Les zones de plateau et de versant, où les écoulements résultent du ruissellement, mesurable par les procédés classiques en hydrologie, tant à l'échelle de l'averse qu'à celle de l'année.
- Le bas-fond, stricto sensu, où les coefficients d'écoulement varient de 80 à 100%. L'importance de ces coefficients d'écoulement s'explique par la saturation des sols dès les premières pluies et par la remontée de la nappe phréatique. Pour les bas-fonds de Casamance, on applique un coefficient moyen de 80%, proposé par Gallaire (1980) et confirmé par simulation de pluie (Albergel, Dacosta, Pépin, 1992).

Le coefficient de ruissellement est obtenu par pondération des coefficients partiels de ruissellement par les surfaces concernées. Cette composition donne les formules suivantes pour estimer les lames d'eau écoulées respectivement en années décennale sèche, décennale humide et médiane :

$$\text{Le (décennale sèche)} = 0,02 \times P_s \times \frac{(S_b - S_{zi})}{S_b} + 0,8 \times P_s \times \frac{(S_{zi})}{S_b}$$

$$\text{Le (médiane)} = 0,06 \times P_m \times \frac{(S_b - S_{zi})}{S_b} + 0,8 \times P_m \times \frac{(S_{zi})}{S_b}$$

$$\text{Le (décennale humide)} = 0,10 \times P_h \times \frac{(S_b - S_{zi})}{S_b} + 0,8 \times P_h \times \frac{(S_{zi})}{S_b}$$

P_s , P_m , P_h sont les pluviométries annuelles (mm) de fréquence 0,1, 0,5 et 0,9 ; S_b est la surface du bassin versant (km²) ; S_{zi} est la surface inondable (km²). L'application de cette méthode aux bassins versants de Djiguinoum et de Djilakoun donne les résultats suivants :

	Pluie (mm)	Djiguinoum	Djilakoun
Le (décennale sèche)	1 010	352	536
Le (médiane)	1 437	487	763
Le (décennale)	1 862	631	989

On peut comparer ces résultats aux observations de 1989 (année de fréquence 0,2 ; 1 145 mm) et de 1990 (année de fréquence 0,1 ; 1 000 mm) sur les bassins maritimes de Djiguinoum et de Djilakoun.

	Pluie (mm)	Djiguinoum	Pluie (mm)	Djilakoun
1989	1 144	611	1 148	518
1990	989	273	1 008	409

Cette méthode donne une bonne approximation pour les années déficitaires. Des observations en années plus humides devraient permettre une vérification de la méthode. Compte tenu du fait que, sur ces bassins, les coefficients d'écoulement sont une résultante du rapport des surfaces "zone basse/zone haute", il nous a semblé intéressant de proposer un abaque permettant la prédétermination des coefficients d'écoulement basé sur ce rapport. La connaissance de la surface respective de ces zones permet d'estimer le coefficient d'écoulement résultant pour les fréquences 0,1, 0,5 et 0,9 (figure 5).

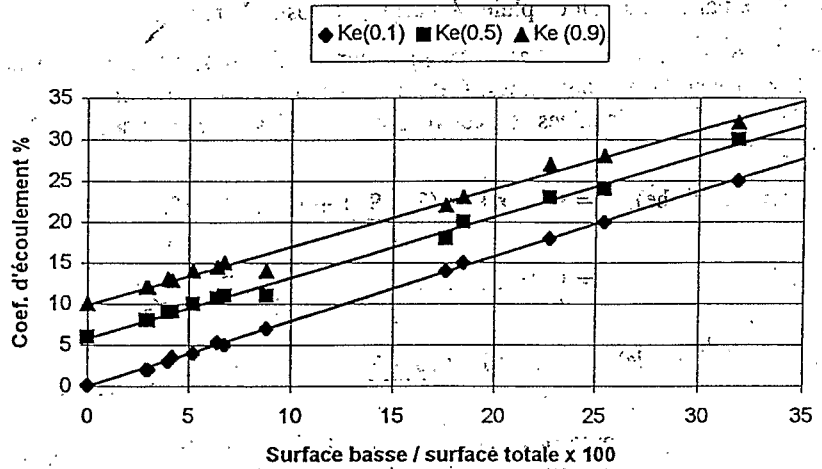


Figure 5. Coefficient d'écoulement annuel en fonction du rapport "surface bas-fond/surface totale du bassin versant".

3.2.2. Régionalisation de la crue d'étude

La méthode d'estimation des crues décennales de Rodier-Auvray (1965) est couramment utilisée pour la prédétermination des crues dans les projets de faisabilité des barrages anti-sel et des digues de retenue. Elle a été validée par des observations sur les bassins de Sindjan et de Sandougou (Chouret et Olivry, 1981) et sur le bassin de Toukara (Gallaire, 1980 ; Olivry et Dacosta, 1984). Pour l'ensemble des petits bassins versants de Casamance, les clés d'entrée pour cette méthode sont les suivantes :

- a) choix des abaques correspondant au climat "régimes tropicaux et tropicaux de transition" ;

Régionalisation des paramètres hydrologiques

- b) choix des classes de relief entre R2 et R3 en fonction des pentes des interfluves (R2 : pentes inférieures à 0,5% ; R3 : pentes comprises entre 0,5 et 1%) ;
- c) choix des classes de perméabilité entre P3 et P4 (P3 : plateaux cultivés ou parties basses inférieures à 10% de la surface totale du bassin ; P4 : interfluves boisés ou parties basses inférieures à 10% de la surface totale du bassin) ;
- d) Valeur de la pluie décennale calculée à Ziguinchor (158,8 mm) multipliée par un coefficient d'abattement qui est fonction de la surface du bassin.

L'application de cette méthode donne les résultats consignés dans le tableau 3. Une comparaison avec les résultats observés montre une bonne adéquation de la méthode pour le bassin continental de la vallée Le Brusq. Par contre, la crue de projet estimée pour les bassins maritimes ne correspond pas au débit à évacuer par l'ouvrage, dans la mesure où le bief en amont du barrage, autrefois soumis à marée, va jouer le rôle de réservoir amortisseur ; elle en est tout au plus la limite supérieure pour l'événement décennal. L'évacuation des crues devient un problème de gestion en fonction des niveaux maximaux que l'on se fixe en amont (en fonction des cultures) et des niveaux constatés à l'aval de l'ouvrage (à marée haute et à marée basse). Le volume de la crue est surestimé, les temps de montée et de baisse de la crue sont sous-estimés, puisqu'ils dépendent de la durée de la rétention.

Tableau 3. Crue d'étude par la méthode Rodier-Auvray

Bassin	Kec %	Keo %	Vc m ³	Vo m ³	Tmc h:mm	Tmo h:mm	TBc h:mm	TBo h:mm	Qc m ³ /s	Qo m ³ /s
Le Brusq	15	11	49 000	36 000	00:45	00:45	05:00	03:55	81	72
Djiguinoum	13	24	275 000	50 000	03:00	05:00	20:00	30:00	99	19
Djilakoun	12	69	366 000	210 000	04:00	10:00	25:00	36:00	106	52

Kec et Keo : Coefficient d'écoulement calculé et observé
 Vc et Vo : Volume calculé et observé
 Tmc et Tmo : Temps de montée calculé et observé
 TBc et TBo : Temps de base calculé et observé
 Qc et Qo : Débit maximum calculé et observé

Les surfaces des bassins versants étudiés varient entre 3,2 et 500 km² (tableau 1). Sur 14 bassins où un nombre suffisant d'événements "averse/crue" a été observé, la crue décennale a été déterminée à partir du modèle de l'hydrogramme unitaire, ou à partir d'un événement observé où le hydrogramme a été considéré comme celui de la pluie décennale. Sur les autres bassins, la méthode Rodier-Auvray (1965) a été utilisée en appliquant un coefficient d'amortissement de la pointe de crue. Cet échantillon de bassins versants a permis de construire deux types d'abaques.

Le premier type concerne l'estimation des débits spécifiques de crue décennale (figure 6). Dans un premier temps, on a mis ensemble tous les bassins versants de notre

échantillon. Mais si la relation trouvée est bonne, il est apparu qu'elle sous-estimait les débits spécifiques des bassins versants de rive droite, dont l'écoulement est beaucoup plus important que ceux de rive gauche, à surface égale. Il nous a semblé plus opportun de construire un abaque pour les bassins versants de chaque rive. L'estimation des débits spécifiques est alors de meilleure qualité (Gomis, 1995). Sur ces abaques, on a indiqué la position des bassins observés et on note une bonne insertion des bassins non observés dans la disposition d'ensemble.

Le second abaque (figure 7) sur porte l'estimation des temps de montée et de baisse des crues, paramètres indispensables à la connaissance de l'étendue et de la durée de la submersion des bas-fonds (Albergel et Dacosta, 1995)

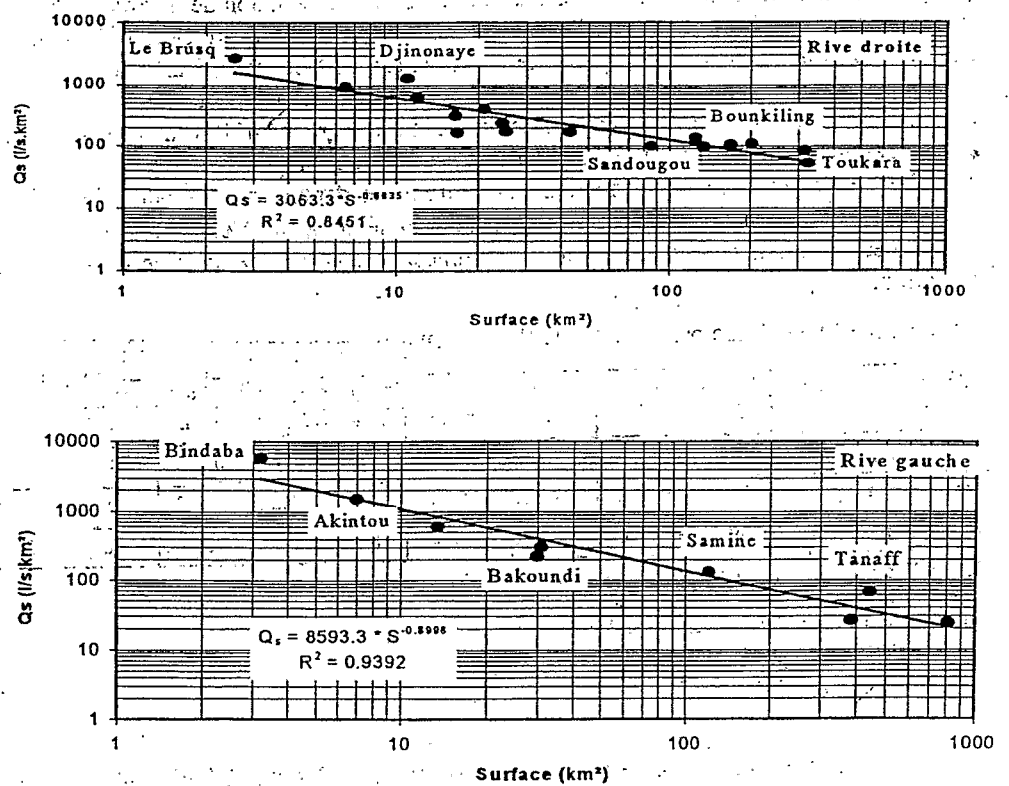


Figure 6 - Relation entre surface du bassin versant et débit spécifique de crue décennale.

Régionalisation des paramètres hydrologiques

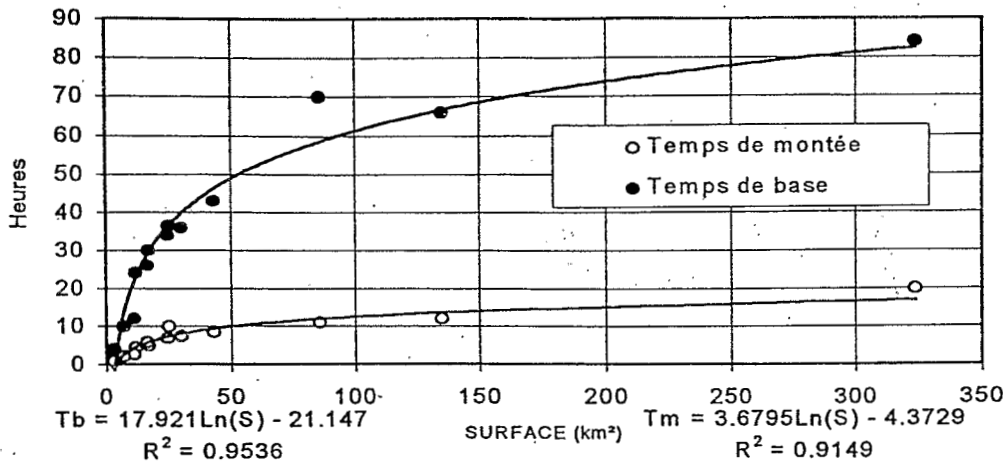


Figure 7. Abaque de prédétermination des temps caractéristiques de crues décennales.

La description physiographique détaillée des bassins versants sert à connaître leur aptitude au ruissellement et à définir différentes aires contributives de l'écoulement. Pour les petits bassins de Casamance, six unités de paysage peuvent être retenues :

- les zones humides comprenant les bas-fonds ;
- les sols cultivés sur versants ou plateaux ;
- les jachères récentes ;
- la végétation ligneuse claire ou forêt claire ;
- les sols nus.

Chaque unité de paysage correspond à un ensemble d'états de surface élémentaires au sens de Casenave et Valentin (1989) et il est possible de lui attribuer un coefficient de ruissellement pour l'averse décennale à partir d'un protocole de simulation de pluie (tableau 4). Albergel *et al.* (1992) montrent qu'il est possible d'estimer le coefficient de ruissellement de la crue décennale sur le bassin, à partir de la composition des coefficients de ruissellement de chaque unité de paysage.

Tableau 4. Coefficient de ruissellement de l'averse décennale pour différentes zones.

	Zones humides %	Culture sur versants %	Jachères %	Végétation		
				dense %	Clair %	Sol nu %
Djilakoun	6	15	10	32	37	0
Estimation du coefficient de ruissellement décennal	8	4	2	1	1	8

La relation liant les coefficients "unités de paysage" et "bassin versant" est :

$$K_{EB} = 0,38 \times K_{EUP} - 1,76 \quad r = 0,913 \text{ (5 bassins)}$$

où : K_{EB} = coefficient d'écoulement du bassin
 K_{EUP} = coefficient d'écoulement des unités de paysage
 r = coefficient de corrélation

Cette relation est du même ordre de grandeur que le coefficient de calage moyen donné par Rodier (1992) entre les lames ruisselées reconstituées par la méthode simulateur et les lames ruisselées observées sur les bassins perméables (0,40 - 0,50).

4. Conclusion

Ce texte montre comment il est possible de tirer profit de l'ensemble de l'information hydrologique disponible dans une région pour proposer des méthodes d'estimation simples des paramètres nécessaires à la conception de petits ouvrages. Nous nous sommes mis à la place d'un technicien du développement qui projette l'aménagement d'un bas-fond rizicole en Basse Casamance et qui a accès à un minimum de données. Il dispose des pluies annuelles et journalières de la station climatologique la plus proche de son projet. Il connaît en outre les surfaces et les occupations du sol dans le bassin versant considéré. Il peut alors estimer, par étapes successives, les pluviométries caractéristiques sur son bassin versant, les écoulements annuels moyens, décennaux secs et décennaux humides dans le bas-fond, ainsi que les paramètres de la crue d'étude. Il est ainsi possible d'estimer, dans un intervalle de confiance acceptable, ces paramètres indispensables à la réalisation d'un aménagement viable.

Références

- ALBERGEL J., DACOSTA H., PÉPIN Y., 1992. Régionalisation des paramètres hydrologiques à prendre en considération pour l'aménagement d'un bas-fond rizicole dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal). *Huitièmes journées hydrologiques de l'ORSTOM "Régionalisation en hydrologie : application au développement"*. Montpellier, France, ORSTOM, pp. 363-383.
- ALBERGEL J., DACOSTA H., 1995. Les écoulements non pérennes au Sénégal. *Conférence à la mémoire de Jean Rodier*, 3-4 mai 1995. Paris, Ministère de l'Environnement, 16 p.
- BRUNET-MORET Y., 1971. Fonction de distribution en développement limité. *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrol.*, VIII (1) : 3-34.
- BRUNET-MORET, Y. 1977. Test d'homogénéité. *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrol.*, XIV(2) : 119-128.
- BRUNET-MORET Y., 1980. Retour sur l'homogénéisation des pluies annuelles par vecteur régional. *Météorologie, série 6*, 20-21 : 61-63.
- CASNAVE A., VALENTIN C., 1989. *Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration*. Paris, Ed. ORSTOM, Coll. Didactiques, 229 p.

Régionalisation des paramètres hydrologiques

- CHOURET A., OLIVRY J.C., 1981. *Etude hydrologique du marigot de Bignona, quelques aspects intéressants des mesures réalisées en 1970-1971*. Paris, ORSTOM, 93 p.
- DACOSTA H., 1989. *Précipitations et écoulements sur le bassin de la Casamance*. Thèse de doctorat. Dakar, Départ. Géographie, FLSH-UCAD, 278 p.
- DACOSTA H., 1995 a. Mise en valeur des bas-fonds : contraintes et potentialités. *R3S Info 4*. Montpellier, France, pp. 12-14.
- DACOSTA H., 1995 b. Hydrologie et aménagements des bas-fonds en Casamance. *Séminaire UICN*, 18-19 mai 1995. Dakar, UICN, 12 p.
- LEBEL T., BOYER J.F., 1987. Notice d'utilisation du logiciel Dixloi. Un ensemble de programmes Fortran pour l'ajustement des lois statistiques et leur représentation graphique.
- GALLAIRE R., 1980. *Etude hydrologique du marigot de Baïla*. Paris, ORSTOM, 104 p.
- GOMIS J., 1995. *Prédétermination et régionalisation des paramètres hydrologiques en Casamance*. Mémoire de DEA. Dakar, Dépt. de Géographie, FLSH-UCAD, 37 p.
- OLIVRY J.C., DACOSTA H., 1984. *Le marigot de Baïla : Bilan des apports hydriques et évolution de la salinité. Campagnes 1980-1983*. Dakar-Hann, ORSTOM, 145 p.
- PÉLISSIER P., 1966. *Les paysans du Sénégal*. St Yrieux, France, Imprimerie Fabrègue,
- RODIER J.A., 1992. *Du simulateur de pluie aux bassins représentatifs sahéliens*. Paris, ORSTOM, coll. Etudes et Thèses, 76 p.
- RODIER J.A., AUVRAY C., 1965. *Estimation des débits des crues décennales pour les bassins versants de superficie inférieures à 200 km² en Afrique Occidentale*. Paris, ORSTOM/CIEH, 46 p.
- USAID, SOMIVAC, ISRA, 1985. *Actes de la table ronde sur les barrages anti-sel*. Ziguinchor, Sénégal, 12-15 juin 1985.

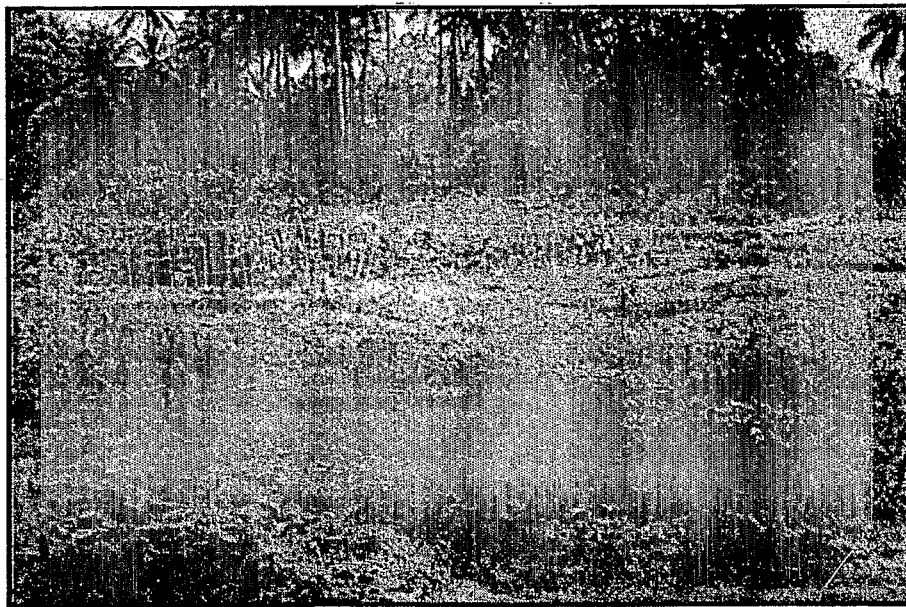
**INLAND VALLEY
CONSORTIUM**



**CONSORTIUM
BAS-FONDS**

**Characterization of Inland Valley Agro-ecosystems:
a Tool for their Sustainable Use**

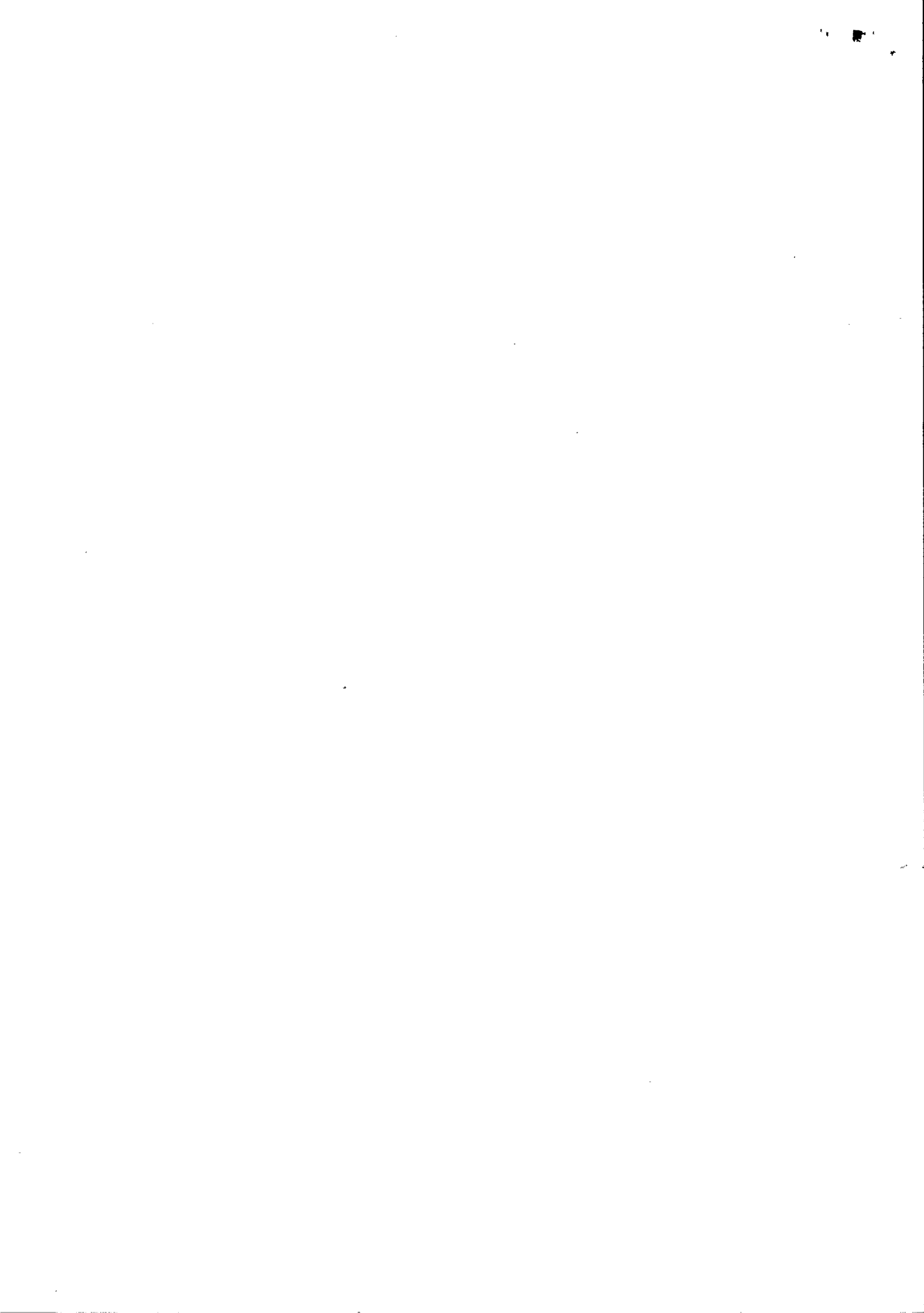
**La caractérisation des agro-écosystèmes de bas-fonds :
un outil pour leur mise en valeur durable**



**Proceedings of the 1st Scientific Workshop of the Inland Valley Consortium
WARDA, Bouaké, November 6-10, 1995**

**Actes du 1^{er} atelier scientifique du Consortium bas-fonds
ADRAO, Bouaké, 6-10 novembre 1995**

**Editeurs scientifiques / Scientific Editors :
J. Y. Jamin, P.N. Windmeijer**



Cover photograph: an inland valley in Sierra Leone (humid forest zone); inland valley characterization shall take into account the diversity of their use: here, diversified agriculture and source of drinkable water.

Photo de couverture : bas-fond en Sierra Léone (zone forestière) ; la caractérisation des bas-fonds doit prendre en compte la diversité de leurs utilisations : ici, agriculture diversifiée et point d'eau potable.

(photo J.Y. Jamin)

ISBN 92 9113 1326

Published and distributed by the Inland Valley Consortium

Publié et diffusé par le Consortium Bas-Fonds

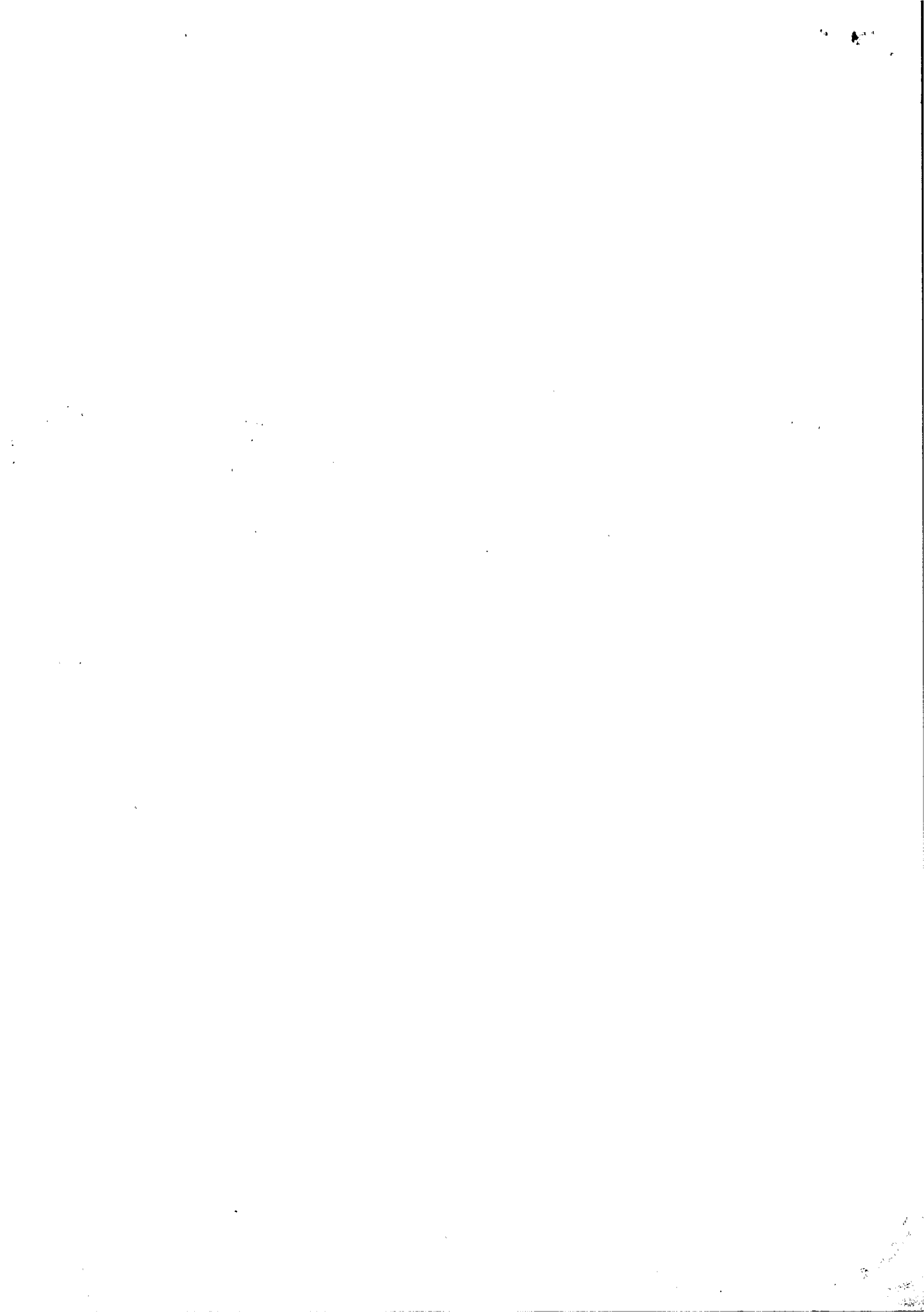
c/o WARDA/ADRAO

01 BP 2551, Bouaké 01, Côte d'Ivoire

e-mail: ivc@cgnet.com

of t
Inla
heac
Nov
scie
inter
insti
Wesi

work
this
the v
com
Engl
the l
the F
give
the
Engl



**Characterization of Inland Valley Agro-ecosystems:
a Tool for their Sustainable Use**

**La caractérisation des agro-écosystèmes de bas-fonds :
un outil pour leur mise en valeur durable**

**Proceedings of the 1st Scientific Workshop of the Inland Valley Consortium
WARDA, Bouaké, November 6-10, 1995**

**Actes du 1^{er} atelier scientifique du Consortium bas-fonds
ADRAO, Bouaké, 6-10 novembre 1995**

**Scientific Editors / Editeurs scientifiques :
J.Y. Jamin, P.N. Windmeijer**

**Chairpersons of sessions / Présidents des séances :
M^{me} M.C. Sorgho ; MM. A.S. Lamin, C. Nolte, G. Olaniyan,
M. Sonou, T.J. Stomph, L. Thiombiano**

**Rapporteurs:
J.Y. Jamin, J.C. Legoupil, V.J. Mama, Y. Sabénin, P.N. Windmeijer**

**INLAND VALLEY CONSORTIUM / CONSORTIUM BAS-FONDS
c/o WARDA/ADRAO
01 BP 2551, Bouaké 01, Côte d'Ivoire
e-mail: ivc@cgnet.com**



);
ie
id

la
la
ée

amin)

Notice

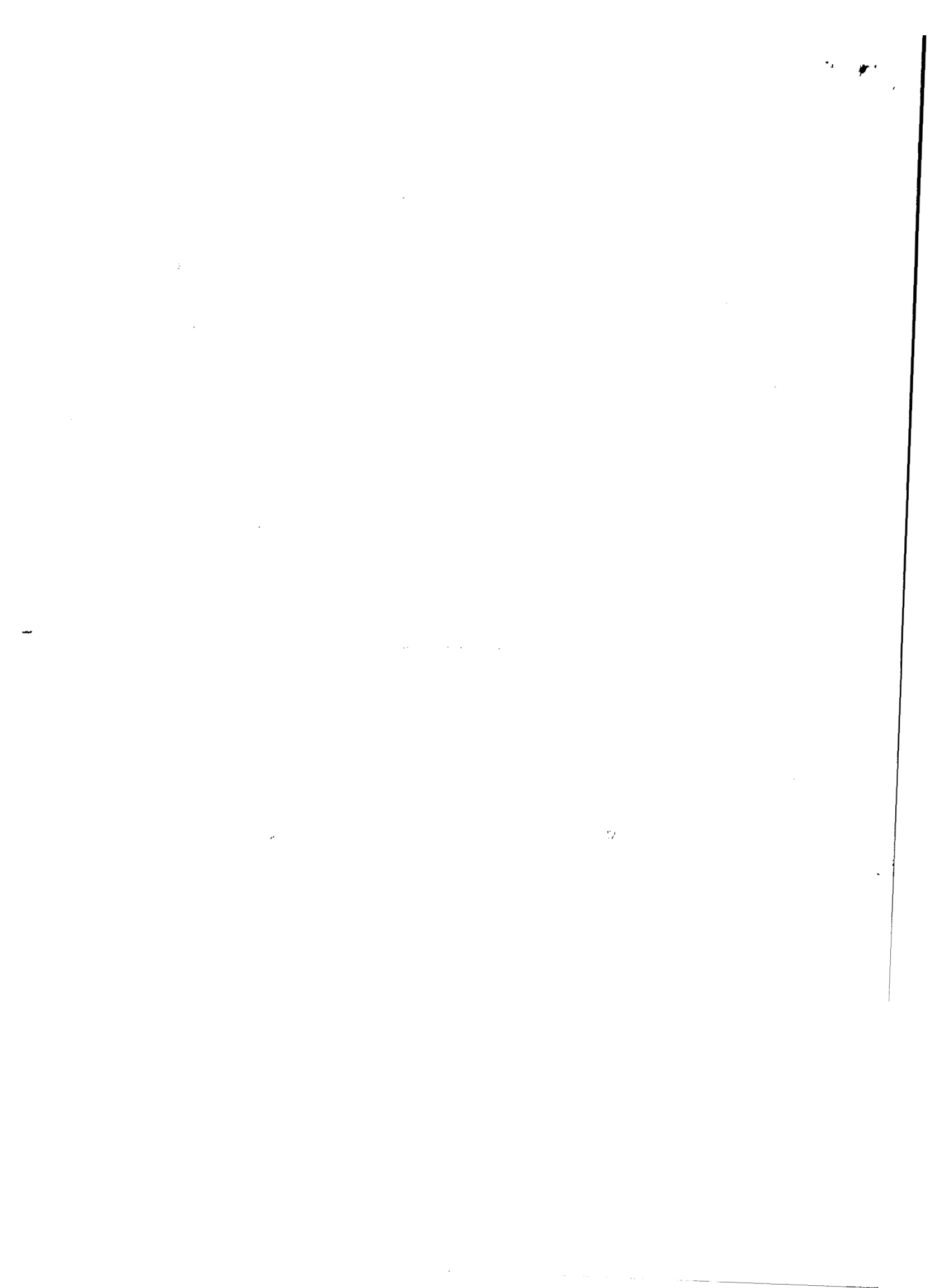
These proceedings are an account of the first scientific workshop of the Inland Valley Consortium, held at WARDA headquarters in Bouaké, Côte d'Ivoire in November 1995. The participants were scientists from various national and international agricultural research institutes working in inland valleys in West-Africa.

The working languages of the workshop were English and French. In this document, all activities concerning the whole group as well as the outcome of common discussions are given in both English and French. The reader will find the English text on the left-hand side and the French on the right. The presentations given by the participants are presented in the original language; a summary in English and French precedes the text.

Avertissement

Ces actes rendent compte du premier atelier scientifique du Consortium bas-fonds, qui s'est tenu au siège de l'ADRAO à Bouaké (Côte d'Ivoire) en novembre 1995. Les participants étaient des chercheurs des instituts nationaux et internationaux de recherche agricole qui travaillent dans les bas-fonds en Afrique de l'Ouest.

Les travaux de l'atelier ont été conduits en anglais et en français. Dans ce document, les textes concernant tous les participants et les résultats des discussions communes, sont présentés à la fois en anglais (page de gauche) et en français (page de droite). Les communications faites par les participants sont présentées dans leur langue d'origine ; des résumés en français et en anglais sont placés en début de texte.



Contents

Sommaire

	Discussion synthesis (E/F) ¹	8	BUR
	Synthèse des débats (E/F)	9	SIER
IVC/CBF	WINDMEIJER P.N., JAMIN J.Y. (E/F) Methods and Minimum Data Set for Agro-ecological Characterization of Inland Valleys. Main Results of the Workshop <i>Méthode de caractérisation agro-écologique des bas-fonds et jeu de données minimums. Principaux résultats de l'atelier.</i>	13	WAC
WAGENINGEN	ANDRIESSE W., STOMPH T.J., WINDMEIJER P.N. (E/F-SM) Agro-ecological Characterization: A Tool for Research Priority Setting and Technology Transfer <i>La caractérisation agro-écologique : un outil pour définir les priorités de recherche et transférer les technologies</i>	31	IITA
CIRAD/IER	LEGOUPIL J.C., LIDON B., BLANCHET F. (E/F) Hydrology, Hydraulic Development and Sustainable Exploitation of Inland Valleys in Sub-Saharan Africa <i>Fonctionnement hydrique, aménagement et mise en valeur durable des zones de bas-fonds en Afrique sub-saharienne</i>	47	GHA
CIRAD	BLANCHET F., AHMADI N., SIMPARA M., FEUILLETTE R. (F/E-SM) Le diagnostic pré-aménagement : une méthode de caractérisation des bas-fonds à l'usage des opérateurs du développement <i>The "Diagnostic Pré-Aménagement": a Method of Characterization of Inland Valleys for Extension Services</i>	77	WAR
IVC/CBF	JAMIN J.Y., BIAOU F. (F/E-SM) Terminologie, concepts et niveaux d'étude utilisés dans la littérature francophone sur les bas-fonds africains <i>Terminology, Concepts, and Study Levels Used in the Francophone Literature on African Inland Valleys</i>	89	BÉNI

¹ (E/F) in English and French (*en Anglais et en Français*)

(E/F-sm) in English, with a summary in French (*en Anglais avec un résumé en Français*)

(F/E-sm) in French, with a summary in English (*en Français avec un résumé en Anglais*)



BURKINA FASO	THIOMBIANO L., KABORÉ O., SINARÉ Y., DIANOU D.	(F/E-SM)	
	Approche méthodologique utilisée pour la caractérisation du bas-fonds sahélien de Thion		
	<i>Methodological Approach used for the Characterization of the Thion Inland Valley in the Sahel</i>		101
SIERRA LEONE	LAMIN A.S., KANDEH M., JALLOH A.	(E/F-SM)	
	Land Characterization, Classification, and Evaluation for Sustainable Agriculture in Sierra Leone		
	<i>Caractérisation des terres, typologie et évaluation pour une agriculture durable en Sierra Léone</i>		111
WAGENINGEN	STOMPH T.J., ANDRIESSE W., FRESCO L.O., DE RIDDER N., WINDMEIJER P.N.	(E/F-SM)	
	Multi-Scale Characterization and Modeling		
	<i>Caractérisation multi-échelle et modélisation</i>		121
IITA	NOLTE C., THENKABAIL P.S.	(E/F-SM)	
	Characterization of Inland Valley Agro-Ecosystems in West and Central Africa: A Discussion of the Current Approaches and Results from the Regional Characterization in the Gagnoa Region of Côte d'Ivoire		
	<i>Caractérisation des agro-écosystèmes de bas-fonds en Afrique de l'Ouest et du Centre : approches et résultats de la caractérisation de la région de Gagnoa en Côte d'Ivoire</i>		133
GHANA	OTOO E., ASUBONTENG K.O.	(E/F-SM)	
	Reconnaissance Characterization of Inland Valleys in Southern Ghana		
	<i>Caractérisation de reconnaissance des bas-fonds du Sud-Ghana</i>		149
WARDA/ADRAO	BECKER L., DIALLO R.	(E/F-SM)	
	Classification of Rice Cropping Systems in Côte d'Ivoire: Methodology and Results		
	<i>Classification des systèmes rizicoles de Côte d'Ivoire : méthodologie et résultats</i>		161
BÉNIN	MAMA V.J., HOUNDAGBA C.J., OLONI G., ALLE F.P., TETE R.	(F/E-SM)	
	Contribution d'un Système d'information géographique à la caractérisation des bas-fonds du département du Zou (Bénin)		
	<i>Utility of a Geographic Information System for the Characterization of Inland Valleys in the Zou Area (Benin)</i>		181



1	ORSTOM	DACOSTA H., ALBERGEL J. ²³⁰⁰	(F/E-SM)	
		Régionalisation des paramètres hydrologiques nécessaires à l'aménagement d'un bas-fonds		
		<i>Regionalization of Hydrological Parameters Required to Develop an Inland Valley</i>		265
3	WARDA/ADRAO	VAN DE GIESEN N., DIALLO R.	(E/F-SM)	
		Hydrological and Hydraulic Parameters for Inland Valley Characterization		
		<i>Paramètres hydrologiques et hydrauliques pour la caractérisation des bas-fonds</i>		281
3	NIGERIA	OKUSAMI T.A., OLANIYAN G.O., AJAYI E.O.	(E/F-SM)	
		Soil Characteristics of Inland Valley Agro-ecosystems in Humid and Sub-humid Agro-Ecologies of Nigeria		
		<i>Caractéristiques des sols des agro-écosystèmes de bas-fonds des zones humides et sub-humides du Nigéria</i>		291

5 Appendices / Annexes

7	Appendix/Annexe 1	List of Participants / Liste des participants		303
	Appendix/Annexe 2	Details of Minimum Data Sets, Methods, and Tools		304
		Détail des jeux de données minimum, méthodes et outils		305
	Appendix/Annexe 3	Health indicators for Characterization		318
5	Appendix/Annexe 4	Members of the Inland Valley Consortium / Membres du Consortium Bas-Fonds		320
	Appendix/Annexe 5	WARDA Ecosystems and Health Research Consortium		323
3	Appendix/Annexe 6	Acronyms / Sigles et abréviations		324

