

C I L S S

COMITE PERMANENT INTER-ETATS DE LUTTE
CONTRE LA SECHERESSE DANS LE SAHEL
B. P. 7049 Ouagadougou
Tél. 30-67-57158159



PERMANENT INTERSTATE COMMITTEE FOR
DROUGHT CONTROL IN THE SAHEL
Fax 307247
Télex 5263 Comiter

SECRETARIAT EXECUTIF



Burkina Faso



Cap-Vert



Gambie



Guinée Bissau



Mali



Mauritanie



Niger



Sénégal



Tchad

PAROC

Programme d'Appui Régional aux Organismes Céréaliers

01 B.P. 67 Ouagadougou 01 / Burkina Faso

Tél. (226) 31 24 71 / 17 85 Fax 31 17 85

CONTRIBUTION AU FORUM NATIONAL SUR LE RIZ AU SENEGAL

Février 1992

Préambule

La situation alimentaire au Sénégal est, encore aujourd'hui, marquée par la politique d'exploitation des avantages comparés de l'ancienne puissance coloniale, La France : exportation d'arachides et de produits arachidières, et importation de denrées alimentaires, notamment le riz. Le développement récent des recettes d'exportation d'arachides et de produits arachidières, comparé à la valeur des importations de riz, ne milite plus en faveur de cette stratégie. Cette constatation, conjuguée avec les changements relatifs aux conditions de production de riz dans la Vallée du Fleuve Sénégal, intervenus à la faveur de la construction des barrages de Diama et Manantali, reposent le problème de l'approvisionnement du marché Sénégalais en riz avec acuité.

L'objet du présent document est de contribuer à la recherche de solutions à ce problème d'actualité brûlante, par la présentation de résultats de recherche menée dans ce domaine dans le cadre de la préparation d'une thèse de doctorat¹. Ce forum constitue un lieu privilégié pour soumettre ces résultats à la critique des différents partenaires impliqués dans la promotion de la riziculture dans la Vallée du Fleuve Sénégal ainsi que pour leur actualisation, étant donné l'évolution de la situation depuis la publication de ladite étude.

Ainsi, les principaux résultats de l'étude, qui portent essentiellement sur l'offre de riz au Sénégal et les politiques de prix pratiquées dans les années 80 ainsi que sur les possibilités de développement de la riziculture dans la Vallée du Fleuve Sénégal, seront présentés dans ce qui suit sous forme de résumé.

En annexe sont présentés trois modèles qui ont servi d'outils pour l'étude des questions et ont conduit aux résultats ci-dessous.

¹YADE, Mbaye, Optimierung der Versorgung des senegalesischen Marktes mit Reis - Ein partieller Beitrag zur Ernährungssicherheit - , Wissenschaftsverlag Vauk Kiel (RFA) KG, Mai 1990. (en français : Optimisation de l'approvisionnement du marché Sénégalais en riz - Une approche partielle à la sécurité alimentaire).

Synthèse des résultats de l'étude

L'offre du riz au Sénégal est caractérisée par une part très importante des importations ; ainsi, pour la période 1979/71-1983/84, le taux de couverture des besoins en riz n'a guère dépassé 20 % en moyenne. Par ailleurs, si on note depuis les années 1980 une tendance à l'augmentation de la production de paddy dans la Vallée du Fleuve Sénégal, les coûts y afférents font du développement de la riziculture dans cette région un sujet à controverse.

Ainsi au plan économique, on note une part très importante des importations de riz dans les recettes d'exportations : 14 % en moyenne entre 1981 et 1986 avec une pointe de 20 % en 1981.

L'analyse de la production dans la Vallée du Fleuve Sénégal révèle des coûts sociaux de production de paddy relativement stables durant la période 1985-88. Ceux-ci s'élevaient à 95 FCFA/kg alors que le prix comparable sur le marché mondial oscillait entre 19 et 42 FCFA/kg. Cependant, malgré les "désavantages comparés" au plan global dans la Région du Fleuve, on peut noter sur certaines années à Matam comme à Bakel, une rentabilité sociale de la production du paddy, s'il est transformé par le secteur privé et consommé sur place ; ce qui vient confirmer les avantages comparés des petits périmètres.

La promotion de la riziculture dans la Vallée du Fleuve Sénégal signifie pour l'Etat également des coûts budgétaires considérables. Les coûts nets ramenés à l'unité, relatifs aux subventions à la production, la transformation et la commercialisation supportés par l'Etat, après déduction des recettes issues de la vente du riz équivalent, dépassaient en 1987/88 le prix à l'importation correspondant. En considérant le manque à gagner budgétaire, occasionné par la substitution d'importations relativement bon marché par la production locale subventionnée, les coûts pour l'Etat se montaient au triple du prix à l'importation comparable.

Un modèle d'équilibre tenant compte des élasticités de la demande et de l'offre et prévoyant une prise en charge totale de la subvention à la filière locale par la péréquation positive sur le riz importé révèle que l'Etat a poursuivi par sa politique de prix en 1985 deux (2) objectifs contradictoires, à savoir la maximisation des effets budgétaires nets du secteur rizicole (péréquation positive sur le riz importé minorée de toute forme de subvention à la riziculture dans la Vallée du Fleuve Sénégal) et dans une moindre mesure la maximisation du taux de couverture en riz².

Au niveau de l'approvisionnement du marché mondial, on note à partir du milieu des années 80 une diversification des

²Voir annexe 2 pour une explication du modèle.

partenaires de la CPSP, dont le choix semble être guidé par les prix. L'évaluation des activités d'importation de la CPSP à l'aide d'un modèle de transport, dans le sens d'une minimisation des coûts totaux du riz importé, y compris achat, transport et stockage (vu la distribution saisonnière des prix à l'importation, les frais mensuels de stockage et l'étalement des besoins dans le temps) donne les résultats suivants : divergence entre le calendrier réel des importations et celui dérivé du modèle, bien que les différences de coûts à l'avantage du dernier ne soient pas très importantes. Cependant des réserves s'imposent par rapport à cette conclusion, étant donné le caractère biaisé des prix payés par la CPSP qui sont négociés de gouvernement à gouvernement et sont donc loin de refléter les forces du marché. Toutefois, ce modèle pourra s'avérer un instrument important pour la programmation du calendrier d'importation dans le cadre d'une libéralisation des importations³.

Vers le milieu des années 80, la CPSP a pu drainer des sommes considérables au profit du trésor public du fait de la taxation du consommateur de riz importé. Ces apports budgétaires potentiels ont été estimés ici entre 8 et 13 % du budget pendant la période considérée.

Cependant, malgré l'évaluation négative par les Pouvoirs Publics de la tentative de libéralisation des importations de riz en 1987, qui a conduit à son arrêt prématuré ; un désengagement de l'Etat (dont le rôle se limiterait à la gestion d'un stock de sécurité) des importations du riz au profit du secteur privé pourrait avoir un impact positif sur les finances publiques : d'après les calculs effectués, la péréquation versée par les opérateurs privés par kg au cours de cette phase serait supérieure au bénéfice net par kg de riz importé par la CPSP. D'autre part, on peut estimer que les opérateurs privés se sont bien acquittés de leur mission durant cette phase. En effet, les reproches qui leur ont été faits surtout sur le retard de versement de la péréquation sont pour la plupart objectivement imputables à la situation économique, monétaire et administrative du pays. Concernant les délais d'arrivage, il faut reconnaître que les retards étaient négligeables et de toute évidence facilement gérables par un stock de sécurité.

Ce jugement favorable à la libéralisation des importations n'est pas sans réserve car il importe de tenir compte de la situation de la balance commerciale chroniquement déficitaire au Sénégal. Par conséquent, cette libéralisation qui ne peut que constituer un volet d'une politique nationale rizicole devrait éviter des importations inutiles qui porteraient davantage préjudice à la balance commerciale. Ainsi, les importations pourraient se faire suivant un système de quotas distribués de manière transparente et à temps opportun sur la

³Pour une description détaillée du modèle, voir Annexe 1.

base du bilan rizicole. D'autre part, compte-tenu de l'instabilité des prix sur le marché mondial, une taxe variable devrait être prélevée sur les importations afin de garantir un prix d'équilibre en rapport avec les objectifs de développement de la riziculture, comme c'est spécifié plus loin.

Concernant la commercialisation du paddy, les constats suivants ont été faits par le passé : il existe une concurrence entre le public et le privé illégal mais toléré, souvent à l'avantage de ce dernier du fait de ses coûts de transaction moins élevés ; en effet, en raison des mêmes prix de paddy prévalant sur toute la Vallée sans distinction de la distance au marché de consommation, le privé s'est spécialisé dans le Delta ; alors que le public avec son obligation d'assurer une garantie d'écoulement à tous les producteurs supportent des coûts de collecte très élevés. Cependant ce n'est pas là tout ce qui explique la réduction de la commercialisation officielle. D'une part, il faut considérer la prolifération des PIV, dont l'objectif fondamental est l'autoconsommation, d'où une diminution potentielle du taux du surplus commercialisable. D'autre part, à l'aide d'une analyse de régression, il est montré que la commercialisation officielle est déterminée par une constante de 50 % représentant les besoins du producteur et par la marge potentielle relative du privé (mesurée avec les prix au consommateur et au producteur officiels). Bien entendu, le taux de commercialisation officielle diminue avec l'augmentation de cette marge. Le coefficient de détermination (R²) relativement faible (65 %) laisse présager d'autres facteurs limitant la commercialisation officielle, notamment le manque, au moment de la soudure, de liquidités de la part du producteur, qui en l'absence de crédit de consommation est obligé de vendre sa récolte sur pied à un prix inférieur, etc.

Le développement de la riziculture dans la Vallée du Fleuve Sénégal est conçu dans le cadre des perspectives de l'après-barrages et de la libéralisation du secteur rizicole, dans le sens de la Nouvelle Politique Agricole. Ces prémisses concernent l'amélioration des conditions agro-hydrologiques et du cadre institutionnel, avec en particulier la légalisation du seueur privé et son implication dans les activités d'encadrement de la production, de transformation et de commercialisation ainsi que d'importation. Le rôle des pouvoirs publics doit, outre la gestion d'un stock national de sécurité de riz, englober des mesures propres à garantir des prix d'équilibre, aussi bien pour les intrants et services que pour le paddy et le riz, afin d'assurer un marché compétitif. D'autre part, en rapport avec la question des aménagements futurs, les superficies par famille dans les petits périmètres doivent être révisées à la hausse, si toutefois, ce type de périmètre doit augmenter son taux de commercialisation pour pouvoir jouer un rôle déterminant dans l'approvisionnement du marché national.

D'abord, une évaluation de la politique de prix du riz du Gouvernement sénégalais, dans le sens de sa contribution à la minimisation des coûts sociaux d'approvisionnement à l'aide d'un modèle dérivé du "net social payoff model"⁴, est faite. Pour cela, il a été, entre autre, utile de comparer la production réelle issue de la fixation des prix au producteur, à la production éventuellement optimale, dérivée du modèle ; il convient de signaler que le modèle se base sur une fonction sociale d'offre qui, elle-même, a été estimée en tenant compte de tous les coûts sociaux de production. La production s'est alors avérée suboptimale, dans le sens d'une minimisation des coûts d'approvisionnement, compte non tenu d'éventuels effets secondaires positifs résultant de la production de riz dans la Vallée du Fleuve Sénégal. Une évaluation implicite de ces effets externes par l'état, en supposant que la production réelle a été effectivement optimale, fait état d'effets secondaires positifs considérables, accompagnant la production de riz dans la Région du Fleuve, allant jusqu'à 150 % du prix du marché mondial correspondant. Les prix au consommateur, quant à eux, sont majorés de 60 à 70 % par rapport à leur valeur optimale. En d'autres termes, cette politique a contribué à diminuer la demande et à encourager une production nationale non rentable.

Ensuite il est tenté une détermination et une évaluation exacte de la politique rizicole du Gouvernement Sénégalais dans la Région du Fleuve, en particulier en rapport avec les stratégies d'aménagements dans le nouveau cadre évoqué plus haut. Ces aménagements, outre la rentabilité sociale de la riziculture de la délégation considérée et les éventuels coûts de transport, de la délégation au lieu de consommation, sont fonction de la capacité du Gouvernement Sénégalais à faire face aux charges récurrentes et du prix du riz sur le marché mondial qui constitue une alternative à la production locale.

D'abord, il est considéré que le Gouvernement Sénégalais peut mobiliser jusqu'en l'an 2000 des fonds de 30 milliards de FCFA, avec un taux d'autofinancement de 33 %, à des fins d'aménagements de nouveaux périmètres dans la Région du Fleuve. Sous ces contraintes budgétaires, indépendamment du prix du riz sur le marché mondial, les nouveaux aménagements ne sont réalisés qu'à matam et à Bakel, délégations qui se caractérisent par la prépondérance des petits périmètres. Cependant, il convient de signaler que, pour des prix du riz sur le marché mondial moyen ou élevé, les aménagements à Bakel n'interviennent qu'après que la limite supérieure des aménagements, compte tenu de la main d'oeuvre disponible, est atteinte à Matam. Les 20 milliards nécessaires, en plus de la contribution de l'Etat, peuvent être contractés sous forme de prêt, selon le prix du riz sur le marché mondial à des taux variant entre 11 et 39 %. En considérant l'intervalle des prix du riz à l'importation observés dans les années 80 et la

⁴Voir annexe 3 pour une description du modèle.

restriction budgétaire de 30 milliards de FCFA, les régions du Sud, Sine-Saloum, Casamance et Sénégal Oriental et celle de Dakar sont presque exclusivement approvisionnées par le marché mondial.

Etant donné que le prix futur du riz sur le marché mondial n'est pas connu avec certitude d'avance, il a été intéressant de déterminer la politique d'aménagements optimale à long terme, qui tienne compte de cette incertitude. Pour ce, la somme des déviations des coûts d'approvisionnement correspondant à la politique optimale à déterminer en fonction du prix du riz sur le marché mondial, des coûts optimaux pour le même prix mais sans que la politique d'aménagements ne soit fixée d'avance, est minimisée. Cette politique d'aménagements optimale à long terme correspond à celle dérivée de la moyenne des prix sur le marché mondial considérés. D'autre part, vu qu'également au moment des semailles le prix du marché mondial n'est pas connu, il s'avère de la même manière opportun de déterminer un approvisionnement optimal à long terme. Il s'agit ici également de déterminer l'approvisionnement, de telle sorte que les déviations des coûts par rapport à ceux inhérents à un approvisionnement optimal non fixé d'avance, soient minimisées. Encore une fois, l'approvisionnement correspond à celui qui est dérivé de la moyenne des prix considérés. Toutes les régions sont approvisionnées par la Région du Fleuve à l'exception de celle de Dakar et de celles du Sud, qui sont approvisionnées respectivement, totalement et aux deux tiers par le marché mondial. Ce mode d'approvisionnement correspond, lorsque le prix sur le marché mondial égale la moyenne des prix considérées, à un équilibre interrégional où les intentions de tous les sujets économiques impliqués sont en adéquation les unes avec les autres. Le cas échéant, des mesures d'ajustement des prix sont nécessaires pour sauvegarder l'équilibre interrégional : introduction d'une taxe douanière dans le cas d'un prix inférieur à la moyenne afin d'entraver des importations suboptimales ; relèvement du prix au producteur dans le cas d'un prix supérieur à la moyenne, pour éviter un flux excessif de la production de la région du fleuve vers les régions de Dakar et du Sud, approvisionnées normalement par le marché mondial, avec qui la Région du Fleuve, dans ce cas bien précis, pourrait concourir. Une pareille détermination de l'approvisionnement du marché national contribue à sa stabilité et engendre dans le pire des cas, lorsque le plus bas des prix considérés est observé sur le marché mondial, une déviation des coûts optimaux de 2 %.

Enfin, le Plan céréalier du Gouvernement Sénégalais pour l'an 2000 est évalué. Il est d'abord tenu compte de la production prévue dans la Région du Fleuve et de la contrainte budgétaire de 30 milliards de FCFA, dans le but de déterminer le prix du riz sur le marché mondial, pour lequel cette production, dans les conditions évoquées, serait optimale. Le prix correspondant serait de 300 FCFA/kg, soit le triple du prix le plus élevé observé dans les années 80. La production aurait lieu dans ce

cas en priorité dans la délégation de Matam. En considérant le prix plus probable de 75 FCFA/kg, soit la moyenne des prix observés dans les années 80, cette production préconisée dans la Région du Fleuve par le Plan Céréaliier impliquerait une augmentation substantielle des coûts d'approvisionnement de 50 % par rapport à l'optimum dans les mêmes conditions, mis à part la fixation d'avance de la production dans la Région du Fleuve. Une évaluation alternative du Plan Céréaliier a consisté à déterminer, dans le cas d'une absence de contrainte budgétaire, la politique optimale d'aménagements correspondant aux prescriptions du Plan céréaliier, relatives à la production dans la Région du Fleuve en tenant compte du prix moyen du riz sur le marché mondial. Ceci équivaldrait à l'aménagement dans la Région du Fleuve de 105 000 ha supplémentaires, nécessitant un volume financier de 111,5 milliards de FCFA. La différence par rapport à l'autofinancement, qui est maintenu à 10 milliards, pourrait être financée sur prêt extérieur avec des taux d'intérêt jusqu'à concurrence de 8,4 % pour les grands périmètres et 34,5 % pour les petits.

En conclusion, on peut retenir que, par le passé, aussi bien la production que les prix au producteur, en ce qui concerne le paddy dans la Région du Fleuve, ont été très élevés, par rapport à l'objectif de minimisation des coûts sociaux d'approvisionnement au plan national. Quant au Plan Céréaliier du Gouvernement Sénégalais pour l'an 2000, sa réalisation efficiente dans le secteur rizicole suppose, par une évolution moyenne des prix du riz sur le marché mondial, un volume de crédit très élevé.

CILSS

Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

PAROC

Programme d'Appui Régional aux Organismes Céréaliers

01 B.P. 67 Ouagadougou 01 - Burkina Faso -

Contribution au forum national sur le riz au Sénégal

Février 1992

ANNEXES

- 1 Modèle de détermination d'un calendrier optimal d'importation
- 2 Modèle d'équilibre de la filière riz au Sénégal
- 3 Modèle d'optimisation des aménagements dans la Vallée du Fleuve Sénégal

1. Objet du modèle :

Le modèle est conçu dans la perspective de minimisation des coûts afférents au riz importé au Sénégal à travers une programmation optimale des importations. Les coûts considérés prennent en compte l'acquisition du riz sur le marché international et son stockage par rapport à ses périodes de réception et de mise sur le marché.

La pertinence du modèle s'explique par trois hypothèses :

- étant donné la structure et le volume de la production nationale de riz, on est obligé, pour tous les mois de l'année, d'avoir recours au riz importé (quel que soit sa date d'importation), pour faire face aux besoins en riz du marché national ;
- les prix du riz sur le marché international, compte tenu des périodes de grande récolte, sont assujettis à des variations saisonnières ;
- pour du riz affichant un décalage entre la période d'importation et celle de mise sur le marché, des coûts de stockage s'imposeront.

Ainsi, connaissant les besoins mensuels en riz importé, les indices de saisonnalité du prix du riz sur le marché international et les coûts mensuels de stockage, il s'avère opportun de déterminer un calendrier optimal des importations dans le but de minimiser les coûts de l'approvisionnement par le marché international.

2. Spécification du modèle :

Le modèle pour la solution du problème énoncé ci-dessus peut être résumé de manière algébrique comme suit :

$$Z = \sum_i \sum_j C_{ij} * X_{ij} = \text{Min!}, \forall i \leq j$$

s. t.

$$(1) \sum_j X_{ij} \leq A_i, \forall i \leq j;$$

$$(2) \sum_i X_{ij} = B_j, \forall i \leq j;$$

$$(3) \sum_i A_i = \sum_j B_j;$$

$$(4) \sum_i^m A_i - \sum_j^{m-1} B_j \geq B_m \text{ ou } \sum_i A_i^m - \sum_j^m B_j \geq 0, \forall m;$$

$$(5) \sum_i^m A_i - \sum_j^{m+1} B_j \leq LK - MRL \text{ ou } \sum_i^m A_i - \sum_j^m B_j \leq LK + B_{m+1} - MRL, \forall m.$$

Les grandeurs du modèle sont les suivantes :

Z :
coûts totaux de l'approvisionnement par le marché international comprenant l'acquisition et éventuellement le stockage ;

C_{ij} :
coûts totaux du riz importé au mois i et mis en vente le mois j : $C_{ij} = PW_i + (j-i) * LC_g$:
PW_i : prévision de prix sur le marché international pour le mois i = PW * S_i, dont PW est la prévision de prix sur le marché international de l'année considérée et S_i l'indice de saisonnalité du mois i.
LC_g : coûts totaux de stockage comprenant le stockage physique (LC_p) et le coût d'opportunité des fonds immobilisés (p. e. 1 % par mois) :
 $LC_g = LC_p + 0,01 * ((LC_p + PW_p))$; PW_p étant le prix à l'importation effectivement payé.

Ainsi, $C_{ij} = (PW_i * (1+((j-i)*0,01))) + ((j-i)*LC_p*1,01)$.

X_{ij} :
Variable endogène à déterminer par le modèle, représentant la quantité de riz importé au mois i et consommé au mois j.

A_i :
Variable endogène représentant la quantité de riz à importer au mois i.

B_j :
Variable exogène représentant les besoins en importation mensuels pour couvrir la demande nationale, déterminée en tenant compte de la production nationale.

LK :
représente les capacités de stockage.

MRL :
Minimum Reorder Level : niveau de stocks à partir duquel pour des raisons de sécurité d'approvisionnement (pour éviter les ruptures de stocks), une nouvelle commande doit être passée ; il s'agit d'une variable exogène déterminée à partir des besoins mensuels moyens et du délai de livraison.

Quant aux équations, elles sont à interpréter de la manière suivante:

(1) :

Restriction relative à l'offre : L'offre à partir des importations d'un mois donné n'est possible que pour le même mois ou pour les mois qui le suivent.

(2) :

Restriction relative à la demande : La consommation à partir des importations, pour un mois donné, doit provenir des importations du même mois ou des mois qui le précèdent.

(3) :

Egalité entre importations et besoins : Etant donné qu'il s'agit d'un modèle annuel, les importations dans une année doivent être identiques aux besoins de la même année.

(4) :

Restriction relative à la demande mensuelle : Cette équation exprime la garantie de couverture des besoins sur une base mensuelle : pour chaque mois m , la somme des importations réalisées depuis le début de l'année (y compris celles du mois m) doit être supérieure à la consommation cumulée de riz importé des mois antérieurs, d'au moins la demande en riz importé de ce même mois m .

(5) :

Restriction relative aux capacités de stockage : Cette équation tient compte des capacités de stockage en ce sens que les quantités importées et non encore mises sur le marché ne doivent pas dépasser lesdites capacités. Il est supposé ici que le consommateur et/ou le commerçant sont responsables du stockage de la demande du mois en cours et du mois suivant ; ainsi, pour la consommation B la sommation va jusqu'à $m+1$. Par ailleurs, on a considéré que le MRL est déjà disponible en début d'année.

Enfin, il est tenu compte d'un délai d'arrivage des importations de deux mois en décalant les indices de saisonnalité de deux mois en arrière.

ANNEXE 2 : MODELE D'EQUILIBRE DE LA FILIERE RIZ AU SENEGAL

Il s'agit d'un modèle d'équilibre qui se propose de déterminer une politique optimale de prix (au consommateur et au producteur) en adéquation avec l'équilibre budgétaire et l'objectif de maximisation du taux d'autosuffisance en riz.

Le modèle prend en compte les élasticités de l'offre et de la demande et prévoit une prise en charge totale, par la péréquation positive réalisée sur le riz importé, de la subvention à la filière rizicole locale dont la promotion est recherchée. Il s'agit là d'une approche budgétaire du développement de la riziculture qui, bien que ne prenant pas en compte toutes les ressources utilisées, est pertinente pour des états en proie à des difficultés budgétaires et ne sachant pas toujours compter sur les marchés extérieurs, d'où l'obsession d'atteindre un certain niveau d'autosuffisance.

Le modèle qui est défini ci-dessous et a pour objectif la maximisation du taux d'autosuffisance couverture ne prend en compte que le développement de la riziculture dans la Vallée du Fleuve Sénégal, en considérant la production de riz hors de cette zone comme une constante :

$$(1) Z = ((qS \cdot KF) + PHF) / qD = \text{Max!}$$

$$\begin{aligned} \text{s.t. } & (2) qD = \alpha \cdot pD^\beta \\ & (3) qS = \gamma \cdot pS^\delta \\ & (4) X = qD - (qS \cdot KF) - PHF - FOA \\ & (5) NB = X \cdot (pD - pW) - qS \cdot (pS + TK + SVP - ((pD - VK) \cdot KF)) - SFP > 0 \\ & (6) pS \geq \bar{pS} \end{aligned}$$

Les grandeurs du modèle sont les suivantes :

- Z :** taux d'autosuffisance en riz ;
- q^S :** offre de paddy dans la Vallée du Fleuve Sénégal (en t) ;
- KF :** coefficient de conversion du paddy en riz (= 0, 70) ;
- PHF :** production locale de riz hors de la Vallée du Fleuve Sénégal (en t) ;
- q^D :** demande totale nationale en riz (en t) ;

- p^D :**
prix au consommateur du riz (en 1 000 FCFA/t) ;
- p^S :**
prix au producteur du paddy produit dans la Vallée du Fleuve Sénégal (en 1 000 FCFA/t) ;
- X :**
volume des importations de riz (en t) ;
- FOA :**
Aide alimentaire reçue en riz (en t) ;
- NB :**
Péréquation nette de la filière riz après prise en charge de la subvention de la filière locale (en 1 000 FCFA) ;
- p^W :**
prix de référence du riz importé prenant en compte le prix CAF, les frais financiers, les coûts au niveau du port, les charges administratives de la CPSP et les marges de commercialisation entre le prix de gros et celui de détail qui est retenu ici pour le consommateur (en 1 000 FCFA/t) ;
- TK :**
coûts de transformation du paddy y compris le transport (en 1 000 FCFA/t) ;
- SVP :**
subvention variable à la production dans la Vallée ayant trait aux intrants (en 1 000 FCFA/t) ;
- VK :**
frais de commercialisation du riz transformé dans la Vallée du Fleuve Sénégal (en 1 000 FCFA/t) ;
- SFP :**
subvention fixe à la production du riz dans la Vallée du Fleuve Sénégal, comprenant essentiellement les charges administratives de la SAED (en 1 000 FCFA).

Les équations s'expliquent d'elles-mêmes sauf (6) qui exprime l'impossibilité de faire baisser le prix au producteur pour des raisons politiques. De la même manière, il serait envisageable d'imposer une limite supérieure au prix au consommateur ou une limite inférieure à la demande (pour des raisons de sécurité alimentaire) et de n'affecter qu'une partie de la péréquation du riz importé à la filière locale.

Le modèle permet donc de déterminer des prix d'équilibre au producteur et au consommateur qui maximisent le taux d'autosuffisance en riz par rapport à un renoncement budgétaire.

ANNEXE 3 : MODELE D'OPTIMISATION DES AMENAGEMENTS DANS LA VALLEE DU DU FLEUVE SENEGAL

Ce modèle permet d'optimiser les aménagements dans la Vallée du Fleuve Sénégal par rapport à l'approvisionnement du Sénégal en riz. Le principe directeur en est la minimisation des coûts d'approvisionnement en riz du Sénégal, comprenant les coûts sociaux de production, de transformation et de transport du riz produit dans la Vallée du Fleuve Sénégal ainsi que ceux afférents à l'acquisition et à la distribution du riz importé.

Le modèle est dérivé du "net social pay off model", développé par Samuelson ; ce dernier se fonde sur les avantages des échanges entre différentes régions pour maximiser la somme des rentes des producteurs et des consommateurs dans les régions considérées. Le modèle ici, à défaut de fonctions de demande pour toutes les régions considérées, se contente de minimiser les coûts d'approvisionnement comme spécifié plus haut.

En faisant abstraction des coûts de transformation sur le graphique, cela équivaudrait à une minimisation de l'intégrale des fonctions d'offre (ou de l'aire sous ces fonction) et des coûts de transport. Cet objectif peut paraître abstrait pour le producteur. Mais il s'agit ici de déterminer l'optimum pour la société à partir de fonctions d'offre sociales. Le choix de ces fonctions sociales est opportun dès lors qu'il s'agit ici de déterminer une situation idéale pour la société. En l'absence de distorsions, ces fonctions s'identifieraient à celles du producteur mais, le cas échéant, des mécanismes propres à corriger ces divergences devraient être trouvés.

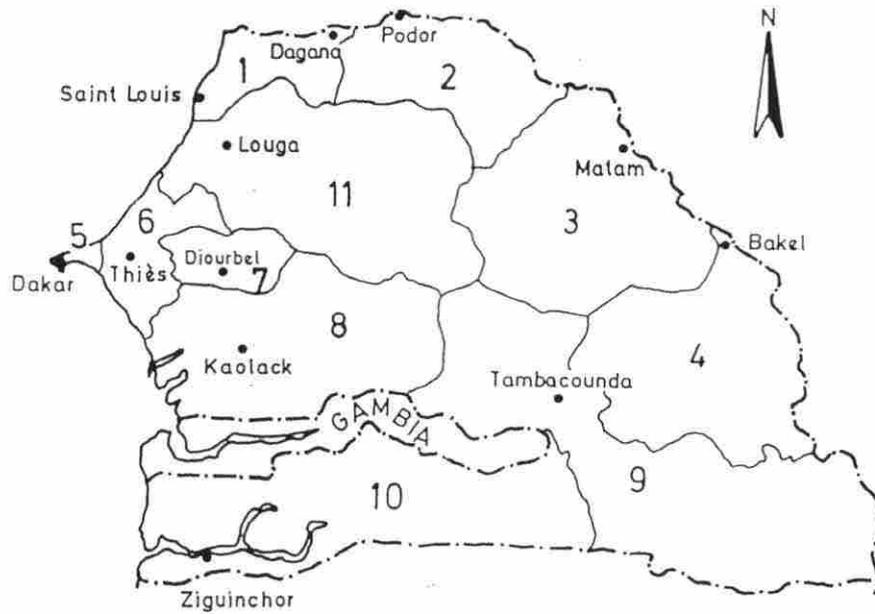
Sur le graphique, on constate que, par rapport à la situation d'autarcie, les échanges entre les deux régions, en maintenant les mêmes niveaux de consommation dans les deux régions, se traduisent par :

- une augmentation des coûts de production dans la région 1 de $qS_1e qS_1 * EF$;
- une réduction des coûts de production dans la région 2 de $qS_2e qS_2 * CA$
- et une apparition de coûts de transport D'E'CB.

En projetant l'augmentation des coûts de production de la région 1 sur la partie du graphique à droite, on remarque que les coûts d'approvisionnement pour les deux régions se sont réduits des surfaces hachurées.

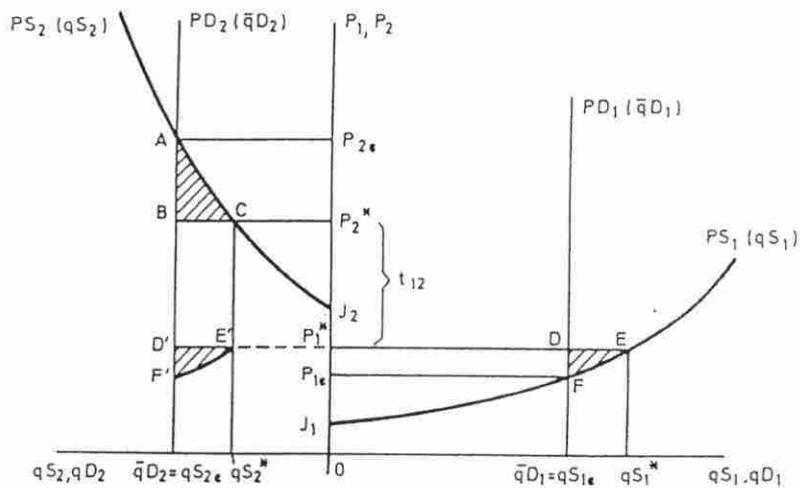
Ce modèle pourrait se présenter sous forme algébrique comme suit :

Carte des régions d'offre ou de consommation



- | | |
|-----------|----------------|
| 1) Dagana | 7) Diourbel |
| 2) Podor | 8) Sine-Saloum |
| 3) Matam | 9) Tambacounda |
| 4) Bakel | 10) Casamance |
| 5) Dakar | 11) Louga |
| 6) Thiès | |

Représentation graphique du problème de minimisation des coûts d'approvisionnement



$$Z = \sum_{i=1}^5 \int_0^{qS_i^*} pS_i (qS_i) dqS_i + \sum_{i=1}^5 qS_i \cdot TK + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{11} X_{ij} \cdot E_{ij} = \text{Min!}$$

s.t. (1) $pS_i = \kappa_i (qS_i/0.7)^{\omega_i}, \forall i;$

(2) $qD_j = \bar{q}D_j, \forall j;$

(3) $\sum_{j=1}^9 X_{ij} \leq qS_i, \forall i;$

(4) $\sum_{i=1}^5 X_{ij} \geq qD_j, \forall j;$

$X_{ij}, qD_j, qS_i \geq 0, \forall j, \text{ bzw. } i.$

Les grandeurs du modèle sont les suivantes :

Z :
fonction-objectif représentant les coûts d'approvisionnement comprenant la production, la transformation, la distribution et les importations ;

qS_i :
offre de la région de production i ;

pS_i :
prix au producteur dans la région i ;

TK :
coûts de transformation du paddy ;

X_{ij} :
transfert de la région de production i vers la région de consommation j ;

E_{ij} :
coûts de transport de la région i à la région j, à partir des capitales des régions considérées ;

qD_j :
demande dans la région j de consommation.

Interprétation des équations :

(1) :
inverse de la fonction d'offre avec un coefficient de transformation riz/paddy de 0,7. Par ailleurs, il est considéré 5 régions d'offre dont les quatres délégations

de la SAED et Dakar, en tant que marché mondial (voir carte) ; étant donné que la demande du Sénégal ne peut influencer sur les prix du marché international, les coefficients de la région de Dakar ont été choisis de manière à représenter une offre infiniment élastique, i.e. $R =$ au prix du marché international et la flexibilité $\omega = 0$. La production nationale hors de la zone d'intervention de la SAED est prise en compte dans la mesure où elle soustraite des besoins des régions respectives.

(2) :

fonction de demande constante, représentant la norme de consommation dans la région considérée. En plus des 5 régions de production, 6 autres régions de consommation sont considérées, à savoir les régions de Louga, Thiès, Diourbel, Fatick et Kaolack ensemble (ex Sine-Saloum), Kolda et Ziguinchor ensemble (ex région de Casamance) et le reste de la région de Tambacounda (les départements de Tambacounda et de Kédougou).

(3) :

restriction relative à l'offre : la somme des transferts d'une région d'offre i vers les autres régions de consommation ne doit pas dépasser l'offre de cette même région i .

(4) :

restriction relative à la demande : la somme des transferts des régions d'offre vers une région de consommation j donnée doit au moins être égale à la demande de cette même région j .

Ce modèle avec ses fonctions d'offre qui sont définies par rapport à un niveau d'aménagement donné permet de déterminer un approvisionnement optimal à partir de l'aménagement donné. Mais, étant donné que l'estimation des fonctions d'offre s'est faite de manière paramétrique par rapport aux superficies aménagées, le modèle peut être modifié de manière à déterminer à la fois un plan d'aménagement optimal et à partir de ce plan un approvisionnement optimal.

Pour ce faire, il faut considérer que des extensions sont possible suivant des restrictions budgétaires et de main d'oeuvre :

En partant de la fonction de production utilisée de la forme :

$q = B^t * x^s$, avec B = superficies emblavées et x = coûts sociaux de production, on obtient, en supposant que la société en tant que producteur essaie de maximiser son profit, une fonction d'offre de la forme suivante :

$y = \alpha * p^\beta$, dans laquelle les coefficients α et β sont fonction de B, t, δ et du prix social des facteurs de production ; l'inverse de cette fonction d'offre :

$p = (1/\alpha)^{1/\beta} * y^{1/\beta}$ ou $N_i(qS_i/0.7)^{\omega_i} = pS_i$
est utilisé dans le modèle.

En supposant un accroissement des superficies dans une région de production i de $((D_i - 1) * 100) \%$, on obtient les fonctions d'offre suivantes :

$pS_i = D_i^{-t/\delta} * N_i * (qS_i/0.7)^{\omega_i}$ avec pour la région de Dakar $t = 0$ ainsi que $\omega = 1/\beta = 0$, pour ne pas changer sa fonction d'offre décrite précédemment.

Ainsi, le modèle pour la détermination d'un plan d'aménagement optimal devient :

$$Z = \sum_{i=1}^5 \int_0^{qS_i^*} pS_i(qS_i) dqS_i + \sum_{i=1}^5 qS_i \cdot TK + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{11} X_{ij} \cdot E_{ij} = \text{Min!}$$

s.t. (1) $pS_i = D_i^{-t/\delta} * N_i * (qS_i/0.7)^{\omega_i}$

(2) $qD_j = \bar{q}D_j, \forall j;$

(3) $\sum_{j=1}^9 X_{ij} \leq qS_i, \forall i;$

(4) $\sum_{i=1}^5 X_{ij} \geq qD_j, \forall j;$

(5) $(D_i - 1) * G_i \leq BR;$

(6) $1 \leq D_i \leq \bar{D}_i;$

$X_{ij}, qD_j, qS_i \geq 0, \forall j, \text{ bzw. } i.$

Les équations 1' à 4 sont à interpréter de la même manière que plus haut alors que (5) tient compte de la restriction budgétaire avec $G_i =$ coût d'aménagement d'un ha dans la région de production i et $BR =$ enveloppe budgétaire disponible pour les aménagements. (6) prend en compte les contraintes de main d'oeuvre en définissant pour chaque région une limite

supérieure d'extension en rapport avec la main d'oeuvre disponible.

Enfin, en supprimant la restriction budgétaire, il est possible de calculer le taux interne de rentabilité d'un plan d'aménagement donné qui doit servir de référence dans le cas d'un recours à des capitaux extérieurs par exemple. Il est égal au taux par lequel il faut escompter le montant égal aux économies réalisées grâce à l'augmentation des superficies plus l'amortissement des investissements, pour avoir le coût actuel des nouveaux aménagements ; on peut le dériver à partir de la formule suivante :

$$(29) R = P * \left[\frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad \frac{R}{P} = \left[\frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right],$$

dans laquelle R représente les annuités (réduction des coûts d'approvisionnement + amortissement), P la somme investie pour les nouveaux aménagements, i le taux interne de rentabilité et n le nombre d'années sur lequel les aménagements sont amortis.