

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES

Spécialisation : *Economie du développement Agricole,
Agro-alimentaire et Rural*

**Analyse de la tarification de l'eau
sur les périmètres irrigués du delta
du fleuve Sénégal**

Par

Charles FALL

Directeurs de mémoire :
Thierry RIEU (Cémagref, Montpellier)
Pierre -Yves LE GAL (Cirad- Tera, Montpellier)

Année universitaire : 1998/1999

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté pour l'obtention du **DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES**

Spécialisation : *Economie du développement Agricole,
Agro-alimentaire et Rural*

**Analyse de la tarification de l'eau
sur les périmètres irrigués du delta
du fleuve Sénégal**

Par

Charles FALL

Directeurs de mémoire :
Thierry RIEU (Cémagref, Montpellier)
Pierre -Yves LE GAL (Cirad- Tera, Montpellier)

Année universitaire : 1998/1999

Remerciements

Ce document est le résultat d'un travail de trois effectué au CIRAD-TERA de Montpellier en collaboration avec le CEMAGREF.

Il s'intègre dans le programme de recherche "*Gestion des systèmes de culture et organisation collective de la production : Elaboration d'une démarche d'aide à la gestion des périmètres irrigués*".

Mes remerciements s'adressent à :

Pierre -Yves Le Gal pour la préparation du stage et les conseils dans l'élaboration de mon mémoire,

Thierry Rieu qui, tout le long de ce mémoire a su me faire partager son expérience de la recherche et ses réflexions sur la tarification,

Adama Touré pour sa disponibilité, son écoute, ses conseils et la base de données mise à ma disposition,

Jean Michel Sourisseau qui m'a permis d'avancer dans la compréhension de certains comportements et stratégies des agriculteurs de fleuve Sénégal.

Que ces personnes trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour leur dévouement et leur aide dans l'élaboration de ce document.

Sommaire

1. INTRODUCTION	4
2. CONTEXTE	5
2.1. Historique de l'aménagement du delta du fleuve Sénégal	5
2.2. La politique de transfert et de désengagement de l'Etat	12
2.3. Le réseau d'irrigation des aménagements hydro-agricoles comme élément d'organisation fonctionnelle.	17
3. PROBLÉMATIQUE	19
3.1. Quelques principes de gestion de la demande en eau	19
3.2. Les fondements théoriques de la tarification	20
3.3. Faiblesse des tarifs	21
3.4. La tarification : concilier des objectifs diversifiés et conflictuels	21
3.5. Les caractéristiques de la demande en eau :	22
3.6. Coûts d'utilisation des ressources.	23
3.7. Flexibilité de la demande en eau et élasticité par rapport au prix	23
3.8. La théorie générale de la tarification de l'eau	24
3.9. Diagnostic des problèmes de tarification de l'eau à travers un périmètre irrigué autogérés du delta du fleuve Sénégal ; le cas de Pont gendarme	35
4. MÉTHODOLOGIE	42
4.1. Le modèle général de fonctionnement d'un périmètre irrigué	42
4.2. Le jeu de données	44
5. RÉSULTATS	55
5.1. L'outil de simulation	55
5.2. Les simulations	59
6. DISCUSSION	74
6.1. Modèles de tarification	74
6.2. Résultats	76
7. CONCLUSION	78
BIBLIOGRAPHIE	80
ANNEXES	83

1. INTRODUCTION

Le présent mémoire a été élaboré dans le cadre de la formation du Diplôme d'Etude Approfondi (DEA) d' « *Economie de développement rural, agricole et agro-alimentaire* » de l'université de Montpellier 1 et de l'ENSA-M de Montpellier.

Il s'intègre dans l'action thématique programmée « *Gestion des systèmes de culture et organisation collective de la production : Elaboration d'une démarche d'aide à la gestion des périmètres irrigués* » du Cirad-tera conduit par M Pierre -Yves Le Gal et avec la collaboration de Thierry RIEU (Cémagref).

Ce sujet a déjà fait l'objet d'une étude que j'ai conduite dans le cadre d'un mémoire de Master of Science en « *Economie de Développement Rural et Projets* » de l'Institut Agronomique Méditerranéenne de Montpellier. L'objet a été d'analyser la fonction de coût des gestionnaires et les modalités de paiement de la redevance en eau sur les périmètres irrigués du Delta du fleuve Sénégal par le biais d'une analyse financière de la gestion de ces périmètres par les organisations d'usagers (les Unions) (Fall Ch, 1998).

Dans le contexte difficile où évoluent les organisations gestionnaires des périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal, le choix d'un mode de tarification de l'eau et la gestion de cette redevance auprès des usagers prennent un relief particulier.

Dans le but d'approfondir la réflexion sur la question aux problèmes de la tarification qui été identifié dans le delta comme une demande institutionnelle forte (SAED, CIRAD, Organisation de producteurs, etc.), cette étude se donne pour objectif de réfléchir à l'élaboration d'une démarche d'aide au choix de la tarification de l'eau sur des périmètres irrigués.

Ce mémoire est articulé autour de 5 parties :

Dans la première partie, nous rappelons le contexte de l'étude et les processus du transfert de gestion des périmètres aux usagers,

En deuxième lieu, nous passons en revue les systèmes de tarification tels que présentés par la théorie économique,

La troisième partie pose la problématique de l'aide au choix d'un mode de tarification,

La quatrième partie concerne la présentation du modèle retenu et le commentaire des résultats de simulation,

Une dernière partie ouvre le débat sur les modes de tarification et leur applicabilité.

2. CONTEXTE

2.1. HISTORIQUE DE L'AMENAGEMENT DU DELTA DU FLEUVE SENEGAL¹

Dans sa partie Sénégalaise, le delta du fleuve Sénégal s'étend sur 5 000 km² de la ville de Richard-Toll jusqu'à Saint-Louis (voir carte en annexe). Dans un souci de simplification pour l'utilisation des données de statistiques agricoles, le delta est improprement étendu aux limites du découpage administratif, soit jusqu'à l'est de la ville de Dagana.

Cette région présente de nombreuses spécificités qui ont favorisé le développement de la riziculture irriguée : spécificités du milieu physique avec une faible pluviométrie, des sols argileux et salés, la réalisation d'infrastructures ; et spécificités du contexte socio-économique avec la faiblesse des droits fonciers traditionnels, une politique de peuplement et l'implantation récente de la culture irriguée (Le Gal P. -Y. et Dia I., 1991).

2.1.1. Des premiers aménagements aux aménagements tertiaires (1938 - 1972).

"Durant la seconde guerre mondiale, le déficit alimentaire du Sénégal s'était fait cruellement sentir, à cause de l'arrêt des importations de riz, particulièrement celles en provenance d'Indochine. Dès la fin du conflit, les services compétents décidèrent de produire rapidement et sur de grandes surfaces du riz destiné à soustraire le Sénégal d'un approvisionnement extérieur devenu aléatoire. Le delta du fleuve Sénégal, vide d'hommes ou peu s'en faut, avec ses vastes étendues plates en grandes parties incultes, envahies par les eaux de crue et pâturées par les troupeaux de pasteurs maures et peulhs en saison sèche, convenait à première vue pour une telle expérience" (Diagne, 1974).

Le modèle de base : la période avant SAED (1938 - 1964).

Dès les premières opérations, les objectifs fixés pour la mise en valeur du delta étaient ambitieux. Durant les 7 années qui ont suivi sa création (1938-1945), la Mission d'Aménagement du Sénégal (M.A.S.) entreprend des études pour la création de 50 000 ha de rizières dans le delta. De 1945 à 1958, 6 000 ha seront progressivement réalisés dans la zone

¹ Cette partie est empruntée à la communication de Bélières Jean François et Kane Abdourahmane. *Aménagements hydro-agricoles publics et privés dans le delta du fleuve Sénégal : développement et perspectives*. Colloque international : "Quel avenir pour les rizicultures de l'Afrique de l'Ouest ?", Bordeaux, 4-7 avril 1995, 16 p. + cartes 5 p. p.,

de Richard-Toll (le casier rizicole de Richard-Toll) et irrigués à partir de l'eau retenue dans le Lac de Guiers grâce à un ouvrage² sur la Tahouey bloquant la remontée saline pendant les étiages. Mais 1 000 ha ne pourront être exploités pour des raisons de drainage et de salinité.

Le périmètre sera exploité en régie par les services de l'agriculture, puis, la société ORTAL, enfin, à partir de 1960 par la Société de développement rizicole du Sénégal (S.D.R.S.). Sa gestion restera fortement déficitaire (BCEOM, 1984). Selon Diagne (1974), les causes de l'échec de ce casier rizicole sont l'insuffisance du planage, la dégradation du casier, le retard dans l'exécution des différentes opérations culturales, la mauvaise organisation générale des activités et l'insuffisance de l'entreprise en matière de gestion.

La riziculture irriguée a été introduite sur la base d'une exploitation agro-industrielle mécanisée. Les exploitations agricoles traditionnelles de la zone n'ont pas été concernées sauf pour fournir une partie de la main d'œuvre permanente ou saisonnière.

Ce périmètre est resté de type agro-industriel. Il est exploité, depuis 1971, par la Compagnie sucrière sénégalaise (C.S.S.), qui a procédé à un réaménagement complet des terres et à une extension des superficies³ pour la production de canne à sucre.

C'est en 1956 qu'une association de producteurs de la région obtient 400 ha à l'ouest du casier de Richard-Toll (le casier du Colонат). La fourniture de l'eau, la préparation mécanique des terres et le battage des récoltes sont assurés par les sociétés d'exploitation (S.D.R.S. et suivantes) que les producteurs remboursent en nature.

C'est sur la base de ce modèle - gestion étatique et production mécanisée - que sera développée la riziculture irriguée dans le delta jusqu'à la fin des années 80.

Les aménagements en submersion contrôlée et l'installation de la riziculture (1964 - 1972).

La construction de la digue sur la rive gauche⁴ est achevée en 1964. Elle est équipée d'ouvrages pour le contrôle de la submersion dès l'arrivée de la crue et permet la protection de 30 900 ha de cuvettes⁵.

² Le pont-barrage de Richard-Toll à l'embouchure de la Tahouey construit en 1948.

³ La CSS dispose, en 1995, d'une superficie brute totale de 16 000 ha dont environ 8 000 ha aménagés dont 7 350 ha couverts par la canne à sucre (Mars 95),

La Société d'aménagement et d'exploitation des terres du delta (SAED)⁶ est créée en 1965. Elle a pour mission d'aménager les cuvettes inondables, d'organiser le peuplement du delta et d'initier les paysans à la riziculture irriguée. L'objectif initial est d'aménager 30 000 ha en 10 ans et de fixer 9 000 familles.

Dans un premier temps, les aménagements se limitent à un endiguement de protection contre les crues et à la construction d'ouvrages vannés pour réguler l'entrée de l'eau en fonction des besoins et empêcher toute remontée d'eau marine en période de basses eaux. Ils sont appelés *aménagements primaires*.

Les objectifs de mise en valeur des cuvettes par submersion contrôlée seront rapidement revus à la baisse. En raison de la topographie, seule une faible partie des superficies classées cultivables à l'intérieur des cuvettes est effectivement productive. La bonne exécution du cycle cultural était dépendante à la fois des pluies pour la préparation des sols, le semis et le début du cycle végétatif, et de la crue pour la submersion de la levée à la floraison. Les irrégularités des précipitations et de la crue, aussi bien en terme d'occurrences que d'importances, rendaient aléatoire la mise en valeur et les productions.

Les superficies cultivées sur les aménagements primaires resteront faibles et ne dépasseront pas 4 000 ha/an. Ces aménagements subiront des modifications successives visant à améliorer le remplissage des cuvettes et l'écoulement interne de l'eau avec la construction de canaux et de diguettes ; ils seront alors appelés *aménagements secondaires*. Enfin, après la crue gravement déficitaire de 1968, trois stations de pompage⁷ seront édifiées pour assurer le remplissage des principaux adducteurs et des cuvettes (Seck, 1991).

Entre 1965 et 1972, les terres réellement cultivables dans des aménagements primaires puis secondaires plafonnent à environ 11 000 ha. Le déroulement du cycle cultural reste aléatoire

⁴ Digue de 84 km le long du fleuve de la dune occidentale jusqu'à Rosso où elle rejoint l'endiguement de Richard-Toll

⁵ Ces cuvettes sont celles de Djeuleuss-Thiagar : 1 600 ha, Boundoum Nord : 2 600 ha, Boundoum Ouest : 900 ha, Kassack Nord : 800 ha, Kassack sud : 400 ha, Tellel : 750 ha, Grande digue : 450 ha, Débi : 1 100 ha, Djoudj : 13 500 ha, Djeuss amont : 2 500 ha et 900 ha, Djeuss aval : 1900 ha et 1 000 ha, Lampsar et Savoigne : 2 500 ha. A ces cuvettes, s'ajoutent celles de Dagana, Gaë, Ndombo et Thiago pour une superficie de 2 100 ha (voir carte de localisation)

⁶ Etablissement public à caractère industriel et commercial avec une existence juridique propre contrairement à l'organisation précédente l'Organisation autonome du delta (O.A.D. de 1961 à 1965).

⁷ Il s'agit des stations Thiagar (1 600 ha), Ronkh (qui alimente l'axe Gorom-Lampsar avec 6 800 ha de cuvettes) et Diawar (2 500 ha de la cuvette de Boundoum Nord).

avec en moyenne seulement 65 % des superficies ensemencées qui sont récoltées, et les rendements restent faibles, en moyenne 1,2 à 2,2 tonnes par hectare récolté (OMVS 1980).

Les terres rizicultivables du Delta ont été affectées, par décret en juin 1965, à la SAED. Celle-ci organise le paysannat, partiellement composé d'immigrants⁸, en coopératives (30 en 1972) regroupant les riziculteurs au sein des cuvettes. La population rurale du delta, y compris la zone de Dagana, augmente fortement. Elle passe de 8 000 personnes en 1960 à 28 000 personnes en 1968, dont plus de 18 000 immigrants (source : BCEOM, 1984).

Au cours de cette période, les objectifs visant le peuplement du delta et l'introduction de la riziculture irriguée ont été atteints. Mais les résultats en terme de production demeuraient faibles, la contribution à la satisfaction des besoins nationaux étant insignifiante. Par ailleurs, la production restait aléatoire et sa sécurisation était un élément indispensable pour fixer définitivement les populations.

2.1.2. Les aménagements en maîtrise totale de l'eau (1972 - 1982).

Pour apporter une solution au caractère aléatoire de la production rizicole sur les cuvettes aménagées, la SAED a réalisé, à partir de 1972, des aménagements permettant une maîtrise complète de l'eau, appelés *aménagements tertiaires*. Cette maîtrise est obtenue par des unités de pompage en tête de réseau permettant d'irriguer quel que soit le niveau de la crue, par un cloisonnement dense grâce à un réseau de diguettes qui limitent les dénivelés et par un réseau de canaux d'irrigation et de drainage hiérarchisés qui permettent la réalisation dans de bonnes conditions des pratiques hydrauliques : irrigation, assecs et drainage (Seck S. M., 1991).

Petit à petit, les aménagements secondaires seront transformés en aménagements tertiaires. L'irrigation par submersion contrôlée sera abandonnée en 1978. Tous les nouveaux aménagements seront réalisés sur ce nouveau modèle.

La réalisation des périmètres nécessite des travaux importants, des investissements nettement plus élevés, de l'ordre d'un million de FCFA courants par ha, et entraîne des frais d'exploitation pour l'entretien et le fonctionnement.

⁸ Installés notamment dans les villages neufs de Boundoum Barrage, Kassack Nord et Kassack Sud. Les deux autres villages réalisés par la SAED : Boundoum Est et Diawar (appelé aussi Boundoum-Nord), ont été peuplés avec des paysans provenant d'autres villages du delta.

Durant toute cette période, l'aménagement du delta n'est ni programmé ni réalisé selon un schéma d'ensemble, mais effectué cuvette par cuvette en fonction des opportunités offertes par les bailleurs de fonds.

Les superficies aménagées progresseront lentement : de 500 ha (l'aménagement du colonat) en 1971 à près de 10 000 ha en 1980. Les principes de l'organisation pour la mise en valeur restent les mêmes. La SAED assure la gestion de l'aménagement et la fourniture de l'eau aux parcelles. Elle fixe le calendrier cultural, réalise les prestations mécanisées pour la préparation du sol et le battage, fournit les intrants et commercialise le paddy. Les paysans organisés en coopératives, elles-mêmes subdivisées en groupements de producteurs qui correspondent plus ou moins aux mailles hydrauliques, remboursent en nature.

Durant cette période, les résultats acquis restent faibles. Les superficies aménagées n'évoluent que très faiblement et passent de 11 000 ha en 1972 à 12 300 ha en 1982. Le taux de mise en valeur se dégrade rapidement après la mise en service des grands aménagements en raison des erreurs de conception et de l'absence d'entretien (Bailhache et al, 1982). Toutefois, la maîtrise de l'eau permet une amélioration sensible des rendements en riz. La production de paddy dans le delta passe de 10 000 tonnes en 71/72 à 37 500 tonnes en 82/83. Mais elle reste fortement autoconsommée. Sur une production totale de paddy dans la Vallée estimée à 54 400 tonnes, seulement 19 000 tonnes, soit 35 %, sont commercialisées par la SAED, ce qui représente à peine 4 % des importations de riz de l'année 1982.

En 1974, la SAED⁹ a vu son aire d'action étendue à l'ensemble de la rive gauche. En 1981, elle devient une société nationale, industrielle et commerciale par actions avec pour mission le développement rural intégré des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé. Son capital est de 2,5 milliards de FCFA, entièrement souscrit par l'Etat. A partir de cette date, elle est liée à l'Etat dans l'exécution de ses tâches par des Lettres de Mission triennales (voir rappel de la situation avant NPA pour plus de détails) qui définissent les objectifs, les programmes et les moyens à mettre en œuvre ainsi que les obligations entre les deux parties. Son nouveau statut lui donne une autonomie de gestion technique et financière.

Au début des années 80, les études et évaluations faites mettent l'accent sur le coût très élevé des grands aménagements, 3 à 5 millions de FCFA par hectare, et les difficultés d'exploitation

⁹ Son appellation est devenue Société d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé.

et de gestion pour des résultats jugés insuffisants avec des rendements de l'ordre de 4 t/ha de paddy et un taux de mise en culture de l'ordre de 50 à 60 %. Les PIV¹⁰ au contraire sont moins coûteux, de 500 000 à 1 million FCFA par hectare, et obtiennent de meilleurs résultats avec des rendements de 4,5 à 5,5 t/ha et un taux de mise en culture supérieur à celui des grands aménagements. Parmi les arguments avancés pour expliquer ces meilleurs résultats figurent la participation des producteurs à la réalisation des aménagements et leur responsabilisation au niveau de sa gestion qui génèrent une appropriation de l'outil de production par les principaux bénéficiaires.

En 1982, les superficies aménagées dans le delta sont estimées à 12 300 ha dont 10 400 ha de grands aménagements (aménagements SAED), 550 ha d'aménagements intermédiaires¹¹ et 1 350 ha de périmètres irrigués villageois (PIV) dont une partie réalisée hors du contrôle SAED.

L'organisation de la production reste inchangée¹². La SAED gère l'ensemble de la filière et fournit aux producteurs des services ou des intrants à prix subventionnés. Les prix du paddy et du riz sont administrés. Cette organisation laissait peu d'autonomie aux producteurs et posait de nombreux problèmes : faible niveau de remboursement des crédits de campagne par les producteurs, retards d'approvisionnement, mauvais entretien des aménagements, charges de structure et coûts de production élevés (Le Gal et Dia, 1991).

En 1987, les superficies aménagées sont estimées à un peu plus de 13 000 ha, dont 10 600 ha de grands aménagements, 650 ha d'aménagements intermédiaires et 2 000 ha de PIV.

Le niveau de mise en exploitation se maintient aux environs de 90 % dans le delta pour la période considérée, presque uniquement en riz d'hivernage. La production rizicole de saison chaude et celle de la tomate en saison froide restent marginales. La SAED a la responsabilité de la gestion et de l'entretien des aménagements, mais les opérations d'entretien restent ponctuelles et très limitées et les périmètres se dégradent petit à petit. En 1987, débute un important programme de consolidation et de développement de l'agriculture irriguée dans le delta¹³ qui prévoit la réhabilitation des principaux grands aménagements.

¹⁰ Périmètres irrigués villageois

¹¹ Les unités autonomes d'irrigation de Ndombo et Thiago

¹² Il faut noter toutefois la création à partir de 1983 des sections villageoises qui remplaceront petit à petit les coopératives (organisation qui regroupent les habitants de plusieurs villages).

¹³ Programme Irrigation IV qui regroupe plusieurs bailleurs de fonds et notamment la Banque Mondiale, la Caisse Française de Développement (CFD) et la KFW (Allemagne)

Enfin, cette période est marquée par l'adoption, en 1984, de nouvelles orientations en matière de politique agricole (connues sous l'appellation de Nouvelle Politique Agricole) qui visaient la libéralisation des échanges et des conditions de production; le désengagement de l'Etat s'accompagnant d'une responsabilisation des producteurs et de l'incitation au secteur privé. Ces orientations seront confirmées et précisées à plusieurs reprises dans des Déclarations de Politique de Développement Agricole et mises en œuvre dans le cadre du Plan d'Ajustement du Secteur Agricole.

Dans la Vallée du fleuve Sénégal, cette politique a été mise en œuvre progressivement à partir de 1986/87, avec le désengagement de la SAED des fonctions productives ou commerciales qu'elle exerçait. Elle se poursuit avec le transfert aux associations d'usagers de la responsabilité de la gestion des grands aménagements hydro-agricoles.

A partir de 1987, c'est une nouvelle période qui débute dans l'histoire de l'aménagement du delta.

La période 1987 - 1994 constitue bien un tournant important dans l'histoire de l'aménagement du delta du fleuve Sénégal. L'option étatique qui a caractérisé la politique d'irrigation pendant près de 50 ans est abandonnée avec comme premier effet un développement extraordinaire, mais désordonné, des superficies aménagées et rizicultivées.

Cette expansion des superficies a surpris l'ensemble des organisations impliquées dans le développement de la région, à commencer par la SAED chargée de l'aménagement. Rien n'était prévu pour contrôler ce mouvement. Il n'existait aucune obligation de déclaration, de respect de normes techniques ou de respect des infrastructures existantes. Il n'existait aucune disposition de type financier (emprunt à long terme) pour favoriser ou inciter les producteurs à réaliser des aménagements techniquement durables. Il n'existait aucun plan d'aménagement global du delta sur la base duquel auraient pu être organisés et répartis les aménagements privés.

Les questions sur le devenir des aménagements hydro-agricoles et donc de la production rizicole ne se posent plus dans les mêmes termes qu'à la fin des années 80, mais elles restent nombreuses et complexes.

Le potentiel productif que constitue le delta est mal valorisé et menacé : dangers de salinisation et d'alcalinisation des sols, problèmes de pollution posés par les eaux de drainage, diminution des zones de parcours, développement de la bilharziose et du paludisme,

dégradation des sites écologiques, etc. En l'état actuel des choses, la plupart des aménagements privés ne sont pas reproductibles ni sur le plan technique, ni sur le plan économique et la pérennité des aménagements SAED transférés n'est pas assurée.

C'est le devenir de la riziculture dans cette région qui pourrait être compromis si l'Etat ne s'était pas d'ores et déjà doté d'une stratégie et d'un programme de développement qui visent à garantir sur le long terme l'exploitation et le développement des aménagements hydro-agricoles tout en préservant l'environnement et les ressources naturelles.

2.2. LA POLITIQUE DE TRANSFERT ET DE DESENGAGEMENT DE L'ETAT

2.2.1. Rappel de la situation avant la Nouvelle Politique Agricole

En 1981, la SAED érigée société nationale, travaille désormais sur la base d'un contrat triennal qui la lie au gouvernement Sénégalais. Ce contrat est encore appelé “**lettre de mission**”.

La première lettre de mission (1981-1984) avait pour objectif la réorganisation interne de la société et la re-définition de ses modalités d'intervention (planification et contrôle de toutes les actions d'aménagement rural et de mise en valeur entreprise en un point quelconque de la zone qui lui est confiée).

Sur le plan technique, jusqu'au désengagement, la SAED faisait figure d'une véritable entreprise agricole qui aménageait les terres, travaillait le sol, apportait les intrants, imposait à travers un encadrement dirigiste des normes d'utilisation des intrants, gérait la distribution de l'eau, s'occupait de la commercialisation et de la transformation du paddy.

Le paysan très peu responsable jouait dans ce système le rôle de “manœuvre agricole” dont la tâche se limitait à semer, épandre ses engrais et ses herbicides; tout cela dans le strict respect des normes vulgarisées par l'encadrement SAED.

Sur le plan économique, la production était subventionnée par l'Etat. Les intrants étaient fournis par la SAED à crédit sans intérêt ni apport personnel.

Le coût hydraulique (estimé alors 80 000 FCFA/ha) était facturé aux producteurs à 25 000 FCFA/ha.

Les charges de production étant faibles et les intrants étant disponibles puisque fournis par la SAED, les résultats économiques étaient assez satisfaisants.

Dans l'ensemble, la situation économique générale pendant cette phase était considérée comme assez saine.

Sur le plan social, la distribution des terres nouvellement aménagées a été faite par la SAED (après un travail d'enquête démographique devant aboutir à la détermination du nombre d'actifs à la charge de chaque attributaire, ce qui fait en moyenne 1,25 ha par attributaire). Pour développer l'esprit collectif, les paysans sont regroupés en groupements de producteurs en fonction de leurs affinités; chaque groupement regroupant 12 à 20 membres ou attributaires.

2.2.2. Le principe du désengagement

En Avril 1984, la NPA¹⁴ entre en vigueur au Sénégal. Ses principes fondamentaux peuvent être résumés comme la création de conditions de relance de la production dans un cadre qui favorise la participation effective et la responsabilisation des paysans et en conséquence la réduction de l'intervention de l'Etat.

Presque en même temps que la NPA, la deuxième lettre de mission traduisant de façon plus concrète les directives de la NPA pour la SAED entre en vigueur pour une durée de 3 ans (84-87).

Les principaux objectifs étaient:

- la répartition des charges entre l'Etat et les agriculteurs ;
- le transfert au secteur privé d'un certain nombre de fonctions dans le domaine du crédit, de la production, de la commercialisation et de la transformation.

L'objectif du désengagement est de transférer aux groupements d'agriculteurs et à d'autres privés les activités décentralisables qui n'ont pas le caractère de service public, ce dernier restant du ressort de la SAED.

¹⁴ Nouvelle Politique Agricole

Mais ce transfert suppose que l'environnement économique et social permette aux opérateurs privés d'assurer effectivement le relais.

Depuis 1990, la SAED se désengage progressivement de la gestion et de l'entretien des grands aménagements en transférant ces responsabilités et les charges inhérentes à des associations d'usagers. Ce sont plus de 7 600 ha de grands périmètres¹⁵, neufs ou réhabilités, qui ont été transférés aux associations d'usagers. A moyen terme, la gestion de tous les aménagements terminaux sera totalement privatisée.

La position de la SAED vis à vis du transfert est résumée dans le paragraphe suivant:

D'abord perçue comme une opération nécessaire mais risquée, elle s'avère à ce jour une réussite¹⁶. C'est en effet sur les périmètres réhabilités et transférés que les agriculteurs obtiennent les meilleurs rendements et remboursent le crédit. Pourtant un sujet d'inquiétude majeur subsiste, celui de la capacité de ces organisations à maintenir les installations hydrauliques en état de fonctionnement : bien qu'elles aient provisionné dans cette intention, elles n'ont pas réalisé tous les travaux nécessités par les premières années d'exploitation.

L'OMVS a entrepris en 1993-94, la réhabilitation de la digue rive gauche (partie Sénégalaise) après avoir réalisé la digue rive droite en Mauritanie. A la fin de cette opération, l'aménagement du fleuve pour la production agricole sera achevé et l'eau sera disponible toute l'année ; ce qui permettra d'améliorer le taux de mise en valeur des aménagements par l'extension de la double culture, d'autant que l'offre en eau n'est pas limitante en entrée de périmètre. Le niveau du fleuve pourrait être élevé à la côte 2,25 mètres à Diama, ce qui permettrait l'irrigation gravitaire d'un grand nombre de périmètres du delta pour lesquels il est aujourd'hui nécessaire de pomper l'eau.

2.2.3. Le cadre du désengagement

La production irriguée dans la delta du fleuve Sénégal était largement subventionnée par le biais de :

¹⁵ Il s'agit pour les périmètres réhabilités de : Thiagar, Dagana A et B, Thilène, Pont-Gendarme, Kassack Sud, Kassack Nord E et F, Boundoum, Debi Tiguet et pour les périmètres neufs de : Kassack Nord A et D et Thiago Guiers.

¹⁶ ... qui reste à confirmer sur le long terme

- subventions directes : engrais, pièces détachées, gratuité de la main d'œuvre pour l'entretien des réseaux, participation très faible des paysans aux amortissements , crédits de campagne à taux bonifié, dettes annulées, etc.
- subventions indirectes : prix administrés, transport.

Ces subventions grevaient lourdement le budget de l'Etat à travers les subventions à la SAED et créaient chez les paysans une situation d'assistance.

Avec l'adoption de la nouvelle politique agricole en 1984 et sa mise en application dans la vallée à la fin des années 80, le contexte organisationnel connaît une profonde mutation. Le retrait de la SAED a été relayé par de nombreux opérateurs privés, d'origine rurale et urbaine, qui ont investi les secteurs de la fourniture d'intrants et de services mécanisés. Le financement de la production jusqu'alors dévolu à la SAED est pris en charge par la caisse nationale de crédit agricole du Sénégal.

2.2.3.1. Les différentes phases du transfert

En 1984, l'Etat instaure une Nouvelle Politique Agricole (NPA) qui prévoit le désengagement progressif des sociétés d'Etat au profit des organisations paysannes existantes.

Ce processus de transfert a commencé à partir de 1986 dans la vallée, et les principales phases sont les suivantes :

- 1986 : la gestion des terres du delta passe sous la responsabilité des communautés rurales (zones de terroir).
- 1987-1988 : transfert du crédit à la CNCAS¹⁷,
- 1987 - 1988 : transfert aux privés des fonctions d'approvisionnement en intrants (engrais, pesticides, etc.),
- 1987-1989 : les prestations mécanisées sont désormais assurées par des privés,
- 1989 : Privatisation des ateliers d'entretien et de réparation,
- à partir de 1990: transfert de la gestion des aménagements aux organisations paysannes,
- 1994 : Privatisation des usines de transformation du paddy (URIC), libéralisation de la commercialisation et abandon des prix administrés pour le riz local. Coïncidant avec

¹⁷ Caisse nationale de crédit agricole du Sénégal

la dévaluation, cette phase marque l'achèvement de la phase de désengagement de l'Etat de la filière riz local.

- 1995 : Libéralisation de l'importation et du commerce du riz brisé importé. Cette phase marque la fin du processus de libéralisation de l'ensemble de la filière riz.

Ainsi en quelques années, du fait du désengagement progressif de la SAED de ces nombreuses fonctions, le paysage institutionnel du Delta s'est profondément modifié avec l'apparition de nouveaux acteurs : Caisse Nationale de Crédit Agricole, organisations fédératives (unions), autonomisation et responsabilisation des organisations paysannes de base, fournisseurs d'intrants, entreprises de travaux agricoles, rizeries industrielles...etc.

2.2.3.2. La responsabilisation des producteurs

En Novembre 1987, la troisième lettre de mission entre en vigueur et vient s'inscrire dans un cadre global, déjà amorcé dans la deuxième lettre; il s'agit du renforcement de l'autogestion paysanne, de l'intensification de la mise en valeur et du désengagement de la SAED.

En effet, l'un des objectifs prioritaires de cette 3^{ème} lettre est de responsabiliser les producteurs, cette responsabilisation devant passer par la formation pluridisciplinaire de groupes ciblés et la promotion de thèmes de recherche-développement axés sur l'intensification de la mise en valeur.

Concernant l'entretien des réseaux hydro-agricoles et des mailles, il relève des organisations fédératives qui sont assistées par le personnel d'encadrement de la SAED.

L'entretien des axes principaux et ouvrages communs relève de la SAED.

A partir de 1990, la SAED amorce une nouvelle étape de son désengagement qui concerne cette fois le transfert de la responsabilité de la gestion des grands aménagements hydro-agricoles à des associations d'usagers.

2.2.3.3. La conception SAED de la nouvelle organisation

Pour préparer les paysans à la prise en charge des aménagements réhabilités ou neufs, la SAED confectionne des Notes d'entretien et de Gestion (NEG : voir annexes) dans les quelles sont détaillées les différentes rubriques inhérentes à la gestion des aménagements et qui après

plusieurs séances de travail avec les responsables paysans, leur ont été remises pour servir de référence.

2.3. LE RESEAU D'IRRIGATION DES AMENAGEMENTS HYDRO-AGRIcoles COMME ELEMENT D'ORGANISATION FONCTIONNELLE.

2.3.1. Les périmètres aménagés:

Ils sont pratiquement tous irrigués à partir d'une station de pompage électrique. Dans la plupart des cas, chaque périmètre est mis en valeur par des paysans provenant de villages différents. La conception hydraulique des aménagements est pratiquement identique dans ses principes, et conduit nécessairement les utilisateurs à coordonner leurs décisions en matière de gestion des stations de pompage et des réseaux primaires et secondaires.

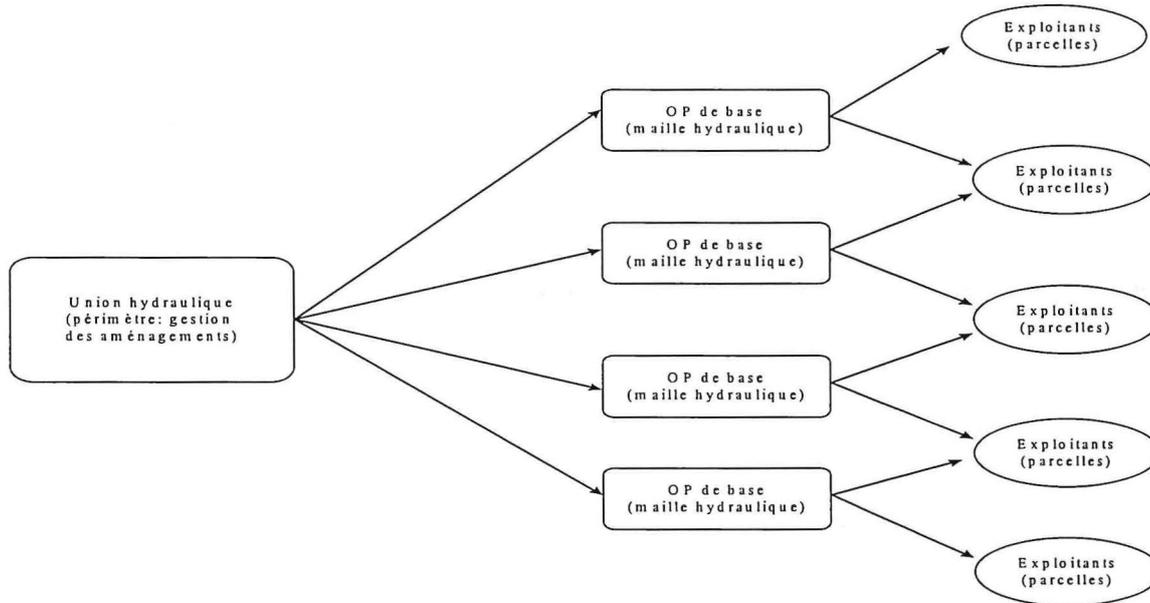
2.3.2. Les niveaux de structuration et d'organisation existants:

Quelque soit la complexité des aménagements, les organisations paysannes concessionnaires des périmètres transférés ne sont structurées qu'à deux niveaux :

- Un premier niveau de structuration où l'agriculteur représenté par sa parcelle.
- Un deuxième niveau de structuration où les agriculteurs sont regroupés dans des OP de base qui sont selon les cas des GIE (Groupement d'Intérêt Economique) ou des sections villageoises (ces dernières peuvent être divisées en groupements de producteurs). Ce deuxième niveau de structuration avait - au départ tout au moins - des critères hydrauliques (maille hydraulique) et sociaux (même village, voire même lignage).
- Un dernier niveau de structuration qui correspond au regroupement de toutes les organisations citées précédemment au sein d'une organisation appelée Union hydraulique, qui correspond à une association des usagers de l'aménagement et dont le statut juridique peut être un GIE ou une section villageoise. L'union est la structure concessionnaire et gestionnaire de l'aménagement.

Schématiquement, cela peut être représenté comme suit :

Figure 1: Unité hydraulique et centre de décision



N.B. Dans la suite, nous utiliserons l'appellation d'OP de base pour désigner les organisations de premier niveau de structuration et l'appellation Union pour l'organisation concessionnaire et gestionnaire de l'aménagement.

3. PROBLEMATIQUE

Comme tout instrument, l'organisation gestionnaire cherche à définir la structure tarifaire qui soit la plus proche à l'objectif visé. La tarification est un problème général à l'ensemble des services publics et des organisations paysannes gestionnaires de réseaux hydro-agricoles. Au niveau de l'eau d'irrigation, c'est le principal instrument. Il a été conçu au début des aménagements comme un instrument de couverture d'une partie des charges supportées par les gestionnaires. Progressivement, dans une optique de pérennisation des aménagements, d'autres fonctions sont apparues : l'allocation optimale et le souci de renouvellement des immobilisations (réalisées à l'origine par la puissance publique) sous contrainte du respect d'équilibre budgétaire.

Dans un premier temps, nous étudierons les différentes approches théoriques de la tarification de l'eau.

Plus loin, nous analysons une situation réelle: le cas d'un périmètre irrigué du delta du fleuve Sénégal (La section villageoise de Pont gendarme : voir carte en annexe).

3.1. QUELQUES PRINCIPES DE GESTION DE LA DEMANDE EN EAU

Avant d'appréhender les mesures de gestion de la demande en eau, il convient de déterminer les critères qui devraient présider à la conception de systèmes tarifaires optimaux des services gestionnaires des réseaux hydrauliques.

✓ En premier lieu, les systèmes de tarification devraient favoriser une allocation optimale et rationnelle des ressources ; ce qui signifie que les services relatifs à l'eau devraient être fournis en quantité et en qualité telles que les avantages nets pour la collectivité soient optimaux.

✓ Dans le cas où le service serait payant, le tarif devrait refléter les coûts supplémentaires pour la collectivité engagés pour répondre aux demandes marginales ; *c'est la tarification au coût marginal*. Dans ce type de tarification, tous les coûts d'opportunité correspondants devraient dans la mesure du possible être inclus dans le prix.

✓ En troisième lieu, les systèmes de tarification doivent répondre aux besoins financiers du service des eaux. Or ces obligations sont très variables dans le temps et dans l'espace ; et dans la mesure où elles sont contraignantes, elles prévoient l'amortissement du coût de remplacement et un taux de rendement des actifs liés au coût d'opportunité du capital, ainsi que la couverture des dépenses d'exploitation et d'entretiens courants.

Enfin, en référence au contexte technique des aménagements du delta du fleuve Sénégal, tous les projets de modification en matière de gestion de la demande qui font intervenir des innovations dans les structures de tarification (exemple: l'introduction de compteurs d'eau au niveau des parcelles) doivent être évalués techniquement et économiquement.

3.2. LES FONDEMENTS THEORIQUES DE LA TARIFICATION

Comme sur un marché, les fondements de la tarification sont basés sur l'offre et la demande ; c'est pour cela qu'il est possible de bâtir un système tarifaire dans une optique de demande ou une optique d'offre comme nous le verrons dans les sections qui suivent.

Le tableau suivant nous éclaire sur les objectifs des déterminants des composants du marché :

Fondements	Objectifs
<i>Demande</i>	
Fonction des usages	1 capter le surplus du consommateur 2 maximiser son revenu
Fonction des contraintes d'équité	1 objectif économique et social 2 objectif socio-politique
<i>Offre</i>	
	1 tarification au coût moyen 2 tarification au coût marginal

Source : Montginoul M., 1997

Au niveau de la demande, seuls les aspects économiques ne peuvent être considérés. Ici, les fondements reposent d'une part sur la productivité marginale de l'eau ou sur la mise en concurrence des divers usagers (équité) et d'autre part sur le surplus de revenu procuré par les agriculteurs à travers l'irrigation.

Au niveau de l'offre, la tarification prend en charge les coûts supportés par les services gestionnaires (tarification au coût marginal et au coût moyen) et ce que cela coûte à la

collectivité (pollution, épuisement de la ressource et bien être des générations futures). Le débat qui s'instaure est : faut-il tarifier au coût moyen ou au coût marginal ?

Pour définition, le coût marginal représente un coût unitaire calculé à la marge ; c'est le coût supplémentaire nécessaire pour produire une unité supplémentaire d'eau. Et le coût moyen est le coût moyen unitaire de production d'une unité d'eau pour une période bien déterminée.

Dans un marché offre et demande doivent être prises en compte simultanément et l'intersection entre les deux permet de déterminer le point d'équilibre.

3.3. FAIBLESSE DES TARIFS

L'irrigation est considérée depuis longtemps comme un moyen d'intensification pour promouvoir le développement agricole dans les pays en voie de développement. Elle constitue également un facteur de stabilité des productions agricoles et des prix, et par la même les revenus agricoles. Cependant, l'eau est devenue de plus en plus rare en quantité et en qualité et est sujette à de fortes compétitions et à de nombreux conflits d'intérêt entre différents usagers. Les pouvoirs publics, les collectivités et les associations d'usagers rencontrent des difficultés pour supporter seuls les charges de l'irrigation. Dès lors, il est devenu impératif que les irriguants contribuent à couvrir une portion des dépenses dues à l'irrigation.

La plupart des spécialistes de la politique de l'eau s'accordent sur le fait que les tarifs de l'eau d'irrigation en agriculture sont assez bas et ne permettent de couvrir qu'une proportion assez faible des coûts supportés par l'Etat [SGHAIER, 1995 #17].

Exemple : dans le cas des périmètres irrigués du fleuve Sénégal, les redevances supportées par les usagers couvrent à peine les charges d'exploitation et les capacités des unions hydrauliques à assurer l'entretien et le renouvellement des infrastructures de base sont quelque fois marginales (Fall, 1998).

3.4. LA TARIFICATION : CONCILIER DES OBJECTIFS DIVERSIFIES ET CONFLICTUELS

Concevoir une politique appropriée de tarification n'est pas une œuvre facile, en ce sens qu'elle devrait tenir compte de plusieurs impératifs qui sont parfois contradictoires :

- promouvoir l'efficacité de l'utilisation de l'eau (Sghaier, 1995),
- récupérer le maximum des charges publiques de l'eau,
- préserver l'objectif d'incitation à l'irrigation dicté par les impératifs d'intensification et de développement agricole et rural.

En effet, une tarification judicieuse n'est pas une fin en soi mais un outil d'adéquation et de compromis entre différents objectifs. Ces objectifs sont inhérents :

- à la rentabilité des investissements nécessaires à l'usage de l'eau,
- à la sensibilisation des usagers à la valeur réelle de l'eau,
- aux conséquences de tout abus d'usage,
- à l'équité d'usage,
- et au recouvrement maximum des coûts totaux.

Ladite tarification incite les usagers à l'irrigation tout en tenant compte des contraintes financières et de leur capacité de remboursement.

Dès lors, la tarification peut être considérée comme un véritable exercice d'optimisation et de compromis entre objectifs conflictuels, exercice qu'il n'est d'ailleurs pas toujours possible de réussir.

3.5. LES CARACTERISTIQUES DE LA DEMANDE EN EAU :

En agriculture la demande d'eau découle d'une opportunité de l'eau d'irrigation. La question qui se pose ensuite est celle de la flexibilité de cette demande : celle-ci correspond-elle à des besoins pour les récoltes ou permet-elle de savoir si la tarification est un système pertinent à mettre en place dans le but d'inciter les agriculteurs à irriguer et augmenter leur niveau de mise en valeur.

Pour la détermination des coûts d'opportunité des services gestionnaires de l'eau, on fait appel ici à la notion de coût marginal à des fins de tarification, puisqu'un système idéal de tarification d'un service relatif à l'eau exige que les consommateurs paient un prix égal au coût de la fourniture de ce service.

Ce coût marginal évoqué devrait faire appel au coût marginal à long terme (CMLT) (OCDE 1989), pour deux raisons :

- l'évaluation économique doit prendre en compte toutes les économies résultant de la gestion de la demande.
- le CMLT répercute sur le consommateur les véritables coûts économiques et environnementaux.

3.6. COÛTS D'UTILISATION DES RESSOURCES.

Les coûts d'utilisation des ressources constitue le poste de dépense le plus important et se prête le mieux à la mesure.

En prenant l'exemple de l'estimation du coût marginal de l'eau d'irrigation nous pouvons décomposer le coût d'utilisation des ressources en deux éléments : les coûts d'exploitation et les coûts de capital.

Le premier est fonction direct du volume d'eau fourni par les gestionnaires. De façon plus générale, c'est (i) le coût d'exploitation qui au sens strict dépend des besoins en énergie, en entretien courant et en fonctionnement et (ii) le coût marginal de l'énergie et du fonctionnement. Dans ce sens, nous pouvons supposer que les besoins en énergie et fonctionnement varient de façon linéaire avec la demande. Mais dans notre application sur le delta, nous verrons que l'évolution n'est toujours pas liée à la demande. Il conviendra parfois de tenir compte des particularités de la structure tarifaire en vigueur pour l'énergie.

Les coûts d'utilisation des ressources en capital sont plus complexes à estimer. La question centrale est de voir l'implication économique du report d'un investissement du à une baisse de la demande.

Dans ce cas précis, les coûts en capital qui rentrent en jeu sont de trois ordres :

- Investissements stratégiques
- Investissements de distribution
- Coûts d'exploitation de nouveaux investissements.

3.7. FLEXIBILITE DE LA DEMANDE EN EAU ET ELASTICITE PAR RAPPORT AU PRIX

Les instruments de gestion de l'eau sont concurrents quand la demande est sensible au prix.

Si la demande est inélastique par rapport au prix, il n'y a aucun élément incitatif conduisant à rendre rationnel les usagers. Dans ces conditions, le comportement des agriculteurs reste inchangé face à une variation positive du prix de l'eau.

Pour déterminer la sensibilité de la demande par rapport au prix, un certain nombre de paramètres doit être pris en compte :

- L'horizon temporel : plus l'horizon est lointain, plus l'élasticité de la demande par rapport au prix est élevée et moins les facteurs sont fixes.
- Le niveau de prix : plus le prix de référence est élevé, plus l'élasticité est grande.
- Le revenu des irriguants : des études ont démontré que dans les PVD, les agriculteurs sont moins sensibles au prix de l'eau que dans les PD. Cette rigidité est due au manque d'alternatives.
- La valeur ajoutée des cultures: les cultures à forte valeur ajoutée ont un comportement assez rigide face à une augmentation du prix de l'eau.

Le choix d'un instrument de gestion lorsque la demande est sensible au prix de l'eau dépend alors des objectifs que se fixent les gestionnaires et des opérations mises en œuvre pour y parvenir de façon incitative.

3.8. LA THEORIE GENERALE DE LA TARIFICATION DE L'EAU

La théorie économique nous présente la tarification, comme l'instrument de gestion le plus utilisé en agriculture.

Historiquement, elle a été conçue pour couvrir les charges supportées par les gestionnaires et allouer l'eau de façon efficiente.

Comme tout bien économique, l'eau répond aux lois de l'offre et de la demande.

Du côté de la demande, l'objet est d'estimer la disponibilité ou la capacité à payer des usagers.

Du côté de l'offre, l'objet est d'estimer les coûts supportés par le gestionnaire, le prix est conçu sur deux bases :

- le coût d'amenée de l'eau à l'utilisateur.
- le coût marginal (coût supporté par la dernière unité produite).

3.8.1. Les principaux systèmes de tarification de l'eau

Les tarifs des ressources naturelles sont souvent inférieurs à leur coût marginal pour la collectivité. Ils peuvent même se situer au-dessous du coût marginal de production. La contribution de l'économie à la mise en œuvre d'une politique de l'eau a surtout porté sur la réforme des mécanismes de tarification.

L'objectif recherché est simple et consiste à inciter les usagers à payer l'eau en se rapprochant le plus possible d'une valeur fixée comme objectif. Elle pourrait être égale au coût moyen, au coût de revient, au coût marginal, au prix économique etc.

Nombreux sont les systèmes de tarification de l'eau en agriculture. Du point de vue théorique la structure tarifaire est basée sur trois points fondamentaux :

- la superficie irriguée : en cas de tarification au forfait où l'offre est peu contrôlée ;
- la quantité d'eau consommée : en cas de tarification proportionnelle. Dans ce cas, cela sous entend la possibilité de mesure des volumes d'eau pompés et consommés au niveau de chaque parcelle irriguée par l'existence d'un comptage ;
- les inputs ou la production agricole : c'est le cas où la tarification est déviée en la faisant passer en taxes par les inputs (ex l'énergie) ou la production, le plus souvent pour des raisons de croyances religieuses.

Dans l'application que nous ferons sur les périmètres du delta du fleuve Sénégal, nous utiliserons comme base tarifaire la superficie irriguée car le dispositif et les informations existants ne nous renseignent pas sur les quantités d'eau consommées au niveau de chaque parcelle.

Le tableau suivant (tiré de la thèse de M. Montginoul, 1997) nous donne un résumé des différentes structures tarifaires existantes.

Tableau 1: Structure des systèmes de tarification de l'eau

Type tarification	Forfaitaire	Proportionnelle	Binôme simple	Binôme par palier
Avantages				
<i>-Gestionnaire</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ sécurité des recettes ✓ facilité au niveau du contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ limites les pointes de consommation en année sèche 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ sécurité d'une partie de la recette 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ selon la structure, incite à consommer de l'eau ou à l'économiser
<i>-Agriculteurs</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ facilement compréhensible ✓ aucun impact sur le choix des cultures 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ incite à économiser l'eau ✓ dépend du volume d'eau prélevé 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ incite à l'économie d'eau 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ peut induire le comportement recherché en fonction de l'eau disponible et des contraintes de revenu des agriculteurs
Inconvénients				
<i>-Gestionnaire</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ conduit à des équipements sur-dimensionnés 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ déficit budgétaire possible si la demande est inférieur aux provisions ✓ nécessite un système de comptage 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ nécessité d'un système de comptage 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ nécessité d'un système de comptage
<i>-Agriculteurs</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ accroît les charges fixes d'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ technicité accrue pour la conduite des irrigations ✓ choix de matériaux plus coûteux ✓ davantage de main d'œuvre nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ si la partie variable est trop élevée, le revenu minimum des agriculteurs peut ne pas être garanti 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ plus difficile à prendre en compte dans la gestion quotidienne ✓ compréhension parfois plus difficile

Source ; M. Montginoul (1997)

Le choix du système tarifaire dépend des objectifs que le gestionnaire souhaite atteindre et de ses contraintes; cependant une différenciation tarifaire peut permettre une meilleure adaptation face aux différentes situations individuelles; nous verrons dans la partie application qu'une tarification optionnelle [PICARD, 1992 #11] permet aux consommateurs de choisir la structure qui maximise leurs surplus tout en assurant l'équilibre budgétaire de l'organisation gestionnaire.

Ces différentes structures tarifaires présentent des avantages et des inconvénients comme le résume le tableau précédent.

3.8.2. ... en fonction des usages

La tarification en fonction des usages consiste :

- à accaparer le surplus des usagers,
- à maximiser l'utilité des utilisateurs,
- à tarifier selon des modalités multiples : facturation à la surface, au débit, au volume, par tranches dégressives, etc.

3.8.2.1. Le surplus des irriguants :

Les politiques tarifaires cherchent à allouer et à exploiter d'une manière efficiente et équitable les ressources en eau en administrant aux usagers des tarifs qui reflètent le plus la vérité des prix. C'est à travers ce choix judicieux que les politiques espèrent atteindre l'allocation optimale et efficiente de l'eau.

Comme on l'a déjà mentionné, la participation des usagers au financement de l'agriculture est souvent faible. Dans ce cas, on peut considérer de façon implicite que l'écart entre le prix qu'ils supportent et le prix économique de l'eau est indirectement subventionné par la collectivité (l'Etat, dans le cas du Sénégal) à travers les lourds investissements réalisés.

3.8.2.1.1. Rente ou surplus des usagers

Le concept de surplus de consommateur est largement utilisé dans la prise de décision relative à l'allocation de biens publics telle que l'eau d'irrigation. Lorsque les agriculteurs payent l'eau d'irrigation à un prix plus bas que leur disposition à payer, ils obtiennent une rente économique à partir de l'eau d'irrigation (Small et al, 1991). En effet, un prix plus faible que leur disposition à payer engendre une exploitation plus intense des biens et encourage le gaspillage. Autrement dit, c'est la valeur de la productivité marginale de chaque unité d'eau d'irrigation diminuée du prix payé par les usagers.

Samuelson (1985) définit le surplus de l'utilisateur comme étant la différence entre l'utilité totale et sa valeur marchande totale.

La courbe de demande mesure la quantité pour laquelle les consommateurs sont disposés à payer pour chaque unité consommée ; elle illustre l'utilité marginale décroissante pour le cas de l'eau. Elle est supposée décroissante en fonction des volumes d'eau et a en principe la même allure que la courbe représentant le bénéfice marginal procuré par l'accroissement de la production agricole en fonction des volumes d'eau utilisés (Bergman et Boussard, 1976).

3.8.2.1.2. Demande dérivée

L'eau d'irrigation est un facteur intermédiaire utilisé pour la production de biens agricoles. Par conséquent il n'existe pas une demande directe pour l'eau d'irrigation de la part des usagers. En fait la demande est dérivée de la profitabilité des productions des cultures. Elle n'est en fait qu'une réflexion de la valeur de la productivité marginale de l'eau utilisée dans la production agricole. Il s'agit en fait d'une demande dérivée de la demande des produits agricoles. Un changement dans les prix des cultures où l'introduction de nouvelles variétés plus

performantes engendrera un déplacement de la demande dérivée de l'eau d'irrigation (Small et Carruthers, 1991).

Devant les difficultés d'estimation de la demande dérivée de l'eau d'irrigation, il est difficile d'en calculer la rente économique (surplus) en se basant sur la notion de demande, (absence de véritable marché de l'eau d'irrigation, la demande de l'eau d'irrigation est dérivée et dépend de plusieurs facteurs difficilement contrôlables).

Cependant, comme il a été mentionnée plus haut, la demande de l'eau d'irrigation peut être assimilée à sa productivité marginale qui devait être égale au coût marginal de l'eau pour atteindre l'optimum économique (Bergmann et Boussard, 1976). Il en découle qu'il est possible de tenter d'estimer la rente économique

3.8.2.2. Tarification socio-politique

C'est une méthode conventionnelle de tarification qui consiste à couvrir les frais d'exploitation. On vise à fournir l'eau à bon marché et on choisit de ne recouvrer en partie ou totalement que les seuls frais d'exploitation (énergie, frais de personnel, réparation ...).

Elle est socio-politique dans la mesure où elle permet le transfert de valeur de la collectivité vers le secteur agricole.

En effet, les redevances payées par les agriculteurs n'intègrent que les frais d'exploitation, et l'objectif visé par l'organisation gestionnaire est double :

- fournir l'eau à bon marché¹⁸ en vue d'encourager l'usage et de maximiser le niveau de mise en valeur,
- assurer l'indépendance financière de la gestion de court terme.

D'après Bergman et Boussard (1976), elle est incitative à l'irrigation au vue de la faiblesse des tarifs appliqués. Elle est justifiée lorsque les objectifs de politique économique visent le développement et l'intensification agricole en passant par l'amélioration du revenu des irriguants.

Sa caractéristique est qu'elle permet de distribuer des revenus à partir d'autres secteurs économiques vers l'agriculture.

¹⁸ Tout en respectant les contraintes d'équilibre budgétaire et de durabilité des aménagements.

3.8.2.3. Tarification en fonction des avantages

L'objectif visé par ce système tarifaire ne réside pas seulement à rembourser les frais d'investissement et d'exploitation, mais en plus à récupérer une proportion du bénéfice net résultant de l'irrigation. Il envisage par ailleurs un transfert de revenu dû à l'irrigation vers d'autres activités agricoles ou non agricoles. Une variante de cette tarification est liée aux cultures pratiquées (généralement des cultures de rente). Intéressante en terme de conception, cette méthode est connue par la limitation de son champ d'application au niveau opérationnel. Le principal avantage de ce type de tarification dans notre contexte est qu'il est complètement indifférent vis à vis du volume d'eau utilisé.

Ces deux méthodes de tarification basées sur la demande ne garantissent pas une utilisation optimale de l'eau (J.J. Pérennès, 1993). Dans ce cadre, on peut tarifier en fonction des usages ou en fonction des préoccupations d'équité. Mais cette approche ne permet pas de prendre en compte l'ensemble des coûts supportés le gestionnaire. D'où les recherches menées depuis 1945 pour appliquer à la tarification des méthodes issues de la théorie marginaliste.

3.8.2.4. Tarification au coût marginal

La tarification au coût marginal est un enseignement de la théorie du bien-être et doit en principe prendre en considération les notions d'espace et de temps.

Ce qui est visé, c'est de faire payer à l'agriculteur le coût réel de l'eau et d'encourager une utilisation optimale, pour l'agriculteur de ce facteur de production.

En référence à la théorie parétienne (théorème du rendement social), qui définit les conditions de l'optimum économique (J.M.Boisson, cours DEA 1999¹⁹). On peut admettre que l'intérêt général est atteint lorsque le coût de production d'une unité supplémentaire d'eau (coût marginal) est égal à la valeur du prix que l'utilisateur est disposé à payer contre cette unité (valeur marginale d'usage). La valeur marginale d'usage, reflétant l'utilité marginale de l'utilisateur vis à vis de l'eau, détermine la fonction de demande qui est supposée décroissante en fonction des quantités d'eau consommées.

Ce qui signifie que le prix de vente de l'eau est établi sans référence directe au prix de revient.

¹⁹ "Dans une économie de type quelconque, la condition nécessaire et suffisante pour que, à un instant donné, le rendement social soit maximum et que, dans le secteur non différencié (c'est à dire non concurrentiel), il y ait minimisation du prix de revient et vente au coût marginal »

Comme ce coût marginal de l'eau induit pour l'agriculteur une unité marginale, celui-ci déterminera la demande de telle façon que le prix de vente optimal est fixé à l'intersection de la courbe de demande (valeur marginale d'usage) et la courbe de coût marginale de l'eau.

« Ce système tarifaire permet aux usagers de se rendre compte du coût que ferait supporter à la collectivité un accroissement de leur consommation et de régler celle-ci en conséquence » (Pérennès J.J., 1993).

Pourtant, les économistes du bien être qualifient cette tarification comme optimal car elle permet de maximiser le bien être collectif à condition que le déficit soit couvert par voie fiscale. Dans la réalité, cette solution n'est pas équitable car les déficits sont soit couverts pas les usagers, soit ne sont pas du tout couvert ; ce qui conduit à terme à un déficit puis une disparition de la structure gestionnaire. On se trouve dès lors dans une situation de "second best" (second rang). D'où la nécessité de chercher d'autres modalités de tarification qui prennent en compte les coût de production de l'eau et la capacité financière de recouvrement des usagers.

3.8.3. En fonction des coûts supportés par les gestionnaires

3.8.3.1. Tarification au coût moyen

Elle vise à couvrir annuellement ou périodiquement les charges d'exploitation et une partie plus ou moins élevée des frais d'investissement. Théoriquement, elle permet aux gestionnaires d'atteindre l'équilibre budgétaire.

Dans notre contexte, la part annuelle des investissements pris en compte correspond aux provisions à dégager pour assurer le renouvellement de certaines immobilisations (telles les stations de pompage) et d'assurer l'entretien de l'aménagement. Ici, on ne considère pas les remboursements d'emprunt dans le cas où les aménagements ont été réalisés par l'Etat sur fonds publics, mais des provisions qui ne sont qu'une réserve pour assurer les investissements futurs.

Selon le mode de provision adopté, les tarifs seront relativement élevés les premières années ; ce qui freine la consommation et donc le niveau de mise en valeur. Une fois les équipements amortis, on assiste alors à une chute du niveau de la redevance sans qu'on puisse soutenir que le nouveau prix est plus ou moins « juste » que l'ancien : c'est le principe de neutralité.

Toutefois, ce mode de tarification ne prend pas en compte la gestion de la demande et ne s'ajuste ni aux demandes saisonnières, ni aux variations de l'offre en longue période.

Dans ce cadre de tarification au coût moyen, plusieurs modalités de tarification peuvent être envisagées. Pour cela nous partirons du principe de calcul du coût total (CT) de production de l'eau par l'organisation gestionnaire.

$$CT = aX + b$$

Avec

$$\left| \begin{array}{l} a : \text{coût variable de production (CV)} \\ b : \text{coût fixe (CF)} \\ X : \text{le volume d'eau ou la superficie (en hectare) à irriguer} \end{array} \right.$$

Il s'agit d'impliquer les usagers et de les faire contribuer au financement de l'irrigation. Ce mode de tarification ne prend pas en compte la gestion de la demande et ne nous renseigne pas sur la sous utilisation des capacités de production.

Elle est jugée inefficace au sens de paréto car n'engendre pas le maximum de surplus aux usagers.

3.8.3.2. Tarification forfaitaire

Le principe est que chaque consommateur paye à l'organisation gestionnaire une redevance forfaitaire (b) déjà établie à l'avance. Cette redevance est toutefois indépendante du volume d'eau consommé.

Ce système est rencontré dans les périmètres irrigués anciens en France et est actuellement pratiqué dans les périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal.

Le principe est le suivant :

Du côté de l'Etat, le coût global de l'eau pour un hectare cultivé varie d'un périmètre à un autre et suit la variation constatée au niveau des investissements par hectare en l'amplifiant.

Il apparaît donc qu'il y a des économies d'échelle très fortes entre un périmètre de petite taille et un périmètre de grande taille. Pour les utilisateurs finaux que sont les producteurs, les choix initiaux de conception et de définition des aménagements ont donc une importance cruciale.

3.8.3.3. Tarification optionnelle

En s'inspirant des travaux de Picard (1992), on se préoccupe de l'utilité qu'apporte l'irrigation aux différents usagers de l'eau. Pour résoudre les problèmes de non convexité (charges fixes élevées), le gestionnaire leur propose de choisir entre différents tarifs. Ici, nous analysons la possibilité où il leur offre la possibilité entre un tarif binôme et un tarif uniforme.

Si l'utilisateur opte pour un tarif binôme, on a :

le prix payé par l'utilisateur égale à : $P = aX + b$

a : le prix de chaque consommation
X : la superficie à irriguer (ha)
b : le montant de l'abonnement

Le choix entre le tarif uniforme et le tarif binôme est alors fonction du contrat souscrit par l'utilisateur auprès du gestionnaire:

Hypothèses :

S'il choisit d'exploiter toute l'année, il choisira alors *le tarif binôme* qui lui sera facturé par an ; il sera libre d'irriguer quand il veut. On aura une partie fixe personnalisée de telle façon que la somme des parties fixes couvre l'ensemble des coûts fixes supportés par les gestionnaires.

La partie fixe peut alors être considérée comme une taxe d'entrée devant couvrir la perte subie par l'organisation en cas de rendement d'échelle croissant suite à une tarification au coût marginal "ou au forfait" pour pouvoir bénéficier de l'utilisation de l'eau.

C'est cette dernière qui sera payée lors de la souscription au contrat d'irrigation.

La partie variable dépendra de la superficie à irriguer et du niveau de la consommation d'énergie et des autres inputs variant avec le niveau de production.

Lorsque le nombre de saisons souscrit est égal à «q» (avec q strictement supérieur à une saison par an et p supérieur à t), le prix payé par l'utilisateur est " $A + tq$ " avec A = le prix de l'abonnement, t le coût variable de chaque hectare de terre cultivé et q la superficie à irriguer.

S'il n'est pas sûr d'exploiter toute l'année mais choisit de souscrire en début de chaque saison, *le tarif uniforme* « pq » lui sera facturé ; et dans ce cas, p devient supérieur à t pour des raisons d'équité et de récupération de surplus des petits irriguants vers les grands irriguants (clients fidèles).

Le principe est que chaque usager est facturé en fonction de sa consommation (ou de la surface irriguée) sur la base du coût de revient moyen unitaire (au volume ou à la surface) de l'eau. Ce système obéit à des considérations financières puisqu'il permet d'assurer l'équilibre budgétaire du service gestionnaire à condition que la demande soit bien anticipée.

Par contre ce système se heurte à des problèmes d'efficacité et d'équité en ce sens que les usagers ne savent pas au préalable le montant de leur facture et la non maîtrise de la demande rend fluctuant la courbe de coûts.

3.8.4. De l'exploitation à la rentabilité de la ressource : la règle de Hotelling

En supposant qu'il y a correspondance parfaite entre profit privé et profit social, l'exploitation optimale de la ressource en eau est déterminée par la règle de Hotelling. Cette règle nous dit que l'extraction de la ressource n'est valable que lorsque son prix à travers le temps croît à un taux égal au taux d'actualisation ; dans ce cas, l'eau est traitée d'une manière similaire aux avoirs en capital.

Deux possibilités sont envisagées dans ce cas de monopole :

- le profit de l'organisation gestionnaire (monopole) qui gère la ressource est similaire au profit social. Autrement dit, le gestionnaire agit dans l'intérêt de la société (des usagers). Ce qui correspond bien à la gestion de la ressource par une agence spécialisée (exemple des unions hydrauliques) qui applique les décisions issues d'un processus démocratique. Dans ce cas, on parle de **gestion communautaire**. En dépit de certaines controverses, l'on peut admettre que ces politiques œuvrent dans l'intérêt social. Dans ce cas le prix initial est supérieur au prix pratiqué mais l'évolution du sentier de prix est moins exponentielle qu'en cas de concurrence. Ce type de gestion opère plus dans l'intérêt des conservateurs.
- Soit le monopole agit dans son propre intérêt qui n'est pas nécessairement celui des usagers ; et dans ce cas le sentier de prix sera toujours à un niveau supérieur à celui assuré par la concurrence.

3.8.5. A la recherche de rendements d'échelle croissants

Le fait que les organisations gestionnaires ne produisent qu'un seul type de bien, les rendements d'échelle croissants impliquent que le coût moyen à long terme est décroissant ;

ce qui veut dire que le coût devient inférieur au coût marginal de long terme. A l'optimum, on assiste inévitablement à un déficit du monopole du à l'égalisation du prix au coût marginal

Dans un souci de pérennisation des investissements, on dit que le monopole est astreint à respecter une contrainte d'équilibre budgétaire. Il est alors obligé de rechercher un système de tarification pouvant à la fois assurer son équilibre budgétaire et un minimum de surplus collectif : c'est l'optimum de second rang . Cela suppose de financer le coût de production de l'eau par des recettes (redevances) au moins équivalentes.

En s'inspirant de la démonstration de Picard, la fonction de coût [CT(Y)] peut s'écrire :

$$CT(Y) = CF + cY$$

Y : la superficie irriguée

CF : Coûts fixes

CY : Coûts variables, fonction de la superficie irriguée

Les recettes sont égales au coût de production lorsque le gestionnaire fixe un tarif unitaire égal au coût moyen de production.

Les fondements de la tarification de l'eau d'irrigation repose comme nous l'avons dit plus haut des considérations d'ordre économiques liées à la demande et à l'offre. Ainsi, le gestionnaire peut chercher à capter une partie du surplus des usagers issus de l'irrigation. Par contre, des critères comme la capacité des usagers à payer la redevance est souvent rencontré. Cela veut dire que les considérations d'équité n'entrent pas en ligne de compte dans la théorie économique. Par exemple, du côté de l'offre la théorie économique nous dit que la tarification au coût marginal est la plus optimale quant au critère d'efficience mais elle ne permet pas de résoudre les problèmes d'équilibre budgétaire à cause des rendements d'échelle croissants. La tarification au coût moyen, même si elle assure l'équilibre budgétaire, ne garantie pas l'équilibre financier des usagers qui sont les agriculteurs.

C'est pour cela que des structures spécifiques de tarification sont choisies. L'assiette de tarification est en général la superficie irriguée ou le volume d'eau consommé. Cela nous pose la question à savoir faut-il tarifier au coût marginal et combler le déficit par des subventions, au coût moyen et se retrouver avec des taux d'impayés importants ou adopter une tarification binôme (ou optionnelle) permettant d'assurer l'équilibre à la fois du côté du gestionnaire et des usagers ; ce qui nous paraît plus efficient et incitatif.

Nous analysons maintenant les pratiques de la tarification de l'eau et de leurs problèmes dans les périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal.

3.9. *DIAGNOSTIC DES PROBLEMES DE TARIFICATION DE L'EAU A TRAVERS UN PERIMETRE IRRIGUE AUTOGERES DU DELTA DU FLEUVE SENEGAL ; LE CAS DE PONT GENDARME*

Le transfert des périmètres irrigués a été accompagné de documents de gestion appelés note d'entretien et de gestion (NEG). Ces documents ont été élaborés par les services de la SAED pour chaque périmètre irrigué transféré dans le but de renseigner d'une part les organisations paysannes sur le coût de production de l'eau (fonction des investissements réalisés et des superficies aménagées) et d'autre part les aider dans le choix d'un mode et d'un niveau de tarification.

La gestion financière du fonctionnement, de l'entretien, de la maintenance et du renouvellement des infrastructures des aménagements est une tâche entièrement dévolue aux unions hydrauliques. Les OP de base y participent par le paiement de la redevance hydraulique.

Cette redevance définie par les NEG est le paiement par les exploitants (via leur OP de base) par campagne d'une somme à l'hectare cultivé couvrant les charges de fonctionnement, d'entretien et de renouvellement des infrastructures.

De leur côté, les organisations paysannes bénéficiaires du transfert de gestion ont préféré adopté un système de tarification acceptable (supportable financièrement) pour tous et qui selon eux est simple à gérer ; c'est un système forfaitaire à l'hectare cultivé.

Les prix pratiqués par les associations d'usagers sont nettement en dessous des prix conseillés par la SAED alors que la redevance facturée par les gestionnaires aux usagers est sensée couvrir toutes les charges de fonctionnement de l'union (énergie, main d'œuvre, gestion, etc.) mais aussi les provisions pour renouvellement des équipements et matériels et des provisions pour l'entretien et les réparations du périmètre. Le montant de la redevance recommandé par la SAED variait selon les périmètres et avant dévaluation entre 75 000 et 100 000 FCFA/ha cultivé et après dévaluation entre 100 000 et 120 000 FCFA/ha cultivé. (J.F. BELIERES - CIRAD, 1997) : voir NEG en annexe.

Cette faible augmentation de la redevance après dévaluation au niveau des périmètres réhabilités ne s'explique que par un réflexe de protection et de recherche de contrôle des dépenses et l'évolution des coûts réels a certainement pousser les organisations paysannes à réviser leurs tarifs.

Du côté des unions hydrauliques, la méthode de calcul reste la même, mais les résultats ne sont pas pareils. Il n'y a aucun calcul de fait en début de campagne pour déterminer le montant de la redevance hydraulique et les exploitants ne savent pas de quoi elle est réellement composée et ce que cela permet de couvrir comme charges à part les frais d'électricité et les salaires des pompistes et secrétaires comptables.

Selon les gestionnaires, cette redevance a été déterminée d'une part sur la base des notes d'entretien et de gestion établie par la SAED lors du transfert des aménagements, mais les montants des postes ont été diminués pour tenir compte du revenu des exploitants et d'autre part en prenant comme référence le montant de la redevance dans les autres périmètres transférés du delta du fleuve Sénégal.

Il n'y a aucune prise en compte des charges réellement supportées par le gestionnaire.

Le montant de la redevance facturé par la SAED aux producteurs était - et est encore pour les derniers aménagements sous sa responsabilité - de 41 000 FCFA/ha. Après transfert et avant dévaluation, les associations d'usagers facturaient à leurs membres des redevances comprises entre 50 000 et 55 000 FCFA/ha. L'augmentation globale correspond à une suppression de subvention et une augmentation des coûts.

Depuis, la redevance tourne autour de 60 000 – 65 000 FCFA par hectare cultivé selon les périmètres.

Les travaux menés dans le cadre de mon mémoire de "master" montrent que les différences constatées entre la tarification union et celle conseillée par la SAED proviennent essentiellement des postes: provisions pour les entretiens périodiques et pour renouvellements dont le montant est fonction des investissements (on a noté des montants très élevés pour l'aménagement de Pont-Gendarme pour les entretiens quinquennaux et le renouvellement de la station de pompage), et les charges d'énergie.

Cette faible augmentation de la redevance après dévaluation au niveau des périmètres réhabilités ne s'explique que par un réflexe de protection et de recherche de contrôle des

dépenses et l'évolution des coûts réels va certainement pousser les organisations paysannes à réviser leurs tarifs.

3.9.1. Le (les) problèmes de tarification de l'eau

Les organisations paysannes bénéficiaires de ce transfert font face à une question qui est celle de la pérennisation des infrastructures hydrauliques tout en tenant compte des capacités financières actuelles des usagers.

Le choix d'un mode de redevance et de son utilisation constitue un des points de réflexion des différents acteurs de la gestion de l'eau dans le delta du fleuve Sénégal.

L'analyse des problèmes de tarification peut être affinée en comparant à la fois la redevance conseillée par la SAED à travers les NEG, celle adoptée par les gestionnaires et le coût réel de production de l'eau estimé sur la base des dépenses réelles que nous avons reconstituées à partir d'enquêtes.

Les conclusions de ce constat est que les NEG partent d'une rationalité purement technique, fonction des investissements réalisés (coûts d'entretien et de renouvellement dérivés des coûts d'investissement selon des normes) et de leur utilisation. La couverture des dépenses futures d'entretien et de renouvellement des équipements est prévue sous la forme de provisions sur un compte bloqué de dépôt à terme (DAT).

Les unions ont toutes établi leur redevance sur la base d'un forfait à l'hectare (60 000 Fcfa/ha), ventilé a priori entre les différents postes (pompage, fonctionnement, entretiens annuels, provisions pour entretiens et renouvellement des infrastructures hydrauliques) : voir tableau suivant :

Tableau 2: Modes de calcul de la redevance hydraulique par les gestionnaires

Postes	SAISONS	
	Hiv	SC et SF
Pompage		
Electricité	24 000	24 000
Gasoil et lubrifiants	0	0
<i>Sous total</i>	24 000	24 000
Fonctionnement		
Salaires pompistes et gardiens	3 500	3 500
Secrétaire comptable	3 500	0
Fonctionnement	500	500
<i>Sous total</i>	7 500	4 000
Entretiens annuels	2 941	2 941
Provisions pour entretiens aménagements et stations	15 752	15 752
Renouvellement stations et appareillages	13 000	13 000
Taxes OMVS	500	1 400
<i>Total redevance en FCFA/ha</i>	63 693	61 093

Source : Nos enquêtes

La redevance est calculée en additionnant cinq montants:(i) les charges de pompage constituées des charges d'énergie (électricité et carburant), (ii) les charges de fonctionnement constituées des salaires et des frais de fonctionnement des unions, (iii) les charges d'entretien courants, (iv) les provisions pour les entretiens des aménagements et des stations et (v) les provisions pour le renouvellement des stations et des appareillages hydrauliques.

Un des avantages de ce choix est qu'il ne nécessite aucun suivi et calcul en fin de campagne des dépenses réellement effectuées.

La comparaison des trois modes de calcul souligne les points suivants (moyennes calculées sur la période 1994-1996) :

- l'économie d'échelle liée à la taille des périmètres est manifeste pour les NEG mais ne se retrouve pas dans la redevance de l'union,
- les dépenses réelles de fonctionnement et d'entretien annuel dépassent les montants budgétés par les unions,
- les provisions réellement effectuées sont très inférieures aux sommes prévues, à la fois par les NEG et les forfaits des unions.

Le coût effectif de l'eau payé par les usagers avant provision est en moyenne (pondérées par les superficies) inférieur aux coûts réels supportés par les gestionnaires et la part de la redevance hydraulique prévue par les unions hydrauliques pour couvrir les charges de fonctionnement est très nettement inférieure aux dépenses réelles (cf tableau suivant : le cas de Pont gendarme). Une partie des montants prévus pour les provisions dans la redevance doit

donc être utilisée pour couvrir les dépenses de fonctionnement. Les unions ne peuvent donc pas effectuer les provisions qu'elles annoncent dans leur décomposition de la redevance comme nous le retrace le tableau suivant.

Tableau 3: Comparaison entre provisions et coûts réels de l'eau

Postes	PREVISION		COUTS		REELS
	Hiv	CC et CF	Hiv	CC et CF	
Pompage					
	Electricité	24 000	24 000		
	Gasoil et lubrifiants	0	0		
	<i>Sous total</i>	24 000	24 000	42 140	80 000
Fonctionnement					
	Salaires pompistes et gardiens	3 500	3 500		
	Secrétaire comptable	3 500	0		
	Fonctionnement	500	500		
	<i>Sous total</i>	7 500	4 000	7 500	7 500
	Entretiens annuels	2 941	2 941	2 100	0
	Provisions pour entretiens aménagements et stations	15 752	15 752		
	Renouvellement stations et appareillages	13 000	13 000		
	Taxes OMVS	500	1 400	500	1 400
	<i>Total redevance en FCFA/ha</i>	63 693	61 093	52 500	86 200

Source ; nos enquêtes

Ces résultats signifient que le niveau des entretiens et des provisions est loin d'être respecté et l'évaluation des coûts d'entretien par rapport aux coûts qui engendreraient un aménagement durable montre un écart considérable.

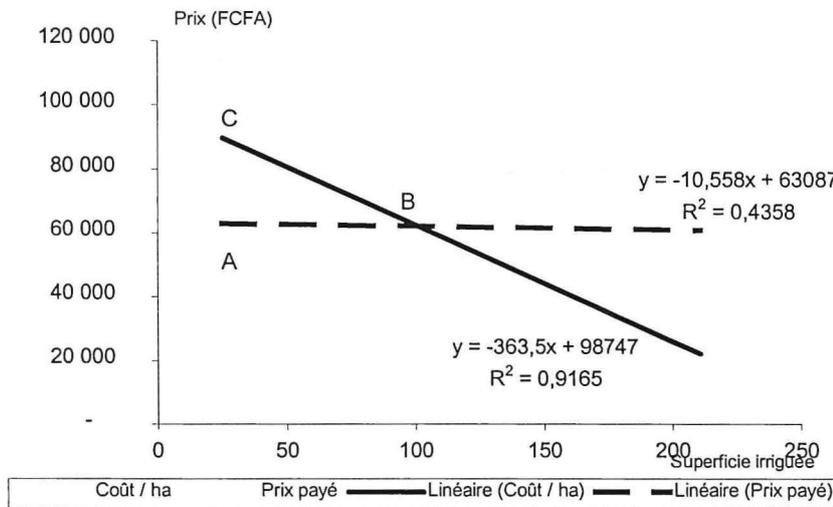
Mais la réalité montre un inconvénient potentiel en terme de gestion; le risque de déconnexion entre recettes et dépenses, et les unions sont incapables de relever et de corriger d'éventuelles dérives de fonctionnement, voir d'anticiper les futures dépenses à leur juste valeur.

La mauvaise maîtrise des dépenses entraîne une sous capacité d'épargne et est manifeste d'une campagne à une autre. Alors que la redevance sollicitée demeure stable, les dépenses réelles varient quasiment du simple au double selon la campagne agricole et le périmètre et les dépenses cumulées de pompage et de fonctionnement dépassent les sommes budgétisées.

Appliquer une tarification adéquate à l'eau d'irrigation, a pour corollaire ici de réduire et de minimiser le surplus des irriguants en les faisant payer le vrai prix de l'eau qui assurerait une pérennisation du périmètre. Autrement dit, cela consiste à faire un transfert de surplus des irriguants à l'organisation gestionnaire.

D'une manière pratique, le surplus de l'utilisateur dérive de la différence entre le prix qu'il devrait payer ; prix calculé sur la base des dépenses effectuées par les unions (si on ne considère ici que le prix moyen pour irriguer un hectare) et le prix qu'il paie effectivement.

Figure 2 : Représentation n° 1 du surplus des usagers de l'eau



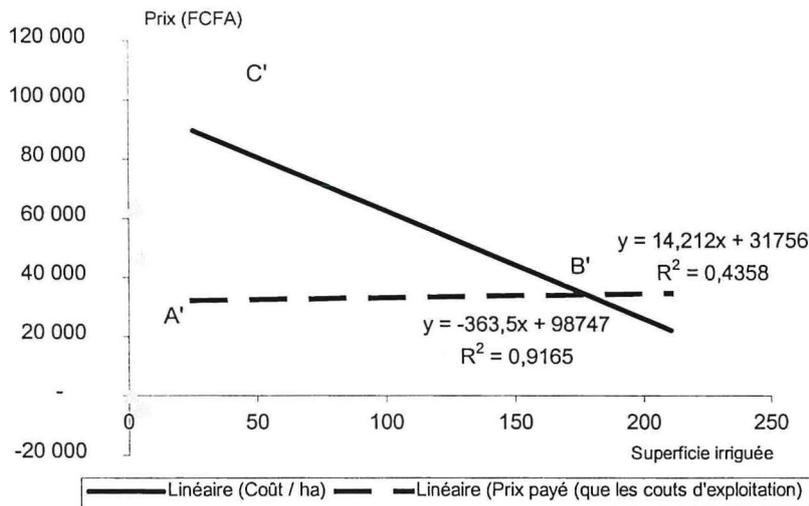
Dans un marché compétitif, le surplus des usagers est représenté par l'aire comprise entre la courbe de demande et la droite de prix (aire ABC).

Il s'en suit une rente partielle (surplus partiel) qui profite aux irriguants ; il est évident que le surplus atteindra des valeurs beaucoup moins importantes si l'on intègre les charges de provisions pour entretien et renouvellement dans le calcul.

La recherche du prix durable serait alors de réduire le surplus des usagers. Cela consiste à faire payer aux usagers le « prix durable » de l'eau qui permettrait d'assurer un niveau de maintenance acceptable et un renouvellement certain des immobilisations (provisions incompressibles).

Si on considère que l'union ne fait supporter aux usagers que les coûts d'exploitation et une partie des coûts d'entretien (entretiens courants) (T_{sp}), on voit que par rapport au précédent surplus, les irriguants atteignent ici un niveau de surplus assez important .

Figure 3: Représentation n° 2 du surplus des usagers



C'est un système tarifaire qui engendre un énorme surplus aux irriguants (aire A'B'C') ; mais il favorise un comportement de myopie en terme de valeur et d'utilisation rationnelle de la ressource en eau à travers le niveau bas des tarifs et ne renseigne pas les agriculteurs sur le coût réel de l'irrigation.

De ce constat, la question centrale de notre problématique est la mise au point d'une démarche d'aide à la réflexion sur les problèmes de tarification et non la résolution de la tarification dans les périmètres autogérés du delta du fleuve Sénégal.

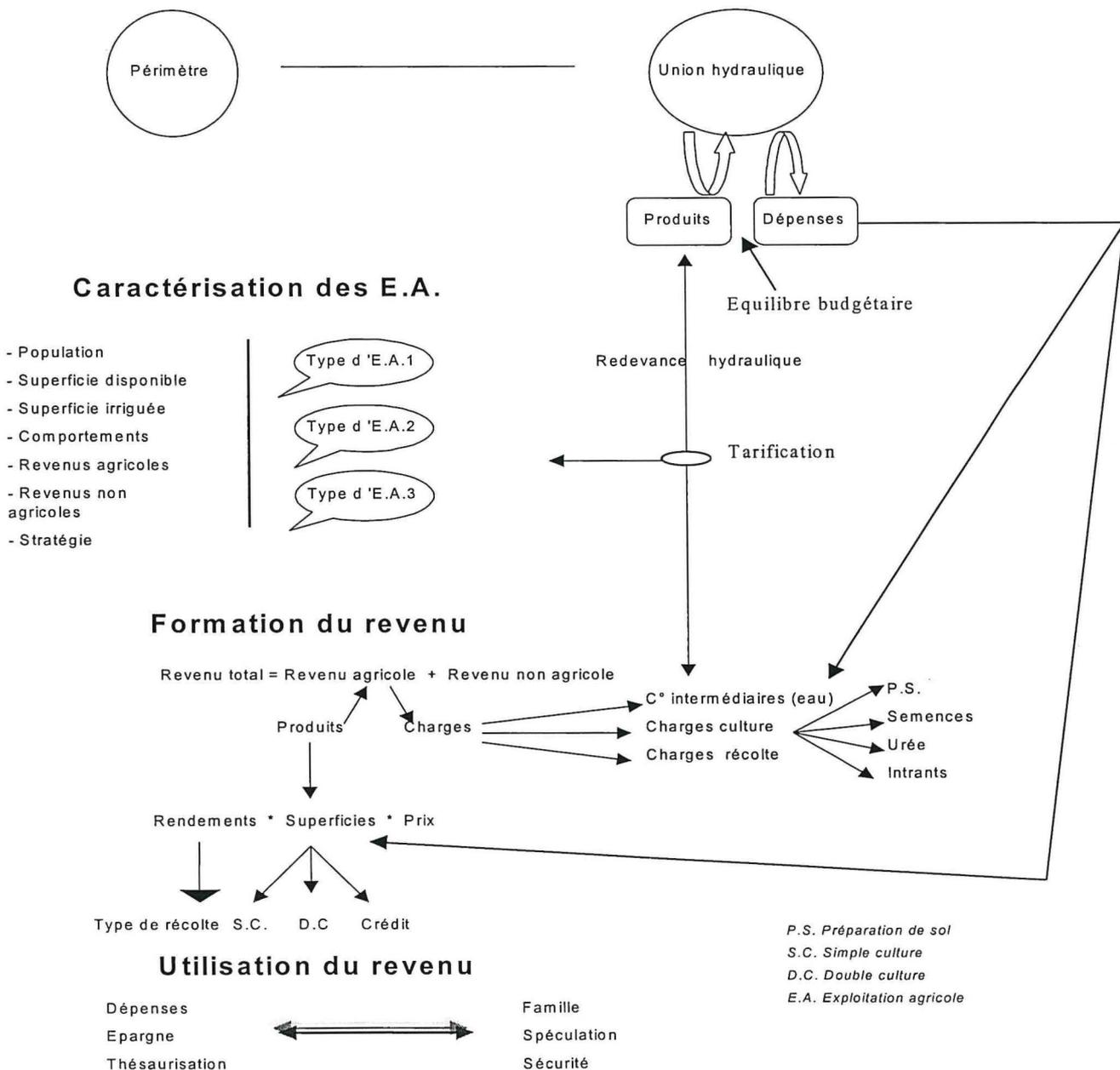
4. METHODOLOGIE

Pour le choix de la méthode, il a été indispensable de représenter le cadre de fonctionnement des périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal.

4.1. LE MODELE GENERAL DE FONCTIONNEMENT D'UN PERIMETRE IRRIGUE

Le schéma ci-dessous représente un exemple d'organisation qui se rencontre fréquemment dans cette zone.

Figure 4: Organisation du fonction des périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal



Un périmètre irrigué autogéré est caractérisé par une et une seule organisation paysanne gestionnaire des réseaux hydrauliques (l'union hydraulique).

En rapport avec l'objectif de notre étude, nous nous intéresserons qu'aux mécanismes de choix de tarification en fonction (i) du budget de culture de l'union et (ii) des revenus des agriculteurs.

Du côté de l'union, nous avons des produits (recettes) et des charges (dépense) et l'égalité entre les deux nous donne l'équilibre budgétaire.

Les produits : ils sont fonction de la superficie irriguée et du tarif appliqué, minoré d'un éventuel coefficient de non paiement, dont nous faisons l'hypothèse qu'il est relié aux revenus des agriculteurs, eux même variables sur un aménagement en fonction de la situation des exploitations agricoles.

Les dépenses : elles sont théoriquement constituées des frais (i) de pompage (électricité et gas oil), (ii) de fonctionnement (salaires des pompistes et fonctionnement), (iii) d'entretien des infrastructures et (iv) de renouvellement des investissements.

Formation du revenu : le revenu total de l'agriculteur est essentiellement constitué du revenu agricole et du revenu non agricole. Son niveau est corrélé au degré de l'équilibre financier de l'union en ce sens que l'agriculteur qui n'a pas dégagé assez de revenu aura tendance à ne couvrir qu'une partie de la redevance hydraulique réclamée par l'union :

- *le revenu agricole* : sa formation dépend du niveau de rendement sur la parcelle, de la superficie cultivée et du prix d'écoulement du riz (ou du paddy). C'est ce revenu qui normalement doit servir au financement de l'irrigation et des autres frais de culture. Certains agriculteurs ont des stratégies de diversification de leurs activités ; c'est pour cela que nous avons des revenus non agricoles. Nous avons fait l'hypothèse que les revenus tirés d'autres périmètres sont inclus dans le revenu agricole.

- *le revenu non agricole* : il est essentiellement constitué des revenus tirés des activités salariales, des retraites et des activités annexes telles que le transport, le commerce, la pêche et les prestations de services. L'organisation de ces activités extra agricoles repose sur des volontés individuelles, des filières plus courtes et moins structurées. Pour chaque type d'exploitation agricole que nous définirons plus loin correspond un niveau et une source de revenu non agricole.

Utilisation des revenus :

La destination du revenu de l'agriculteur peut être multiple ; mais la plupart des agriculteurs du delta après remboursement des dettes informelles donnent la priorité à la couverture des dépenses familiales avant de penser au recouvrement des dettes formelles (bancaires).

4.2. LE JEU DE DONNEES

Les données utilisées dans le cadre ce mémoire sont issues :

- pour ce qui est des agriculteurs des enquêtes d'exploitation agricoles réalisées par Jean François BELIERES et Adama TOURE²⁰ dans le cadre de leur thèse de doctorat (à paraître). Ce sont des données structurelles (pour la période de 93 à 97) à partir des quelles nous avons des budgets de cultures par saison dans le but d'estimer le revenu brut agricole généré sur une parcelle. Ensuite, nous avons élaboré une typologie en trois classes basée sur l'exploitation agricole que nous définissons comme l'unité socio-économique de base où sont prises les décisions de production agricole. Elle est caractérisée par ses facteurs de production (terre, force de travail, capital y compris cheptel, consommations intermédiaires) avec à sa tête un chef d'exploitation qui décide (partiellement tout au moins) des modalités de la production et notamment de l'allocation des facteurs de production. Nous avons ensuite complété la typologie en donnant à chaque type d'exploitation un comportement et des stratégies que nous avons parfois imaginé grâce à notre connaissance du terrain.
- pour ce qui est de l'organisation gestionnaire (union hydraulique) nous nous sommes basé sur les enquêtes que j'avais mené en 1997 sur trois périmètres dans le cadre de mon mémoire de master de l'IAM pour reconstituer les coûts de production de l'eau.

Ces données quantitatives nous permettrons d'établir des tableaux de simulation afin de tester des scénarios de tarification dans le but la capacité des agriculteurs à recouvrer la redevance hydraulique tout en assurant l'équilibre budgétaire de l'union hydraulique.

²⁰ Ingénieur agro-économiste à la division des études de le SAED

4.2.1. Le périmètre de Pont gendarme

Le périmètre de Pont gendarme est situé en bordure de l'axe routier St Louis-Rosso, à 42 km de St Louis et à hauteur de la station de drainage du Noar. La position en bordure de la route fait du hameau une zone désenclavée d'où l'on peut joindre facilement Ross Béthio et St Louis. Cette position désenclavée constitue pour le hameau un véritable atout. (voir carte en annexe).

Ces caractéristiques sont résumés dans le tableau suivant :

Figure 5: Caractéristiques du périmètre de Pont gendarme

	Situation en 1997
Statut juridique des unions	S.V. ²¹
Superficies aménagées par la SAED (ha)	170
Superficie en extension (ha)	152
Superficie nette totale aménagée (ha)	322
Niveau moyen de mise en valeur	0,6
Nombre d'OP de base	8
Nombre de villages concernés	5
Nombre de stations d'irrigation	1
Nombre de station de drainage	0**
Coût de la réhabilitation en Millions de F CFA	640
Coût réhabilitation en Millions de F CFA/ha	3,77

Source : SAED et nos calculs

4.2.2. La fonction de coût du gestionnaire

Les coûts sont subdivisés en deux parties. Une partie constituée des charges d'électricité et de salaires des pompistes et du secrétaire comptable payées en espèce et en début de campagne et une deuxième partie constituée des provisions pour renouvellement et entretiens.

La décomposition de la redevance selon les gestionnaires (cas de Pont Gendarme) est représentée dans le Tableau 2: Modes de calcul de la redevance hydraulique par les gestionnaires.

Les résultats trouvés dans le cas du périmètre de Pont Gendarme montrent une insuffisance de couverture des charges de pompage et de fonctionnement de l'union et un niveau de provision pour entretien et renouvellement insignifiant.

Dans nos analyses qui suivent, nous avons établi la fonction de coût de production de l'eau (par hectare) irrigué par l'union en deux temps ;

- dans un premier temps, nous avons estimés les charges variables principalement constituées des frais de pompage (coûts d'énergie) et des entretiens courants. Pour cela, nous avons pris la moyenne des dépenses réelles pondérée par les superficies cultivées. Ce calcul a été effectué pour chaque type de saison (hivernage, saison froide et saison chaude) à cause des différences énormes de superficies cultivées entre les hivernages et les autres saisons.

- Pour les charges fixes, nous avons considérés le montant total des provisions pour entretiens correctifs et pour renouvellement de l'appareillage hydraulique déjà calculées par les notes d'entretien et de gestion établies par la SAED que nous avons ramenés à l'hectare aménagé (y compris les extensions).

4.2.3. La fonction de revenu des agriculteurs : typologie d'exploitation agricole

Principes généraux et hypothèses: certains points de notre analyse des stratégies de production s'appuie sur les hypothèses émises en fonction de notre connaissance du terrain. Cette typologie consiste en plus des données structurelles de chacun des trois types identifiés, en une stratification des comportements des agriculteurs usagers de la ressource en eau. Les choix stratégiques relatifs au système de production résultent d'une confrontation de ces objectifs avec les caractéristiques de l'appareil de production et de l'environnement économique dans lequel l'agriculteur se situe (Palacio et al, 1994).

Il s'agit alors d'un périmètre irrigué virtuel que nous avons imaginés et que nous assimilons au périmètre de Pont gendarme.

En référence à nos trois types, on considère que le type 1 occupe 17% du périmètre, le deux 79% et le trois 4% en terme foncier.

Nous faisons l'hypothèse que la relation entre pratiques et stratégie est d'autant plus forte que l'on s'intéresse à des combinaisons de pratiques plutôt qu'à des pratiques isolées.

²¹ Section villageoise

- *Identification des différents types d'exploitations agricoles* : au niveau des exploitations agricoles, toujours sur la base de travaux réalisés dans la région (Bénières, Touré), trois types ont été retenus sur la base des superficies irriguées disponibles par exploitation agricole : les petits, les moyens et les grands exploitants agricoles.

Ainsi, les petits exploitants sont ceux qui disposent d'un disponible irrigué inférieur ou égale à 5 hectares, les grands exploitants ont plus de 25 hectares et les moyens ont un disponible en terre irrigué compris entre 5 et 25 hectares dans un cadre général (hors périmètre aménagé)..

Le disponible en terres irriguées (aménagées) a été déterminé en prenant en compte toutes les parcelles effectivement disponibles pour la production. C'est à dire en conservant dans l'inventaire foncier des exploitations les parcelles en faire valoir direct, les parcelles empruntées (à titre gratuit ou payant) et les parcelles récupérées suite au paiement de l'exigible d'un autre exploitant (Bénières et Touré).

En cela, des stratégies²² de comportements entrent dans les pratiques des acteurs face aux défis que constituent les divers risques propres à leur mode de vie. Cette dynamique actuelle du delta s'opère au sein d'une accumulation d'incertitudes, qui touchent aux différents niveaux de la filière rizicole et tendent à expliquer de nombreux comportements (Yung et Zaslavsky, Mars 1992).

Mais il est important de signaler que certains exploitants bien qu'attributaires de quelques dizaines d'hectares n'en cultivent effectivement que un à deux hectares sur le même périmètre à des emplacements parfois différents à chaque campagne agricole.

4.2.4. La typologie des exploitations agricoles

Les trois types d'exploitation sont caractérisés par les stratégies suivantes :

✓ Type 1 : le groupe des exploitations agricoles de petite taille

Ce groupe est constitué par 16 % des exploitations agricoles. C'est un groupe dont les caractéristiques moyennes autres que les variables de superficies irriguées sont en deçà de la moyenne générale de la population du delta du fleuve Sénégal. Ce sont des exploitations qui ont en moyenne une dizaine de personnes qui sont assez peu équipées : pratiquement pas de matériel motorisé, une charrette et un pulvérisateur pour trois exploitations en moyenne. Le

²² Par stratégie des producteurs, on entend l'art d'acteurs pour lesquels le processus de production agricole occupe une place centrale dans le mode de vie.

nombre d'animaux est sensiblement égal à la moyenne car on retrouve dans cette catégorie les petites exploitations peulhs qui elles disposent d'un cheptel alors que la grande majorité des petites exploitations wolofs ne possède que très peu d'animaux.

Les revenus hors agriculture représentent en moyenne 260 000 Fcfa/an. La superficie irriguée est faible avec en moyenne moins de 1,90 ha par exploitation contre une moyenne d'ensemble de 4,75 ha environ et elle est localisée essentiellement sur des grands aménagements publics (66%).

Ici, quelque soit l'ethnie d'appartenance, les gens ont une préoccupation *défensive et de contournement* focalisée sur le risque. La riziculture ne permettant pas d'assurer l'alimentation de toute la concession oblige les chefs d'exploitation à aller compléter leurs revenus ailleurs pour assurer les périodes de soudure qui sont délicates. Leurs objectifs s'orientent plutôt vers des objectifs de reproduction et de financement de l'agriculture irriguée par d'autres activités telle que l'élevage²³. C'est la combinaison d'activités qui permet le dégageant de capacité à nourrir la famille.

Etant donné que ce sont des gens très endettés, une partie de la récolte est commercialisée pour le remboursement des dettes. Une fois les dettes remboursées, le stock est utilisé pour les besoins alimentaires courants. Dans ce contexte, l'agriculture n'a qu'un caractère essentiellement vivrier.

Le deuxième élément de comportement est la place non négligeable qu'occupe la riziculture dans le milieu social . Certains exploitants, dans le souci de ne pas se voir marginaliser, produisent pour marquer leur présence dans l'aménagement (milieu social fortement marqué par la riziculture). Ce qui leur permet de garder des liens avec les responsables de périmètre et des liens sociaux avec les autres agriculteurs.

Concernant les activités de diversification des sources de revenu ponctuels et aléatoires, elles sont souvent entreprises une fois les revenus (souvent en nature) tirés de l'agriculture épuisés.

La stratégie d'ensemble consiste alors, une fois épuisées les ressources agricoles et les revenus dispersés et occasionnels , à « creuser un trou pour en déboucher un autre » en jouant sur les relations d'alliance.

²³ En cas de besoins de financement, ils n'hésitent pas à vendre une bête pour honorer les charges de culture.

Un autre comportement défensif est d'aller chercher hors de la concession les moyens de leur subsistance ou de solliciter à un emprunt (monétaire ou en nature) dans les réseaux d'alliance.

Cette catégorie d'exploitants représente une clientèle potentielle et durable en ce sens que quelque soit la situation ils seront toujours demandeurs d'eau pour l'irrigation car comme nous venons de le voir, l'agriculture est complémentaire aux autres activités.

Cela se confirme par la nature des dettes contractées qui, souvent sont de nature informelle.

Leurs stratégies et leurs comportements nous font dire que ce sont des gens qui n'ont aucun projet sur le long terme ; leur souci majeur est de trouver des solutions ponctuelles de sortie de crise. Dès lors, on peut supposer qu'ils peuvent être prêt à faire de la double culture (maraîchage) en saison froide du moment où ils espèrent en tirer un minimum de revenu.

✓ **Type 2 : le groupe des exploitations agricoles de taille moyenne :**

De ce groupe, née l'émergence de *stratégie offensive* en ce sens que les pratiques sont centrées sur la poursuite de finalités de croissance économique.

C'est le groupe le plus important avec 79 % de l'ensemble des exploitations agricoles de notre échantillon disposant de parcelles irriguées. Il est appelé groupe des "moyens" pourtant ses caractéristiques sont nettement supérieures à la moyenne de la population. Ainsi, les caractéristiques de population sont nettement au dessus de la moyenne avec plus de 16 personnes présentes et 2 ménages. Ces exploitations sont pour la plupart équipées : une charrette et presque un matériel motorisé pour 2 exploitations et un pulvérisateur par exploitation.

Les revenus extérieurs sont légèrement supérieurs à la moyenne générale avec 360 000 Fcfa/an qui proviennent essentiellement des salaires, du commerce et de la pêche. Les superficies irriguées moyennes sont proches de 10 ha par exploitation avec une part importante sur les grands aménagements publics (34 %) et si on y ajoute les extensions cette part passe à 46 %. Ce sont des gens qui ont des parcelles dispersées d'un peu partout (dans le périmètre aménagé et hors de l'aménagement) et le nombre d'organisations paysannes d'appartenance est élevé (3,5 en moyenne par exploitation).

Leurs stratégies consistent à rechercher la sécurité en amplifiant leur présence dans l'aménagement ; on a le développement simultané d'activités non agricoles et d'activités extra agricoles.

Dans ce contexte, l'irriguant n'a pas de souci à se faire quant à la satisfaction des besoins de consommation de sa concession en ce sens que les moyens de production sont au moins suffisants par rapport à la taille de sa concession.

Le chef d'exploitation disposant suffisamment de main d'œuvre familiale peut se permettre d'aller chercher un travail salarial dans le but d'une sécurisation. De ce fait, il n'est présent dans l'exploitation que pour mettre en route et piloter les activités.

Ce type d'exploitation agricole recherche la prudence et la sécurité ; ce qui guide la définition des objectifs socio-économique et la mise en place de stratégie offensive.

Ces stratégies par rapport à l'agriculture irriguée visent l'intensification avec pour objectif la maximisation des rendements.

Il est à noter que cette intensification ne passe pas nécessairement par la recherche de terres supplémentaires ; ils préfèrent investir toute leurs forces dans les terres disponibles. Ce qui veut dire qu'ils sont exposés au risque et dans le but de minimiser les risques, la stratégie développée est la recherche de pouvoir ou d'implication dans les organisations collectives. Ce qui leur donne l'avantage de consolider leur position sociale dans le village et dans leur propre concession ; elle facilite par le crédit qu'elle apporte la mise en place des stratégies déjà décrites (Sourrisseau J.M., 1999).

L'agriculture constitue dès lors pour cette classe une priorité et un vrai « métier ».

Quand aux comportements de diversification des revenus, les stratégies d'intensification agricole y occupent une place assez importante et l'aversion au risque incite à caler ces pratiques sur des recettes qui ont déjà fait leur preuve. Généralement, le ton de la diversification des revenus est assez timide²⁴ car cette catégorie préfère s'investir suffisamment sur leurs parcelles et employer les membres de la concession pour la mise en valeur. Le chef d'exploitation tire souvent ces revenus extra agricoles au niveau du travail salariale et du commerce (le plus souvent du riz issu de la récolte).

Les pratiques de l'agriculture irriguée en saison froide (maraîchage) constitue un revenu d'appoint pour ce type d'exploitants. Mais pour ces gens, les pratiques de maraîchage en saison froide sont dynamisées par le mouvement de masse et se heurtent à des problèmes de

²⁴ Leur objectif d'intensification dans le but de satisfaire la sécurité alimentaire et d'assurer l'activité de commerce de riz (paddy) monopolise l'essentiel de l'investissement en temps.

maines d'œuvre et de concurrence dans la concession. Les membres de la concession et même les femmes préférant faire du maraîchage sur leur propre parcelle.

Concernant leurs attitudes vis à vis de l'emprunt, ils préfèrent souvent financer certains investissements ou charges (de culture et d'irrigation) en partie par l'emprunt dans le but de thésauriser une partie de leur trésorerie pour les périodes de soudure. Les raisons de l'endettement dépendent le plus souvent de la réussite des stratégies développées et le plus souvent, il s'agit d'un endettement ponctuel et de nécessité dans le circuit informel.

Par rapport au mode de tarification de l'eau d'irrigation les stratégies développées par ce type d'exploitants conduit à leur plus grande sensibilité par comparaison au type précédent. Du fait de leur objectif de professionnalisation, ils peuvent être réceptif sur des modes de tarification incitatifs par rapport à un changement de mode de tarification de l'eau.

✓ **Type 3 : le groupe des exploitations agricoles de grande taille**

Ils ont des stratégies de producteurs « aisés » en ce sens que leur activité économique est très diversifiée et comprend un volet agricole dominé par un volet non agricole.

Cette stratégie de producteurs « aisés » cache deux types de comportements :

- offensif dans le but de maximisation de revenus extra-agricoles
- défensif dans le but de maintien d'une activité agricole source de solvabilité sociale (cf. plus l'oins).

Ce groupe ne représente que 4 % de la population de notre échantillon mais cumule une grande partie des terres aménagées et des revenus non agricoles assez importants. Sa caractéristique principale est l'accumulation de terres irriguées avec en moyenne 45 ha par exploitation. Les superficies sur grands aménagements publics (2,5 ha) ne représentent qu'une très faible part et sont en moyenne plus faibles que pour les exploitations de taille moyenne. Ces exploitations sont largement plus équipées que les autres groupes avec 2 pulvérisateurs par exploitations et 1,5 matériels motorisés.

Ces exploitations sont également caractérisées par **des revenus hors production agricole qui sont élevés avec en moyenne 660 000 Fcfa/an/exploitation**. Ces revenus proviennent pour une part importante (38 %) de prestations de service (transformation, récolte, battage, transports, etc..). Enfin, ce sont des exploitations avec une population nombreuse : en moyenne une vingtaine de personnes présentes pour deux ménages et plus. Ces exploitations,

essentiellement wolofs, ne capitalisent pas dans le cheptel puisque les variables du cheptel restent proches de la moyenne.

En plus de cela, ce sont des entrepreneurs agricoles qui ont une stratégie de diversification de leurs activités (offensive) et de développement de l'activité agricole (défensive).

L'exemple le plus pertinent est le financement par certains agriculteurs de ce type à d'autres en difficulté d'obtention de crédit dans le but de pouvoir les vendre leurs services par la suite (préparation de sol, récoltes avec moissonneuses batteuses, ...etc.).

Contrairement au type précédent, la recherche de la valorisation des produits de l'agriculture prime sur les stratégie d'intensification ; il n'y a aucune corrélation entre la taille de leurs exploitations, la disposition de moyen de production (capital) et le niveau de rendement sur leurs parcelles.

La recherche de meilleurs prix de vente passe souvent par des comportements de spéculation sur le riz rendue possible grâce aux revenus générés par leurs activités d'entrepreneur agricole.

A part cela , leurs stratégies en tant qu'agriculteur réside sur l'expansion foncière (acquisition de parcelles).

Ce sont des adhérents potentiels de l'agriculture irriguée car dans une perspective de diversification de leurs activités, leur objectif de recherche de profit est élargi au secteur agricole, se combinant souvent avec la volonté de renforcer une implantation sociale rurale non dénuée d'enjeux politiques ou de clientélisme (Yung L.M., 1992).

Mais leur comportement et l'insuffisance de leur présence sur la parcelle nous font dire (supposer) qu'ils ne sont pas prêt à s'investir sur deux campagnes agricole par an. Donc s'il y avait un choix entre un contrat de souscription annuel pour l'eau et un contrat saisonnier (pour une campagne agricole), leur arbitrage sera en faveur du contrat pour une campagne.

Ils adoptent par exemple leurs comportements au contexte économique car les transferts monétaires au sein de leur entreprise, d'une activité à l'autre permettent d'établir et d'amortir les risques financiers inhérents à chaque activité.

Le choix de cette partition très liée à la superficie irriguée disponible, à la structure et aux comportements des agriculteurs ne fait pas apparaître de différence pour ce qui est des arriérés de dettes.

Mais, ces résultats répondent bien aux deux objectifs visés au départ de l'analyse : obtenir des classes peu nombreuses et faciles à repérer sur le terrain. Avec cette typologie qui ne peut qu'être assez simple, voire simpliste, les objectifs sont atteints.

De façon générale, les arriérés des dettes vis à vis de l'union hydraulique est un phénomène de masse en raison des caractéristiques techniques des aménagements. Cela veut dire que, étant donné que tous les usagers qui sont sous la même maille hydraulique paient leur redevance hydraulique par le biais de l'organisation paysanne de base qui gère la maille, le non paiement des uns incite les autres (qui pourtant ont l'intention de payer) à retarder le leur. Ceci parce que les usagers savent pertinemment que l'union ne peut pas leur couper l'eau de façon individuelle ; la seule arme que possède l'union c'est de couper l'eau à la maille, donc pour tous les usagers dépendant de la même maille hydraulique.

Mais, ces résultats répondent bien aux deux objectifs visés au départ de l'analyse : obtenir des classes peu nombreuses et faciles à repérer sur le terrain.

Tableau 4: Caractérisation des exploitations agricoles par rapport à la diversification de revenus et des stratégies

	Satisfaction des besoins	Nature et niveau de l'endettement	Position face au risque	Stratégie p/r gestion de l'eau	Stratégie globale
Type I.	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Les besoins vitaux sont difficilement ou pas satisfaits. 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Endettement chronique de survie dans les circuits formels et informels et auprès des réseaux d'alliance. 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Priorité de la contrainte de reproduction, grande incertitude. ▸ Sécurité alimentaire 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Pas de capital ; « décapitalisation » Moyens très limités Itinéraire semi intensif 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Défensive et de contournement
Type II.	<ul style="list-style-type: none"> ▸ La satisfaction des besoins élémentaires est considérée acquise de façon durable. 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Endettement dans les circuits institutionnels essentiellement pour l'agriculture. Volonté de limitation. 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aversion au risque très marquée. 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Accès au crédit, Possibilité d'intrants et de main d'œuvre Itinéraire intensif 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Amorce de stratégie offensive
Type III.	<ul style="list-style-type: none"> ▸ La satisfaction des besoins élémentaires est considérée comme acquise de façon durable. 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Limitation de l'endettement pour les activités agricoles. Endettement éventuel dans les circuits informels à des fins de production. 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Neutralité, prise de risque. <p>Entrepreneur</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Accès au crédit Possibilité de capital Itinéraire extensif 	<ul style="list-style-type: none"> ▸ Aisée : Offensive et défensive

Source : Inspiré de Sourisseau, J. M.1999

5. RESULTATS

5.1. L'OUTIL DE SIMULATION

5.1.1. Les équations et les variables du modèle de simulation:

5.1.1.1. Le périmètre irrigué

Objectif : Equilibre budgétaire

Recettes totales = Dépenses totales + provisions

Considérant que les unions hydrauliques sont des associations à but non lucratif, nous pouvons lui appliquer le principe de neutralité : l'union hydraulique ne réalise ni profit, ni perte et donc est astreinte à réaliser un strict équilibre budgétaire ; le prix est alors égal au coût moyen de production de l'eau vendue.

On a donc : $RT(Y) = p(Y)Y$

RT = Recette totale

Y = quantité = nombre d'hectare à irriguer

$p(Y)$ = Prix de vente de l'eau pour irriguer un hectare

Soit $CT(Y)$ le coût total de production de Xm^3 d'eau nécessaire pour irriguer un hectare.

$CT(Y) = aY + b$

Avec :

a = Coût variable = Charges d'exploitation

b = Coûts fixes = provisions pour renouvellement et entretien des stations de pompage et des réseaux.

5.1.1.2. Exploitations agricoles :

Le revenu total d'un exploitant agricole est égale au revenu de l'activité agricole et au revenu tiré des activités extra agricoles.

Revenu total (RT) = Revenu agricole (Ra) + Revenu non agricole (Rna)

Revenu agricole (Ra) = recette totale agricole(rta_{ea}) – charges totales agricole (cta_{ea})

rta_{ea} = Rendement (Rdt) * Superficies cultivées (Sc) * Prix de vente (Pv)

$$rta_{ca} = Rdt + Sc + Pv$$

cta_{ca} = Charges avant culture (c_{ac}) + Charges d'irrigation (I_{rr}) + Charges de culture (c_c) + Charges de récolte (c_r) + Charges post récolte (c_{pr}).

$$cta_{ca} = c_{ac} + I_{rr} + c_c + c_r + c_{pr}$$

Estimation du niveau de rendements :

De nombreuses études sur les exploitations agricoles du delta du fleuve Sénégal ont montré qu'il n'y a pas de relation directe entre les doses d'intrants et le niveau de rendement sur les parcelles. Dès lors, l'itinéraire technique est défini par le mode de récolte adopté sur chaque parcelle.

Selon le type de récolte (manuel, mécanique ou par moissonneuse batteuse), le niveau de rendement varie.

L'équation peut alors s'écrire de la façon suivante :

$$Rdt = f(\text{type de récolte}) = f(R_{\text{man}}, R_{\text{méca}}, R_{\text{moisbat}})$$

Superficie cultivée : Sc

$$Sc = Sc \text{ en hivernage } (Sch) + Sc \text{ en contre saison } (Sccs)$$

Selon le niveau de crédit de campagne²⁵ dont l'agriculteur a bénéficié, le niveau de superficie exploitée et irriguée (fonction du disponible foncier dans le périmètre) pour une campagne agricole varie.

Dans le cas où l'agriculteur ne bénéficierait pas de crédit de campagne de la part de la banque, le niveau de superficie exploitée varie en fonction de sa capacité financière à financer la campagne.

Hypothèse : considérant que la pratique de la double culture serait entièrement financée par l'agriculteur pour ce qui est des charges de culture sauf l'eau (qui elle est donnée à crédit par l'union hydraulique), la probabilité pour une agriculture de faire de la double culture dépend de ses performances de la campagne précédente (résultat).

²⁵ Le crédit de campagne est octroyé par la banque à l'agriculteur en fonction du niveau de recouvre des créances passées

Sch = f(disponible foncier, crédit bancaire, capacité financière de l'agriculteur, politique de l'union hydraulique)

Si crédit bancaire à 100%,

alors

Sch = f(disponible foncier dans le périmètre aménagé (df))

Sinon

Sch = f(th% df)

Avec t= taux de mise en valeur (fonction du disponible foncier)(en hivernage)

Sccs = f(politique de mise en valeur de l'aménagement par l'union, situation financière de l'usager²⁶)

Si l'union a une politique de mise en valeur en contre saison et accepte de donner l'eau à crédit pour les usagers à situation financière défavorable,

Alors,

Sccs = f(tcs%,df)

Sinon ,

Sccs = f(Ra en hivernage, Rna)

Prix

Ici, nous avons deux types de prix qui rentrent dans la construction du revenu :

- le prix de collecte du paddy de riz (pc) : C'est le prix de valorisation en paddy de tout ou partie de la redevance hydraulique qu'un usager se voit redevable auprès de l'union.
- le prix de vente direct du paddy par l'agriculteur sur le marché (pv).

Par hypothèse, tous les prix seront considérés comme donnés.

Les charges d'exploitation au niveau de l'EA²⁷:

²⁶ Elle dépend du résultat de la période précédente et du revenu extra agricole

²⁷ Exploitation agricole

Ce sont tous les coûts supportés par l'exploitant dans le processus de production et de valorisation des produits issus de son activité agricole.

Nous distinguons dans notre modèle, les charges considérées comme fixes et celles considérées comme variables.

Les charges fixes : ce sont ;

- *Offset et préparation de sol ($p_{O\&ps}$) et épandage d'engrais* ; le prix à l'hectare (pu) est fixé par le prestataire assurant le service.

$$p_{O\&ps} = p1 * Sc$$

- *Irrigation (p_{irr})*: elle est forfaitaire (p2) dans le cas présent et est fixée par l'union hydraulique. Si on passe à un autre type de tarification, on fixe les charges variables correspondant aux dépenses effectuées et on fait varier le niveau des charges fixes (provisions pour entretien et renouvellement).

$$p_{irr} = p2 * Sc$$

- *Intrants* : étant donné que tous les ont pratiquement le même comportement concernant les doses et les types d'intrants, nous pouvons poser l'hypothèse que les charges d'intrants sont quasiment fixes à l'hectare. On le note P_{int} .

Charges variables :

La Récolte : elle est fonction du mode de récolte choisi par l'exploitant

S'il s'agit du mode de récolte manuel , le prix financier est nul ;

S'il s'agit du mode mécanique ($R_{méc}$), le paiement de la prestation du battage est effectué en paddy et correspond à une part du paddy battu (t_{pr1}). Généralement cette part est de 10 %.

$$R_{méc} = Rdt * Sc * t_{pr1}$$

S'il s'agit du mode de récolte par moissonnage battage (R_{mb}), l'activité rémunérée en nature selon un % (t_{pr2}) de la production récoltée. Généralement cette part est de 16%.

- Les transports entre les champs et le village.

Les transports concernent le transport des intrants du village au champ et le transport de la récolte du champ au village ou au « secco ». Ces transports sont effectués pour la plus grande

partie avec des charrettes tirées par des chevaux ou des ânes. Toutefois certains producteurs effectuent les transports avec des tracteurs ou des camionnettes.

Pour simplifier, nous considérerons que tous les transports du champ au village sont effectués par traction animale.

- Les charges de main d'œuvre ; elles correspondent :

Au travail rémunéré (travailleurs hors exploitation) avant récolte avec les journaliers employés pour les travaux de préparation des sols en plus de ceux qui participent aux prestations de service motorisées, les surgas (travailleurs saisonniers) embauchés pour la saison et impliqués à tous les niveaux de la culture, la main d'œuvre journalière utilisée pour divers travaux et l'épandage des pesticides (ce dernier poste correspond plus à un service avec l'utilisation d'un pulvérisateur manuel ou motorisé).

Au travail rémunéré pour la récolte et les travaux de post-récolte en dehors du personnel inclus dans le prix des prestations de service (par exemple conducteurs et pointeurs des moissonneuses batteuse).

Travaux de récolte et post récolte : vannage (souvent réalisé par les femmes de l'exploitation et des exploitations voisines), mise en sac, manutention au secco ou au champs, autres charges comprenant notamment le pesage, la main d'œuvre complémentaire pour le battage mécanique, le gardiennage, etc.

5.1.1.3. Utilisation du revenu

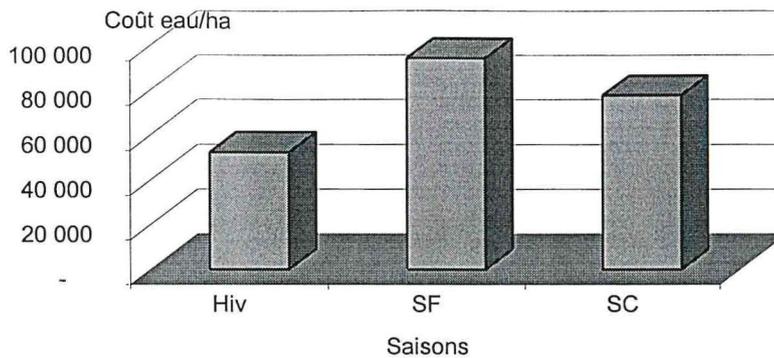
C'est la répartition du revenu brut annuel des agriculteurs entre les dépenses de famille, les autres dépenses et le solde pour l'épargne.

Nous avons considérés que le type1 dépense moins que les deux autres types pour ce qui de la famille à cause de ses moyens très limités.

5.2. LES SIMULATIONS

Dans le cas des périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal, le coût total de l'eau varie en fonction des saisons (graphique suivant):

Figure 6: Evolution du coût de l'eau selon les saisons; le cas de Pont gendarme



Selon qu'on veut faire supporter aux usagers les coûts d'exploitation et de renouvellement, le prix de l'eau change.

Nous partirons ici des coûts de revient moyen de production permettant d'irriguer un hectare de terre pour ensuite estimer les coûts durables.

On appelle ici le coût durable, le niveau de redevance qui permet de couvrir l'ensemble des charges supportées par les unions, y compris les provisions pour le renouvellement des infrastructures; et donc d'assurer la pérennité de l'aménagement.

Coût durable = Coûts de revient²⁸ + provisions pour entretien²⁹ et renouvellement

Le cas du périmètre de Pont gendarme nous montre que la redevance ne couvre qu'une partie des frais d'exploitation en dehors de la période hivernale en raison de la faiblesse des superficies irriguées

Un système incitatif dans ce cas serait de faire payer l'eau en deux parties :

- Une première partie " **fixe** " (**b**) qui sera constituée des provisions pour entretiens et renouvellement et des salaires des pompistes : dans ce cas, les usagers qui ont l'intention de faire les trois campagnes de l'année bénéficieront d'un rabais équivalent au tiers. Si par contre l'utilisateur préfère ne pas anticiper, il paiera à 100%.
- Une deuxième partie " **variable** " (**aX**) de la tarification sera fonction des charges proportionnelles à la production (électricité, indemnités des responsables, superficie à irriguer) ; elle sera payée après calcul du coût moyen d'exploitation pour irriguer un hectare de terre ; et là chaque usager paie le même prix unitaire (à la surface : par hectare).

²⁸ il s'agit du coût de revient de l'eau permettant d'irriguer un hectare de terre

Ce système de tarification à deux composantes est optimal au sens de Pareto et assurera le transfert de surplus des plus petits consommateurs aux plus grands.

De façon générale, la partie fixe est destinée à assurer l'équilibre budgétaire et correspond au coût marginal à cause de l'uniformité du prix unitaire.

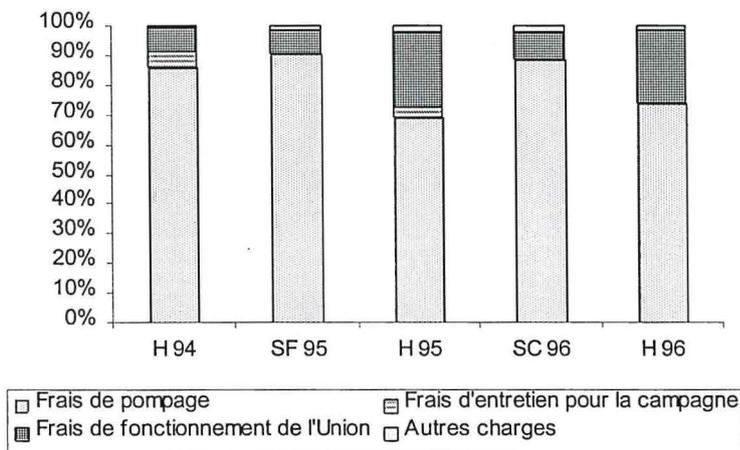
Pour fixer les valeurs de 'b' et de 'a', nous partirons de la théorie que nous adaptons au contexte du fleuve Sénégal.

Si 'b' est trop élevé, cela entraîne des recettes sûres pour l'organisation gestionnaire mais pénalise les agriculteurs à faible revenu. Le seul inconvénient pour le gestionnaire et que cela incite au piratage.

La variable de 'a' est une variable exogène que les gestionnaires devraient endogénéiser d'autant que sa valeur dépend du niveau de consommation d'énergie, de la puissance des pompes, du nombre de pompes en marche et du niveau général des entretiens effectués dans les stations de pompage.

Le calcul et l'architecture du coût total unitaire (par hectare) de production d'un périmètre irrigué du fleuve Sénégal nous guident dans l'estimation des valeurs de 'a' et 'b'.

Figure 7: Décomposition du coût de l'eau à Pont gendarme selon les saisons

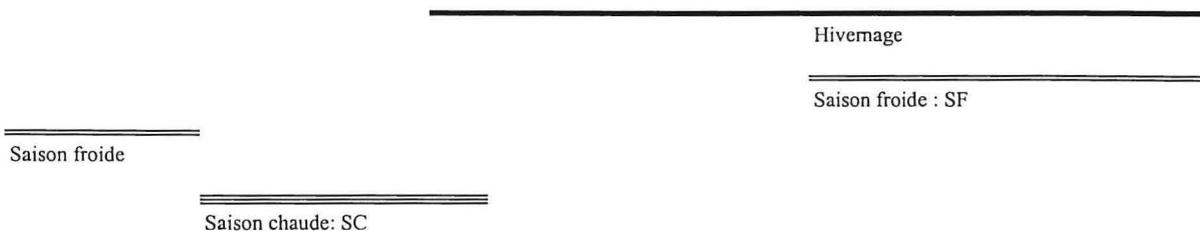


H : Hivernage ; commence en juin et se termine en décembre (riz) ;
 SF: Saison froide ; de octobre à fin mars - début avril (tomate et cultures de diversification) ;
 SC: Saison chaude : de mars à juin (riz).

²⁹ on entend ici les entretiens correctives et de maintenance

Figure 8: Répartition des saisons de culture sur l'année; cas des périmètres du delta du fleuve Sénégal

Janvier Février Mars Avril Mai Juin Juillet Août Septembre Octobre Novembre Décembre



La structure des charges réellement supportées par ce périmètre sur la période de 94 à 96 nous indique en moyenne que les frais de pompage (essentiellement de l'énergie) représentent en moyenne entre 70 et 90% du coût de revient nécessaire pour irriguer un hectare selon les saisons. On est alors en phase de convexité et la tarification au coût marginal ne nous permettra pas de résoudre ces problèmes.

La solution serait de partir du modèle de simulation que nous avons établi (voir annexe) aussi bien pour les usagers (agriculteurs) et l'organisation gestionnaire (union hydraulique) pour bâtir une ou des méthodes de tarification respectant les contraintes d'équilibre budgétaires et de capacité financière des agriculteurs à prendre en charge l'irrigation dans leur budget de culture.

La discussion portera principalement sur deux méthodes fortement inspirées de la tarification optionnelle. Dans tout ce qui suit, le raisonnement est fait sur le coût durable à l'hectare.

5.2.1. Structure de scénarios

Méthode n°1 : Situation de référence (méthode forfaitaire :Annexe 2 Simulation 0-1)

Le système de tarification actuellement pratiqué se veut d'imputer toute charge fixe à la campagne qui l'a généré. Elle est forfaitaire par hectare et de faible niveau par rapport à son coût de production et représente en moyenne dans le budget de culture des agriculteurs 40% pour le riz et 25% pour la tomate.

La conséquence principale du faible niveau du tarif est donc son éloignement par rapport au coût moyen (cf graphes des surplus) ; ce qui conduit à un déficit budgétaire. Même si les coûts de fonctionnement sont quelque fois (en hivernage en raison du taux de mise en valeur élevé) à peine couverts auprès des agriculteurs, les provisions pour renouvellement et entretiens ne le sont pas.

Au niveau des agriculteurs, la typologie que nous avons établi (Annexe 3: Simulation 0-2) nous montre que : si nous faisons l'hypothèse que le périmètre n'est exploité qu'en hivernage avec un taux de mise en valeur de 100%, seuls les agriculteurs du "type 2 " parviennent à couvrir ce niveau de redevance et subvenir aux besoins alimentaires de leur concession. Quant aux agriculteurs du "type 2 et 3", même s'ils parviennent financièrement à couvrir les charges d'irrigation, ne disposeront pas d'assez de revenu pour assurer les dépenses alimentaires de la concession. Dans ce cas, ils seront source de recouvrement douteux car préférerons assurer l'alimentation de leur famille que de rembourser la redevance due à l'organisation gestionnaire.

Les résultats de la simulation nous indiquent plusieurs alternatives pour assurer le recouvrement de la redevance hydraulique et des dépenses de famille : soit une augmentation du prix de valorisation du riz de 17% ou du niveau de rendement de 20%. La deuxième alternative semble plus réalisable en changeant les itinéraires techniques et en augmentant le temps de présence dans les champs.

L'introduction d'une seconde saison a un grand impact sur le type 1 (coefficient d'occupation de sol égale à 1,50) et conduit à la couverture des charges de famille avec dégagement d'une petite marge.

Ce système de tarification ne permet pas à l'organisation gestionnaire d'atteindre l'équilibre budgétaire (sauf si le coefficient d'occupation des sols atteint 2,1) et ne garantit pas de revenu considérables à 21% des utilisateurs (figure suivante).

Si on fait payer aux agriculteurs que les frais d'exploitation comme le recommande la tarification socio-politique, ce niveau de tarif sera financièrement supportable par tous les types que nous avons définis car leur procure une augmentation de revenu agricole.

Deux types de surplus peuvent être déterminés ici :

- surplus 1 : Coût d'exploitation – Prix d'exploitation facturé (T_{sp})
- surplus 2 : Prix réellement payé (forfait) - Prix d'exploitation facturé (T_{sp})

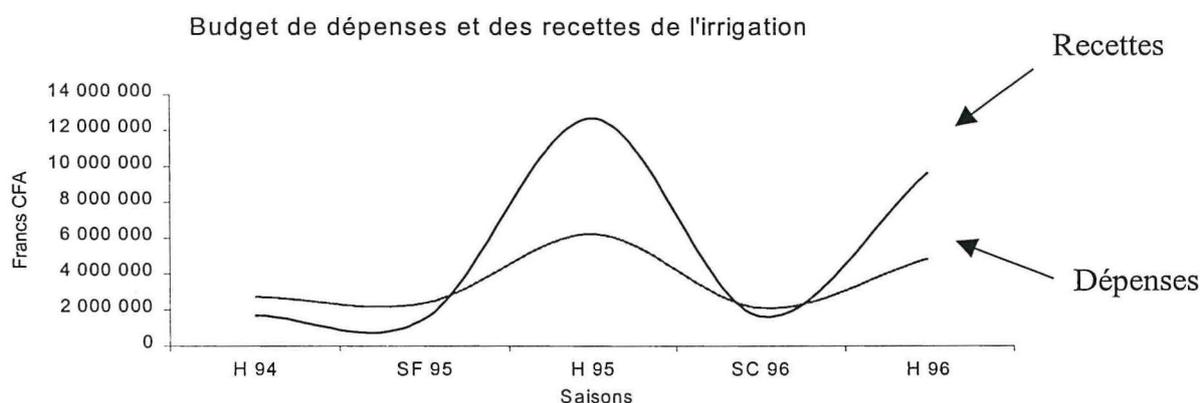
On remarque à travers les graphiques suivants que plus la superficie irriguée augmente, plus le surplus diminue (surplus1) et le surplus 2 devient constant à partir d'un certain niveau de superficie irriguée. Cela s'explique par le niveau constant du tarif payé par les usagers et à la grande variabilité des charges d'exploitation supportées par l'union hydraulique.

En référence au jeu à somme nulle de la théorie des jeux, ses gains de surplus de la part des irriguants constitue non seulement une perte pour l'union mais une contrainte majeure à l'équilibre budgétaire, sauf si cette dernière bénéficie d'une subvention permettant de combler le déficit.

Ces résultats nous permettent de considérer la tarification socio-politique comme élément du principe de "solidarité" en référence à M. Allais (1953) qui formulait le problème comme la recherche d'un optimum social.

On voit alors que ce système de calcul au forfait ne peut pas assurer l'équilibre budgétaire des unions et la durabilité des aménagements.

Figure 9: Evolution des recettes et dépenses à Pont gendarme

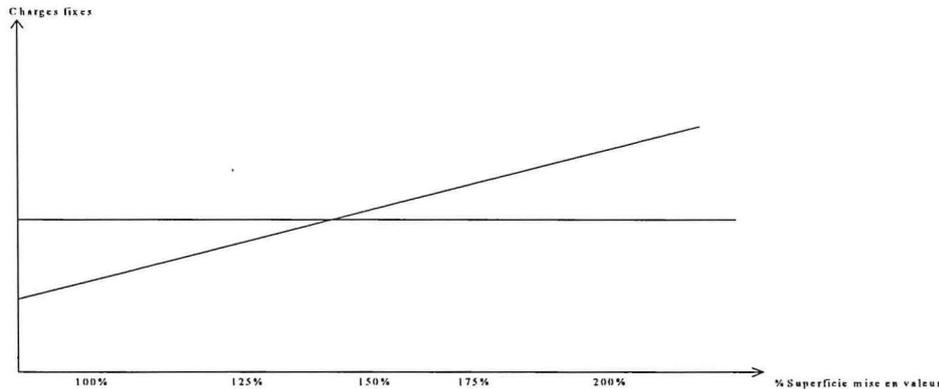


La tarification forfaitaire ne convient pas pour le respect de l'équilibre budgétaire.

Méthode 2 : Tarification binôme

Notre raisonnement portera sur le fait que les charges fixes soit indépendantes ou non du taux de mise en valeur.

Figure 10: Relation entre les charges fixes et les taux de mise en valeur



✓ Si les charges fixes sont indépendantes du niveau de mise en valeur on ramène le coût total revient de l'eau à l'hectare aménagé en distinguant les charges fixes des charges variables. Dans ce cas de figure, les charges fixes restent constantes quelque soit le niveau de mise en valeur comme le montre le graphique ci haut.

Dans le scénario de simulation 1-1 : annexe 4, on fixe comme hypothèse que l'aménagement n'est exploité qu'en hivernage avec un coefficient d'occupation des sols de 100%. Le prix de l'eau a un impact sur le revenu final des agriculteurs des trois types définis dans la typologie. En exploitant la totalité de leur disponible foncier, aucun agriculteur ne parvient à retrouver l'équilibre financier après paiement des besoins familiaux. Mais le prix de l'eau n'a pas atteint un niveau où les agriculteurs arrêtent d'irriguer en ce sens que même un prix de l'eau nul ne leur permettrait pas dans ce choix d'assolement de retrouver l'équilibre financier après couverture des besoins familiaux.

L'Annexe 5 : Simulation 1-2; toujours dans le cadre de l'indépendance des coûts fixes au niveau de mise en valeur, les agriculteurs peuvent choisir d'exploiter leurs parcelles toute l'année avec des assolements différents en fonction des saisons. Quelque soit le nombre de saisons et le type de campagne, les agriculteurs paieront la partie fixe de la redevance que pour une seule saison par an et seule la partie variable de la redevance est payable à chaque saison souscrite. Le tableau du scénario 1-2 définit un type d'assolement pour chaque type. Les résultats nous montrent qu'avec ce choix d'assolement, seul le type 2 qui présente un

coefficient d'occupation des sols de 1,70 parvient à s'en sortir. Pour le type 3, le résultat ne change pas car comme nous l'avons défini dans la typologie, ces activités d'entrepreneur agricole ne lui permettent pas de faire plus de une saison par an. Par contre, le type 1 qui représente 27% de la population de notre échantillon enregistre un petit déficit après paiement de la redevance et couverture de dépenses familiales ; mais une augmentation de son niveau de rendement de 4,3 à 4,6 tonne par hectare de riz ou une diminution des charges de pompage de moitié lui permettra d'atteindre l'équilibre financier.

✓ Dans le cas où les charges fixes sont fonction du niveau de mise en valeur, on raisonne toujours à l'hectare aménagé en faisant payer l'eau en fonction de la saison. En d'autres termes, cela signifie d'imputer à chaque saison les charges fixes qu'elle génère.

Deux cas de figure peuvent être envisagés :

soit l'organisation gestionnaire répercute les charges fixes annuelles sur une fois saisons ; dans ce cas, les usagers ayant souscrits à plusieurs saisons vont se voir supporter une lourde facture une fois par an et n'auront plus qu'à payer les charges variables les autres saisons de l'année.

Les résultats de la *simulation 2-2* (Annexe 7: Simulation 2-2) nous indiquent des déséquilibres financiers identiques que ceux de la situation de référence pour les types 1 et 3, par contre le type 2 enregistre une légère amélioration de son revenu net disponible.

Du côté de l'union hydraulique, l'équilibre ne sera atteint que si le montant total des charges fixes collectées atteint le niveau annuel des provisions prévisionnelles en fonction des superficies aménagées. A partir du moment où ce niveau prévisionnel annuel est atteint, les usagers ne supporteront plus que les charges de pompage (charges variables). L'union aura également un grand rôle à joué dans l'équilibre financier des agriculteurs à travers une gestion rationnelle et rigoureuse des stations de pompage (réduction des durées de pompage, assurer un minimum d'entretien etc....) .

Dans le cas où toutes les charges sont payées à la saison qui l'a induite, les résultats de la simulation nous indiquent des résultats nettement meilleurs que les précédents.

Méthode 3 :

On répartit le coût total durable en charges fixes et en charges variables.

Scénario 1 : Pour les charges fixes, elles sont calculées pour une année³⁰ et le passage à la saison s'effectue en affectant une clé de répartition α_i à chaque saison, avec $\sum \alpha_i$ égale à 1. C'est un montant fixe car il ne concerne que les provisions permettant d'assurer un niveau d'entretien et de maintenance correct et de constituer des fonds permettant de renouveler les machines.

Concernant les charges variables, elles sont imputées directement à la saison concernée et sont égales au coût de revient moyen du pompage à l'hectare (y compris les indemnités des responsables de périmètre).

Procédure :

- On calcule la part des charges fixes dans le prix de revient annuel de l'eau pour irriguer un hectare ;
- Faire la répartition des α_i entre les saisons ; c'est à dire trouver une clé de répartition primaire au prorata de la durée d'une campagne par exemple ou en fonction du nombre de saisons souscrite;
- Faire des tests de valorisation des niveaux de tarif par observation des comportements de chaque type défini dans le chapitre précédent ; cela consiste à faire un jeu d'enchères dans le but d'estimer la valeur de leur disposition à payer et à voir après prise en charge de toutes les autres charges (variables) ce qui reste du revenu de l'individu ;
- Pour les charges variables, on fait l'hypothèse qu'elles seront payées en fin de campagne et leur valeur est calculée sur la base du coût moyen.

Toutes choses égales par ailleurs, les revenus non agricoles peuvent être répartis entre les saisons en prenant comme clé de répartition la durée de chaque saison sur la durée totale des trois saisons (au prorata temporis).

Résultats :

Le tableau de synthèse suivant (Tableau 5: Coût de production 94 à 96 et du coût durable de l'eau) nous donne le coût de l'eau pour un hectare sur la base des dépenses réelles des unions sur la période 94-96. Nous remarquons que le coût réel d'exploitation est faible pendant les

³⁰ L'organisation des cultures et la succession des saisons nous impose de considérer l'année agricole comme allant de juin de l'année (n) et se terminant à juillet de l'année (n+1).

hivernages en raison des surfaces irriguées plus importantes que pendant les autres saisons. Mais néanmoins la capacité de l'union à provisionner reste faible par rapport aux provisions de l'union.

A partir de cela, un niveau de prix moyen de l'eau est estimé en rajoutant le niveau des provisions prévisionnelles des unions pour les renouvellement et l'entretien³¹; c'est le coût durable.

³¹ Il s'agit des prévisions sur provisions que nous avons dans la décomposition de la redevance hydraulique par les unions. Ce choix est motivé par la recherche de l'approche participative.

Tableau 5: Coût de production 94 à 96 et du coût durable de l'eau

Saisons	H 94	SF 95	H 95	SC 96	H 96	Moyenne			Coût durable					
						Hiv	SF	SC	Hiv	SF	SC	Total année	Moyenne année	
Produits														
Nbre d'ha irrigués	28	25	211	27	161	133	25	27	133	25	27	185		
Type de saison	1	0	1	0	0	1	-	0	1	0	0			
Prix unitaire	63 693	61 093	63 693	61 093	63 693	63 693	61 093	61 093	91 179	137 589	120 833	349 601	101 760	
Chiffre d'affaire sur irrigation (FCFA)	1 783 404	1 527 325	13 439 223	1 649 511	10 254 573	8 492 400	1 527 325	1 649 511	12 157 265	3 439 725	3 262 489	18 859 479	9 685 516	
Charges / ha														
1 Pompage														
Electricité	83 738	85 479	20 404	69 063	22 283									
Carburant et lubrifiant	-	-	-	-	-									
Location GMP	-	-	-	-	-									
<i>Sous total</i>	83 738	85 479	20 404	69 063	22 283	42 142	85 479	69 063	42 142	85 479	69 063	196 684	51 910	
2 Charges d'entretien pour la campagne														
Entretien station de pompage	-	-	-	-	-									
Pièces détachées	-	-	-	-	-									
Entretien aménagement	-	-	-	-	-									
<i>Sous total</i>	5 529	-	941	-	-	2 157	0	0	27 500	28 000	28 000	83 500	27 640	
3 Provisions pour renouvellement									13 500	15 000	15 000	43 500	13 921	
Total provisions									41 000	43 000	43 000	127 000	41 561	
4 Charges de fonctionnement de l'Union														
Salaire personnel	7 702	7 710	7 541	7 370	7 370									
Indemnités responsables	-	-	-	-	-									
Frais de mission (fonctionnement union)	-	-	-	-	-									
Fonctionnement véhicule	-	-	-	-	-									
Matériel et fournitures de bureau	-	-	-	-	-									
<i>Sous total</i>	7 702	7 710	7 541	7 370	7 370	7 538	7 710	7 370	7 538	7 710	7 370	22 618	7 537	
5 Autres charges														
Taxes OMVS	500	1 400	500	1 400	500									
Zakat et dons sociaux	-	-	-	-	-									
Cotisations diverses	-	-	-	-	-									
<i>Sous total</i>	500	1 400	500	1 400	500	500	1 400	1 400	500	1 400	1 400	3 300	753	
Coût d'un ha d'eau	97 469	94 589	29 387	77 833	30 153	52 336	94 589	77 833	91 179	137 589	120 833	349 601	101 760	
Coût total d'irrigation	2 729 118	2 364 725	6 200 642	2 101 489	4 854 660	6 978 160	2 364 725	2 101 489	12 157 265	3 439 725	3 262 489	18 859 479	9 685 516	
Résultat	- 945 714	- 837 400	7 238 581	- 451 978	5 399 913	1 514 240	- 837 400	- 451 978	0	0	0	-		
% des CF	8,41%	9,63%	27,36%	11,27%	26,10%	15,36%	9,63%	11,27%	53,78%	37,87%	42,84%	43,74%	48,99%	
% des CV	91,59%	90,37%	72,64%	88,73%	73,90%	84,64%	90,37%	88,73%	46,22%	62,13%	57,16%	56,26%	51,01%	
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Montant CF correspondant	8 202	9 110	8 041	8 770	7 870	8 038	9 110	8 770	49 038	52 110	51 770	152 918	49 850	
Montant CV correspondant	89 267	85 479	21 345	69 063	22 283	44 298	85 479	69 063	42 142	85 479	69 063	196 684	51 910	

SC : saison chaude

H : hivernage

SF : saison froide

Cela nous montre des prix de l'eau très variable d'un type de saison à un autre en raison des niveaux de mise en valeur avec une moyenne pondérée annuelle supérieure au coût de l'irrigation en hivernage.

Si on raisonne en terme de période, la représentation des charges fixes par rapport au prix de l'eau à l'hectare est hétérogène ; cela nous indique que nous avons légèrement plus de charges fixes en hivernage que pendant les autres saisons et la moyenne annuelle indique une répartition à part égale.

Par contre, si on considère que le périmètre est exploité toute l'année, l'union réalise son équilibre budgétaire que si les charges fixes représentent 44% du montant total que paiera un usager pendant une année agricole.

Les charges fixes réparties au prorata de la durée de chaque saison nous donnent des valeurs de α_i :

Tableau 6: Coefficient de répartition entre les saisons

Saisons	H	SF	SC
α_i pour 3 saisons : 1	0,44	0,31	0,25
Montants charges fixes1/ha	67 300	47 400	38 200
α_i pour 2 saisons (h et SF ou SC)2	0,61	0,39	0,39
Montants charges fixes2/ha	93 200	59 600	59 600
α_i pour 1saison (h ou SF ou SC)	1,00	1,00	1,00
Montants charges fixes/ha	152900	152900	152900

Cela signifierait de récupérer 44% des charges fixes annuelles en hivernage, 31% en SF et le reste en SC ; en d'autre terme c'est de faire payer l'eau plus cher en hivernage.

Si on rajoute ces valeurs aux charges variables de chaque saison, on obtient des montants de redevance de l'eau à l'hectare nous permettant de voir le comportement de chaque type d'utilisateur par rapport à ces différentes valeurs.

En faisant l'hypothèse en rapport avec la typologie établie, pour des assolements suivants pour chaque type :

Tableau 7: Niveau d'assolement de trois types

Part disponible foncier irriguée	H	SC	SF
Type 1	50%	0%	40%
Type 2	40%	5%	30%
Type3	30%	0%	0%

Les résultats de la simulation (Annexe 8 : Simulation 3-1) indiquent que financièrement aucun type ne pourra couvrir ces dépenses de famille après paiement de la redevance hydraulique en raison des charges fixes trop élevées. Pour corriger cela, nous pouvons établir un mode de

tarification dégressif en fonction du nombre de saisons souscrite pour ce qui concerne les charges fixes en faisant l'hypothèse que tout le monde exploite en hivernage en raison du « phénomène de masse ».

La règle est la suivante :

- si l'utilisateur opte pour exploiter une saison dans l'année, on récupère 100% des charges fixes (provisions pour entretiens et renouvellement) de la campagne correspondante,
- si l'utilisateur opte pour deux saisons par an, on récupère 100% des charges fixes en hivernage et la partie provision pour entretien pour la deuxième saison,
- si l'utilisateur opte pour trois saisons par an, on récupère 100% des charges fixes en hivernage et la partie provision pour entretien pour le reste.

Les résultats de simulation nous indiquent (Annexe 9 : Simulation 3-2) que seul le type 3 peut supporter un tel niveau de redevance, pour le type 2 le déficit est négligeable. Pour pouvoir supporter un tel niveau de redevance,

- le type 1 qui est le plus sensible aux variations de tarif se trouve dans une situation où il lui faut non seulement des alternatives pour rembourser ses dettes au niveau des réseaux d'alliance, mais également des solutions de survie. Dans ce cas, le solveteur nous indique deux solutions ; soit il faut augmenter le niveau de mise en valeur de 37%, ou bien doubler les revenus non agricoles. La seconde solution nous paraît plus plausible en raison des limites qu'a l'utilisateur du type 1 pour trouver du crédit et pour financer les campagnes agricoles,
- le type 2 devrait soit augmenter son niveau de mise en valeur annuelle de 1%, soit diversifier ses activités extra agricoles dans le but d'augmenter son niveau de revenu non agricole de 17% l'an.

Cette méthode qui vise à couvrir un niveau de charges fixes incompressible a un impact sur le revenu des agriculteurs et en particulier sur le choix de contrat.

Quand le prix de l'eau diminue, les agriculteurs réagissent en souscrivant au contrat qui leur permettra de réaliser des gains d'échelles. Cela montre qu'un prix de l'eau trop élevé n'est pas acceptable pour les agriculteurs, en particulier pour le type 1.

Scénario2 :

Comme dans la précédente, elle consiste à distinguer dans la redevance la partie fixe et la partie variable. Deux contraintes s'imposent aux unions hydrauliques : l'amélioration de la mise en valeur pendant les saisons hors hivernales dans le but de réduire les charges variables à l'hectare et la nécessité de couvrir les charges fixes (entretiens préventifs, renouvellement, termes fixes de la facture d'électricité,...). Les objectifs sont alors souvent contradictoires ; les unions cherchent simultanément l'équilibre financier, un niveau d'utilisation du réseau maximal, une pérennité du système et un niveau de redevance financièrement acceptable pour les agriculteurs.

Pour inciter les agriculteurs à consommer l'eau toute l'année et densifier les réseaux, une tarification binôme avec surface forfaitaire et une indexation sur la durée des contrats peut être envisagée.

La tarification binôme ; elle comporte une partie fixe dépendant de la saison agricole et de la durée du contrat souscrit.

La partie fixe forfaitaire est la plus importante car assure la pérennité du système et fait l'objet de dépenses importantes de la part de l'Etat.

La partie variable ne comporte pas de forfait et est facturée sur la base du coût moyen du pompage principalement constitué des coûts d'énergie.

La durée des contrats ; elle a une influence directe sur le niveau de la partie fixe car peut faire l'objet d'assouplissement .

Si l'agriculteur souscrit pour un contrat annuel ou supérieur ou égal à deux saisons (option1), seulement les charges fixes de la saison hivernale lui est facturée à condition qu'il irrigue la totalité de son disponible foncier situé dans l'aménagement au moins une fois par an (de préférence en hivernage).

Si l'agriculteur souscrit pour un contrat de "survie" (par saison) (option2), un tarif des coûts fixes lui est imposé ; le coefficient de répartition des saisons est forfaitaire (α_i) et dépendra de la saison et est fixé de façon arbitraire et la $\sum \alpha_i$ est différent de 1.

Option1 : par rapport aux hypothèses de la classification, on suppose que le type 3 souscrit pour une tarification de survie ; les résultats de la simulation (Annexe 10 : Simulation 4-1) indiquent une inélasticité de la demande en eau pour le type 2 et le type1, en respectant les

clauses du contrat d'irrigation arrive à dégager des revenus supplémentaire, par contre il ne pourra supporter un tel tarif en irriguant que 50% de son disponible foncier en hivernage. Le seuil de mise en valeur se situe à 92% du disponible foncier. En référence au contexte socio-économique du delta du fleuve Sénégal, cela ne serait possible sans la résolution des problèmes de solvabilité, condition pour bénéficier de crédit de campagne.

Ce système de tarification assure l'efficacité économique, mais ne permet d'atteindre l'équité verticale.

Option2 : le principe est d'affecter un coefficient de répartition à chaque saison (Annexe 11: Simulation 4-2); c'est ce coefficient qui permettra de déterminer les charges fixes périodiques. Les résultats obtenus nous indiquent que les agriculteurs réagissent de façon très différente à la variation des tarifs en maintenant un assolement type. Seuls les types 2 et 3 supportent ces variations de tarifs comme l'indique le tableau suivant qui nous donne les niveau de revenus annuels en fonction de la variation des coefficients de répartition.

Tableau 8: Récapitulatif du scénario 4 - 2

	Type1		Type2		Type3	
	Revenu usager	CF récupéré	Revenu usager	CF récupéré	Revenu usager	CF récupéré
Coefficient1	-210 000	60 000	-52 000	81 000	1 000 000	39 000
Coefficient2	-190 000	49 000	31 000	60 000	1 000 000	39 000
Coefficient3	-180 000	44 000	49 000	49 000	1 000 000	39 000
Coefficient4	-230 000	69 000	-50 000	80 000	730 000	58 000
Coefficient5	-220 000	64 000	-36 000	69 000	730 000	58 800

Coef1: H=0,8 ; SC=0,4 ;et SF=0,4

Coef2: H=0,8 ; SC=0,2 ;et SF=0,2

Coef3: H=0,8 ; SC=0,1 ;et SF=0,1

Coef4: H=1,2 ; SC=0,2 ;et SF=0,2

Coef5: H=1,2 ; SC=0,1 ;et SF=0,1

Ce type de tarification risque de décourager les usagers du type 1 car ne leur procure pas une amélioration de revenu. Donc pour que ce système soit incitatif pour ces gens, il leur faut augmenter leur superficie irriguée en hivernage de 40% au moins.

6. DISCUSSION

6.1. MODELES DE TARIFICATION

On s'aperçoit que, dans la détermination de la tarification de l'eau agricole, les aspects demande et offre interviennent simultanément:

- le gestionnaire a au minimum une contrainte d'équilibre budgétaire: il utilise souvent comme base une tarification au coût moyen, parfois, comme dans les périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal la base est la tarification au forfait à l'hectare.
- il doit aussi intégrer une contrainte sociale:
- il ne peut pas tarifer au delà de la marge nette agricole issue de l'irrigation,
- on lui impose de plus une contrainte au niveau de la tarification.

De plus, les méthodes de la théorie économique se heurtent souvent à des limites d'application.

Le gestionnaire de la ressource ne peut vouloir accaparer le surplus des consommateurs qui utilisent. Il peut soit fixer une tarification particulière à chaque usager, soit établir un système tarifaire plus fin en tarifant en fonction des différentes cultures irriguées.

La tarification en fonction des usages revêt un caractère économique pondéré par des considérations sociales qu'il est nécessaire de prendre en compte.

La tarification optionnelle réalise un compromis entre les impératifs commerciaux et le souci d'équité.

La couverture des seuls frais d'exploitation est considérée comme un minimum admissible par la collectivité et les gestionnaires. C'est un système adopté lorsque l'organisme gestionnaire est un représentant des agriculteurs; c'est le cas des unions hydrauliques du delta du fleuve Sénégal. En effet, un groupement d'agriculteurs a pour objectif de minimiser le coût de l'eau bien que son but n'est pas de dégager un profit mais d'atteindre un équilibre budgétaire qualifié de court terme en raison de la non prise en compte des provisions pour entretien et renouvellement. Ce qui peut fragiliser l'organisation sur le long terme lorsque des opérations d'entretien et de renouvellement importantes sont à réaliser.

Toute fois, la tarification en fonction de la demande ne peut pas prendre en compte l'ensemble des coûts supportés par les organisations gestionnaires des réseaux hydrauliques.

C'est pour cela que nous avons réfléchi sur d'autres méthodes nous permettant de prendre en compte à la fois la capacité des usagers à couvrir les frais d'irrigation et l'équilibre financier de l'organisation gestionnaire.

La méthode de tarification binôme permet de résoudre les problèmes de convexité des coûts et de considérer la capacité financière des agriculteurs; toute fois, cette méthode peut être incitative dans le cas des périmètres du delta si on arrivait à déterminer une partie fixe du tarif acceptable financièrement par tous et instaurer une politique de minimisation des charges de pompage au niveau de l'union en passant par une augmentation des taux de mise en valeur.

De façon générale, les limites de la tarification sont dues :

- aux imperfections des marchés: elles proviennent

✓ d'une mauvaise information des acteurs sur la demande: les agriculteurs peuvent avoir des informations techniques et financières incomplètes sur les moyens disponibles pour économiser l'eau; et plus un système de tarification est complexe, plus grande sera la proportion des irrigants qui ne sera pas en mesure d'en saisir la signification et donc de réagir "rationnellement".

✓ de l'offre: le gestionnaire, comme le décideur central, ont une information incomplète sur les objectifs et les contraintes des agriculteurs, notamment du fait de l'hétérogénéité de ceux-ci. Ils peuvent ainsi sur-estimer le poids de l'eau d'irrigation dans le produit brut des cultures irriguées.

✓ d'une imperfection du marché des capitaux, qui peut créer des conditions nettement défavorables aux dépenses d'investissement (construction d'une installation de recyclage, ..) ou favorables à un accroissement des dépenses d'exploitation (par une majoration des tarifs applicables aux approvisionnements en eau, ..).

- aux mauvaises hypothèses faites au départ:

✓ *concernant l'objectif des usagers*: la plupart des systèmes de tarification reposent sur l'hypothèse que ceux-ci s'efforcent de maximiser leurs bénéfices; or, ils ont souvent plusieurs objectifs simultanés; de plus, les agriculteurs ont un comportement très hétérogène tant au niveau de leurs objectifs que des contraintes qu'ils considèrent comme dominantes. Ainsi, une forte aversion au risque et un comportement

d'assurance peuvent les conduire à appliquer des doses d'eau différentes de celles qui conduiraient à une maximisation de leur espérance de revenu.

✓ *concernant le niveau des élasticités de la demande d'eau par rapport au prix*: si celles-ci s'avèrent faibles, il peut s'avérer inutile de recourir à des mécanismes complexes de tarification pour tenter de guider les consommateurs dans leur choix. Il se peut que les coûts de mise en place, de la gestion et de la mise à jour des structures tarifaires complexes soient trop élevés, Il est alors nécessaire de compléter l'outil tarifaire par d'autres instruments, comme la réglementation, la mise en place d'un système incitatif, ...

6.2. RESULTATS

L'application de certaines méthodes de tarification dans le contexte de notre étude a été difficile, voir même impossible dans certains cas. Cela est dû au fait que la plupart des méthodes utilisent les quantités d'eau consommées. Or dans les périmètres du fleuve Sénégal, la conception technique ne permet pas de renseigner sur ce facteur. C'est dans le but de contourner cela que nous avons pratiquement mené notre réflexion sur la base des superficies aménagées et cultivées.

Ce point constitue la première limite de notre travail.

Les hypothèses retenues dans les simulations privilégient les superficies aménagées (y compris les extensions) que les superficies exploitées à chaque saison pour ce qui est du calcul des provisions à dégager pour les entretiens et le renouvellement des infrastructures. Cela est justifié par le fait que les investissements ont été réalisés sur la base des superficies à aménager. Par rapport à notre objectif d'incitation à l'irrigation et à la rentabilisation des aménagements, les agriculteurs doivent être sensibilisés sur le fait qu'ils exploitent ou non, il est indispensable de dégager des fonds pour assurer la durabilité du système. C'est pour cela que nous avons considéré que l'aménagement doit être entièrement exploité en hivernage par tous les usagers.

Notre typologie des exploitations agricoles distingue trois types qui n'ont pas les mêmes comportements et les mêmes stratégies. Ce sont ces comportements qui nous ont permis de faire des hypothèses sur les choix d'assolement, de mise en valeur et d'itinéraires techniques

Les résultats de nos simulations nous laissent dire qu'il est difficile de trouver un système de tarif permettant d'assurer simultanément à l'ensemble des types d'agriculteurs (cf typologie) un équilibre financier après couverture de toute charges (y compris les dépenses de famille) et parallèlement l'équilibre budgétaire de l'union hydraulique.

Les hypothèses assez proches de la réalité que nous avons faites sur le « type1 » ne nous permettent pas d'obtenir l'équilibre financier tout en respectant les contraintes budgétaires de l'union. Il est alors nécessaire de trouver pour ce type des solutions de survie leur permettant de produire avec un minimum de moyen.

Quant au type 3, bien qu'on considère qu'il ne ferait pas d'autres saisons que l'hivernage, il peut supporter des charges d'irrigation assurant l'équilibre budgétaire de l'union. Le problème reste à voir jusqu'où il peut aller.

Pour le type 2, sa prospérité financière est assurée par ses stratégies et sa volonté d'intensification.

7. CONCLUSION

L'objectif du présent mémoire a été d'initier une méthodologie permettant d'aider les gestionnaires de périmètres irrigués à choisir un mode de tarification leur permettant à la fois d'équilibrer leur budget (problème de leur fonction de coût) et de maximiser le revenu des agriculteurs .

Pour cela, ce mémoire s'est appuyée sur l'analyse d'un cas de périmètre irrigué du delta du fleuve Sénégal ; Pont gendarme avec des données qualitatives virtuelles.

La première étape était de partir des modèles de tarification utilisés dans la théorie économique pour en faire apparaître les plus marquants. Et comme tout bien économique, la tarification de l'eau est bâtie sur les lois de l'offre et de la demande. On a montré que si on s'appuyait sur la demande, la tarification ne pouvait se construire que de deux manières différentes : soit par la récupération de surplus causés par l'usage (c'est à dire de l'utilité procurée par l'irrigation), soit on se préoccupe des considérations d'équité. Si on considère l'offre, le système de tarification élaboré ne considère que les coûts supportés par les gestionnaires

Dans notre application sur un périmètre irrigué du delta du fleuve Sénégal, on s'aperçoit que le système mis en place ne fait intervenir aucun des deux aspects ; mais est fixé de façon forfaitaire et permettant pas de couvrir les charges supportées par les gestionnaires de périmètres.

Pour ce faire, nous avons testés trois systèmes de tarification : forfaitaire, socio-politique et binôme (simple et par paliers) sur un tableur de simulation que nous avons établi sur la base d'une typologie d'exploitation agricole et de fonction de coût de production de l'eau par les gestionnaires de périmètre.

Les résultats obtenus nous indiquent que le système forfaitaire tel qu'il est appliqué actuellement ne permet ni de procurer aux agriculteurs un maximum de revenu, ni le respect de l'équilibre budgétaire de l'union. Le système socio-politique même s'il permet l'équilibre financier des agriculteurs, n'assure pas l'équilibre budgétaire.

Les réflexions doivent alors porter sur un système binôme qui prendrait en compte les charges fixes (provisions pour renouvellement et entretien) réparties sur l'année de façon à ce que les

agriculteurs soient incités à augmenter leur taux de mise en valeur et donc par la même réduire le niveau des charges variables de pompage et assurer l'équilibre budgétaire de l'union hydraulique.

En perspective il peut être envisagé une expérimentation (mise en œuvre) de la tarification proposé sur un périmètre dans l'objectif d'appréhender la validité des hypothèses avancées d'une part et d'autre part de voir les implications en terme d'amélioration de la mise en valeur.

BIBLIOGRAPHIE

BELIERES, J. F., E. SARR, et al. (1998). Effets combinés du désengagement de l'Etat et de la dévaluation du franc CFA sur les coûts de production du riz dans le delta du fleuve Sénégal, Cirad / SAED / DPDR

BELIERES, J. F., E. TOURE, et al. (1998). Construction d'une matrice de comptabilité rurale pour le remplissage de l'économie agricole de la vallée du fleuve Sénégal: structure, remplissage, et principaux résultats pour la MCR de 1994 dans le delta, Cirad, SAED.

BERGMANN, H. and J. M. BOUSSARD (1976). Guide d'évaluation économique des projets d'irrigation., OCDE, Paris.

BOUSSARD, J. M. (1987). Economie de l'agriculture, Economica.

DEFFONTAINES, J. P. e. P., M (1985). "Méthodes d'étude des systèmes de production agricoles ." Bulletin INRA - P: 25-64.

FALL, C. (1997). Gestion collective de la redevance hydraulique dans les grands aménagements du delta du fleuve Sénégal. Montpellier Agropolis. Montpellier, IAM-M / CIHEAM: 113.

FALL, C. (1997). Gestion collective de la redevance hydraulique sur les périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal: le cas de Pont gendarme, IAM-M.

GARRABE, M. (1994). Ingénierie de l'évaluation économique, Ellipses.

GUERRIEN, B. and B. NEZEYS (1993). Micro économie et calcul économique, Economica.

LE GAL, P.-Y. (1995). Le développement de la double culture irriguée au Sahel: contraintes et perspectives pour les agriculteurs. Séminaire ADRAO.

LE GAL, P. Y. (1993). Les budgets de culture irrigués dans le delta du fleuve Sénégal, Cirad-tera.

LE GAL, P. Y. (1995). Gestion collective des systèmes irrigués de culture en situation d'incertitude: le cas de l'organisation du travail en double culture dans le cas du fleuve Sénégal. INA-PG: 251 + annexes.

LE GAL, P. Y., J. F. BELIERES, et al. (1995). Désengagement de l'Etat et dynamiques d'évolution de la riziculture irriguée dans le delta du fleuve Sénégal, Cirad tera.

LE GAL, P.-Y. and C. FALL (1999). La gestion des périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal: restitution de l'étude sur la gestion de la redevance hydraulique et évolution du programme d'actions., Cirad-tera.

MALASSIS, L. (1978). "Economie agro-alimentaire Tome 1." Edition CUIJAS.

MONTGINOUL, M. (1994). La tarification e l'eau agricole, Montpellier1: 104.

MONTGINOUL, M. (1997). Une approche économique de la gestion de l'eau d'irrigation: Des instruments, de l'information et des acteurs. Montpellier. Montpellier, Montpellier 1: 296.

MONTGINOUL, M. and T. RIEU (1996). "Instruments économique et gestion de l'eau d'irrigation en France." La houille blanche: 47-54.

OCDE (1987). Gestion des ressources en eau - politiques intégrées. Paris.

PALACIO, V., G. GLEYSES, et al. (1994). "Typologie d'exploitations: méthodes d'élaboration en vue de la modélisation économique." Conjecture.

PERENNES, J. J. (1993). L'eau et les hommes au Maghreb, Karthala.

PICARD, P. (1992). Eléments de micro économie: théorie et application, Montchrestien.

SAED (1995). "Programme irrigation IV." .

SGHAIER, M. (1995). Tarification et allocation de l'eau d'irrigation dans les systèmes de production de la région oasienne de Nefzaoua (sud de la Tunisie), Gent: 215.

SOURISSEAU, J. M. (à paraître). Les stratégies de diversification de revenus des agriculteurs des périmètres irrigués Sahéliens, Nanterre.

YUNG, J. M. and J. ZASLAVSKY (1992). Aperçus sur les stratégies des producteurs et des organisations paysannes dans le delta du fleuve Sénégal, Cirad.

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1: Structure des systèmes de tarification de l'eau	26
Tableau 2: Modes de calcul de la redevance hydraulique par les gestionnaires	38
Tableau 3: Comparaison entre provisions et coûts réels de l'eau	39
Tableau 4: Caractérisation des exploitations agricoles par rapport à la diversification de revenus et des stratégies.....	54
Tableau 5: Coût de production 94 à 96 et du coût durable de l'eau.....	69
Tableau 6: Coefficient de répartition entre les saisons	70
Tableau 7: Niveau d'assolement de trois types	70
Tableau 8: Récapitulatif du scénario 4 - 2.....	73

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Unité hydraulique et centre de décision	18
Figure 2 : Représentation n° 1 du surplus des usagers de l'eau.....	40
Figure 3: Représentation n° 2 du surplus des usagers	41
Figure 4: Organisation du fonction des périmètres irrigués du delta du fleuve Sénégal	42
Figure 5: Caractéristiques du périmètre de Pont gendarme	45
Figure 6: Evolution du coût de l'eau selon les saisons; le cas de Pont gendarme.....	60
Figure 7: Décomposition du coût de l'eau à Pont gendarme selon les saisons	61
Figure 8: Répartition des saisons de culture sur l'année; cas des périmètres du delta du fleuve Sénégal.....	62
Figure 9: Evolution des recettes et dépenses à Pont gendarme.....	64
Figure 10: Relation entre les charges fixes et les taux de mise en valeur	65

LISTE DES ANNEXES

Annexe 0 : Cartes du delta	
Annexe 1: Coût de production de l'eau / ha cultivé	84
Annexe 2 Simulation 0-1	85
Annexe 3: Simulation 0-2.....	86
Annexe 4 Simulation 1-1	87
Annexe 5 : Simulation 1-2.....	88
Annexe 6 : Simulation 2-1.....	89
Annexe 7: Simulation 2-2.....	90
Annexe 8 : Simulation 3-1	91
Annexe 9 : Simulation 3-2.....	92
Annexe 10 : Simulation 4-1	93
Annexe 11: Simulation 4-2.....	94

ANNEXES

Annexe 1: Coût de production de l'eau / ha cultivé

Saisons	H 94	SF 95	H 95	SC 96	H 96	Moyenne			Coût durable					
						Hiv	SF	SC	Hiv	SF	SC	Total année	Moyenne année	
Produits														
Nbre d'ha irrigués	28	25	211	27	161	133	25	27	133	25	27	185		
Type de saison	1	0	1	0	0	1	-	0	1	0	0			
Prix unitaire	63 693	61 093	63 693	61 093	63 693	63 693	61 093	61 093	91 179	137 589	120 833	349 601	101 760	
Chiffre d'affaire sur irrigation (FCFA)	1 783 404	1 527 325	13 439 223	1 649 511	10 254 573	8 492 400	1 527 325	1 649 511	12 157 265	3 439 725	3 262 489	18 859 479	9 685 516	
Charges / ha														
1 Pompage														
Electricité	83 738	85 479	20 404	69 063	22 283									
Carburant et lubrifiant	-	-	-	-	-									
Location GMP	-	-	-	-	-									
<i>Sous total</i>	83 738	85 479	20 404	69 063	22 283	42 142	85 479	69 063	42 142	85 479	69 063	196 684	51 910	
2 Charges d'entretien pour la campagne														
Entretien station de pompage	-	-	-	-	-									
Pièces détachées	-	-	-	-	-									
Entretien aménagement	-	-	-	-	-									
<i>Sous total</i>	5 529	-	941	-	-	2 157	0	0	27 500	28 000	28 000	83 500	27 640	
3 Provisions pour renouvellement														
Total provisions									13 500	15 000	15 000	43 500	13 921	
4 Charges de fonctionnement de l'Union														
Salaire personnel	7 702	7 710	7 541	7 370	7 370									
Indemnités responsables	-	-	-	-	-									
Frais de mission (fonctionnement union)	-	-	-	-	-									
Fonctionnement véhicule	-	-	-	-	-									
Matériel et fournitures de bureau	-	-	-	-	-									
<i>Sous total</i>	7 702	7 710	7 541	7 370	7 370	7 538	7 710	7 370	7 538	7 710	7 370	22 618	7 537	
5 Autres charges														
Taxes OMVS	500	1 400	500	1 400	500									
Zakat et dons sociaux	-	-	-	-	-									
Cotisations diverses	-	-	-	-	-									
<i>Sous total</i>	500	1 400	500	1 400	500	500	1 400	1 400	500	1 400	1 400	3 300	753	
Coût d'un ha d'eau	97 469	94 589	29 387	77 833	30 153	52 336	94 589	77 833	91 179	137 589	120 833	349 601	101 760	
Coût total d'irrigation	2 729 118	2 364 725	6 200 642	2 101 489	4 854 660	6 978 160	2 364 725	2 101 489	12 157 265	3 439 725	3 262 489	18 859 479	9 685 516	
Résultat	- 945 714	- 837 400	7 238 581	- 451 978	5 399 913	1 514 240	- 837 400	- 451 978	0	0	0	-		
% des CF	8,41%	9,63%	27,36%	11,27%	26,10%	15,36%	9,63%	11,27%	53,78%	37,87%	42,84%	43,74%	48,99%	
% des CV	91,59%	90,37%	72,64%	88,73%	73,90%	84,64%	90,37%	88,73%	46,22%	62,13%	57,16%	56,26%	51,01%	
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Montant CF correspondant	8 202	9 110	8 041	8 770	7 870	8 038	9 110	8 770	49 038	52 110	51 770	152 918	49 850	
Montant CV correspondant	89 267	85 479	21 345	69 063	22 283	44 298	85 479	69 063	42 142	85 479	69 063	196 684	51 910	

Annexe 2 Simulation 0-1

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				Type 3			
	Hivernage (Riz)	Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année	Hivernage (Riz)	Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année	Hivernage (Riz)	Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année
Code exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	1	1	1		0	0	0		0	0	0	
Disponible foncier (ha)				1,9				5				10
% du dispo foncier à irriguer	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois.bat)	0	0	0		0	0	0		1	1	0	
Rendements (tonnes/ha):Rdt	4,3	0,0	0,0		5,0	0,0	0,0		3,9	0,0	0,0	
Superficie irriguée (ha): Sc _i	1,9	0	0,0	2	5	0	0	5	10	0	0	10
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1	0	0		1	0	0		1	0	0	
Prix des produits (FCFA)	105	110	38		105	110	38		105	110	38	
Prix de valorisation (FCFA)	105	0	0		105	0	0		105	0	0	
Recette totale agricole: rta_{oc}	857 850	0	0	857 850	2 625 000	0	0	2 625 000	4 095 000	0	0	4 095 000
Recette agricole/ha: rta/ha_{oc}	451 500	0	0	451 500	525 000	0	0	525 000	409 500	0	0	409 500
Charges												
Charges fixes irrigation	41 000	0	0	41 000	41 000	0	0	41 000	41 000	0	0	41 000
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	0	17 400	17 000	0	0	17 000	18 500	0	0	18 500
Irrigation	60 000	0	60 000	120 000	60 000	0	0	60 000	60 000	0	0	60 000
Propanil	11 000	0	0	11 000	12 000	0	0	12 000	11 500	0	0	11 500
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	0	2 200	3 400	0	0	3 400	1 700	0	0	1 700
Semences	21 000	0	0	21 000	30 000	0	0	30 000	30 000	0	0	30 000
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	0	17 000	19 000	0	0	19 000	11 000	0	0	11 000
Urée	18 000	0	0	18 000	34 000	0	0	34 000	18 000	0	0	18 000
Sacs et caisses				0				0				0
Consommation intermédiaires	129 200	0	0	189 200	158 400	0	0	158 400	132 200	0	0	132 200
Total des charges fixes/ha	146 600	0	0	206 600	175 400	0	0	175 400	150 700	0	0	150 700
Main d'œuvre:												
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0	2 625	0	0	2 625	2 048	0	0	2 048
post-récolte (2%)	9 030	0	0	9 030	10 500	0	0	10 500	8 190	0	0	8 190
Total charges main d'œuvre/ha	9 030	0	0	9 030	13 125	0	0	13 125	10 238	0	0	10 238
Taux financement CNCAS	60%	0%	0%		83%	0%	0%		100%	0%	0%	
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	9 676	0	0	9 676	16 014	0	0	16 014	16 577	0	0	16 577
Charges de récolte	45 150	0	0	45 150	52 500	0	0	52 500	65 520	0	0	65 520
Transport (0,5%)	2 258	0	0	2 258	2 625	0	0	2 625	2 048	0	0	2 048
Assakal	22 575	0	0	22 575	26 250	0	0	26 250	20 475	0	0	20 475
Total charges/ha	235 288	0	0	235 288	285 914	0	0	285 914	265 557	0	0	265 557
REVENU AGRICOLE/ha: Ra	216 212	0	0	216 212	239 086	0	0	239 086	143 943	0	0	143 943
REVENU AGRICOLE/HA: Rta/ha	410 803	0	0	410 803	1 195 430	0	0	1 195 430	1 439 430	0	0	1 439 430
REVENU IHOI AGRICOLE: Rma				260 000				360 000				660 000
REVENU BRUT ANNUEL: RBA				670 803				1 555 430				2 099 430
Population présente moyenne par EA*				10,2				16,2				20,2
Utilisation du revenu												
Dépenses de famille/tête				80 000				95 000				110 000
Dépenses de famille				818 400				1 539 000				2 225 300
Epargne=solde				- 147 597				16 430				- 125 870

* Résultat du recensement

Annexe 3: Simulation 0-2

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				Type 3			
	Hivernage	Riz	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide
	(Riz)	(Riz)	(Tomate)		(Riz)	(Riz)	(Tomate)		(Riz)	(Riz)	(Tomate)	
Code exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	1	1	1		0	0	0		0	0	0	
Disponibilité foncier (ha)				1,9				5				10
% du dispo foncier à irriguer	100%	0%	50%	150%	100%	20%	50%	170%	100%	0%	0%	100%
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois.bat)	0	0			0	0			1	1		
Rendements (tonnes/ha):Rct	4,3	0,0	11,5		5,0	4,3	12,0		3,9	0,0	0,0	
Superficie irriguée (ha): Sc ₀	1,9	0	1,0	3	5	1	3	9	10	0	0	10
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1	0	0		1	0	0		1	0	0	
Prix des produits (FCFA)	105	110	38		105	110	38		105	110	38	
Prix de valorisation (FCFA)	105	0	38		105	110	38		105	0	0	
Recette totale agricole: rta₀	857 850	0	415 150	1 273 000	2 625 000	473 000	1 140 000	4 238 000	4 095 000	0	0	4 095 000
Recette agricole/ha: rta/ha₀	451 500	0	437 000	888 500	525 000	473 000	456 000	1 454 000	409 500	0	0	409 500
Charges												
Charges fixes irrigation	41 000	0	41 000	82 000	41 000	38 200	47 400	126 600	41 000	0	0	41 000
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	40 000	57 400	17 000	17 000	40 000	74 000	18 500	0	0	18 500
Irrigation	60 000	0	60 000	120 000	60 000	123 679	116 463	300 142	60 000	0	0	60 000
Propanil	11 000	0		11 000	12 000	12 000		24 000	11 500	0	0	11 500
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	35 000	37 200	3 400	3 400	35 000	41 800	1 700	0	0	1 700
Semences	21 000	0	30 000	51 000	30 000	22 000	30 000	82 000	30 000	0	0	30 000
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	30 000	47 000	19 000	19 000	40 000	78 000	11 000	0	0	11 000
Urée	18 000	0	35 000	53 000	34 000	34 000	35 000	103 000	18 000	0	0	18 000
Sacs et caisses			8 000	8 000			8 000	8 000				0
Consommation intermédiaires	129 200	0	198 000	327 200	158 400	214 079	264 463	636 942	132 200	0	0	132 200
Total des charges fixes/ha	146 600	0	238 000	384 600	175 400	231 079	304 463	710 942	150 700	0	0	150 700
Main d'œuvre:												
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0	2 625	2 365	0	4 990	2 048	0	0	2 048
post-récolte (2%)	9 030	0	8 740	17 770	10 500	9 460	9 120	29 080	8 190	0	0	8 190
Total charges main d'œuvre/ha	9 030	0	8 740	17 770	13 125	11 825	9 120	34 070	10 238	0	0	10 238
Taux financement CNCAS	60%	0%	0%		83%	0%	0%		100%	0%	0%	
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	9 676	0	0	9 676	16 014	0	0	16 014	16 577	0	0	16 577
Charges de récolte	45 150	0	0	45 150	52 500	47 300	0	99 800	65 520	0	0	65 520
Transport (0,5%)	2 258	0	0	2 258	2 625	2 365	0	4 990	2 048	0	0	2 048
Assakel	22 575	0	21 850	44 425	26 250	23 650	22 800	72 700	20 475	0	0	20 475
Total charges/ha	235 288	0	268 590	503 878	285 914	316 219	336 383	938 516	265 557	0	0	265 557
REVENU AGRICOLE/ha: Ra	216 212	0	168 410	384 622	239 086	156 781	119 617	515 484	143 943	0	0	143 943
REVENU AGRICOLE/ha: Rta/ha	410 803	0	159 990	570 792	1 195 430	156 781	299 043	1 651 253	1 439 430	0	0	1 439 430
REVENU IRII AGRICOLE: Rna				260 000				360 000				660 000
REVENU BRUT ANNUUEL: RBA				830 792				2 011 253				2 099 430
Population présente moyenne par EA*				10,2				16,2				20,2
Utilisation du revenu												
Dépenses de famille/tête				80 000				95 000				110 000
Dépenses de famille				818 400				1 539 000				2 225 300
Epargne=solde				12 392				472 253				- 125 870

* Résultat du recensement

Annexe 4 Simulation 1-1

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				Type 3			
	HivernageRiz	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide	Année
	(Riz)	(Riz)	(Tomate)		(Riz)	(Riz)	(Tomate)		(Riz)	(Riz)	(Tomate)	
Code exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	1	1	1		0	0	0		0	0	0	
Disponibilité foncier (ha)				1,9				5				10
% du dispo foncier à irriguer	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%	100%	0%	0%	100%
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois.bat)	0	0			0	0			1	1		
Rendements (tonnes/ha):Rdt	4,3	0,0	0,0		5,0	0,0	0,0		3,9	0,0	0,0	
Superficie irriguée (ha): Sc.	1,9	0	0,0	2	5	0,0	0,0	5,0	10	0	0	10
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1	0	0		1	0	0		1	0	0	
Prix des produits (FCFA)	105	110	38		105	110	38		105	110	38	
Prix de valorisation (FCFA)	105	0	0		105	0	0		105	0	0	
Recette totale agricole: rta_{ca}	857 850	0	0	857 850	2 625 000	0	0	2 625 000	4 095 000	0	0	4 095 000
Recette agricole/ha: rta/ha_{ca}	451 500	0	0	451 500	525 000	0	0	525 000	409 500	0	0	409 500
Charges												
Charges fixes irrigation	41 000	0	0	41 000	41 000	0	0	41 000	41 000	0	0	41 000
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	0	17 400	17 000	0	0	17 000	18 500	0	0	18 500
Charges variables irrigation	42 142	85 479	69 063		42 142	85 479	69 063		42 142	85 479	69 063	
Irrigation	83 142	0	0	83 142	83 142	0	0	83 142	83 142	0	0	83 142
Propanil	11 000	0	0	11 000	12 000	0	0	12 000	11 500	0	0	11 500
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	0	2 200	3 400	0	0	3 400	1 700	0	0	1 700
Semences	21 000	0	0	21 000	30 000	0	0	30 000	30 000	0	0	30 000
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	0	17 000	19 000	0	0	19 000	11 000	0	0	11 000
Urée	18 000	0	0	18 000	34 000	0	0	34 000	18 000	0	0	18 000
Sacs et caisses				0				0				0
Consommation intermédiaires	152 342	0	0	152 342	181 542	0	0	181 542	155 342	0	0	155 342
Total des charges fixes/ha	169 742	0	0	169 742	198 542	0	0	198 542	173 842	0	0	173 842
Main d'œuvre:												
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0	2 625	0	0	2 625	2 048	0	0	2 048
post-récolte (2%)	9 030	0	0	9 030	10 500	0	0	10 500	8 190	0	0	8 190
Total charges main d'œuvre/ha	9 030	0	0	9 030	13 125	0	0	13 125	10 238	0	0	10 238
Taux financement CNCAS	60%	0%	0%		83%	0%	0%		100%	0%	0%	
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	11 203	0	0	11 203	18 127	0	0	18 127	19 123	0	0	19 123
Charges de récolte	45 150	0	0	45 150	52 500	0	0	52 500	65 520	0	0	65 520
Transport (0,5%)	2 258	0	0	2 258	2 625	0	0	2 625	2 048	0	0	2 048
Asseskal	22 575	0	0	22 575	26 250	0	0	26 250	20 475	0	0	20 475
Total charges/ha	259 957	0	0	259 957	311 169	0	0	311 169	291 244	0	0	291 244
REVENU AGRICOLE/ha: Ra	191 543	0	0	191 543	213 831	0	0	213 831	118 256	0	0	118 256
REVENU TOTAL AGRICOLE/ Rta	363 931	0	0	363 931	1 069 157	0	0	1 069 157	1 182 558	0	0	1 182 558
REVENU NON AGRICOLE: Rna				260 000				360 000				660 000
REVENU BRUT ANNUUEL: RBA				623 931				1 429 157				1 842 558
Population présente moyenne par EA*				10,2				16,2				20,2
Utilisation du revenu												
Dépenses de famille/lête				80 000				95 000				110 000
Dépenses de famille				818 400				1 539 000				2 225 300
Epargne=solde				- 194 469				- 109 843				- 382 743

Annexe 5 : Simulation 1-2

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				Type 3			
	Hivernage (Riz)	Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année	Hivernage (Riz)	Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année	Hivernage (Riz)	Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année
Code exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	1	1	1		0	0	0		0	0	0	
Disponible foncier (ha)				1,9				5				10
% du dispo foncier à irriguer	100%	0%	50%	150%	100%	20%	50%	170%	100%	0%	0%	100%
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois.bat)	0	0			0	0			1	1		
Rendements (tonnes/ha):Rdt	4,3		11,5									
Superficie irriguée (ha): Sc _i	4,3	0,0	11,5		5,0	4,3	12,0		3,9	0,0	0,0	
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1,9	0	1,0	3	5	1,0	2,5	8,5	10	0	0	10
Prix des produits (FCFA)	1	0	0		1	0	0		1	0	0	
Prix de valorisation (FCFA)	105	110	38		105	110	38		105	110	38	
Recette totale agricole: rta _o	105	0	38		105	110	38		105	0	0	
Recette agricole/ha: rta/ha _o	857 850	0	415 150	1 273 000	2 625 000	473 000	1 140 000	4 238 000	4 095 000	0	0	4 095 000
Charges	451 500	0	437 000	888 500	525 000	473 000	456 000	1 454 000	409 500	0	0	409 500
Charges fixes irrigation	41 000	0	0	41 000	41 000	0	0	41 000	41 000	0	0	41 000
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	40 000	57 400	17 000	17 000	40 000	74 000	18 500	0	0	18 500
Charges variables irrigation	42 142	85 479	69 063		42 142	85 479	69 063		42 142	85 479	69 063	
Irrigation	83 142	0	69 063	152 205	83 142	85 479	69 063	237 684	83 142	0	0	83 142
Propanil	11 000	0		11 000	12 000	12 000		24 000	11 500	0		11 500
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	35 000	37 200	3 400	3 400	35 000	41 800	1 700	0	0	1 700
Semences	21 000	0	30 000	51 000	30 000	22 000	30 000	82 000	30 000	0	0	30 000
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	30 000	47 000	19 000	19 000	40 000	78 000	11 000	0	0	11 000
Urée	18 000	0	35 000	53 000	34 000	34 000	35 000	103 000	18 000	0	0	18 000
Sacs et caisses			8 000	8 000			8 000	8 000				0
Consommation intermédiaires	152 342	0	207 063	359 405	181 542	175 879	217 063	574 484	155 342	0	0	155 342
Total des charges fixes/ha	169 742	0	247 063	416 805	198 542	192 879	257 063	648 484	173 842	0	0	173 842
Main d'œuvre:												
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0	2 625	2 365	0	4 990	2 048	0	0	2 048
post-récolte (2%)	9 030	0	8 740	17 770	10 500	9 460	9 120	29 080	8 190	0	0	8 190
Total charges main d'œuvre/ha	9 030	0	8 740	17 770	13 125	11 825	9 120	34 070	10 238	0	0	10 238
Taux financement CNCAS		0%	0%		83%	0%	0%		100%	0%	0%	
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	11 203	0	0	11 203	18 127	0	0	18 127	19 123	0	0	19 123
Charges de récolte	45 150	0	0	45 150	52 500	47 300	0	99 800	65 520	0	0	65 520
Transport (0,5%)	2 258	0	0	2 258	2 625	2 365	0	4 990	2 048	0	0	2 048
Assakal	22 575	0	21 850	44 425	26 250	23 650	22 800	72 700	20 475	0	0	20 475
Total charges/ha	259 957	0	277 653	537 610	311 169	278 079	288 983	878 171	291 244	0	0	291 244
REVEIU AGRICOLE/ha: Ra	191 543	0	159 347	350 890	213 831	194 981	167 017	575 829	118 256	0	0	118 256
REVEIU TOTAL AGRICOLE: Rta	363 931	0	151 380	515 311	1 069 157	194 981	417 543	1 681 681	1 182 558	0	0	1 182 558
REVEIU NON AGRICOLE: Rna				260 000				360 000				660 000
REVEIU BRUT ANNUUEL: RBA				775 311				2 041 681				1 842 558
Population présente moyenne par EA*				10,2				16,2				20,2
Utilisation du revenu												
Dépenses de famille/tête				80 000				95 000				110 000
Dépenses de famille				818 400				1 539 000				2 225 300
Epargne=solde				43 089				502 681				382 743

* Résultat du recensement

Annexe 6 : Simulation 2-1

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				Type 3			
	Hivernage (Riz)	Riz Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année	Hivernage (Riz)	Riz Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année	Hivernage (Riz)	Riz Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année
Code exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	1	1	1		0	0	0		0	0	0	
Disponibles foncier (ha)				1,9				5				10
% du dispo foncier à irriguer	100%	0%	50%	150%	100%	20%	50%	170%	100%	0%	0%	100%
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois.bat)	0	0			0	0			1	1		
Rendements (tonnes/ha):Rdt	4,3	0,0	11,5		5,0	4,3	12,0		3,9	0,0	0,0	
Superficie irriguée (ha): Sc _i	1,9	0	1,0	3	5	1,0	2,5	8,5	10	0	0	10
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1	0	0		1	0	0		1	0	0	
Prix des produits (FCFA)	105	110	38		105	110	38		105	110	38	
Prix de valorisation (FCFA)	105	0	38		105	110	38		105	0	0	
Recette totale agricole: rta_{tot}	857 850	0	415 150	1 273 000	2 625 000	473 000	1 140 000	4 238 000	4 095 000	0	0	4 095 000
Recette agricole/ha: rta/ha_{tot}	451 500	0	437 000	888 500	525 000	473 000	456 000	1 454 000	409 500	0	0	409 500
Charges												
Charges fixes irrigation	41 000	0	41 000	82 000	41 000	41 000	41 000	123 000	41 000	0	0	41 000
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	40 000	57 400	17 000	17 000	40 000	74 000	18 500	0	0	18 500
Charges variables irrigation	42 142	0	69 063		42 142	85 479	69 063		42 142	85 479	69 063	
Irrigation	83 142	0	110 063	193 205	83 142	126 479	110 063	319 684	83 142	0	0	83 142
Propanil	11 000	0			11 000	12 000			11 500	0		11 500
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	35 000	37 200	3 400	3 400	35 000	41 800	1 700	0	0	1 700
Semences	21 000	0	30 000	51 000	30 000	22 000	30 000	82 000	30 000	0	0	30 000
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	30 000	47 000	19 000	19 000	40 000	78 000	11 000	0	0	11 000
Urée	18 000	0	35 000	53 000	34 000	34 000	35 000	103 000	18 000	0	0	18 000
Sacs et caisses			8 000	8 000			8 000	8 000				0
Consommation intermédiaires	152 342	0	248 063	400 405	181 542	216 879	258 063	656 484	155 342	0	0	155 342
Total des charges fixes/ha	169 742	0	288 063	457 805	198 542	233 879	298 063	730 484	173 842	0	0	173 842
Main d'œuvre:												
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0	2 625	2 365	0	4 990	2 048	0	0	2 048
post-récolte (2%)	9 030	0	8 740	17 770	10 500	9 460	9 120	29 080	8 190	0	0	8 190
Total charges main d'œuvre/ha	9 030	0	8 740	17 770	13 125	11 825	9 120	34 070	10 238	0	0	10 238
Taux financement CNCAS	60%	0%	0%		83%	0%	0%		100%	0%	0%	
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	11 203	0	0	11 203	18 127	0	0	18 127	19 123	0	0	19 123
Charges de récolte	45 150	0	0	45 150	52 500	47 300	0	99 800	65 520	0	0	65 520
Transport (0,5%)	2 258	0	0	2 258	2 625	2 365	0	4 990	2 048	0	0	2 048
Assakal	22 575	0	21 850	44 425	26 250	23 650	22 800	72 700	20 475	0	0	20 475
Total charges/ha	259 957	0	318 653	578 610	317 169	319 079	329 983	960 777	297 244	0	0	297 244
REVENU AGRICOLE/ha: Ra	191 543	0	118 347	309 890	213 831	153 981	126 017	493 829	118 256	0	0	118 256
REVENU TOTAL AGRICOLE: Rta	363 931	0	112 430	476 361	1 069 157	153 981	315 043	1 538 181	1 182 558	0	0	1 182 558
REVENU NON AGRICOLE: Rna				260 000				360 000				660 000
REVENU BRUT ANNUEL: Rba				736 361				1 898 181				1 842 558
Population présente moyenne par EA*				10,2				16,2				20,2
Utilisation du revenu												
Dépenses de famille/tête				80 000				95 000				110 000
Dépenses de famille				818 400				1 539 000				2 225 300
Epargne=solde				- 82 039				359 181				- 382 743

* Résultat du recensement

Annexe 7: Simulation 2-2

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				Type 3			
	Hivernage (Riz)	Riz Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année	Hivernage (Riz)	Riz Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année	Hivernage (Riz)	Riz Saison chaude (Riz)	Saison froide (Tomate)	Année
Code exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	1	1	1	1,9	0	0	0	5	0	0	0	10
Disponible foncier (ha)	100%	0%	50%	150%	100%	20%	50%	170%	100%	0%	0%	100%
% du dispo foncier à irriguer	100%	0%	50%	150%	100%	20%	50%	170%	100%	0%	0%	100%
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois.bat)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Rendements (tonnes/ha):Rdt	4,3	0,0	11,5	3	5,0	4,3	12,0	8,5	3,9	0,0	0,0	10
Superficie irriguée (ha): Sc	1,9	0	1,0	3	5	1,0	2,5	8,5	10	0	0	10
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Prix des produits (FCFA)	105	110	38	0	105	110	38	0	105	110	38	0
Prix de valorisation (FCFA)	105	0	38	0	105	110	38	0	105	0	0	0
Recette totale agricole: rta⁰²	857 850	0	415 150	1 273 000	2 625 000	473 000	1 140 000	4 238 000	4 095 000	0	0	4 095 000
Recette agricole/ha: rta/ha⁰²	451 500	0	437 000	888 500	525 000	473 000	456 000	1 454 000	409 500	0	0	409 500
Charges												
Charges fixes irrigation	82 000	0	0	82 000	123 000	0	0	123 000	41 000	0	0	41 000
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	40 000	57 400	17 000	17 000	40 000	74 000	18 500	0	0	18 500
Charges variables irrigation	42 142	0	69 063	111 205	42 142	85 479	69 063	196 684	42 142	85 479	69 063	196 684
Irrigation	124 142	0	69 063	193 205	165 142	85 479	69 063	319 684	83 142	0	0	83 142
Propanil	11 000	0	0	11 000	12 000	12 000	0	24 000	11 500	0	0	11 500
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	35 000	37 200	3 400	3 400	35 000	41 800	1 700	0	0	1 700
Semences	21 000	0	30 000	51 000	30 000	22 000	30 000	82 000	30 000	0	0	30 000
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	30 000	47 000	19 000	19 000	40 000	78 000	11 000	0	0	11 000
Urée	18 000	0	35 000	53 000	34 000	34 000	35 000	103 000	18 000	0	0	18 000
Sacs et caisses			8 000	8 000			8 000	8 000				0
Consommation intermédiaires	193 342	0	207 063	400 405	263 542	175 879	217 063	656 484	155 342	0	0	155 342
Total des charges fixes/ha	210 742	0	247 063	457 805	280 542	192 879	257 063	730 484	173 842	0	0	173 842
Main d'œuvre:												
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0	2 625	2 365	0	4 990	2 048	0	0	2 048
post-récolte (2%)	9 030	0	8 740	17 770	10 500	9 460	9 120	29 080	8 190	0	0	8 190
Total charges main d'œuvre/ha	9 030	0	8 740	17 770	13 125	11 825	9 120	34 070	10 238	0	0	10 238
Taux financement CNCAS	60%	0%	0%	0%	83%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	13 909	0	0	13 909	25 613	0	0	25 613	19 123	0	0	19 123
Charges de récolte	45 150	0	0	45 150	52 500	47 300	0	99 800	65 520	0	0	65 520
Transport (0,5%)	2 258	0	0	2 258	2 625	2 365	0	4 990	2 048	0	0	2 048
Assakal	22 575	0	21 850	44 425	26 250	23 650	22 800	72 700	20 475	0	0	20 475
Total charges/ha	303 663	0	277 653	581 316	400 655	278 079	288 983	967 657	291 244	0	0	291 244
REVENU AGRICOLE/ha: Ra	147 837	0	159 347	307 184	124 345	194 981	167 017	486 343	118 256	0	0	118 256
REVENU TOTAL AGRICOLE: Rta	280 890	0	151 380	432 270	621 724	194 981	417 543	1 234 248	1 182 558	0	0	1 182 558
REVENU H011 AGRICOLE: Rna				260 000				360 000				660 000
REVENU BRUT ANNUUEL: RBA				692 270				1 594 248				1 842 558
Population présente moyenne par EA*				10,2				16,2				20,2
Utilisation du revenu												
Dépenses de famille/lête				80 000				95 000				110 000
Dépenses de famille				818 400				1 539 000				2 225 300
Épargne=solde				- 126 130				55 248				- 382 743

* Résultat du recensement

Annexe 8 : Simulation 3-1

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				Type 3			
	Hivernage	Riz	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide
	(Riz)	(Riz)	(Tomate)		(Riz)	(Riz)	(Tomate)		(Riz)	(Riz)	(Tomate)	
Code exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	1	1	1		0	0	0		0	0	0	
Disponibilité foncier (ha)				3,8				10				45
% du dispo foncier à irriguer	50%	0%	40%	90%	40%	5%	30%	75%	30%	0%	0%	30%
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois.bat)	0	0			0	0			1	1		
Rendements (tonnes/ha):Rdt	3,8	0,0	11,5		4,3	4,3	12,0		5,0	0,0	0,0	
Superficie irriguée (ha): Sc _i	1,9	0,0	1,5	3,4	4,0	0,5	3,0	7,5	13,5	0,0	0,0	13,5
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1	0	0		1	0	0		1	0	0	
Prix de valorisation (FCFA)	105	0	38		105	105	38		105	0	0	
Recette totale agricole: rta_{oa}	758 100	0	664 240	1 422 340	1 806 000	225 750	1 368 000	3 399 750	7 087 500	0	0	7 087 500
Recette agricole/ha: rta/ha_{oa}	399 000	0	437 000	836 000	451 500	451 500	456 000	1 359 000	525 000	0	0	525 000
Charges												
Charges fixes irrigation	93 200	0	59 600	152 918	67 300	38 200	47 400	152 918	152 918	0	0	152 918
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	40 000	57 400	17 000	17 000	40 000	74 000	22 500	0	0	22 500
Irrigation	135 342	0	128 663	264 005	109 442	123 679	116 463	349 584	195 060	0	0	195 060
Propanil	13 000	0		13 000	12 000	12 000		24 000	11 500	0	0	11 500
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	35 000	37 200	3 400	3 400	35 000	41 800	1 700	0	0	1 700
Semences	21 000	0	30 000	51 000	22 000	22 000	30 000	74 000	40 000	0	0	40 000
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	40 000	57 000	19 000	19 000	40 000	78 000	11 000	0	0	11 000
Urée	31 000	0	35 000	66 000	34 000	34 000	35 000	103 000	18 000	0	0	18 000
Sacs et caisses			8 000	8 000			8 000	8 000				0
Consommation intermédiaires	219 542	0	276 663	496 205	199 842	214 079	264 463	678 384	277 260	0	0	277 260
Total des charges fixes/ha	236 942	0	316 663	553 605	216 842	231 079	304 463	752 384	299 760	0	0	299 760
Main d'œuvre:												
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0	2 258	2 258	0	4 515	2 625	0	0	2 625
post-récolte (2%)	7 980	0	8 740	16 720	9 030	9 030	9 120	27 180	10 500	0	0	10 500
Total charges main d'œuvre/ha	7 980	0	8 740	16 720	11 288	11 288	9 120	31 695	13 125	0	0	13 125
Taux financement CNCAS	60%	0%	0%		83%	0%	0%		100%	0%	0%	
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	15 638	0	0	15 638	19 798	0	0	19 798	32 974	0	0	32 974
Charges de récolte	39 900	0	0	39 900	45 150	45 150	0	90 300	84 000	0	0	84 000
Transport (0,5%)	1 995	0	0	1 995	2 258	2 258	0	4 515	2 625	0	0	2 625
Assakal	19 950	0	21 850	41 800	22 575	22 575	22 800	67 950	26 250	0	0	26 250
Total /ha/an des charges	322 405	0	347 253	669 658	317 909	312 349	336 383	966 641	458 733	0	0	458 733
REVENU AGRICOLE/ha: Ra	76 595	0	89 747	166 342	133 591	139 151	119 617	392 359	66 267	0	0	66 267
REVENU TOTAL AGRICOLE: Rta	145 531	0	136 415	281 946	534 363	69 576	358 851	962 789	894 601	0	0	894 601
REVENU NON AGRICOLE: Rna				260 000				360 000				660 000
REVENU BRUT ANNUEL: RBA				541 946				1 322 789				1 554 601
Population présente moyenne par EA*				10,2				16,2				20,2
Utilisation du revenu												
Dépenses de famille/tête				90 000				95 000				110 000
Dépenses de famille				920 700				1 539 000				2 225 300
Epargne=solde				- 378 754				- 216 211				- 670 699

Annexe 9 : Simulation 3-2

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				Type 3			
	Hivernage	Riz	Saison chaude	Saison froide Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide	Année
Code exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	(Riz) 1	(Riz) 1	(Tomate) 1		(Riz) 0	(Riz) 0	(Tomate) 0		(Riz) 0	(Riz) 0	(Tomate) 0	
Disponibles foncier (ha)				3,8				10				45
% du dispo foncier à irriguer	50%	0%	40%	90%	40%	5%	30%	75%	30%	0%	0%	30%
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois.bat)	0	0			0	0			1	1		
Rendements (tonnes/ha):Rdt	3,8	0,0	11,5		4,3	4,3	12,0		5,0	0,0	0,0	
Superficie irriguée (ha): Sc.	1,9	0,0	1,5	3,4	4,0	0,5	3,0	7,5	13,5	0,0	0,0	13,5
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1	0	0		1	0	0		1	0	0	
Prix de valorisation (FCFA)	105	0	38		105	105	38		105	0	0	
Recette totale agricole: rta	758 100	0	664 240	1 422 340	1 806 000	225 750	1 368 000	3 399 750	7 087 500	0	0	7 087 500
Recette agricole/ha: rta/ha	399 000	0	437 000	836 000	451 500	451 500	456 000	1 359 000	525 000	0	0	525 000
Charges												
Charges fixes irrigation	49 038	0	28 000	77 038	49 038	28 000	28 000	105 038	49 038	0	0	49 038
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	40 000	57 400	17 000	17 000	40 000	74 000	22 500	0	0	22 500
Irrigation	91 179	0	97 063	188 242	91 179	113 479	97 063	301 721	91 179	0	0	91 179
Propanil	13 000	0		13 000	12 000			24 000	11 500	0		11 500
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	35 000	37 200	3 400	3 400	35 000	41 800	1 700	0	0	1 700
Semences	21 000	0	30 000	51 000	22 000	22 000	30 000	74 000	40 000	0	0	40 000
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	40 000	57 000	19 000	19 000	40 000	78 000	11 000	0	0	11 000
Urée	31 000	0	35 000	66 000	34 000	34 000	35 000	103 000	18 000	0	0	18 000
Sacs et caisses			8 000	8 000			8 000	8 000				0
Consommation intermédiaires	175 379	0	245 063	420 442	181 579	203 879	245 063	630 521	173 379	0	0	173 379
Total des charges fixes/ha	192 779	0	285 063	477 842	198 579	220 879	285 063	704 521	195 879	0	0	195 879
Main d'œuvre:												
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0	2 258	2 258	0	4 515	2 625	0	0	2 625
post-récolte (2%)	7 980	0	8 740	16 720	9 030	9 030	9 120	27 180	10 500		0	10 500
Total charges main d'œuvre/ha	7 980	0	8 740	16 720	11 288	11 288	9 120	31 695	13 125	0	0	13 125
Taux financement CNCAS	60%	0%	0%		83%	0%	0%		100%	0%	0%	
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	12 723	0	0	12 723	18 130	0	0	18 130	21 547	0	0	21 547
Charges de récolte	39 900	0	0	39 900	45 150	45 150	0	90 300	84 000	0	0	84 000
Transport (0,5%)	1 995	0	0	1 995	2 258	2 258	0	4 515	2 625	0	0	2 625
Assesal	19 950	0	21 850	41 800	22 575	22 575	22 800	67 950	26 250	0	0	26 250
Total /ha/an des charges	275 328	0	315 653	590 981	297 980	302 149	316 983	917 112	343 426	0	0	343 426
REVENU AGRICOLE/ha: Ra	123 672	0	121 347	245 019	153 520	149 351	139 017	441 888	181 574	0	0	181 574
REVENU TOTAL AGRICOLE: Rta	234 977	0	184 447	419 424	614 081	74 676	417 051	1 105 807	2 451 246	0	0	2 451 246
REVENU NON AGRICOLE: Rna				260 000				360 000				660 000
REVENU BRUT ANNUEL: RBA				679 424				1 465 807				3 111 246
Population présente moyenne par EA*				10,2				16,2				20,2
Utilisation du revenu												
Dépenses de famille				90 000				95 000				110 000
Dépenses de famille				920 700				1 539 000				2 225 300
Epargne=solde				- 241 276				- 73 193				885 946

Annexe 10 : Simulation 4-1

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				
	Hivernage	Riz	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide	Année
	(Riz)	(Riz)	(Tomate)			(Riz)	(Riz)	(Tomate)	
Code exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	1	1	1			0	0	0	
Disponible foncier (ha)				3,8					10
% du dispo foncier à irriguer	100%	0%	40%	140%	100%	5%	30%	135%	
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois.bat)	0	0			0	0			
Rendements (tonnes/ha):Rdt	3,8	0,0	11,5		4,3	4,3	12,0		
Superficie irriguée (ha): Sc _o	3,8	0,0	1,5	5,3	10,0	0,5	3,0	13,5	
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1	0	0		1	0	0		
Prix de valorisation (FCFA)	105	0	38		105	105	38		
Recette totale agricole: rta_o	1 516 200	0	664 240	2 180 440	4 515 000	225 750	1 368 000	6 108 750	
Recette agricole/ha: rta/ha_o	399 000	0	437 000	836 000	451 500	451 500	456 000	1 359 000	
Charges									
Coefficient de répartition	1	0	0		1	0	0		
Charges fixes irrigation	49 038	0	0	49 038	49 038	0	0	49 038	
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	40 000	57 400	17 000	17 000	40 000	74 000	
Irrigation	91 179	0	69 063	160 242	91 179	85 479	69 063	245 721	
Propanil	13 000	0		13 000	12 000	12 000		24 000	
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	35 000	37 200	3 400	3 400	35 000	41 800	
Semences	21 000	0	30 000	51 000	22 000	22 000	30 000	74 000	
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	40 000	57 000	19 000	19 000	40 000	78 000	
Urée	31 000	0	35 000	66 000	34 000	34 000	35 000	103 000	
Sacs et caisses			8 000	8 000			8 000	8 000	
Consommation intermédiaires	175 379	0	217 063	392 442	181 579	175 879	217 063	574 521	
Total des charges fixes/ha	192 779	0	257 063	449 842	198 579	192 879	257 063	648 521	
Main d'œuvre:									
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0	2 258	2 258	0	4 515	
post-récolte (2%)	7 980	0	8 740	16 720	9 030	9 030	9 120	27 180	
Total charges main d'œuvre/ha	7 980	0	8 740	16 720	11 288	11 288	9 120	31 695	
Taux financement CNCAS	60%	0%	0%		83%	0%	0%		
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	12 723	0	0	12 723	18 130	0	0	18 130	
Charges de récolte	39 900	0	0	39 900	45 150	45 150	0	90 300	
Transport (0,5%)	1 995	0	0	1 995	2 258	2 258	0	4 515	
Assakal	19 950	0	21 850	41 800	22 575	22 575	22 800	67 950	
Total /ha/an des charges	275 328	0	287 653	562 981	297 980	271 149	288 983	861 112	
REVENU AGRICOLE/ha: Rn	123 672	0	149 347	273 019	153 520	177 351	167 017	497 888	
REVENU TOTAL AGRICOLE: Rta	469 954	0	227 007	696 961	1 535 202	88 676	501 051	2 124 929	
REVENU HOH AGRICOLE: Rna				260 000				360 000	
REVENU BRUT ANNUEL: RBA				956 961				2 484 929	
Population présente moyenne par EA*				10,2				16,2	
Utilisation du revenu									
Dépenses de famille/tête				90 000				95 000	
Dépenses de famille				920 700				1 539 000	
Epargne=solde				36 261				945 929	

* Résultat du recensement

Annexe 11: Simulation 4-2

Type d'exploitants Saisons	Type 1				Type 2				Type 3				
	Hivernage	Riz	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide	Année	Hivernage	Saison chaude	Saison froide	Année
	(Riz)	(Riz)	(Tomate)			(Riz)	(Riz)	(Tomate)		(Riz)	(Riz)	(Tomate)	
Cote exploitation (1 si petit et 0 si contraire)	1	1	1			0	0	0		0	0	0	
Disponible foncier (ha)				3,8					10				45
% du dispo foncier à irriguer	50%	0%	40%	90%		40%	5%	30%	75%	30%	0%	0%	30%
Type récolte (0 si manuel et 1 si mois бат)	0	0				0	0			1	1		
Rendements (tonnes/ha):Rdt	3,8	0,0	11,5			4,3	4,3	12,0		5,0	0,0	0,0	
Superficie irriguée (ha): Sc _{ir}	1,9	0,0	1,5	3,4		4,0	0,5	3,0	7,5	13,5	0,0	0,0	13,5
Crédit banque (1 si crédit et 0 si pas crédit)	1	0	0			1	0	0		1	0	0	
Prix de valorisation (FCFA)	105	0	38			105	105	38		105	0	0	
Recette totale agricole: rta_{tot}	758 100	0	664 240	1 422 340		7 806 000	225 750	1 368 000	3 399 750	7 087 500	0	0	7 087 500
Recette agricole/ha: rta/ha_{tot}	399 000	0	437 000	836 000		457 500	457 500	456 000	7 359 000	525 000	0	0	525 000
Charges													
Coefficient de répartition	0,8	0,4	0,5			0,8	0,4	0,5		0,8	0,4	0,5	
Charges fixes irrigation	39 230	0	26 055	65 285		39 230	20 708	26 055	85 993	39 230	0	0	39 230
Préparation des sols mécanisées	17 400	0	40 000	57 400		17 000	17 000	40 000	74 000	22 500	0	0	22 500
Irrigation	81 372	0	95 118	176 490		81 372	106 187	95 118	282 677	81 372	0	0	81 372
Propanil	13 000	0		13 000		12 000	12 000		24 000	11 500	0	0	11 500
Weedon / pesticide pour la tomate	2 200	0	35 000	37 200		3 400	3 400	35 000	41 800	1 700	0	0	1 700
Semences	21 000	0	30 000	51 000		22 000	22 000	30 000	74 000	40 000	0	0	40 000
1846 /autre engrais pour la tomate	17 000	0	40 000	57 000		19 000	19 000	40 000	78 000	11 000	0	0	11 000
Urée	31 000	0	35 000	66 000		34 000	34 000	35 000	103 000	18 000	0	0	18 000
Sacs et caisses			8 000	8 000				8 000	8 000				0
Consommation intermédiaires	165 572	0	243 118	408 690		171 772	196 587	243 118	611 477	163 572	0	0	163 572
Total des charges fixes/ha	182 972	0	283 118	466 090		188 772	213 587	283 118	685 477	186 072	0	0	186 072
Main d'œuvre:													
avant récolte (0,5%)	0	0	0	0		2 258	2 258	0	4 515	2 625	0	0	2 625
post-récolte (2%)	7 980	0	8 740	16 720		9 030	9 030	9 120	27 180	10 500	0	0	10 500
Total charges main d'œuvre/ha	7 980	0	8 740	16 720		11 288	11 288	9 120	31 695	13 125	0	0	13 125
Taux financement CNCAS	60%	0%	0%			83%	0%	0%		100%	0%	0%	
Intérêts bancaires (11% charges fixes)	12 076	0	0	12 076		17 235	0	0	17 235	20 468	0	0	20 468
Charges de récolte	39 900	0	0	39 900		45 150	45 150	0	90 300	84 000	0	0	84 000
Transport (0,5%)	1 995	0	0	1 995		2 258	2 258	0	4 515	2 625	0	0	2 625
Asseskal	19 950	0	21 850	41 800		22 575	22 575	22 800	67 950	26 250	0	0	26 250
Total /ha/an des charges	264 873	0	373 708	578 581		287 277	294 857	375 038	897 172	332 540	0	0	332 540
REVENU AGRICOLE/ha: Ra	134 127	0	123 292	257 419		164 223	156 643	140 962	461 828	192 460	0	0	192 460
REVENU TOTAL AGRICOLE: Rta	254 841	0	187 404	442 245		656 893	78 322	422 886	1 158 100	2 598 212	0	0	2 598 212
REVENU NON AGRICOLE: Rna				260 000					360 000				660 000
REVENU BRUT ANNUEL: RBA				702 245					1 518 100				3 258 212
Population présente moyenne par EA*				10,2					16,2				20,2
Utilisation du revenu													
Dépenses de famille/tête				90 000					95 000				110 000
Dépenses de famille				920 700					1 539 000				2 225 300
Epargne=solde				- 218 455					- 20 900				1 032 912

* Résultat du recensement

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	4
2. CONTEXTE	5
2.1. Historique de l'aménagement du delta du fleuve Sénégal	5
2.1.1. Des premiers aménagements aux aménagements tertiaires (1938 - 1972).	5
2.1.2. Les aménagements en maîtrise totale de l'eau (1972 - 1982).	8
2.2. La politique de transfert et de désengagement de l'Etat	12
2.2.1. Rappel de la situation avant la Nouvelle Politique Agricole	12
2.2.2. Le principe du désengagement	13
2.2.3. Le cadre du désengagement	14
2.2.3.1. Les différentes phases du transfert	15
2.2.3.2. La responsabilisation des producteurs	16
2.2.3.3. La conception SAED de la nouvelle organisation	16
2.3. Le réseau d'irrigation des aménagements hydro-agricoles comme élément d'organisation fonctionnelle.	17
2.3.1. Les périmètres aménagés:	17
2.3.2. Les niveaux de structuration et d'organisation existants:	17
3. PROBLÉMATIQUE	19
3.1. Quelques principes de gestion de la demande en eau	19
3.2. Les fondements théoriques de la tarification	20
Demande	20
Offre	20
3.3. Faiblesse des tarifs	21
3.4. La tarification : concilier des objectifs diversifiés et conflictuels	21
3.5. Les caractéristiques de la demande en eau :	22
3.6. Coûts d'utilisation des ressources.	23
3.7. Flexibilité de la demande en eau et élasticité par rapport au prix	23
3.8. La théorie générale de la tarification de l'eau	24
	95

3.8.1.	Les principaux systèmes de tarification de l'eau	25
3.8.2.	... en fonction des usages	26
3.8.2.1.	Le surplus des irriguants :	27
3.8.2.1.1.	Rente ou surplus des usagers	27
3.8.2.1.2.	Demande dérivée	27
3.8.2.2.	Tarification socio-politique	28
3.8.2.3.	Tarification en fonction des avantages	29
3.8.2.4.	Tarification au coût marginal	29
3.8.3.	En fonction des coûts supportés par les gestionnaires	30
3.8.3.1.	Tarification au coût moyen	30
3.8.3.2.	Tarification forfaitaire	31
3.8.3.3.	Tarification optionnelle	32
3.8.4.	De l'exploitation à la rentabilité de la ressource : la règle de Hotelling	33
3.8.5.	A la recherche de rendements d'échelle croissants	33
3.9.	Diagnostic des problèmes de tarification de l'eau à travers un périmètre irrigué autogérés du delta du fleuve Sénégal ; le cas de Pont gendarme	35
3.9.1.	Le (les) problèmes de tarification de l'eau	37
4.	MÉTHODOLOGIE	42
4.1.	Le modèle général de fonctionnement d'un périmètre irrigué	42
4.2.	Le jeu de données	44
4.2.1.	Le périmètre de Pont gendarme	45
4.2.2.	La fonction de coût du gestionnaire	45
4.2.3.	La fonction de revenu des agriculteurs : typologie d'exploitation agricole	46
4.2.4.	La typologie des exploitations agricoles	47
5.	RÉSULTATS	55
5.1.	L'outil de simulation	55
5.1.1.	Les équations et les variables du modèle de simulation:	55
5.1.1.1.	Le périmètre irrigué	55
5.1.1.2.	Exploitations agricoles :	55
5.1.1.3.	Utilisation du revenu	59
5.2.	Les simulations	59
5.2.1.	Structure de scénarios	62
6.	DISCUSSION	74

6.1. Modèles de tarification	74
6.2. Résultats	76
7. CONCLUSION	78
BIBLIOGRAPHIE	80
LISTE DE TABLEAUX	83
LISTE DES FIGURES	83
LISTE DES ANNEXES	83
ANNEXES	84

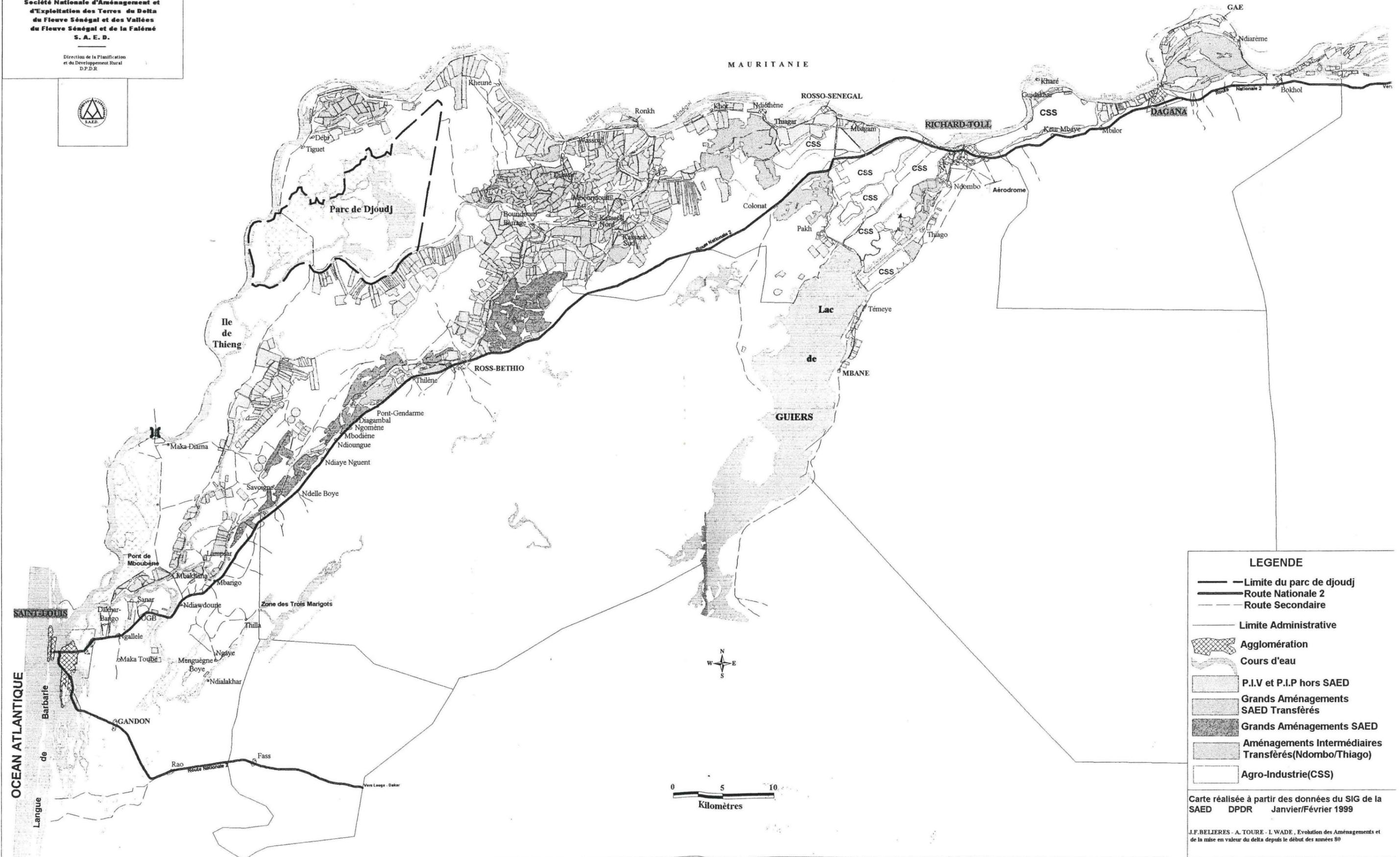
REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTRE DE L'AGRICULTURE

Société Nationale d'Aménagement et
d'Exploitation des Terres du Delta
du Fleuve Sénégal et de la Falémé
S. A. E. D.

Direction de la Planification
et du Développement Rural
D.P.D.R.



AMENAGEMENTS HYDRO - AGRICOLES DU DELTA EN 1997



LEGENDE

- Limite du parc de djoudj
- Route Nationale 2
- Route Secondaire
- Limite Administrative
- ▨ Agglomération
- ~ Cours d'eau
- P.I.V et P.I.P hors SAED
- Grands Aménagements SAED Transférés
- Grands Aménagements SAED
- Aménagements Intermédiaires Transférés(Ndombo/Thiago)
- Agro-Industrie(CSS)

Carte réalisée à partir des données du SIG de la
SAED DPDR Janvier/Février 1999

J.F.BELIERES - A. TOURE - I. WADE, Evolution des Aménagements et
de la mise en valeur du delta depuis le début des années 80

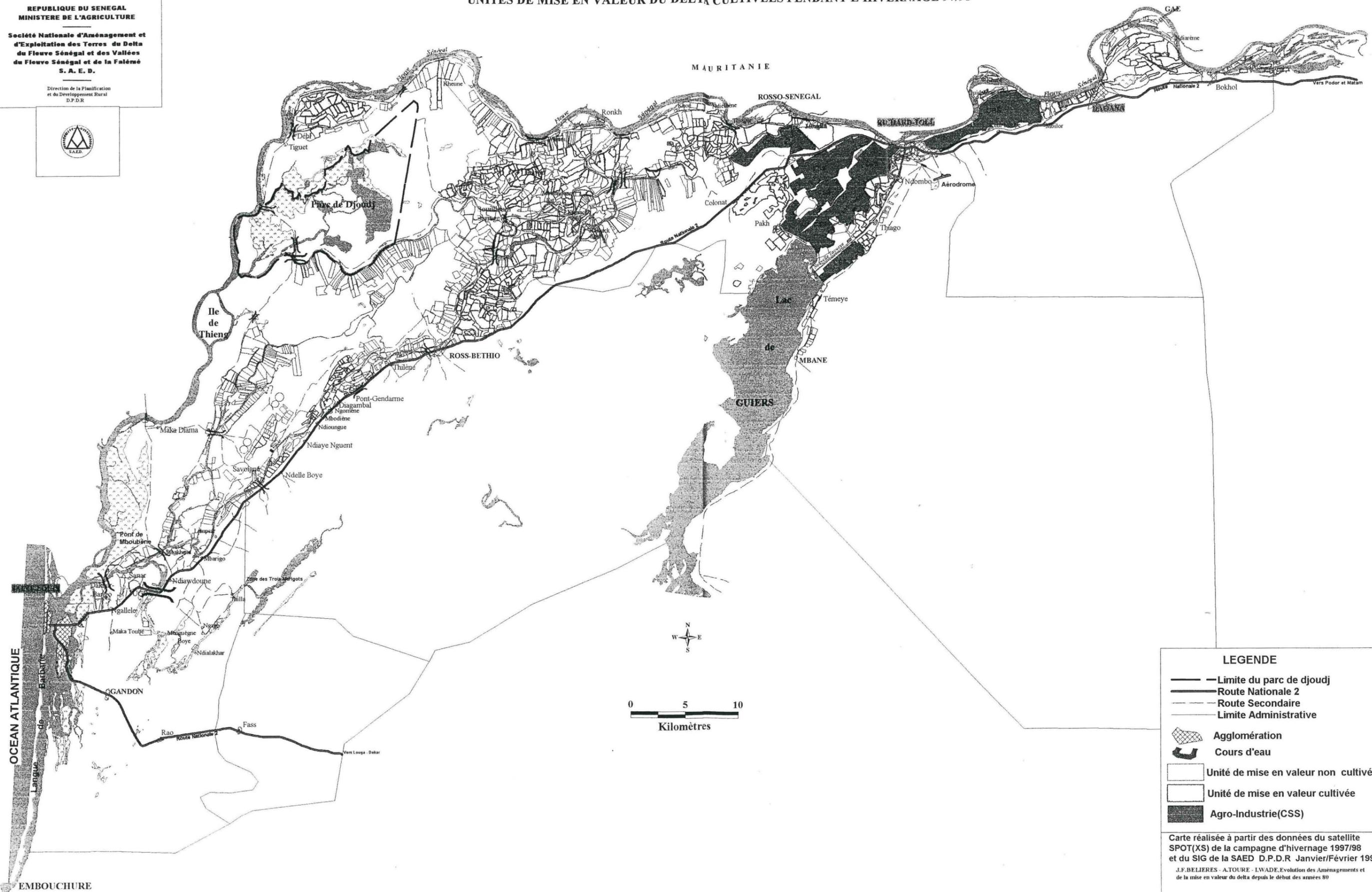
REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et de la Falémé S. A. E. D.

Direction de la Planification et du Développement Rural D.P.D.R.



UNITES DE MISE EN VALEUR DU DELTA CULTIVEES PENDANT L'HIVERNAGE 97/98



LEGENDE

- Limite du parc de djoudj
- Route Nationale 2
- Route Secondaire
- Limite Administrative
- Agglomération
- Cours d'eau
- Unité de mise en valeur non cultivée
- Unité de mise en valeur cultivée
- Agro-Industrie(CSS)

Carte réalisée à partir des données du satellite SPOT(XS) de la campagne d'hivernage 1997/98 et du SIG de la SAED D.P.D.R Janvier/Février 1999
J.F.BELIERES - A.TOURE - I.WADE.Evolution des Aménagements et de la mise en valeur du delta depuis le début des années 80

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

SOCIETE NATIONALE D'AMENAGEMENT ET
D'EXPLOITATION DES TERRES DU DELTA
DU FLEUVE SENEGAL ET DES VALLEES
DU FLEUVE SENEGAL ET DE LA FALEME

S.A.E.D. - B.P.N°74 - SAINT-LOUIS

DELEGATION DE DAGANA

Les Notes D'entretien et de Gestion

RAPPORT TRIMESTRIEL D'ACTIVITES N°13

Juillet - Septembre 1995

PERIMETRE AUTOGERE DE PONT GENDARME

Surface irrigable = 200 ha

Coefficient d'occupation des sols = 1,35

Soit: 270 haREACTUALISATION DES PREVISIONS DES DEPENSES ANNUELLES POUR LES TRAVAUX D'ENTRETIEN
RENOUVELLEMENT DES APPAREILLAGES HYDRAULIQUES ET AMORTISSEMENT DES STATIONS DE POMPAGE

Opérations des travaux d'entretien	Dépenses annuelles* N.E.G. en FCFA	REACTUALISATION		
		** Taux	DEPENSES en FCFA	PRIX à l'HA
1- TRAVAUX D'ENTRETIEN ANNUELS:				
a.1- Faucardage: canaux d'irrigation	284 000	1,50	426 000	1 580
a.2- Faucardage: canaux de drainage	240 000	1,50	360 000	1 335
b.1- Curage: canaux d'irrigation:-pelle mécanique	990 000	1,87	1 851 300	6 855
-camion	330 000	2,00	660 000	2 445
b.2- Curage: canaux de drainage:-pelle mécanique	900 000	1,87	1 683 000	6 235
-camion	300 000	2,00	600 000	2 220
c.1- Curage des ouvrages d'irrigation	10 000	1,50	15 000	55
c.2- Curage des ouvrages de drainage	16 000	1,50	24 000	90
TOTAUX 1:	3 070 000	1,83	5 619 300	20 815
2- TRAVAUX D'ENTRETIEN DE FREQUENCE QUINQUENNALE				
d.1- Reprofilage cunettes: canaux d'irrigation	923 700	2,00	1 847 400	6 845
d.2- Reprofilage cunettes: canaux de drainage	715 400	2,00	1 430 800	5 300
e - Reprofilage cavaliers canaux d'irrigation	923 700	4,00	3 694 800	13 685
f - Reprofilage des pistes en terre	837 050	2,00	1 674 100	6 200
g - Apport de latérite	1 240 000	0,50	620 000	2 295
TOTAUX 2:	4 639 850	2,00	9 267 100	34 325
3- TRAVAUX D'ENTRETIEN ACCIDENTELS:				
h.1- Réparation des ouvrages d'irrigation	300 000	1,00	300 000	1 110
h.2- Réparation des ouvrages de drainage	500 000	1,00	500 000	1 850
i.1- Réfections sur canaux d'irrigation	300 000	8,50	2 550 000	9 445
i.2- Réfections sur canaux de drainage	200 000	4,50	900 000	3 335
j - Réfections sur pistes	-	-	-	-
k - Peintures appareillages hydrauliques	20 000	1,00	20 000	75
TOTAUX 3:	1 320 000	3,23	4 270 000	15 815
4- RENOUELEMENT APPAREILLAGES HYDRAULIQUES ENTRETIEN HANGAR - BATIMENT BUREAU ET AMORTISSEMENT STATIONS DE POMPAGE				
l - Renouvellement appareillages hydrauliques	200 000	0,60	120 000	445
m - Entretien des stations de pompage	2 750 000	0,60	1 650 000	6 110
n - Amortissement des stations de pompage	6 880 940	1,00	6 880 940	25 485
o - Hangar et bâtiment bureau (invest.28770995F)	Néant	0,005	143 855	530
TOTAUX 4:	9 830 940	0,89	8 794 795	32 570
TOTAUX PREVISIONS DES DEPENSES: N.E.G.- REACTUALISATION et PRIX à l'HA	18 860 790	1,48	27 951 195	103 525

* Détails des dépenses: voir N.E.G.-Janvier 1993- ou Rapport d'Activité GITEC n°3
(Novembre 92-Janvier 93)

** Voir Annexe C

PERIMETRE AUTOGERE DE PONT GENDARMEBESOINS EN EAU POUR LA CAMPAGNE DE CONTRE SAISON CHAUDEBAS DELTACULTURE: RIZ A CYCLE COURTDATE des SEMIS: 1er AVRILa. MISE EN EAU DU PERIMETRE DE PONT GENDARME

- Débit fictif continu: $q = \frac{\text{débit total des 3 pompes}}{\text{surface totale irriguée}} = \frac{Q \text{ en l/s}}{S \text{ en ha}} = \frac{780}{200} = 3,9 \text{ l/s/ha}$
- Durée de la mise en eau: $T = \frac{27,914}{q-1,498} = \text{jours} = \frac{27,914}{3,9-1,498} = 11,62 \text{ jours}$
- Volume total brut: $VBMep = 2411,75 + (129,41T) = m^3/ha = 2411,75 + (129,41 \times 11,62) = 3915 m^3/ha$
- Date de départ de la mise en eau: 1er Avril - T = soit: le 20 Mars.

b. VOLUMES DECADAIRES en m³/ha DE LA CAMPAGNE

Mois	Décade	Nombre jours pour besoins en eau par décade = M	ETo en mm/j	Lame d'eau en m ³ /ha	ETriz = M.10.ETo.Kc en m ³ /ha	Perc. = 20m ³ /ha/j + Pert. = 10m ³ /ha/j	Volume total besoins en eau décade en m ³ /ha
Avril	1	7	8,2	300	660	210	1170
	2	8	8,4	1000	775	240	2015
	3	6	8,5	600	585	180	1365
Mai	1	10	8,5	400	980	300	1680
	2	10	8,4		965	300	1265
	3	11	8,3		1065	330	1395
Juin	1	10	8,2		1065	300	1365
	2	10	8,0		1040	300	1340
	3	10	7,8		995	300	1295
Juillet	1	10	7,7		810	300	1110
	2	10	7,5		785	300	1085
	3	9	7,3		690	270	960
Totaux	11déc+9j	111	8,09	2300	10415	3330	16045

c. Dates d'application de Kc

Dates: du - au	Kc	Total jours pour les besoins en eau: = M
1/4-30/5	1,15	51
31/5-29/6	1,30	30
30/6-29/7	1,05	30
Total jours: 120	Kc moy. 1,16	Total jours = M 111

d. BESOINS BRUTS EN EAU (IBrut)

Opérations des irrigations	VOLUMES en m ³ POUR:	
	1 ha IBrut:m ³ /ha	S = 200 ha IBrutxS= m ³
1) Mise en eau: VBMep:	3 915	783 000
2) Total volume décadaire:	16 045	3 209 000
TOTAUX IBrut en m ³	19 960	3 992 000

PERIMETRE AUTOGERE DE PONT GENDARMEBESOINS EN EAU POUR LA CAMPAGNE DE CONTRE SAISON FROIDECULTURE: TOMATEBAS - MOYEN ET HAUT DELTADATE des SEMIS: 1er NOVEMBREa. PRE-IRRIGATION DU PERIMETRE DE PONT GENDARME

$$\text{Débit fictif continu: } q = \frac{\text{débit total pour 1 pompe } Q \text{ en l/s}}{\text{surface totale irriguée } S \text{ en ha}} = \frac{260}{70} = 3,71 \text{ l/s/ha}$$

$$\text{Durée de la pré-irrigation: } T = \frac{2,723}{q-1,293} = \text{jours} = \frac{2,723}{3,71-1,293} = 1,13 \text{ jours}$$

$$\text{Volume total brut: } VBPI = 235,3 + (111,75T) = \text{m}^3/\text{ha} = 235,3 + (111,75 \times 1,13) = 360 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Date de départ de la pré-irrigation: le 30 octobre.

b. VOLUMES DECADAIRES en m³/ha DE LA CAMPAGNE

Mois	Décade	Nombre jours pour besoins en eau par décade = M	ETo en mm/j	ETmar. = M.10.ETo.Kc en m ³ /ha	Percolation = 20m ³ /ha/jour + Pertes réseau 10m ³ /ha/jour	Volume total besoins en eau par décade en m ³ /ha
Novembre	1	10	6,3	250	300	550
	2	10	6,1	245	300	545
	3	10	6,0	320	300	620
Décembre	1	10	6,0	480	300	780
	2	10	6,0	640	300	940
	3	11	6,0	795	330	1125
Janvier	1	10	6,0	720	300	1020
	2	10	6,1	725	300	1025
	3	11	6,3	740	330	1070
Février	1	8	6,7	480	240	720
Totaux	9 déc+8j	100	6,13	5395	3000	8395

c. Dates d'application de Kc

Dates: du - au	Kc	Total jours pour les besoins en eau: M
1er/11-20/11	0,40	20
21/11-30/11	0,53	10
1er/12-10/12	0,80	10
11/12-20/12	1,07	10
21/12-19/1	1,20	30
20/1-29/1	1,10	10
30/1-8/2	0,90	10
Total jours:	Kc moy. 0,88	100 jours

d. BESOINS BRUTS EN EAU (IBrut)

Opérations des irrigations	VOLUMES en m ³ POUR:	
	1 ha IBrut: m ³ /ha	S = 70 ha IBrut x S = m ³
1) Pré-irrigation: VBPI =	360	25 200
2) Total volume décadaire:	8 395	587 650
TOTAUX IBrut en m ³	8 755	612 850

PERIMETRE AUTOGERE DE PONT GENDARMETEMPS DE FONCTIONNEMENT DES POMPES POUR L'IRRIGATION
CAMPAGNE DE RIZ DE CONTRE SAISON CHAUDEa-Préliminaires:

- . Station de pompage d'irrigation équipée de 3 pompes identiques:
- . Débit d'une pompe: $Q = 260 \text{ l/s}$
- . Surface en culture = 200 ha
- . Débit fictif continu par pompe:
 $q = 260 \text{ l/s}/200 \text{ ha} = 1,3 \text{ l/s/ha}$
 soit: $1,3 \times 3,6 = 4,68 \text{ m}^3/\text{heure/ha}$ par pompe

b-Définitions du temps en heures par jour par pompe:

- . 3 pompes en fonctionnement: $T = \text{IBrut}/3 \times 4,68 \times n = h/j$ par pompe
- avec: $n =$ nombre de jours minimum d'irrigation par décade

c-Calculs des temps d'irrigation

Désignations	Volume total des besoins en eau en IBrut= m^3/ha	Fonctionnement de la station		Nombre total des heures de pompage pour les pompes
		Nombre de jours n d'irrigation par décade	avec 3 pompes Temps T en h/j par pompe	
Date départ mise en eau: 20 Mars MISE EN EAU	3 915	(11,62)	24,00	836,64*
Date départ des semis: 1er Avril				
Avril: 1e décade	1 170	5	16,67	250,05
2e décade	2 015	8	17,94	430,56
1ere vidange le 19 Avril				
Avril: 3e décade	1 365	6	16,20	291,60
Mai: 1e décade	1 680	7	17,09	358,89
2e décade	1 265	7	12,87	270,27
3e décade	1 395	7	14,19	297,99
Juin: 1e décade	1 365	7	13,89	291,69
2e décade	1 340	7	13,63	286,23
3e décade	1 295	7	13,18	276,78
Juillet: 1e décade	1 110	7	11,29	237,09
2e décade	1 085	7	11,04	231,84
3e décade	960	6	11,40	205,20
Fin de la campagne et début de la 2e vidange le 30 Juillet				
Totaux	19 960	92,62	-	4264,83**

* Dont 44 heures en pointe

** 4264,83 - 44 \approx 4221 heures hors pointed-Temps en heures du pompiste (Voir Annexe A)

Soit: $h_p = 1422$ heures au total pour la campagne de riz de contre saison chaude

PERIMETRE AUTOGERE DE PONT GENDARMETEMPS DE FONCTIONNEMENT DES POMPES POUR L'IRRIGATION
CAMPAGNE DE TOMATE DE CONTRE SAISON FROIDEa-Préliminaires:

- . Station de pompage d'irrigation équipée de 3 pompes identiques:
- . Débit d'une pompe: $Q = 260 \text{ l/s}$
- . Surface en culture: $S = 70 \text{ ha}$
- . Débit fictif continu par pompe:
 $q = 260 \text{ l/s} / 70 \text{ ha} = 3,71 \text{ l/s/ha}$
 soit: $3,71 \times 3,6 = 13,37 \text{ m}^3/\text{heure/ha par pompe}$

b-Définitions du temps en heures par jour de la pompe:

- 1 pompe en fonctionnement: $T = \text{IBrut} / 1 \times 13,37 \times n = h/j$
- avec: $n = \text{nombre de jours minimum d'irrigation par décade}$

c-Calculs des temps d'irrigation

Désignations	Volume total des besoins en eau en IBrut= m^3/ha	Fonctionnement de la station		Nombre total des heures de pompage pour la pompe
		Nombre de jours n d'irrigation par décade	avec 1 pompe Temps T en h/j de la pompe	
Date départ pré-irrigation: 30 Octobre PRE-IRRIGATION	360	2	13,46	26,92
Date départ des semis: 1er Novembre				
Novembre: 1e décade	550	8	5,14	41,12
2e décade	545	8	5,10	40,80
3e décade	620	8	5,80	46,40
Décembre: 1e décade	780	8	7,29	58,32
2e décade	940	8	8,79	70,32
3e décade	1 125	9	9,35	84,15
Janvier: 1e décade	1 020	8	9,53	76,24
2e décade	1 025	8	9,58	76,64
3e décade	1 070	9	8,89	80,01
Février: 1e décade	720	7	7,69	53,83
Fin de la campagne: 9 Février				
Totaux	8 755	83	-	654,75

Soit: 655 heures hors pointe

d-Temps en heures du pompiste (Voir Annexe A)

Soit: $h_p = 655 \text{ heures}$ au total pour la campagne de tomate de contre saison froide

PERIMETRE AUTOGERE DE PONT GENDARME
ESTIMATION DU COUT DE L'EAU POUR LA CAMPAGNE DE
RIZ DE CONTRE SAISON CHAUDE

a - Surface et Puissances

Surface en culture $S = 200$ ha
 Puissance absorbée par pompe $P_p = 14$ KW (voir R.A.GITEC n°3)
 Puissance maximale à appliquer: $P_a = 50$ KW (suivant fact.SENELEC)

b - Consommation active d'énergie (a) (voir Annexe A)

en heures hors pointe: $HHP \times P_p \times 1,04 = 4221 \times 14 \times 1,04 = a_1 = 61.458$ KWh
 en heures de pointe $HP \times P_p \times 1,04 = 44 \times 14 \times 1,04 = a_2 = 641$ KWh
Total consommation active d'énergie = a = 62.099 KWh

c - Coût de l'eau pour la campagne (voir Annexe A)

Désignation et calculs	Coûts en FCFA
Coût de la consommation active d'énergie: (CE)	
$CE = a_1 \times 55,88F + a_2 \times 80,63F = 61458 \times 55,88 + 641 \times 80,63$	= 3 485 955
Coût de la prime fixe: (Pf)	
$Pf = 15174F \times Pa = 15174 \times 50$	= 758 700
Taxe valeur ajoutée: (T)	
$T = (CE + Pf) \times 10\% = (3485955 + 758700) \times 10\%$	= 424 465
Redevance: (R)	$R = 95100F$
TOTAL COUT DE L'EAU POUR LA CAMPAGNE	= 4 764 220
SOIT : COUT DE L'EAU A L'HECTARE: $4764220 / 200$ ha	= 23 820

d - Salaire pompiste (voir Annexe A)

Soit: 1422 heures \times $400F$ /heure = 568.800 FCFA/campagne
 ou: $568800F/200$ ha = 2.845 FCFA/ha

PERIMETRE AUTOGERE DE PONT GENDARMEESTIMATIONS DES CHARGES

Désignations	C A M P A G N E S	
	RIZ de CONTRE SAISON CHAUDE sur 200 ha	TOMATE CONTRE- SAISON FROIDE sur 70 ha
	COUT en FCFA/ha	COUT en FCFA/ha
a. CHARGES HYDRAULIQUES		
- Travaux d'entretien annuels	20 815	20 815
- Travaux d'entretien de fréquence quinquennale	34 325	34 325
- Travaux d'entretien accidentels	15 815	15 815
- Renouvel.appar.hydraul.entretien de la S.P. hangar bâtiment bureau et amortis. de la S.P.	32 570	32 570
- Consommations actives d'énergie	23 820	21 655
- Salaires pompistes	2 845	3 745
- Redevance OMVS	1 300	500
- TOTAUX PARTIELS (TP)	131 490	129 425
- Plus: frais financiers: 14,5% par an TPx14,5%x9 mois Soit: Prêt sur 9 mois = $\frac{\quad}{12 \text{ mois}}$	14 300	14 075
TOTAUX CHARGES HYDRAULIQUES	145 790	143 500
b. CHARGES CULTURALES (voir Annexe B)		
TOTAUX CHARGES CULTURALES (y compris frais financiers)	233 670	323 975
c. TOTAUX DES CHARGES	379 460	467 475

Résumé

L'objectif de pérennisation des périmètres irrigués nous oblige à réfléchir sur une méthodologie permettant d'aider les gestionnaires de périmètres irrigués à choisir un mode de tarification leur permettant à la fois d'équilibrer leur budget (problème de leur fonction de coût) et de maximiser le revenu des agriculteurs.

La première étape était de partir des modèles de tarification utilisés dans la théorie économique pour en faire apparaître les plus marquants. Et comme tout bien économique, la tarification de l'eau est bâtie sur les lois de l'offre et de la demande. On a montré que si on s'appuyait sur la demande, la tarification ne pouvait se construire que de deux manières différentes : soit par la récupération de surplus causés par l'usage (c'est à dire de l'utilité procurée par l'irrigation), soit on se préoccupe des considérations d'équité. Si on considère l'offre, le système de tarification élaboré ne considère que les coûts supportés par les gestionnaires.

Dans notre application sur un périmètre irrigué du delta du fleuve Sénégal, on s'aperçoit que le système mis en place ne fait intervenir aucun des deux aspects ; mais est fixé de façon forfaitaire et permettant pas de couvrir les charges supportées par les gestionnaires de périmètres.

Pour ce faire, nous avons testés trois systèmes de tarification : forfaitaire, socio-politique et binôme (simple et par paliers) sur un tableur de simulation que nous avons établi sur la base d'une typologie d'exploitation agricole et de fonction de coût de production de l'eau par les gestionnaires de périmètre.

Les résultats obtenus nous indiquent que le système forfaitaire tel qu'il est appliqué actuellement ne permet ni de procurer aux agriculteurs un maximum de revenu, ni le respect de l'équilibre budgétaire de l'union. Le système socio-politique même s'il permet l'équilibre financier des agriculteurs, n'assure pas l'équilibre budgétaire.

Les réflexions doivent alors porter sur un système binôme qui prendrait en compte les charges fixes (provisions pour renouvellement et entretien) réparties sur l'année de façon à ce que les agriculteurs soient incités augmenter leur taux de mise en valeur et donc par la même réduire le niveau des charges variables de pompage et assurer l'équilibre budgétaire de l'union hydraulique dans le but d'une pérennité des aménagements..

Mots clés : Tarification, eau, delta du fleuve Sénégal, équilibre budgétaire, maximisation de revenus, pérennisation.

Abstract

The main objective aimed throughout our study is to seek for a better way that can help the producers organizations to balance their budget by well recovering the irrigation "redevance".

Using a spreadsheet simulation model, three tarification systemes are tested : a fixed amount determined by the organization itself, a second system named "socio-politic", and a last one called "binome" in the specialised litterature.

The former systeme is the usual practice in the self governing large scale irrigation perimeters in the Sénégal River Delta.

Results of simulation shows that it neither balance for producers. The second one is only profitable to producers and induces a disequilibrium for the organization . The "binome" tarification seems to be the better way that both organisation, at the water supply side, and producers, at the consumer side could adopt.

Meanwhile, it is necessary for its application, to take in account several conditions which insure a sustainable management of the perimeters.

Keywords : Water pricing, Sénégal river delta, budget balance, profit maximisation, sustainable irrigated agricultural.