

NIANGA, LABORATOIRE DE L'AGRICULTURE IRRIGUÉE EN MOYENNE VALLÉE DU SÉNÉGAL

Éditeurs scientifiques

P. BOIVIN, I. DIA, A. LERICOLLAIS,
J.-C. POUSSIN, C. SANTOIR et S.M. SECK



Ateliers ORSTOM - ISRA
à Saint-Louis (Sénégal),
du 19 au 21 octobre 1993



Nianga,

Laboratoire de l'agriculture irriguée
en moyenne vallée du Sénégal

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustrations, "toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite" (alinéa 1^{er} de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.



Atelier ORSTOM - ISRA
du 19 au 21 Octobre 1993, Saint-Louis, Sénégal

**NIANGA,
LABORATOIRE DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE
EN MOYENNE VALLEE DU SENEGAL**

□ □ □

Éditeurs scientifiques :

P. Boivin, I. Dia, A. Lericollais, J.C. Poussin, C. Santoir et S.M. Seck

Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection COLLOQUES et SÉMINAIRES

Paris, 1995

Evolution des recherches agronomiques dans la vallée du fleuve Sénégal

□ □ □

J.Y. Jamin

Agronome, CIRAD / SAR, BP 5035, Montpellier

En Afrique de l'Ouest, le riz est cultivé du littoral atlantique au lac Tchad depuis très longtemps : la riziculture ouest-africaine à *Oryza glaberrima* serait apparue dans le delta central nigérien 1 500 ans av. J.C. (Portères, 1950). Pourtant, si des formes d'irrigation existent au sahel depuis des siècles, des oasis des confins sahariens aux polders côtiers de Casamance, aucune irrigation à grande échelle ne s'est mise en place le long des grands fleuves sahéliens sous l'impulsion des sociétés traditionnelles. L'irrigation moderne, avec maîtrise de l'eau sur de grandes surfaces, n'a connu ses premiers balbutiements qu'au début du XIX^e siècle, dans la basse vallée du fleuve Sénégal.

Les premiers essais d'aménagement de casiers irrigués le long du Sénégal datent en effet de 1820. Des jardins expérimentaux irrigués par noria sont alors installés à Richard-Toll, Dagana et Saint-Louis ; il s'agit de cuvettes aménagées sans planage dans lesquelles sont testés par des agronomes comme Richard, des cultures céréalières (riz, blé, etc.), des légumes, des fruits, du coton et de l'indigo. Du fait de la salinité des terres, du peu de maîtrise de l'irrigation et des adventices, de l'insécurité qui règne alors dans cette région, ainsi que des réticences du négoce traditionnel, ces essais sont rapidement abandonnés. Quelques nouvelles tentatives seront effectuées dans la deuxième moitié du XIX^e siècle et au début du XX^e, mais sans grand succès. (Hardy, 1921 ; Tourrand, 1993).

Ce n'est qu'en 1935, avec la création de la MAS (Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal), que les expérimentations reprennent vraiment ; elles sont essentiellement axées sur la culture du coton (casiers de Guédé, Diorbivol et Démeth). Avec la seconde guerre mondiale, les problèmes d'approvisionnement en vivres du territoire conduisent à mettre l'accent sur la riziculture. A partir de 1945, de nombreux programmes de recherche sont lancés par la MAS et les services de l'Agriculture pour permettre le développement de cette culture, nouvelle pour les paysans de la vallée. Ces recherches sont conduites sur le casier de Guédé et sur celui de Richard-Toll, où la bonne maîtrise de l'eau permet de proposer une intensification de la riziculture. Elles sont

ensuite développées à Kaédi, Fanaye et Ndiol. Elles concernent tous les aspects techniques de la culture du riz :

- **les reconnaissances pédologiques** sont initiées très tôt dans le cadre de la MAS, avec les travaux de Michel (1957) et de Tricart (1961), puis de Maymard (1960). En 1973, l'IRAT et le BDPA publient une étude couvrant toute la vallée (SEDAGRI, 1973), qui sera ensuite complétée par des travaux plus thématiques (Boyagdiev, 1976) ou plus détaillés à l'échelle de cuvettes ; des études ponctuelles sont ainsi effectuées dans le cadre de l'IRAT par G. Beye (1972), Durand (1965), Sonko (1974), puis dans le cadre de l'ORSTOM par Le Brusq (1980), Zante (1984), Loyer (1989) ;
- **les essais de dessalement** sont entrepris dans le delta par l'IRAT et la FAO (G. Beye, 1972 ; Mutsaers et Van Der Velden, 1973). Coûteux dans sa mise en oeuvre, un tel dessalement sera appliqué avec succès par la CSS pour reconverter le casier rizicole de Richard-Toll en casier sucrier (Duc, 1972) ;
- **les études hydrologiques** commencées dès le début du siècle font l'objet d'une synthèse par l'ORSTOM (Rochette, 1974), qui permet de préciser les disponibilités en eau aux différentes périodes de l'année et les risques d'occurrence de crues importantes ou d'étiages précoces et sévères ;
- **les recherches en agro-climatologie** sont initiées par Maymard (1957) sur le sorgho de décrue, puis développées par l'IRAT sur le riz et la canne à sucre (Dancette *et al.*, 1979 ; Dancette, 1980). Rijks, 1976 et Lucido, 1976, approfondissent ces études dans le cadre d'un programme PNUD/FAO/OMVS : besoins en eau des plantes (riz, blé, maïs, sorgho, *niébé*, coton), études fréquentielles des pluies et des températures. Enfin, Vachaud *et al.* (1978) complètent les informations en fournissant une caractérisation hydrodynamique des sols ;
- **la sélection variétale** s'oriente d'abord vers des cultivars rustiques, adaptés aux conditions de faible maîtrise de l'eau, puis à partir des années 1970 sont introduits des riz à paille courte, à fort potentiel de rendement, dont la non-photosensibilité autorise la culture aussi bien en saison froide qu'en saison sèche chaude ou en hivernage. Ces travaux sont essentiellement conduits par l'IRAT (Couey, 1963 ; Poisson, 1970 ; Aubin, 1979 et 1982), puis par la FAO (Trinh, 1977) et enfin l'ADRAO (Coly, 1981 ; Dome, 1981 ; Godderis, 1986) ;
- **le calage des cycles** fait l'objet de nombreux travaux, en particulier des sélectionneurs de l'IRAT (Poisson, 1970 ; Aubin, 1975) puis de la FAO (Trinh, 1976) et de l'ADRAO (Coly, 1981), qui travaillent sur l'adaptation des variétés aux différentes saisons de culture et sur la réalisation de la double-culture et même de la triple-culture ; si la triple-culture

relève plus du rêve de chercheur que du possible pour les paysans, la double-riziculture est expérimentée avec succès dès les années 1960 par l'IRAT à Richard-Toll, où elle commence à être mise en oeuvre par la SDRS à la fin des années 60 (cultures d'hivernage et de saison sèche froide, mais pas toujours enchaînées) ;

- **les essais sur la fertilisation** effectués par l'IRAT, puis l'ISRA et l'ADRAO, portent essentiellement sur l'azote, pour lequel des réponses très nettes sont enregistrées. Pour le phosphore, la situation est compliquée par des phénomènes de fixation et les réponses sont faibles (Poisson, 1970 ; Camara, 1978). A partir des années 1980, des recherches sont effectuées par l'ADRAO sur l'utilisation de l'*Azolla* (Van Hove *et al.*, 1983) et de *Sesbania* (Camara et Diara, 1986) ;
- **la défense des cultures** : des inventaires de la flore adventice sont réalisés par l'IRAT et des méthodes de lutte mécaniques ou chimiques sont expérimentées (Nieul et Le Moigne, 1968 ; Courtessole, 1978 ; Deuse *et al.*, 1980) ; l'utilisation des herbicides est rapidement vulgarisée et toute une palette de produits est utilisée dans la vallée (Jamin, 1985). Les risques de dégâts d'insectes et de maladies cryptogamiques sont faibles du fait du climat très sec (Diop, 1979 ; Gerini, 1983) ;
- **en machinisme agricole**, de nombreux matériels sont expérimentés par l'IRAT (Le Moigne, 1968) puis la FAO (Wanders, 1974). Pour le travail du sol, Courtessole et Sonko réalisent de 1978 à 1982 à la station de l'ISRA de Fanaye de nombreux essais qui montrent qu'en riziculture un travail superficiel est tout à fait suffisant pour obtenir de bons rendements ; si un bon contrôle des adventices peut être obtenu (herbicides), le non travail du sol est tout à fait utilisable (Courtessole, 1991). Avec ces travaux s'amorce une nouvelle philosophie des investigations, tournées autant vers la recherche de la souplesse technique, que vers celle du rendement le plus élevé.

Si l'essentiel des travaux est focalisé sur le riz, principale culture irriguée de la vallée, les autres cultures ne sont pas pour autant totalement négligées :

- **Sur les cultures pluviales du jeeri**, un travail important est réalisé par l'IRAT surtout dans la partie amont du fleuve, plus pluvieuse, autour de Kaédi (Sapin *et al.* 1970 ; IRAT, 1972).
- **Sur le sorgho de décrue**, de nombreux travaux sont effectués par l'IRAT : sélection variétale, fertilisation, travail du sol, permettent de doubler les rendements (Sapin et Reynard, 1968, Sapin *et al.*, 1970 ; Chevreau et Poulain, 1971).
- **La canne à sucre** est, après le riz, la culture irriguée la plus étudiée. Les travaux de l'IRAT (Dancette *et al.*, 1969 ; Duc, 1972) débouchent sur la mise en place de la CSS au début des années 70. Celle-ci con-

- duira ensuite ses recherches de façon autonome (culture en régie, pas de culture paysanne).
- **Sur le maïs et le blé**, l'IRAT, puis la FAO et à nouveau l'IRAT, travaillent à Ndiol, Richard-Toll, Guédé et Kaédi : variétés, techniques culturales, fertilisation, calage des cycles (Sapin *et al.*, 1970 ; Bono, 1974 ; Moscal, 1977 et 1978 ; Clerget, 1988).
 - **Sur le sorgho irrigué**, des travaux sont également entrepris à partir de la fin des années 70 par l'IRAT et l'ISRA (Chantereau, 1983 ; Luce, 1985).
 - **En maraîchage**, à Ndiol, à proximité de Saint-Louis, l'IRAT et l'ISRA mettent au point des systèmes de culture très performants pour exploiter les terres sableuses du *jeeri* en irrigation par aspersion (Reynard, 1983) ; cependant, ces résultats concernent peu les conditions du maraîchage des paysans, qui se fait en sol lourd. Les travaux effectués à Nianga par Van Damme (1982) et à Kaédi par De Bon (1982), sont plus proches des conditions paysannes.
 - **Les travaux sur les techniques de travail du sol** et leur simplification ont porté également sur le blé, la tomate, le sorgho, le maïs (Courtessole, 1991), avec des possibilités intéressantes de mise en place avec un travail du sol minimum, ou sans travail.
 - **Les fourrages** ont fait l'objet de travaux à partir de 1985, dans les stations de l'ISRA à Fanaye et Ndiol en collaboration avec l'ITEMVT (Roberge, 1984 ; Tourrand *et al.*, 1986).
 - **En arboriculture fruitière**, l'essentiel des travaux a été effectué au jardin ISRA de Sor (Saint-Louis), dans des conditions très particulières de climat et de sol, mais il y a eu très peu de travaux dans des conditions plus représentatives de la vallée (Jamin *et al.*, 1986).
 - **En matière de reboisement**, l'ISRA-CNRF a lancé depuis 1980 des recherches sur l'utilisation de l'arbre dans les périmètres irrigués, en particulier à Richard-Toll et Nianga ; ces recherches ont débouché sur la mise en place, avec le CTFT, de réalisations en milieu paysan autour de Podor dans le cadre du projet Pôles verts (Dubus, 1984 ; Harmand, 1988).

On dispose ainsi de nombreuses références techniques sur les cultures irriguées. Pourtant, en milieu paysan, les résultats obtenus sont souvent décevants. Or, si dans les années 50 les agronomes s'intéressent encore aux systèmes de culture des paysans (Jammet, 1953 ; Boutillier *et al.*, 1960), à partir des années 60 cette attention se relâche, puisque l'on souhaite alors développer l'irrigation, dans laquelle les paysans n'ont aucune expérience. Les travaux sont donc menés surtout en station et la SAED est ensuite chargée de faire appliquer par les paysans les "recettes" ainsi mises au point. Seuls quelques chercheurs de l'IRAT travaillent avec les paysans, dans le cadre d'essais effec-

tués dans le Delta (avec la SAED) ou au colonat de Richard-Toll (Monnier *et al.*, 1973 ; Courtessole, 1974).

C'est pour pallier cette lacune qu'à partir de 1977, à l'instar de ce que l'IRAT - Bambey réalise depuis quelques années dans les Unités expérimentales du Sine-Saloum et en s'inspirant également des actions de l'INA-PG et de l'INRA-SAD en France, quelques agronomes de l'IRAT/ISRA s'allient à des économistes de l'ORSTOM pour travailler en milieu paysan (Bonfond et Caneill, 1981). Les travaux entrepris portent d'abord sur l'analyse du fonctionnement des systèmes de culture des paysans (Jamin et Caneill, 1983 ; M. Ndiaye, 1984) et de leurs systèmes de production (Couraud, 1980 ; Le Bail, 1981), puis sont étendus aux systèmes d'élevage (Tourrand *et al.*, 1985 ; Jamin et Tourrand, 1986 ; Tourrand, 1993). Des travaux similaires sont menés sur la gestion de l'eau par l'ISRA et l'ADRAO (M. Beye, 1985 ; Diemer *et al.*, 1991).

Des expérimentations agronomiques sont aussi mises en place avec les paysans, soit sur des thèmes techniques particuliers (en riziculture, Van Brandt, 1984 et 1987 ; sur diverses cultures irriguées, Jamin *et al.*, 1986, et M. Ndiaye et Henry, 1987), soit sur des itinéraires techniques plus complets, en simple-culture et en double-culture (Courtessole et Jamin, 1982 ; Jamin et Ndiaye, 1986). Pour faciliter la diffusion des résultats, les chercheurs participent à la reconversion des encadreurs de la SAED en conseillers agricoles au centre du CNAPTI.

A partir de 1987, le désengagement de la SAED des prestations de service aux agriculteurs (travail du sol, battage, fourniture de l'eau, approvisionnements en intrants, commercialisation) et la montée en puissance des foyers de jeunes et des GIE, induisent une focalisation des recherches sur la gestion des matériels agricoles (Havard, 1990 ; Kanté, 1990). L'organisation des chantiers devient d'autant plus importante que l'achèvement des barrages de Diama puis de Manantali autorise une généralisation de la double-culture, qui pose de nombreux problèmes de calendrier ; dans le delta, ces problèmes sont d'autant plus aigus que la grosse motorisation (travail du sol, récolte) impose une gestion collective des équipements, ou le recours collectif à des prestataires de service. De nouvelles recherches agronomiques sont effectuées en milieu paysan pour préciser les problèmes que pose la double-culture (Le Gal, 1989 ; Poussin, 1993 ; Dingkuhn, Le Gal et Poussin, 1993).

Les travaux menés en milieu paysan conduisent aussi à redéfinir les essais menés sur le riz en station, qui s'orientent plus vers la résolution des problèmes posés, en particulier en terme de calendrier cultural (Dingkuhn *et al.*, 1994). Pour faciliter la diversification des cultures, les recherches sont relancées sur le sorgho irrigué (Trouche, 1992), le maïs (A. Ndiaye *et al.*, 1990 ; Gay *et al.*, 1992), le maraîchage (Pagès, 1993), les fourrages (Diatta *et al.*, 1991), l'entomologie (Goebel, 1993), la phytotechnie (Dancette et Gay, 1993) ou l'arboriculture fruitière (Sidibé, 1992).

Dans ce contexte, les recherches effectuées sur le périmètre de Nianga depuis sa création ont un intérêt particulier. En effet, ce casier, depuis sa mise en culture, est exploité chaque année en partie en double-culture, avec également une diversification non négligeable (culture de tomate en grande parcelle). Avec Ndombo-Ntiago, c'est également le lieu où a été testée, à une large échelle, la gestion collective de la motorisation par des paysans regroupés en CUMA. De plus, à partir des années 80, à coté du grand périmètre de Nianga se sont développés des PIV, des aménagements intermédiaires, des petits périmètres animés par les foyers de jeunes et des casiers privés ; la zone est donc riche d'une diversité d'aménagements qui diffèrent par leur conception hydraulique, mais aussi par leur genèse et par leur mode de gestion collectif.

La construction de modèles techniques pour la conduite des cultures irriguées a été une réussite technique certaine, qui a su prendre des formes variées dans la vallée, en fonction des différents contextes ; cette adaptation à la réalité des systèmes de production n'a pas été facile et est loin d'être achevée, puisqu'aujourd'hui la gestion des ressources (eau, terre, crédit) devient prédominante et impose d'améliorer la gestion technique des exploitations et des diverses formes d'organisations paysannes induites par l'irrigation ou l'utilisation de gros moyens mécaniques.

Bien que la plupart des problèmes techniques soient réputés être résolus depuis les années 70, il apparaît aujourd'hui que les nouveaux défis économiques auxquels sont confrontés les paysans ne pourront être relevés sans une réorientation de leurs pratiques techniques vers des itinéraires plus intensifs, mais aussi plus souples et plus diversifiés, ni sans une amélioration de la gestion technique des matériels coûteux utilisés (tracteurs, moissonneuses-batteuses). Bien que la diversification des cultures soit encore limitée, les possibilités sont réelles (élevage, maraîchage, maïs, sorgho) et peuvent contribuer à sécuriser des systèmes de production paysans qui ont souvent recherché dans des activités extra-agricoles une sécurité que le modèle irrigué strictement rizicole ne pouvait leur apporter. L'intérêt de recherches techniques est donc loin d'être épuisé, mais celles-ci doivent plus que jamais savoir sortir des stations pour répondre aux problèmes des agriculteurs et à l'évolution rapide de l'environnement socio-économique de la production irriguée (Charoy *et al.*, 1985 ; Jamin, 1992). Une telle vision, plus synthétique et plus orientée vers le développement, semble correspondre aux efforts actuels des diverses institutions intervenant dans la vallée : ISRA, CIRAD, ADRAO, ORSTOM.

Au plan institutionnel, la conduite des recherches agronomiques dans la vallée est marquée par la multiplicité des intervenants et par la discontinuité des travaux, menés pour l'essentiel sur des financements extérieurs. Après la MAS, qui a initié les recherches, celles-ci ont en effet été prises en charge par l'IRAT ; puis la FAO est intervenue avec le PNUD et l'OMVS. La mise en place de l'ISRA au milieu des années 70 n'a pas donné plus de stabilité aux équipes, puisque celles-ci restent souvent dépendantes d'organisations internationales

comme l'ADRAO et le CIRAD. Les ressources financières sont également souvent liées à des projets de développement ponctuels gérés par la SAED, qui impose ses propres objectifs aux recherches. Les deux intervenants les plus anciens, les plus stables et les moins fragiles au plan financier, le CIRAD et l'ORSTOM, ont eux-mêmes eu des interventions très discontinues dans la vallée, très dispersées au plan thématique et sans réelle coordination d'ensemble.

Cette instabilité ne favorise pas l'accumulation des connaissances, mais elle a peut-être aussi permis un renouvellement des idées et des problématiques, ce qui fait que globalement, les grands problèmes de développement de la vallée ont été abordés, au moins de façon ponctuelle, même s'il manque toujours un projet d'ensemble. Trois nuances importantes doivent être abordées à ce demi-satisfecit :

- 1) certains domaines de recherche restent peu étudiés, alors qu'ils sont très importants, comme par exemple l'économie des filières ;
- 2) l'éparpillement institutionnel s'est accompagné de dérives géographiques, qui n'ont pas favorisé les collaborations pluridisciplinaires : si les recherches techniques se sont surtout focalisées sur l'aval de la vallée, où la culture irriguée est plus développée, les recherches socio-économiques se sont plus intéressées aux sociétés traditionnelles de l'amont ;
- 3) la crédibilité du dispositif, aux yeux de la SAED et des paysans, a toujours été fragile du fait de son éparpillement institutionnel et de son instabilité dans le temps.

Si le dialogue avec les organismes de développement et la profession agricole doit être poursuivi et amplifié, il est donc également nécessaire, pour ne pas répéter les erreurs du passé, de multiplier les contacts entre les instituts de recherche intervenant dans la vallée ; il faudrait aussi, mais ce n'est pas le plus facile, que ces institutions aient une programmation concertée et que leurs intervention soient plus durables.

□ □ □

BIBLIOGRAPHIE

□ Aubin J.P., 1979. Le riz et sa repousse à Richard-Toll, Sénégal. Nogent-sur-Marne, IRAT, France 11 p.

□ Aubin J.P., 1982. Note sur les durées des cycles à Richard-Toll et la tolérance au froid. Montpellier, IRAT, France.

□ Beye G., 1972. Bilan de deux années d'études de l'évolution de la salinité dans la cuvette du Boundoum Ouest dans le delta du fleuve Sénégal. L'Agro. Trop. Série 3 vol. 27, n. 3, p. 358-387.

- Beye M., 1985. Etude de l'efficience de l'irrigation gravitaire et du fonctionnement hydro-agricole du périmètre de Ndombo-Ntiago. Saint-Louis, ISRA, 70p.
- Bonnefond P., Caneill J., 1981. Systèmes de culture irriguée et unités de production paysannes sur la rive gauche du fleuve Sénégal. Dakar, ISRA/ORSTOM 25 p.
- Bono M., 1974. Informations, données pratiques et propositions en vue du contrôle de la production de semences sélectionnées de : maïs, mil pénicillaire, sorgho, riz, blé, arachide, niébé. *L'Agro. Trop.*, vol. 29 (1), p. 43-96.
- Boutillier J.L., Cantrelle P., Causse J., Laurent C., N'Doye T., 1962. La moyenne vallée du Sénégal (Etude socio-économique). Paris, Presses Universitaires de France, 368 p.
- Boyagdiev T.E., 1976. Etude agropédologique de la vallée et du delta du fleuve Sénégal. Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 93 p.
- Camara P.I., 1978. Projet de recherches rizicoles ADRAO de Fanaye. Pédologie. Synthèse des résultats d'expérimentation. Richard-Toll. ISRA/ADRAO, 2p
- Camara I., Diara H., 1986. Evaluation de la valeur agronomique de *Sesbania rostrata* comme source d'azote en riziculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal. *Les Arbres Fixateurs d'Azote, l'Amélioration Biologique de la Fertilité du Sol*. 1986/03/17-25, Dakar. Paris, ORSTOM/CTFT/ADRAO, p. 343-355.
- Chantereau J., 1983. Sélection d'hybrides de sorgho pour le Centre-nord et le nord du Sénégal. *L'Agro. Trop.*, vol. 38, n°4, p. 295-302
- Charoy J.; Didierlaurent M.; Granier P.; Lericollais A.; Ruf T.; Seguy J.; Thomas J.J., 1985. Bilan- diagnostic sur la recherche agronomique dans la vallée du fleuve. Dakar/Saint-Louis. ISRA/SAED 195 p.
- Chevreau B., Poulain J.F., 1971. Inventaire des essais techniques cultures sur le sorgho de décrue dans le Oualo du Gorgol - Kaédi - 1960-1970. In : *Projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal*. Kaédi, IRAT, 228 p.
- Clerget B., 1988. Programme d'amélioration du maïs pour les cultures irriguées de la vallée du Sénégal. Cadre et objectifs des recherches. Synthèse des travaux de 1984 à 1988. Montpellier, CIRAD-IRAT, 63 p.
- Coly A., 1981. Contribution à l'étude de la repousse du riz (*O. sativa* L.) dans la vallée du fleuve Sénégal. *Revue Annuelle de la Riziculture*, 1981/05/18-23, Monrovia. Richard-Toll, ADRAO, 34 p.
- Couey M., 1963. Résultats des recherches actuelles sur les variétés de riz à Richard-Toll. *L'agro. Trop.*, vol. 18 (8), p. 793-795.
- Couraud P., 1980. Etude du fonctionnement de quelques unités de production encadrées par la SAED. Paris, mémoire INA-PG, 128 p.
- Courtessole P., 1974. Modernisation et intensification du colonat de Richard-Toll. Richard-Toll. IRAT, 40 p.
- Courtessole P., Jamin J.Y., 1982. Etude en milieu rural d'un système d'exploitation comportant une petite motorisation. Richard-Toll/Dakar. ISRA, 91 p.
- Courtessole P., 1991. Compte rendu des essais de travail du sol dans deux sols d'aménagement hydro-agricole dans la vallée du Fleuve Sénégal 1976-1984. Montpellier. IRAT, 33 p.
- Dancette C., Baran R., Duc T.M., Gillet N., 1969. Casier sucrier de Richard-Toll. Etude in situ des caractéristiques hydriques et hydrodynamiques des principaux types de sols. Richard-Toll, IRAT, 350 p.
- Dancette C., 1981. Méthode pratique d'estimation des besoins en eau des principales cultures du Sénégal. Bambey, ISRA, 26 p.

- Dancette C., Gay J.P., 1993. Diversification des cultures irriguées au Sahel. Atelier Systèmes Irrigués, 1993/08/31-1993/09/01, Montpellier. Saint-Louis, CIRAD-CA, 13 p.
- De Bon H., 1982. Rapport de synthèse sur les cultures maraîchères en Mauritanie de 1976 à 1982. *Kaédi, CNRADA*, 145 p.
- Deuse J.P.L., Hernandez S., Aubin J.P., Keita L., 1980. Essai de lutte chimique contre les riz sauvages annuels au Sénégal. *L'Agro. Trop.*, vol. 35 (1), p.47-53
- Diatta A., Mbaye A., Diaw Y., 1991. Etude de la production fourragère de quatre légumineuses : *Clitoria ternatea*, *Dolichos lablab* et niébé (*Vigna unguiculata*) variétés 58-75 et 66-35. Saint-Louis, ISRA, 19 p.
- Diemer G., Fall B., Huibers F.P., 1991. Vers une approche paysanne de l'irrigation : enseignement des périmètres irrigués villageois de la vallée du fleuve Sénégal. *Londres, ODI, cahier n°1*, 27 p
- Dingkuhn M., Le Gal P.Y., Poussin J.C., 1993. RIDEV : un modèle de développement du riz pour le choix des variétés et des calendriers culturaux. *Communication au séminaire Nianga, laboratoire de la culture irriguée, ISRA/ORSTOM, Saint-Louis, 19-21 octobre 1993*. 16 p.
- Dingkuhn M., Sow A., Samb A., Diack S., Asch F., 1994. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel. I. Photothermal and microclimatic reponses of flowering. *Agricultural systems, à paraître*, 23 p.
- Dingkuhn M., Miezán K.M., 1994. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel. II. Validation of photothermal constants and characterization of genotypes. *Agricultural systems, à paraître*, 25 p.
- Dingkuhn M., 1994. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel. III. Characterizing environments by simulating crop phenology. *Agricultural systems, à paraître*, 21 p.
- Diop T., 1979. Problèmes entomologiques dans les rizières de la SAED. *Richard-Toll, ADRAO*, 11 p.
- Dome J., 1981. Tolérance au froid du riz. *Richard-Toll, ADRAO*, 3 p.
- Dubus P., 1984. Expérimentations sur les plantations forestières irriguées dans la vallée du fleuve Sénégal. *Nogent-sur-Marne, CTFT*, 181 p.
- Duc T.M., 1972. Contrôle de la nappe salée dans le casier expérimental des 120 hectares à Richard-Toll (Sénégal). *Séminaire International sur les Perspectives pour l'Irrigation en Afrique de l'Ouest, 1972/10/22-27, Ibadan. L'Agro. Trop. Série 2, 1973/09, vol. 28, p. 894-900*.
- Durand J.H., 1965. Etude pédologie du casier de Richard-Toll (3ème groupe) et du périmètre du Diovol. *Richard-Toll, IRAT*, 75 p.
- Gay J.P., Goebel R., Volper S., 1992. Les recherches sur la maïsiculture irriguée à Saint Louis - situation actuelle et perspectives. *In : Réunion bisannuelle du programme maïs de l'IRAT, 1991/09/03-06, Montpellier. Montpellier, CIRAD-IRAT, p. 261-271*.
- Gerini V., 1983. Rapport technique final. *Richard-Toll, ISRA/CILSS/FAO*.
- Godderis W., 1986 : Sélection variétale du riz dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal en rapport avec les contraintes locales. *Saint-Louis, ADRAO*, 100 p
- Goebel R., 1993. Analyse du complexe parasitaire du maïs irrigué sur le fleuve Sénégal. Perspectives de lutte intégrée contre les principaux ravageurs. *In : CIRAD-CA, CORAF, DRA-RCF. Réunion de coordination des recherches phytosanitaires pour la sous-région Afrique de l'Ouest, 1993/01/26-28, Cotonou. Montpellier, CIRAD-CA, p. 108-126*.
- Hardy G., 1921. La mise en valeur du Sénégal de 1817 à 1854. *Paris, Larose*, 376 p.

- Harmand J.M., 1988. L'opération "pôles verts". Plantations et brise-vent irrigués expérimentaux dans la basse vallée et le delta du fleuve Sénégal. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 218, p. 3-32.
- Havard M., 1990. Etude et évaluation des systèmes mécanisés. L'exemple du delta du fleuve Sénégal. Saint-Louis, ISRA, 41 p. *Cahiers de la R-D*, n° 28, p. 17-32
- IRAT, 1972. Dix années d'expérimentation sur les cultures traditionnelles d'hivernage sur le diéri de Kaédi (Mauritanie). *Kaédi. IRAT*, 94 p.
- Jamin J.Y., Caneill J., 1983. Diagnostic sur les systèmes de culture pratiqués dans le cadre de la SAED sur la rive gauche du Fleuve Sénégal. Synthèse d'une opération de recherche. Tome 2 : Le milieu naturel et transformé, conséquences pour le développement et la recherche. Tome 3 : Les systèmes de culture irriguée. *Richard-Toll/Paris, ISRA/ GERDAT/INA-PG*, 162 p. et 210 p.
- Jamin J.Y., 1985 : Principaux herbicides utilisés pour le riz par les paysans ou la recherche dans la vallée du fleuve Sénégal. *ISRA, St-Louis*, 5 p.
- Jamin J.Y., 1986-a. La double-culture du riz dans la Vallée du Fleuve Sénégal : Mythe ou Réalité ? Communication au séminaire Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production, Montpellier, 16 au 19 déc. 1986. *in les Cahiers de la Rech. Dév.*, (12) : 44-55.
- Jamin J.Y., 1986-b. Propositions d'actions de recherche et de développement pour une meilleure connaissance et une meilleure utilisation du milieu naturel de la vallée du fleuve Sénégal. *Saint-Louis, ISRA*, 49 p.
- Jamin J.Y., Ndiaye M., 1986. Analyse des essais N.P. effectués en hivernage 1985 par l'Equipe Système Fleuve sur riz irrigué. *Saint-Louis, ISRA*, 12 p.
- Jamin J.Y., Tourrand J.F., 1986. Evolution de l'agriculture et de l'élevage dans une zone de grands aménagements, le delta du fleuve Sénégal. *Communication au séminaire "Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production", Montpellier, du 16 au 19 déc. 1986. in Cahiers de la Rech. Dev.*, (12) : 21-34.
- Jamin J.Y., Van Brandt H., Kourouma A., Ehemba T., Fall A., Clerget B., 1987. Rapport sur les essais dans le cadre de la recherche d'accompagnement Matam (convention ISRA-SAED), campagne d'hivernage et de saison sèche 1985/86 et synthèse de trois années d'expérimentation. *Saint-Louis, ISRA*, 126 p.
- Jamin J.Y., 1992. La riziculture irriguée. *In : Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M. (eds.). Le développement agricole au Sahel. Tome II. Recherches et techniques. Montpellier, CIRAD, Doc. Syst. Agraires n° 17, p. 51-70.*
- Jammet A., 1953. Etude du milieu et de l'agriculture traditionnelle des populations de la vallée. *Saint-Louis, MAS, bull.* 28, 29 p.
- Kante S., 1990. La gestion technique et économique des matériels agricoles achetés sur crédit CNCAS par les groupements de paysans. Etudes comparatives des sections villageoises de Ndombo, Thiago et Diawar. *Saint-Louis/Thiès, ISRA/INDR*, 126 p.
- Le Bail M., 1981. Etude du fonctionnement de quelques unités de production encadrées par la SAED. *Paris, mémoire INA-PG*, 128 p.
- Le Brusq J.Y., 1980. Etude pédologique des cuvettes de la vallée du Lampsar. *Dakar, ORSTOM*, 114 p.
- Le Brusq J.Y. et Loyer J.Y., 1982. Evolution de la salinité des sols et des eaux en relation avec la riziculture submergée dans le delta du fleuve Sénégal. *Dakar, ORSTOM*, 45 p.

- Le Gal P.Y., 1989. Double culture et riziculture de saison sèche chaude. Présentation d'une étude de cas dans le Delta du fleuve Sénégal (Diawar). *Communication à l'atelier sur la Problématique de la Double Culture et ses Implications pour la vulgarisation agricole, 1989/01/23-25, Ndiaye. Saint-Louis, ISRA, 17 p*
- Le Moigne M., 1968. Compte-rendus d'essais pratiques dans la région du Fleuve en motorisation et en traction animale. *Bambey, IRAT.*
- Loyer J., 1989. Les sols salés de la basse vallée du fleuve Sénégal : caractérisation, distribution et évolution sous cultures. *Paris, ORSTOM, 137 p.*
- Luce C., 1985. La production et l'amélioration du sorgho au Sénégal. In : L'amélioration du sorgho en Afrique de l'Ouest. Atelier régional sur l'Amélioration du Sorgho en Afrique de l'Ouest, 1984/11/27-30, Ouagadougou. *Ouagadougou, ICRISAT, p. 199-211.*
- Lucido M., 1976. Etude agroclimatologique blé-maïs-riz pour une contribution à l'établissement de calendriers culturaux dans la moyenne vallée du Sénégal. *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 96p.*
- Maymard J., 1957. Etude expérimentale des facteurs naturels influant sur les cultures de décrue (les essais de Guédé 1956-1957). *Saint-Louis, MAS, bull. n° 110, 114 p.*
- Maymard J., 1960. Etudes pédologiques dans la vallée du Sénégal. *Saint-Louis, MAS, bull. n° 112, 38 p.*
- Michel P., 1957. Rapport préliminaire sur la géomorphologie de la vallée alluviale du Sénégal et de sa bordure. *Saint-Louis, MAS, bull. n° 111.*
- Monnier J., Aubin J.P., Diallo M., Courtessolle P., Cisse D., Sow Y., 1973. Premiers résultats d'une opération de pré vulgarisation au colonat de Richard Toll. *Richard Toll, IRAT, 36 p.*
- Moscal T., 1977. La culture irriguée du blé en zone ouest sahélienne (manuel à l'intention des techniciens). *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 70 p.*
- Moscal T., 1978. Rapport de campagne saison sèche-froide 1976-77 et hivernage 77 (maïs, sorgho, triple culture céréalière et soja). *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 38 p.*
- Mutsaers M., Van Der Velden J., 1973. Le dessalement des terres salées du delta du fleuve Sénégal. Bilan de trois années d'expérimentations et perspectives. *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 73p*
- Ndiaye A., Ndiaye J.P., Gay J.P., Goebel R., Volper S., 1990. Synthèse des activités de recherche-développement projet maïs irrigué. *Saint-Louis, ISRA, 17 p*
- Ndiaye M., 1984. Itinéraires techniques relatifs à la culture de maïs dans le périmètre de Djandioly-Garly. Critères de choix, conséquences sur les temps de travaux et les rendements. *Saint-Louis/Richard-Toll, ISRA, 102 p.*
- Ndiaye M., Jamin J.Y., 1986. Résultats des essais de saison sèche froide sur tomate. *Saint-Louis, ISRA, 15 p.*
- Ndiaye M., Henry C., 1987. Analyse des résultats des essais niveaux de protection phytosanitaire sur tomate de contre-saison froide 86/87 à Diagnoum. *Saint-Louis, ISRA, 7 p.*
- Nieul M., Le Moigne M., 1968 : Essais de sarclo-binage dans le delta du fleuve Sénégal en traction animale. *Bambey, IRAT, 5 p.*
- Pagès J., 1993. Les systèmes de culture maraîchers dans la vallée du fleuve Sénégal. Pratiques paysannes. Evolution. *Communication à l'atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée dans la moyenne vallée du Sénégal", Saint-Louis, 19-21/10/93. Dakar, ORSTOM, 14 p*
- Poisson C., 1970 : Bilan de 25 années de recherches rizicoles à Richard-Toll (Sénégal). *IRAT, Richard-Toll, 96 p.*
- Portères R., 1950. Vieilles agricultures de l'Afrique intertropicale. Centres d'origine et de diversification variétale primaire et berceaux d'agriculture antérieurs au XVI^e siècle. *L'Agronomie tropicale, vol. 5 (9/10), p. 489-507.*

- Poulain J.F., Couey M., Sapin P., 1970. Etude comparée de systèmes d'exploitation en culture irriguée. *Saint-Louis, IRAT, 21 p.*
- Poussin J.C., 1993. Gestion technique de la riziculture irriguée. *Communication à l'atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée dans la moyenne vallée du Sénégal". Saint-Louis, 19-21/10/93. Dakar, ORSTOM, 15 p.*
- Reynard A., 1983. Rapport de synthèse des travaux effectués à la station de N'Diol. Possibilités et intérêts de différents modèles d'exploitation familiaux. *Saint-Louis. ISRA, 112 p.*
- Reynaud A., Aubin J.P., Nieul M., Goarin P., Le Craz J., Monnier J., Beye G., Jan P., 1972. Recherches agronomiques concernant la riziculture dans le delta du fleuve Sénégal. *Richard-Toll. IRAT/SAED, 147 p.*
- Rijks D.A., 1976. Agrométéorologie. Développement de la recherche agronomique dans le bassin du fleuve Sénégal. *Rome/Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 171 p.*
- Rochette C., 1974. Le bassin du fleuve Sénégal. Monographie hydrologique. *Paris, ORSTOM, 440 p.*
- Roberge G., 1984. Rapport annuel sur les cultures fourragères 1983. *Dakar, ISRA, 52 p.*
- Sapin P., Courtesole P., Couey M., Sene D., Poulain J.F., Nicou R., Dancette C., 1970. Rapport analytique campagne d'hivernage 1968 et campagne de saison sèche 1968-1969 du projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal. *Saint-Louis, IRAT, 96 p.*
- Sapin P., Reynard A., 1968. La culture de décrue du sorgho dans la vallée du fleuve Sénégal. Quelques techniques culturales simples pour son amélioration. *L'Agro. Trop. Série 1, vol. 23, n° 8, p. 864-871*
- SEDAGRI, 1973. Etude pédologique. Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal. *Paris, BDPA / IRAT, PNUD / FAO/OMVS, 252 p.*
- Seguy J. et al, 1985 : La recherche agronomique dans la vallée du Fleuve Sénégal. Bilan et diagnostic. *Paris/Saint-Louis, ISRA/SAED/FAC, 155 p.*
- Sonko M., 1974. Note sur les potentialités et aptitudes culturales de trois types de sols de la moyenne vallée du Sénégal. *Richard-Toll/Bambey, IRAT, 35p*
- Tourrand J.F., Jamin J.Y., Landais E., 1985. L'élevage dans les systèmes de production du delta du fleuve Sénégal : bilan des connaissances acquises. *Dakar/Saint-Louis, ISRA, 77 p.*
- Tourrand J.F., Roberge G., Duret V., Jamin J.Y., 1986. Recherche sur les cultures fourragères irriguées dans la région du fleuve Sénégal : résultats acquis en 1985. *Dakar/Saint-Louis, ISRA, 21 p.*
- Tourrand J.F., 1993. L'élevage dans la révolution agricole au waalo. Ruptures et continuité. *Thèse de l'Univ. Paris XII, 416 p.*
- Tricart J., 1961. Notice explicative de la carte géomorphologique du delta du Sénégal. *Paris, BRGM, mém. n° 8. 118 p*
- Trinh T.T., 1976. Le cycle végétatif du riz, incidence des contraintes climatiques dans la vallée du Sénégal. *Dakar, PNUD/FAO/OMVS, 19 p.*
- Trinh T.T., 1977. L'expérimentation sur la triple culture céréalière annuelle dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 50p*
- Trouche G., 1992. Synthèse de trois années de recherche sur l'amélioration variétale du sorgho. *Bambey, ISRA, 6 p.*
- Vachaud G., Dancette C., Sonko M., Thony J.C., 1978. Méthodes de caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol non saturé. Application à deux types de sol du Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique. *Annales Agronomiques, vol. 29, n° 1, p. 1-36.*
- Van Brandt H., 1984. Rapport sur la campagne d'essais multiloceaux en milieu paysan dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal. *Saint-Louis, ADRAO, 28p*

□ Van Brandt H., 1987. Rapport sur les essais de vérification en milieu paysan. *Saint-Louis, ADRAO, 48 p.*

□ Van Damme P., 1982. Rapport technique final. *Dakar, FAO/ISRA-CDH, 14 p.*

□ Van Hove C., Diara H.F., Godard P., 1983. *Azolla* en Afrique de l'Ouest. *Richard-Toll, ADRAO, 30 p.*

□ Wanders A.A., 1974. La préparation du sol, le semis et le désherbage en riziculture. *Rome, FAO, 9 p.*

□ Zante P., 1984. Caractérisation et évolution des propriétés hydriques des sols alluviaux de la vallée du fleuve Sénégal. Périmètres de Tilène, Dagana, Savoigne. *Dakar, ORSTOM.*

□ □ □

