

Utah State University

DigitalCommons@USU

---

Reports

Utah Water Research Laboratory

---

January 1978

## Variantes de Repartition des Couts du Programme de Mise en Valeur du Bassin du Fleuve Senegal

J. Paul Riley

Jay C. Andersen

A. Bruce Bishop

David S. Bowles

John E. Keith

Follow this and additional works at: [https://digitalcommons.usu.edu/water\\_rep](https://digitalcommons.usu.edu/water_rep)



Part of the [Civil and Environmental Engineering Commons](#), and the [Water Resource Management Commons](#)

---

### Recommended Citation

Riley, J. Paul; Andersen, Jay C.; Bishop, A. Bruce; Bowles, David S.; and Keith, John E., "Variantes de Repartition des Couts du Programme de Mise en Valeur du Bassin du Fleuve Senegal" (1978). *Reports*. Paper 129.

[https://digitalcommons.usu.edu/water\\_rep/129](https://digitalcommons.usu.edu/water_rep/129)

This Report is brought to you for free and open access by the Utah Water Research Laboratory at DigitalCommons@USU. It has been accepted for inclusion in Reports by an authorized administrator of DigitalCommons@USU. For more information, please contact [digitalcommons@usu.edu](mailto:digitalcommons@usu.edu).



**ORGANISATION POUR LA MISE  
EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL**

**VARIANTES DE REPARTITION DES  
COUTS DU PROGRAMME DE MISE  
EN VALEUR DU BASSIN  
DU FLEUVE SENEGAL**

J. PAUL RILEY JAY C. ANDERSEN A. BRUCE BISHOP DAVID S. BOWLES JOHN E. KEITH

**UTAH WATER RESEARCH LABORATORY**

COLLEGE OF ENGINEERING  
UTAH STATE UNIVERSITY LOGAN, UTAH 84322

P-78/06

**VARIANTES DE REPARTITION DES COUTS DU PROGRAMME  
DE MISE EN VALEUR DU BASSIN DU FLEUVE SÉNÉGAL**

**J. Paul Riley  
Jay C. Andersen  
A. Bruce Bishop  
David S. Bowles  
et  
John E. Keith**

**Les Travaux objets de la présente étude ont été financés par convention «Cooperative Agreement IQC/AID/ofr/c;e 1140, Work Order in 10» entre «International Programme Office of Utah State University» et l'USAID et ont été réalisés durant la période du 1 septembre 1976 au 31 juillet 1977.**

**TRADUCTION OMVS/DAKAR  
REVISION 2, SEPTEMBRE 1978**

**Water Resource Planning Series  
(Serie «Planification des Ressources Hydriques»)  
UWRL/P-78/06**

## TABLE DES MATIERES

Chapitre	Page
<b>1 INTRODUCTION ET CONSISTANCE DU RAPPORT</b>	<b>1</b>
Introduction	1
Objectifs de l'étude	3
Le Bassin du Fleuve	3
Approche et Méthodologie Adoptées pour la Présente Étude	5
<b>2 DIFFERENTES APPROCHES DU PROBLEME DE REPARTITION DES COÛTS—BASES TECHNIQUES ET THEORIQUES DES ETUDES—</b>	<b>11</b>
Introduction	11
Définition des Coûts	12
Catégorisation des Coûts	12
Rapport entre Répartition des Coûts et Redevances des Utilisateurs	13
Méthodes de Répartition des Coûts	16
Méthode de Calcul des Bénéfices d'un Projet	20
Choix d'une Méthodologie pour l'Estimation des Bénéfices	24
Repartition des Coûts par Secteur et par Pays	24
Application de la Méthode au Programme de Mise en Valeur du Bassin du Fleuve Sénégal	25
<b>3 LE MODELE ECONOMIQUE</b>	<b>29</b>
Introduction	29
Caractéristiques Générales du Modèle	29
Le Modèle Théorique	31
Le Modèle sur Ordinateur	34
<b>4 PLAN D'AMENAGEMENT DU BASSIN DU FLEUVE SÉNÉGAL ET DONNÉES D'ÉTUDE DU MODELE</b>	<b>39</b>
Introduction	39
Infrastructure et Coûts de Base du Programme	39
Planning de Réalisation du Programme: Montant et Planning de Production, et Aménagement des Secteurs Utilisateurs	41
Coûts et Revenus des Secteurs Economiques	51
<b>5 METHODES DE REPARTITION DES COÛTS: APPLICATION ET ANALYSE</b>	<b>57</b>
Etudes sur la Répartition des Coûts de Mise en Valeur du Bassin du Fleuve Sénégal	57
Données de Base pour les Méthodes de Répartition des Coûts	57
Les Applications des Méthodes de Répartition des Coûts	69
Resumé des Résultats	72
<b>6 RÉPARTITION DES COÛTS, REMBOURSEMENT DU CAPITAL FINANCIER ET GARANTIE DES PRÊTS</b>	<b>79</b>
Répartition des Coûts	79
Remboursement du Capital Financier	79
Garantie des Prêts	80

## TABLE DES MATIERES (SUITE)

Chapitre		Page
7	RESUME ET CONCLUSIONS . . . . .	83
	Résumé des Résultats . . . . .	87
	Données Supplémentaires Requises . . . . .	89
	Conclusions . . . . .	90
	RÉFÉRENCES . . . . .	91

## CHAPITRE 1

### INTRODUCTION ET CONSISTANCE DU RAPPORT

#### Introduction

Le problème posé par la répartition de l'eau d'un cours d'eau international, bien qu'il date des temps les plus reculés, est devenu beaucoup plus aigu ces dernières années. Aussi longtemps que la maîtrise et l'utilisation de ressources hydriques communes à deux ou plusieurs Etats étaient relativement limitées, chaque Etat pouvait aménager sa portion du cours d'eau international sans incidence notable pour les autres Etats riverains. Récemment, toutefois, l'explosion démographique et l'expansion des secteurs industriels et agricoles ont considérablement accru la demande mondiale d'approvisionnement en eau, tandis qu'au niveau international les controverses suscitées par la répartition des ressources hydriques se sont multipliées après la seconde guerre mondiale, du fait de la naissance d'un grand nombre d'Etats, tels ceux créés par suite de l'éclatement des grands empires coloniaux d'Asie et d'Afrique.

L'aménagement d'un bassin fluvial international est en général facilité lorsque les Etats intéressés adoptent des mesures de complémentarité permettant une exploitation conjointe optimale des ressources communes (International Law Association, 1956). Cette démarche peut aboutir à une plus forte interdépendance des Etats concernés, du fait que les ouvrages construits dans un pays desservent les autres pays, que les ouvrages ont été construits en commun et que le fonctionnement rationnel de l'ensemble des aménagements exige une réglementation et une exploitation axées sur l'intérêt général. Cette interdépendance, souvent essentielle pour des fleuves frontaliers, et fréquemment une réussite en ce que concerne les cours d'eau successifs, implique une coordination par une commission multilatérale à compétence administrative et même juridictionnelle. Dans le cas précis du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, la cellule centrale d'une telle commission avait déjà été constituée par la création, il y a quelques années, de l'Organisation des Etats Riverains du Sénégal (OERS), organe de planification qui comprenait les quatre Etats riverains de Guinée, du Mali, de Mauritanie et du Sénégal, et qui, après sa dissolution, a été remplacé par l'Organisation

pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS), créée en 1972 et qui compte trois Etats Membres: le Mali, la Mauritanie et le Sénégal; elle est chargée de la poursuite du programme de l'OERS. Les attributions de cette organisation en matière de planification sont très vastes et des études nombreuses et très diversifiées sur le bassin du fleuve Sénégal ont été réalisées sous sa direction. Bien qu'avec un champ d'action beaucoup plus étendu, l'OMVS est sensiblement l'équivalent de «International Columbia River Engineering Board» (ICREB), auteur du Traité «Columbia River Treaty» signé en 1961 par les Etats-Unis et le Canada.

En matière d'aménagements, les avantages d'une approche intégrée sont particulièrement évidents dans le cas du «Columbia River Treaty», où la plupart des sites non aménagés utilisables pour la création de réservoirs se trouvaient au Canada, tandis que les sites naturels pour la production hydro-électrique se trouvaient aux Etats-Unis. Aussi longtemps que les deux parties se sont obstinées à vouloir tirer un maximum de bénéfices des seuls aménagements sur leurs territoires respectifs, peu de progrès ont été enregistrés; par contre, lorsqu'elles eurent exprimé leur volonté de partager à la fois les bénéfices et les coûts de construction de réservoirs au Canada et de centrales électriques aux Etats-Unis, une solution constructive, d'un bénéfice mutuel important, avait été trouvée (Sewell, 1966). Toutefois, de tels arrangements reposent sur la certitude absolue que chaque Etat remplira ses obligations telles qu'elles sont précisées dans les termes de l'accord international.

A titre général, on peut affirmer que la mise en valeur intégrée et l'exploitation sur une base coopérative d'un réseau fluvial international a tendance à maximiser les bénéfices qu'en tirent les Etats riverains et bien que les aménagements présentent un intérêt pour tous les Etats, chacun d'entre eux n'en demeure pas moins une entité économique, politique et juridique dont il importe de tenir compte. C'est pourquoi chaque Etat a, à l'égard des autres Etats riverains, l'obligation de respecter les

droits de chacun d'entre eux afin d'aboutir à un partage équitable des bénéfices totaux du système fluvial et de garantir ses droits de pleine participation à la détermination de la part qui lui revient.

L'une des difficultés majeures liées à l'aménagement intégré d'un cours d'eau international, tel que le fleuve Sénégal, consiste à établir une base de partage des coûts de construction, de maintenance et d'exploitation des éléments communs du système.

Mais avant tout il convient d'établir une distinction nette entre «répartition des coûts» et «partage des coûts.» Les règles régissant la répartition des coûts se fondent sur une combinaison des principes économiques et d'équité, lesquels sont parfaitement explicités et unanimement admis. Le partage des coûts relève de la méthodologie adoptée pour répartir les coûts entre les différents utilisateurs d'un projet, sans que ce partage soit nécessairement en accord avec les bénéfices. Au niveau de l'application, les différences entre répartition des coûts et partage des coûts relèvent de considérations sociales en matière de politique intérieure. Le présent rapport se limite à l'étude de la seule répartition des coûts.

Dans une étude réalisée pour le compte de «Boeing Services International, Inc.» (Riley, 1974), Riley décrit trois approches de base à la répartition des coûts dans le cadre d'un programme de mise en valeur d'un bassin fluvial international; les trois méthodes peuvent se résumer comme suit:

**1. Méthode des variants d'utilisation.** Cette méthode consiste en l'identification d'une utilisation primaire et l'évaluation ou la répartition des coûts occasionnés par d'autres utilisations sur la base du degré d'interférence ou de non-bénéfices pour l'utilisation primaire. Si, par exemple, l'utilisation identifiée est l'irrigation, les coûts attribués à d'autres utilisations (énergie électrique, navigation, ...) auraient pour base de calcul la suppression ou la réduction des bénéfices de l'irrigation provoqués par ces autres utilisations. Cette méthode de répartition des coûts en fonction de l'utilisation de l'eau est souvent désignée sous les termes de «trade-off» ou «alternative use procedure» (Variante d'utilisation).

**2. Méthode de l'analyse des secteurs utilisateurs.** Méthode de répartition des coûts sur la base du volume de services et avantages assurés par le système et nécessaires à chaque utilisation. L'intérêt de cette méthode est qu'elle dispense de fixer des priorités d'utilisation, les coûts étant affectés à chacun des secteurs utilisateurs en fonction de leurs taux respectifs d'utilisation des aménagements.

**3. Méthode de l'analyse du secteur économique.** Cette méthode d'identification des bénéfices sur la base des bénéfices économiques escomptés en rapport avec chaque utilisation envisagée, est davantage liée aux revenus économiques du système qu'au volume des

besoins et de la demande de fourniture d'eau. Par conséquent, dans la mesure où les valeurs économiques représentent les bénéfices totaux, cette approche répond au principe selon lequel les utilisateurs doivent pouvoir faire des bénéfices pour payer les coûts du projet, ce qui en limite la portée car le paramètre économique peut ne pas être représentatif du montant total des bénéfices.

Le rapport Boeing déjà mentionné détaille assez longuement les méthodes (1) et (2), qui consistent en premier lieu à répartir les coûts des ouvrages entre les diverses utilisations (irrigation, navigation, contrôle des crues, production énergétique) puis entre les différents utilisateurs (dans le cas présent, les trois Etats Membres de l'OMVS). Le rapport Boeing n'a pas tenu compte de la troisième méthode (analyse du secteur économique), faute de temps et de données. La présente étude se fixe donc pour but d'achever les travaux entrepris précédemment en essayant de formuler une méthode de répartition des coûts du programme de mise en valeur du Bassin du Fleuve Sénégal, qui soit basée sur une estimation des bénéfices escomptés (méthode 3), compte tenu à la fois des bénéfices à court terme et à long terme et des bénéfices primaires et secondaires.

Le choix de la méthode à adopter pour un cas donné est influencé par diverses considérations, notamment la simplicité quant aux conditions connues, la facilité d'adaptation à des changements de situation, et son applications à tous les participants en accord avec les principes de l'équité. Au sens large, la méthode de répartition des coûts devrait satisfaire aux quatre principes ci-après:

1. La méthode adoptée doit assurer à chaque participant des perspectives de résultats encourageants.

2. La méthode doit faciliter l'obtention de prêts. Les organismes de crédit exigent des garanties sur la stabilité et les bonnes intentions des parties sollicitant le prêt. Dans le cas précis du projet d'aménagement du Fleuve Sénégal, ils doivent être assurés du monolithisme des trois Etats membres, dont l'unité de but et d'action est essentielle pour garantir les remboursements.

3. La méthode adoptée doit permettre une répartition équitable des coûts entre les divers secteurs économiques et entre les Etats membres. Le principe directeur est qu'aucun pays, aucun secteur économique, aucune entreprise commerciale, ni aucun individu ne soit placé dans une situation moins avantageuse qu'avant la construction des aménagements tout en ayant à participer au remboursement des coûts. Ni la réalisation du projet, ni le mécanisme de remboursement ne doivent avoir une action dépressive sur le statut économique de quiconque, c'est-à-dire que chacun doit conserver au moins la même aisance économique qu'auparavant.

4. La méthode de répartition des coûts et le programme de remboursement devraient garantir l'utilisa-

tion efficace du capital et des autres facteurs de production requis. C'est ainsi qu'il faudra éviter que la méthode de répartition des coûts ne comporte un élément de pénalisation de l'utilisation pleine et efficace des ressources rendues disponibles par le projet. En d'autres termes, les bénéfices réalisés du fait d'une utilisation pleine et efficace des ressources devraient être supérieurs aux coûts supplémentaires ainsi occasionnés, y compris les frais de remboursement.

### Objectifs de l'Etude

Comme déjà indiqué, l'objectif premier de cette étude est l'analyse des possibilités d'utiliser comme base de répartition du capital et des coûts d'exploitation liés au programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, les bénéfices économiques escomptés du projet. Le fait que ce fleuve soit un cours d'eau international rend le problème plus complexe et oblige à prendre en considération non seulement les différents secteurs économiques utilisateurs concernés par le projet, mais également chaque pays pris séparément, à savoir le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Le succès d'un programme international de cette nature dépend incontestablement de la stabilité (ou de la solidarité) des accords liant les pays participants, ce qui rend le programme particulièrement sensible au contexte politique, tant à l'intérieur des Etats membres qu'entre eux. La création et le fonctionnement satisfaisant de l'OMVS à ce jour, constituent déjà un progrès vers la stabilisation. Néanmoins, dans le cadre d'accords internationaux, prestige et souveraineté nationale prennent souvent le pas, à la table des négociations, sur des considérations d'ordre économique. Pour ces motifs, le succès d'une association à caractère aussi nettement international que le projet de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal requiert, dans l'intérêt général, un certain repli des tendances nationalistes.

En vue d'atteindre l'objectif principal exposé ci-dessus, un modèle économique est proposé dans le présent rapport; ce modèle donne une estimation des bénéfices économiques que chaque secteur utilisateur, et ensuite que chaque pays, peut escompter du projet d'aménagement. Dans le souci d'expliquer le fonctionnement et les potentialités du modèle, le rapport présente les résultats de plusieurs scénarios chacun reposant sur des hypothèses spécifiques quant à certains paramètres, tels que le prix des produits et le rythme de construction des aménagements. Bien que le modèle soit basé sur des principes économiques solides, de nombreux facteurs et conditions liés au programme d'aménagement du fleuve demeurent des inconnues, ce que fait obligatoirement dépendre les résultats du modèle de nombreuses hypothèses. C'est ainsi que la structure du projet est, en elle-même, une hypothèse. Il n'en demeure pas moins que le modèle peut, à l'heure actuelle, faire la démonstration des différents modes possibles de répartition des

coûts, et fournir certaines indications sur la sensibilité relative du système économique d'une part aux divers paramètres adoptés pour les intrants et d'autre part aux variables du système.

Il convient de souligner que les taux de répartition des coûts proposés dans la présente étude sont calculés sur la base des bénéfices économiques escomptés des futurs aménagements (en tenant compte à la fois des coûts séparables et des coûts communs). Mais nos propositions ne constituent en aucun cas des recommandations quant aux modalités de partage des coûts et de fixation des prix, et les résultats du modèle ne reflètent aucune incidence d'ordre politique ou institutionnel sauf lorsqu'il en est déjà tenu compte dans les données d'input et/ou les critères d'exploitation. Au fur et à mesure que seront précisés la structure du projet, les coûts de production et autres indications sur les intrants, la répartition des coûts suggérée par le modèle gagnera en exactitude et en réalisme. Il convient, toutefois, d'insister sur le caractère constamment changeant, pour les Etats Membres, des flux de bénéfices relatifs du programme d'aménagement proposé, du fait de la constante fluctuation (1) des prix pratiqués sur le marché mondial, (2) du niveau d'utilisation des biens et services du projet par chacun des Etats Membres.

### Le Bassin du Fleuve

#### Caractéristiques physiques

Le fleuve Sénégal est, au sens propre du terme, un cours d'eau international. Long de 1800 km, c'est l'un des plus grands fleuves d'Afrique (Senegal-Consult, 1970). Comme le montre la Figure 1.1, le fleuve prend sa source dans le nord de la Guinée, traverse la partie occidentale du Mali, puis poursuit sa course jusqu'à l'Océan Atlantique en suivant la frontière entre les Républiques de Mauritanie et du Sénégal. Son bassin versant, d'une superficie totale d'environ 290:000 km<sup>2</sup>, se répartit comme suit entre les quatre pays riverains: Guinée 31.000 km<sup>2</sup>, Mali 155.000 km<sup>2</sup>, Mauritanie 76.000 km<sup>2</sup>, Sénégal 28.000 km<sup>2</sup>.

Situé entre 10° 30' et 17° 30' de latitude nord et entre 7° et 16° 30' de longitude ouest, le bassin peut être subdivisé en trois zones distinctes, à savoir: le haut bassin, la vallée et la delta. Le haut bassin est la zone de ruissellement des eaux ou zone d'alimentation, tandis que les deux zones en aval sont généralement considérées comme zones utilisatrices des eaux. Le point culminant du bassin atteint 1372 m au-dessus du niveau moyen de la mer. La déclivité moyenne du fleuve varie de 2m/km en son cours supérieur à 1 cm/km dans la région du delta.

Les précipitations assurent l'essentiel des apports d'eau au fleuve. La pluviométrie se caractérise par des variations considérables dans l'espace (moyennes annuelles de 2000 mm. dans la partie Sud et de 250 mm.

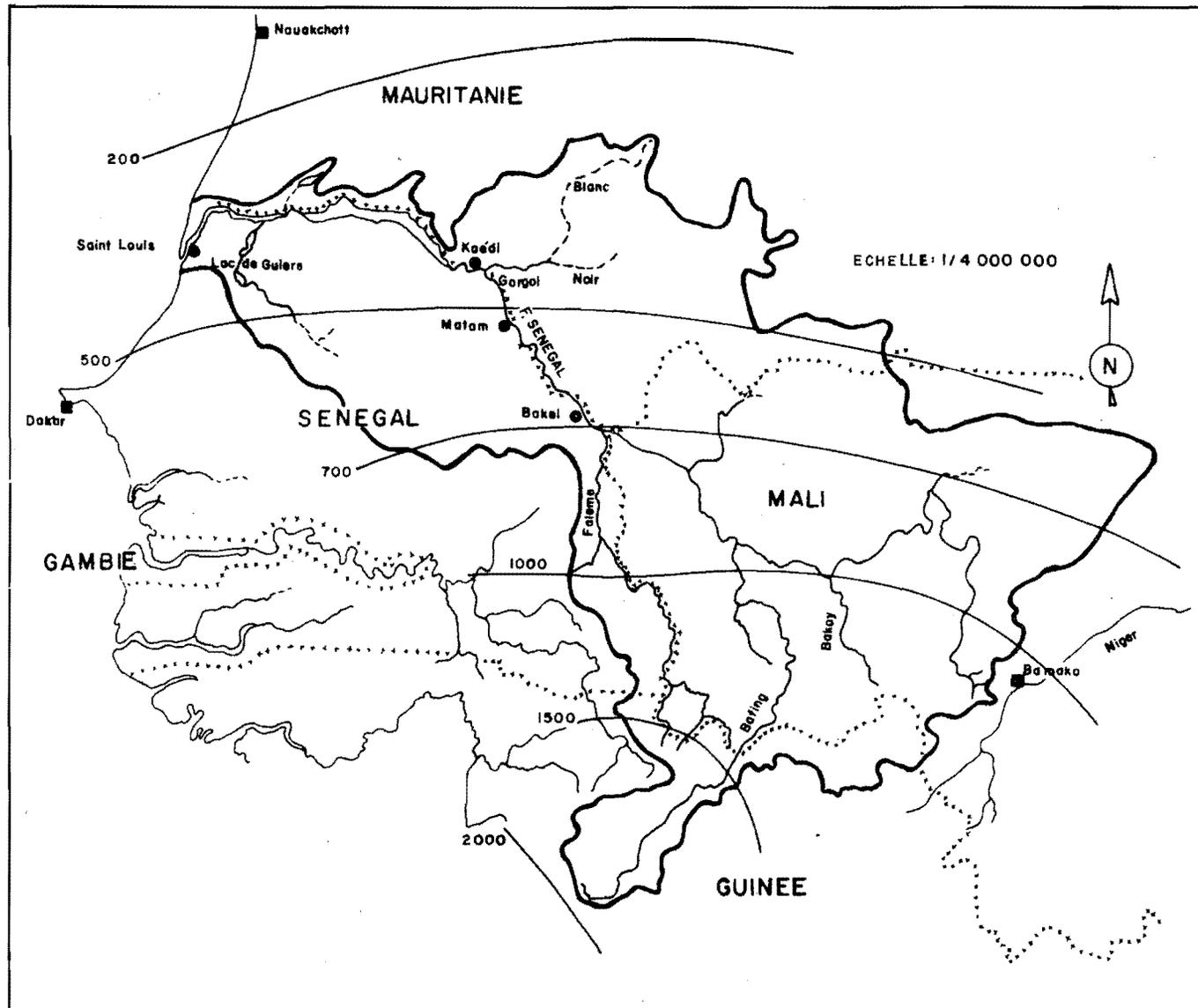


Figure 1.1. Carte de situation du bassin du fleuve Sénégal sur laquelle sont portées les isohyètes des précipitations annuelles moyennes.

dans la partie Nord) et dans le temps (variations saisonnières, mais aussi variations inter-annuelles de l'ordre de 20%). La hauteur des précipitations, très élevée en saison des pluies, est pratiquement nulle en saison sèche. Dans la partie Sud, la saison des pluies dure d'avril à novembre, alors que dans la partie Nord elle n'est que de trois mois (juillet, août et septembre). Le débit du fleuve est le reflet de la pluviométrie et par conséquent, présente également des variations saisonnières considérables, ainsi que des variations inter-annuelles. Le coefficient moyen d'écoulement est de 18% à Bakel (situé à environ 800 km en amont du delta et généralement considéré comme la démarcation entre haut bassin et vallée); mais ce coefficient varie lui aussi considérablement en fonction de la pluviométrie et du bilan hydrique des sols. A Bakel, le débit annuel moyen est de 771 m<sup>3</sup>/s, tandis que lors des crues centennales il atteint 10.700 m<sup>3</sup>/s; quant au débit mensuel moyen en ce même lieu, il passe de 3423 m<sup>3</sup>/s en septembre à 10 m<sup>3</sup>/s en mai.

#### Utilisations actuelles de l'eau de fleuve

L'eau du fleuve Sénégal est actuellement principalement utilisée pour l'agriculture et la navigation, et, à un degré bien moindre, pour les besoins des municipalités et des industries.

1. **Agriculture.** En majeure partie, les terres cultivées se trouvent dans la vallée et le delta, en aval de Bakel; elles couvrent une superficie totale de quelques 120.000 ha de cultures de décrue installées chaque année sur les terres inondables après le retrait des eaux. De plus, une culture sous irrigation contrôlée se pratique sur de petits périmètres pilotes de la vallée, tandis que dans le delta 17.000 ha environ sont cultivés sous irrigation, dont 1.100 ha en Mauritanie et 11.000 ha au Sénégal en submersion contrôlée, avec une seule récolte annuelle; les 5000 ha restants, situés dans la région de Richard Toll au Sénégal, sont consacrés à la culture de la canne à sucre avec irrigation totalement contrôlée.

2. **Navigation.** La navigabilité du fleuve dans la partie basse du bassin est conditionnée par le niveau de l'eau: en période de crue le transport fluvial à des fins commerciales est possible jusqu'à Kayes (Mali); lorsque le fleuve est à l'étiage, il n'est navigable qu'entre Podor (275 km en amont de Saint-Louis) et son embouchure.

3. **Alimentation en eau des municipalités et des industries.** La demande actuelle par les municipalités ou les industries est très faible. En plus des petites communautés villageoises implantées le long de ses rives, le fleuve alimente en eau les villes de Kayes au Mali, Rosso, Boghé et Kaédi en Mauritanie, Bakel, Matam, Podor, Richard Toll, Saint-Louis et Dakar au Sénégal.

4. **Production d'énergie.** Actuellement, l'eau du fleuve n'est pas utilisée pour la production d'énergie, bien que les trois Etats membres de l'OMVS soient

intéressés par son potentiel hydro-électrique; tout accord sur la répartition des coûts et bénéfices d'un projet d'aménagement d'un bassin fluvial devrait tenir compte du problème de distribution de l'énergie produite dans le cadre de cet aménagement.

#### Approche et Méthodologie Adoptées pour la Présente Étude

La méthode générale adoptée au cours de cette étude, et brièvement décrite ci-après, repose sur l'hypothèse d'une structure de projet et d'une utilisation de l'eau spécifiques, et suppose la mise au point de données économiques appropriées relatives au modèle d'aménagement.

#### Hypothèses de structure du projet et d'utilisation de l'eau

Étant donné ses fluctuations considérables, le débit du fleuve Sénégal doit être régularisé, afin que l'eau puisse être plus uniformément répartie dans l'année, ce qui augmentera l'utilité du fleuve pour les pays riverains. Le problème est donc de formuler un plan de développement intégré qui garantisse des bénéfices à chacun des Etats membres, leur participation respective étant déterminée sur une base juste et équitable. C'est dans cette optique que les Etats membres de l'OMVS sont convenus de construire le barrage de Manantali, sur la rivière Bafing, en vue d'une régularisation du débit à 300 m<sup>3</sup>/s (minimum) à Bakel et d'une production ultérieure d'énergie garantie de 100 MW. L'accord porte également sur la construction du barrage anti-sel de Diama, près de Saint-Louis, destiné à empêcher la remontée de la langue salée dans le cours inférieur du fleuve. Compte tenu de cet accord, l'hypothèse adoptée pour la présente étude est que les bénéfices potentiels du projet d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal sont les bénéfices résultant des utilisations suivantes de l'eau:

1. **Production d'énergie hydro-électrique.** A l'heure actuelle la production d'énergie électrique dans les pays riverains est assurée principalement par des groupes diesel. D'après M. Wright Hiatt, de l'USAID (5 février 1974), le coût de l'énergie électrique produite par les groupes diesel est d'environ 60 mills<sup>1</sup>/KWH tandis que celui de l'énergie hydro-électrique varie de 6 à 8 mills<sup>1</sup>/KWH (tous les coûts de construction du barrage étant imputés au secteur de la production d'énergie). Les coûts indiqués pour l'énergie sont les coûts de production à la centrale électrique, auxquels il convient donc d'ajouter les coûts de distribution (de l'ordre de 50.000 \$ E.U. par kilomètre). Le potentiel hydro-électrique représente donc pour les Etats de l'OMVS une précieuse source d'énergie. Bien qu'en phase ultime, le volume d'énergie électrique qui sera

<sup>1</sup> 1 mill = 1/1000 \$ E - U

produite à partir du barrage de Manantali (à un niveau de probabilité de 90 pour-cent) ne sera pas suffisant comparativement aux besoins, il est probable que sans cette production, l'exploitation des ressources minières du Mali et du Sénégal ne serait pas possible. Par conséquent, cette production énergétique sera l'indispensable catalyseur destiné à stimuler l'essor économique de la région.

**2. Irrigation.** Les deux barrages initialement prévus assureront l'irrigation contrôlée d'environ 305.000 hectares dans la vallée et le delta. Sur cette superficie, 40.000 à 40.000 hectares se trouvent en territoire Malien, en amont de Bakel. En aval de Bakel, les superficies irrigables se répartissent entre la rive mauritanienne et la rive sénégalaise du fleuve. A lui seul, le réservoir de Diama, exploité à la cote 1.50 IGN, permettrait l'irrigation dans la région du delta d'environ 50.000 ha de double culture annuelle.

Il conviendrait pour l'étude des bénéfices que procurera l'irrigation prévue dans le cadre du projet d'aménagement, de ne pas ignorer certaines pertes de bénéfices dues à la régularisation du fleuve, bénéfices présentement assurés par les crues annuelles en saison des pluies. Ces crues, qui sont la base de l'agriculture irriguée actuelle de la vallée (culture de décru) seront modulées à partir du barrage de Manantali tant qu'une superficie suffisante ne bénéficiera pas de l'irrigation contrôlée. De plus la régularisation du débit du fleuve entraînera vraisemblablement quelques pertes: (a) de production pour les spéculations fourragères et forestières tributaires de la crue naturelle et (b) de rendement pour la pêche fluviale. La présente étude ne tient pas compte de ces pertes éventuelles de bénéfices.

**3. Navigation.** Bien que la régularisation du débit du fleuve à 300 m<sup>3</sup>/s à Bakel permettra pendant toute l'année aux bateaux d'un tirant d'eau non supérieur à 1m50 de remonter le fleuve jusqu'à Kayes (Mali), il sera cependant nécessaire d'aménager le chenal de navigation (Beyrard Norbert, 1974). Compte tenu de l'enclavement du Mali pendant certaines périodes de l'année, la navigabilité du fleuve est d'une importance primordiale pour ce pays, et les trois Etats membres de l'OMVS sont parvenus à un accord garantissant au Mali un droit sans restriction d'utilisation du fleuve pour la navigation. Etant donné que le barrage et la retenue de Manantali maintiendront un débit constant, même en période de faible écoulement du bassin versant, une partie des bénéfices dus à la navigabilité du fleuve devrait être affectée au coût de construction des structures de Manantali.

**4. Contrôle des crues.** Le contrôle des crues grâce à la retenue de Manantali sera source de bénéfices pour la région irriguée située en aval; en général, l'affectation de ces bénéfices est basée sur la prévention, grâce à la retenue, des dommages causés par les crues. Le rapport Senegal-Consult (vol. 5, pages 5 à 10, 1970) évalue le rôle du barrage et de la retenue de Manantali dans la maîtrise des crues et laisse entendre que les endiguements des périmètres

irrigués sont conçus pour résister à la crue millénaire modulée par le barrage. La Mauritanie et le Sénégal sont les principaux bénéficiaires de cette maîtrise des crues.

**5. Alimentation en eau des municipalités et des industries.** Dans ce secteur d'utilisation les bénéfices iront croissant au fur et à mesure du développement de l'urbanisation et des industries dans le bassin du fleuve Sénégal. Le projet d'aménagement assurera certains bénéfices immédiats dus à l'amélioration quantitative et qualitative de l'alimentation en eau des villes de Kayes, Bakel, Matam, Richard Toll, Rosso, Podor, Boghé, Kaédi, Saint-Louis et Dakar. Il est probable que la Mauritanie et le Sénégal seront les principaux bénéficiaires de ce secteur de production. Toutefois, les bénéfices du projet que l'on peut escompter de la fourniture d'eau aux municipalités et aux industries étant relativement faibles comparativement à d'autres utilisations, il n'en a pas été tenu compte dans la présente étude. A titre indicatif, on peut cependant recommander que les futurs réseaux de distribution d'eau aux municipalités soient conçus pour garantir une alimentation minimale de 200 litres/jour/personne.

**6. Autres utilisations possibles.** Au fur et à mesure de la réalisation des aménagements prévus, de nouvelles possibilités d'utilisation des eaux du fleuve se feront jour; on peut, notamment, citer les loisirs et le déversement des déchets domestiques et industriels. Mais ces utilisations étant, pour l'heure, considérées quelque peu marginales, il n'en a pas été tenu compte dans la présente étude sur la répartition des coûts et des bénéfices entre les pays riverains.

Afin de se conformer aux précédents en matière de négociations internationales du même type, l'étude ne suppose aucune priorité d'utilisation. Il est toutefois heureux que certaines utilisations telles la navigation, le contrôle des crues et l'approvisionnement en eau, tendent à se compléter. Ainsi, la régularisation du fleuve dans le but de maintenir un débit plus constant pour les besoins de la fourniture d'eau et de la navigation, participe dans une large mesure du contrôle des crues grâce au stockage des hautes eaux. D'autres utilisations, par contre, ont tendance à être conflictuelles comme, par exemple, la fourniture d'eau et la production d'énergie hydro-électrique. C'est ainsi que s'il est nécessaire, pendant certaines périodes, d'augmenter le débit du fleuve à 340 m<sup>3</sup>/s au lieu de 300 m<sup>3</sup>/s afin de faire face à un besoin supplémentaire en eau d'irrigation, il peut en résulter une chute du potentiel de production d'énergie garantie à Manantali. On peut, en partie ou en totalité, compenser ces pertes de production en augmentant la hauteur du barrage de façon à accroître le volume d'eau disponible et la hauteur de charge. Il y a donc concurrence entre production d'énergie et irrigation. Une autre solution serait la construction d'un second barrage amont de retenue solution qui sera vraisemblablement prise ultérieurement en considération.

## Informations sur le projet et données économiques

Il est nécessaire, pour pouvoir conduire une étude prévisionnelle d'affectation des bénéfices (et par conséquent des coûts) économiques du programme d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal, de disposer d'un volume important de données. Dans l'étude précédente réalisée pour le compte de Boeing (Riley, 1974), aussi bien les coûts séparables que les coûts communs étaient répartis en fonction des utilisations de l'eau en phase ultime. L'étude actuelle introduit une nouvelle dimension, celle de la valeur économique de l'eau dans le cadre de ces utilisations, ce qui oblige à des estimations des coûts de réalisation, d'exploitation et de maintenance des aménagements avec projection non seulement pendant l'exécution, mais aussi après l'achèvement du programme. De plus, les estimations des bénéfices économiques, du rythme de réalisation des aménagements et de leur utilisation ultérieure doivent être établis par secteur économique utilisateur et par pays. Il était donc prévisible que le volume d'informations et de données nécessaires à une étude de ce type serait important, alors que le plus souvent les données sont, dans les meilleurs des cas, vagues et estimatives, sinon inexistantes. Afin de collecter le maximum d'informations et de données, de nombreux rapports et autres documents ont été consultés, dont la liste est donnée sous la rubrique «ouvrages de référence.» D'autres informations utiles ont pu être obtenues lors de réunions et d'entrevues avec les techniciens et experts de l'OMVS, des agences et organismes gouvernementaux des trois pays participants (Mali, Mauritanie, Sénégal) et des bureaux de Dakar et de Washington de l'USAID (Agence des Etats-Unis pour le Développement International). La liste des principaux entretiens et des principales réunions auxquels ont participé les auteurs du rapport au début de la période d'enquête est donnée au Tableau 1.1.

Comme indiqué au paragraphe précédent la plupart des données utilisées pour cette étude sont des approximations ou correspondent aux meilleures estimations des auteurs, déduites des rapports existants ou de discussions techniques avec certains spécialistes. Néanmoins,

le rapport expose dans les pages qui suivent, la méthodologie proposée pour l'estimation des bénéfices nets du projet en vue de la répartition sur cette base, des coûts totaux du projet d'aménagement entre les participants. Le programme d'aménagement en est encore à la phase des études, et par conséquent susceptible d'être modifié. Certaines de ces modifications (par exemple, la répartition des terres irriguées entre les Etats membres) pourraient considérablement affecter la répartition des coûts. Aussi convient-il de rappeler que les données utilisées pour la présente étude sont avant tout destinées à illustrer les méthodologies proposées et à faciliter la formation du personnel local aux techniques d'utilisation. Leur interprétation ne peut par conséquent en aucun cas servir à refléter la configuration du projet en phase ultime. Ainsi que nous l'avons déjà signalé, l'étude donne également un aperçu de la sensibilité des résultats de la répartition des bénéfices (outputs du modèle) aux divers paramètres et méthodes utilisés. C'est pourquoi il est proposé de fixer des priorités, afin de pouvoir, au cours du projet, dégager certaines données et aboutir ainsi à des estimations plus précises de la répartition des bénéfices.

## Analyses économiques

Lorsqu'il fut envisagé de sélectionner une méthode d'analyse économique, en vue d'une estimation des bénéfices du programme d'aménagement un large éventail de variantes a été étudié, allant des méthodes tenant compte en priorité des utilisations physiques de l'eau, telle la méthode exposée dans le rapport Boeing (Riley, 1974), à des modèles économiques très élaborés. Plusieurs de ces variantes sont présentées au Chapitre 2 du présent rapport. Un modèle économique a été adopté pour la simulation des flux de bénéfices et de coûts à imputer aux différents secteurs économiques utilisateurs et à chacun des trois Etats membres, ce que permet au modèle de donner un aperçu des bénéfices par secteur utilisateur et par pays, à un moment quelconque dans les limites de durée planifiée pour le projet. Les Chapitres suivants présentent les principes du modèle et de ses applications, ainsi que ses résultats.

Tableau 1.1. Activités de la mission chargée de recueillir les informations.

Date (1976)	Agences ou Groupes	Lieu	Commentaires
9 sept.	AID & USBR	Washington, D.C.	Participaient à la réunion Messieurs Harold Gray, Leo Mastrofini, et Harry Petrequin, de l'USAID, et Joe Cutchell, de l'USBR (Bureau of Reclamation - Etats-Unis). Les entretiens ont porté sur l'historique et la consistance de l'étude.
10 sept.	USAID	Dakar	Réunion d'orientation avec MM. Norman Schoonover, Directeur, et Glenn Slocum, de la mission USAID.
11 sept.	OMVS	Dakar	Réunion d'orientation avec M. Sakho et plusieurs autres fonctionnaires de l'OMVS.
13 sept.	OMVS	Dakar	Réunion avec M. Oumar Ba, Chef de la Section de Planification, et notre principal contact à l'OMVS, afin de discuter des actions à entreprendre en vue de la collecte des données nécessaires pour conduire l'étude.
16 sept.	OMVS	Dakar	Réunion avec MM. Konaré et N'Diaye, experts hydrauliciens de l'OMVS, pour discuter des plans de réalisation et d'exploitation des barrages de Manantali et de Diama.
17 sept.	OMVS	Dakar	Réunion avec MM. N'Diaye et Ibrahima Ba, pour discuter du planning de construction des réservoirs, et des problèmes d'irrigation, de drainage, de navigation fluviale, et autres aspects du projet de mise en valeur du Bassin du Fleuve.
18 sept.	Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Industrie du Sénégal	Dakar	Les entretiens ont surtout porté sur les perspectives de production énergétique à partir de Manantali et de développement de l'industrie minière du Sénégal, qui aura des répercussions sur les secteurs de la navigation et de l'énergie.
18 sept.	Représentants de divers ministères/organismes	Dakar	Réunion avec M. O. Fall, Conseiller Technique, Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique; M. Mbengue, Division des Investissements, Ministère des Finances; M. Mbacké (juriste), conseiller juridique, Ministère de la Justice; M. El H. Sène, Directeur, Service des Eaux et Forêts; M. Saibott, expert-juriste, OMVS. La réunion avait principalement pour objet de discuter de la consistance de l'étude sur la répartition des coûts et ses répercussions possibles.
20 sept.	SAED	St. Louis	Réunions avec des responsables de la SAED et d'autres organismes pour discuter des programmes actuels et futurs de développement agricole dans la vallée du Fleuve Sénégal. En plus des membres de l'équipe d'étude, participaient à la réunion M. Cissokho, Secrétaire Général, SAED, M. Glenn Slocum USAID et M. Ibrahima Ba, OMVS.
20 sept.	Administration Sénégalaise	St. Louis	Visite du Centre de Documentation OMVS et de l'exposition des modèles réduits des barrages de Diama et de Manantali.
21 sept.	Vallée du Fleuve	St. Louis	En compagnie de M. I. Ba, OMVS, survol de la Vallée du Fleuve jusqu'à Matam. Visite de Matam, où nous furent exposés les principes des petits périmètres aménagés; visite d'un projet de périmètres pilotes.
22 sept.	SAED	Dagana	En compagnie de M. I. Ba, OMVS, visite du projet d'aménagement de périmètres à Dagana, dont les détails ont été expliqués par le Directeur du Projet, M. Fédior.

Tableau 1.1. Continu.

Date (1976)	Agences ou Groupes	Lieu	Commentaires
22 sept.	Cie Sucrière du Sénégal	Richard Toll	M. Navaro, des services administratifs de la Cie Sucrière, a exposé les diverses étapes de la production (culture de la canne à sucre, transformation et commercialisation) et les perspectives d'avenir.
24 sept.	Ministère du Commerce du Sénégal	Dakar	Réunion avec M. Babacar Faye, Directeur de la Division des Mines et de la Géologie, et avec son adjoint, M. Mody Diouf, afin de discuter des plans de développement de la production minière du Sénégal. A la suite de cette entrevue, des données complémentaires ont été recueillies auprès de la Société MIFERSO (Société d'exploitation minière avec participation financière de l'Etat et du secteur privé).
24 sept.	Directeur du Plan du Sénégal	Dakar	En compagnie de M. Saibott, OMVS, et de M. Glenn Slocum, AID, l'équipe a eu une entrevue avec M. Adama Diallo, Directeur du Plan, Gouvernement du Sénégal, et a pu discuter des futurs plans de développement des trois régions économiques du Sénégal, à savoir la Casamance, le Centre et le Fleuve.
26 sept.	OMVS	Dakar	Réunion avec MM. Ibrahima Ba et Ndiaye, pour discuter (1) des programmes de visites à Bamako (Mali) et Nouakchott (Mauritanie); (2) des détails de la dernière réunion avec les responsables de l'OMVS, fixée au 2 octobre 1976.
28/29 sept.	Fonctionnaires du Gouvernement du Mali	Bamako	En compagnie de MM. Oumar Ba (OMVS) et Glenn Slocum (AID), l'équipe s'est entretenue du projet de mise en valeur de vallée du Fleuve Sénégal avec des experts planificateurs, juristes, économistes, et des ingénieurs du Mali.
1 oct.	Fonctionnaires du Gouvernement de la Mauritanie	Nouakchott	En compagnie de MM. Oumar Ba, OMVS, et Glenn Slocum, AID, l'équipe s'est entretenue du projet de mise en valeur de la vallée du Fleuve Sénégal avec des experts planificateurs, juristes, économistes et des ingénieurs de Mauritanie.
2 oct.	OMVS	Dakar	L'équipe d'étude a participé à une réunion avec les cadres de maîtrise de l'OMVS et a exposé les acquis de la mission, les grandes lignes de son rapport et a suggéré le calendrier d'exécution de l'étude.

En plus des réunions et activités mentionnées dans ce tableau, la mission d'étude a, pendant la période du 10 septembre au 2 octobre 1976, pu étudier de nombreux documents et rapports.

## CHAPITRE 2

### DIFFERENTES APPROCHES DU PROBLEME DE REPARTITION DES COÛTS –BASES TECHNIQUES ET THEORIQUES DES ETUDES–

#### Introduction

La répartition des coûts est la procédure qui consiste à diviser le montant total des coûts financiers d'un programme de mise en valeur entre les différentes parties responsables de ce programme.

Une fois qu'un projet à buts ou services multiples est économiquement justifié, se pose le problème d'une répartition équitable de ses coûts entre les différents secteurs économiques, bénéficiaires de ce projet. (A noter que chacun des buts du projet fournit un service à un ou plusieurs utilisateurs. C'est pourquoi dans la présente étude, les termes «services du projet» et «buts du projet» sont utilisés indifféremment). Dans le cas du projet de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, la répartition des coûts exige une étape supplémentaire, à savoir la répartition des coûts entre les pays participants. Lors de l'analyse sur la nécessité d'une répartition des coûts, il importe d'établir une distinction entre évaluation d'un projet et affectation de ses coûts. Toute évaluation de projet en vue de sa justification comporte une estimation des bénéfices et des coûts. La répartition des coûts consiste à répartir les coûts totaux du projet entre les différents secteurs utilisateurs et pays desservis par le projet. Des difficultés surgissent, lors de l'affectation des coûts communs (c'est-à-dire les coûts qui ne peuvent être affectés directement à un but ou à un pays) d'un projet multinational à buts multiples, et quelle que soit la méthode utilisée, toute répartition des coûts devrait être basée sur les quatre principes fondamentaux décrits au chapitre 1.

Grittinger (1972) propose plusieurs directives en vue de l'application de ces quatre principes, et notamment:

1. En règle générale, aucun but de projet ne doit être affecté de coûts supérieurs à la valeur des bénéfices du but ou de coûts en partie couverts par les bénéfices d'un autre but. C'est ainsi que le coût de l'eau d'irrigation ne doit pas être supérieur à la contribution de cette eau aux bénéfices que l'irrigation assure au projet. De même, en règle générale, aucun service ne devrait être subventionné par un autre but; par exemple, il ne faudrait

pas imposer un tarif élevé aux utilisateurs d'énergie électrique sous prétexte de mettre à la disposition des agriculteurs une eau d'irrigation bon marché.

2. Tous les coûts engendrés par un seul service devraient généralement être imputés à ce service; le coût des canalisations d'irrigation par exemple, doit être entièrement affecté au secteur utilisateur de l'irrigation, celui des lignes de transmission de l'électricité au secteur utilisateur de l'énergie.

3. Le montant maximum des coûts imputables à un service quelconque est déterminé soit par les bénéfices, soit pas le coût de la variante à service unique, la somme la plus faible étant choisie. Aucun service de projet ne doit être affecté de coûts supérieurs au coût de réalisation de cette fonction par la variante de projet à service unique la plus économique. Par conséquent c'est la variante de projet à service unique qui fixe le prix plafond imposable à chaque service. Par exemple, il ne serait pas équitable d'affecter à l'usine hydro-électrique un coût supérieur à celui d'une centrale thermique susceptible d'une production identique d'énergie électrique.

4. Le montant des coûts affectés à la totalité des centres de coûts (chaque groupe utilisateur étant affecté d'un coût) doit être égal au coût total du projet.

5. La méthode de répartition des coûts doit être suffisamment directe et simple afin d'être facilement compréhensible.

6. Les charges d'utilisation déterminées grâce à l'affectation des coûts devraient être fixées suffisamment à l'avance afin de stabiliser le marché des biens et services du projet.

7. La responsabilité financière directe attribuée à chaque utilisateur détermine le prix des services du projet à l'intérieur du groupe d'utilisateurs ou du secteur économique.

Il importe de préciser que les directives ci-dessus peuvent ne pas être suivies lorsqu'il s'agit d'atteindre d'autres grands choix politiques. C'est ainsi que les prix de certains inputs ou outputs d'un projet peuvent être maintenus à un niveau bas ou au contraire élevé, pour des motifs politiques tels que l'encouragement à la production ou le contrôle de l'utilisation des ressources. De ce fait la garantie de remboursement peut correspondre à une partie ou à la totalité des coûts du projet imputés au centre de coût sur la base des bénéficiaires. Les directives de Gittinger sont donc conformes aux quatre critères présentés au chapitre 1. Néanmoins certains intérêts nationaux ou accords politiques peuvent imposer d'avoir recours à d'autres formules de répartition des coûts des aménagements du bassin du fleuve Sénégal.

Pour la mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal certains intérêts nationaux ou accords politiques peuvent imposer le recours à des formules de partage des coûts, autres que celles qui découlent des directives ci-dessus. Néanmoins, toute recommandation relative au partage des coûts qui s'éloignerait des résultats obtenus avec l'une des méthodes de répartition des coûts exigerait un important complément d'études et un volume considérable d'inputs en matière de planification et d'administration. Il faudrait plus particulièrement analyser: (1) la situation socio-économique des trois pays, (2) leurs objectifs économiques et sociaux à long terme, (3) la nature des outputs du projet et (4) les coûts de transaction pour les diverses modalités de remboursement des coûts du projet. C'est ainsi que les pays pourraient opter en faveur du subventionnement de certains services, grâce aux fonds publics ou à un financement extérieur, et ce pour faire face à un programme de développement économique à long terme, ou pour d'autres motifs tels que la redistribution du revenu, la nature des biens publics dans certains secteurs de service, le coût élevé de collecte des revenus auprès de certains utilisateurs des services du projet. Or un modèle de partage des coûts qui, afin d'atteindre d'autres objectifs, s'écarterait des principes énoncés pour la répartition des coûts pourrait se traduire par une perte d'efficacité économique.

Dans cette étude les auteurs se sont efforcés d'observer les principes et directives énoncés plus haut à savoir que: les coûts occasionnés par un service spécifique et qui sont identifiables et séparables relativement à ce service, doivent lui être imputés. Le montant total des coûts (séparables et communs) imputés à un service, servent de base de calcul des redevances des usagers des services du projet. De cette façon on impute à chaque secteur utilisateur une part des coûts du projet en fonction des bénéfices supposés ou prévus. Il en résulte une répartition des coûts qui servira de point de départ parfaitement valable lors des négociations ultérieures sur le partage des coûts, toute déviation n'étant que le résultat des décisions ou des politiques adoptées au niveau de la planification ou de

l'administration. Ces considérations sont purement du ressort des utilisateurs (des pays) et par conséquent débordent le cadre de cette étude.

### Définition des Coûts

Pour les besoins de la présente étude il est admis que les coûts d'un projet sont constitués des éléments suivants: 1) Coûts de la planification et de la réalisation du projet, 2) Coûts d'exploitation, de maintenance et de remplacement, et 3) Coûts des intérêts.

Ces trois catégories de coûts étant immédiatement identifiables, on peut procéder à leur estimation afin de les utiliser pour l'analyse des bénéficiaires. Les autres coûts mentionnés ci-après peuvent être également considérés comme coûts de projet, mais étant donné le peu de données disponibles ils n'ont pas été inclus dans la présente analyse. 1) Coûts des facteurs externes de déséconomies, comme par exemple, une plus grande fréquence des maladies transmises par l'eau; 2) Dépenses associées que les parties intéressées doivent engager et qui sont nécessaires à la formation des bénéficiaires du projet, comme par exemple, les frais de déplacement depuis ou vers le lieu de travail; 3) Coûts sociaux résultant des différences entre les valeurs sociales réelles des inputs et des outputs du projet (valeurs qui dans une économie compétitive seraient indiquées par les prix) et le prix de marché de ces inputs et outputs; le prix de marché peut être influencé par divers facteurs tels que contrôle des prix, monopoles, et autres contraintes administratives ou commerciales. A noter que les différences ci-dessus peuvent être positives, ou négatives.

L'affectation des coûts de réalisation du projet, peut être distincte de l'affectation des coûts annuels d'entretien. En général, les accords préalables à la construction des aménagements indiquent la répartition des coûts de réalisation, établie en fonction des résultats escomptés du projet. Les imputations des coûts annuels peuvent être périodiquement révisées pour tenir compte de l'évolution de la conjoncture.

### Catégorisation des Coûts

Une fois déterminée, la formule choisie de répartition des coûts doit être stipulée dans un accord officiel et contractuel de partage des coûts. Le fait même d'avoir affecté les coûts sous-entend l'impossibilité de pouvoir les affecter exactement aux secteurs qui doivent réaliser des bénéfices. C'est pourquoi, dans la mesure du possible, on affecte en premier lieu les coûts séparables aux secteurs utilisateurs d'un service du projet et l'on procède ensuite à la répartition des coûts communs restants. Cette procédure logique permet de décomposer les coûts en

divisions ou catégories, ainsi que le montre la figure 2.1., dont le diagramme «ramifié» divise, comme suit, les coûts en quatre catégories principales: 1) Coûts séparables par secteur économique et par pays; 2) Coûts séparables par secteur et non séparables par pays; 3) Coûts non séparables par secteur, mais séparables par pays; et 4) Coûts communs aux secteurs et aux pays.

S'agissant d'un modèle à la fois exclusif et exhaustif, chaque coût s'intègre obligatoirement dans l'une des catégories représentées à la figure 2.1.

L'identification des coûts porte en premier lieu sur la catégorie des coûts totalement séparables, étant donné l'obligation évidente d'avoir à les imputer aux secteurs et pays dans lesquels ils sont investis et à qui échoient les bénéfices qui en résultent. C'est ainsi qu'on affecte le coût d'un investissement au secteur et au pays qui reçoivent la totalité des bénéfices de cet investissement. Dans toute répartition équitable, les coûts sont affectés de façon à ce que les bénéficiaires paient ces coûts.

La seconde division concerne les coûts séparables par secteur, mais communs aux pays, c'est-à-dire que les secteurs sont parfaitement identifiés en termes de coûts, mais que ces secteurs desservent plus d'un pays. C'est le cas, par exemple, d'une ligne de transmission d'énergie électrique utilisée par deux pays et dont un tronçon au moins traverse l'un de ces pays, tronçon qui dessert néanmoins les deux pays; il s'agit donc d'un coût commun aux deux pays, mais séparable par secteur.

Les coûts non séparables (c'est-à-dire communs) par secteurs, mais séparables par pays constituent la troisième grande catégorie de coûts, tels par exemple les coûts d'un projet de construction destiné à bénéficier à plusieurs secteurs, mais dans un seul pays. Par exemple, les coûts de construction, dans un pays, d'une route destinée au transport des produits miniers et agricoles sont des coûts communs à ces deux secteurs, mais séparables par pays.

La quatrième catégorie concerne les coûts communs à la fois aux secteurs et aux pays. Dans cette catégorie figurent notamment les coûts des principaux ouvrages (barrages, par exemple) construits dans le cadre d'un projet, dont l'objectif est la mise en valeur des ressources de base pour la production de tous les services.

#### **Rapport entre Répartition des Coûts et Redevances des Utilisateurs**

Les deux buts essentiels de la répartition des coûts sont: d'une part, de dégager les revenus nécessaires au remboursement du capital d'investissement; d'autre part, et dans le cas de projets de travaux publics, de promouvoir l'efficacité économique de leur utilisation. Il y a utilis-

tion optimale des services d'un projet, lorsque les redevances payables pour les biens et services de ce projet sont égales aux coûts marginaux de ces biens et services (James and Lee, 1971, p. 529-530). Si les redevances pour la fourniture de services ne garantissent pas un revenu suffisant, les parties intéressées doivent s'assurer que les prêts seront effectivement remboursés. D'où, pour la garantie des prêts, l'importance, dans un projet multinational, tel le programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, de s'assurer que les coûts sont équitablement répartis entre les pays.

On suppose que les redevances perçues pour l'utilisation des aménagements prévus pour la mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal suffiront au remboursement des coûts de construction, d'exploitation et de maintenance. Toute autre hypothèse supposerait des subventions extérieures, soit par les Etats membres, soit par des sources de financement externes. D'autre part, si l'analyse coûts/bénéfices du projet fait apparaître un excédent des bénéfices sur les coûts, la répartition des coûts (ou l'estimation des redevances nécessaires au maintien du projet) se réduit à une affectation des coûts proportionnellement aux bénéfices. Dans cette perspective, il serait possible d'élaborer une structure équitable des redevances qui soit suffisante pour assurer le fonctionnement du projet, tout en évitant une sous-utilisation des services du projet par manque d'encouragement à leur emploi. Afin d'aboutir à une utilisation efficace des ressources du projet la présente étude a pour principe fondamental une répartition des coûts entre secteurs économiques et entre pays, en fonction des bénéfices reçus. Dans la pratique la procédure normale consiste à déterminer le montant des taxes ou redevances de façon que la répartition des coûts entre tous les usagers soit aussi proportionnelle que possible aux bénéfices, étant entendu que tous les coûts, y compris les coûts communs, sont amortis, et couverts par les bénéfices.

Aux fins de tarifications, il est utile de signaler que:

Dans une économie parfaitement compétitive, dégagée de toute contrainte extérieure ou de réglementation régissant les biens publics, les prix sont déterminés par un mécanisme de marché automatique et impersonnel, qui réajuste les prix, afin que la demande de biens soit quantitativement égale à l'offre; ceci rend efficace tous les choix économiques (c'est-à-dire qu'il y a maximisation du revenu réel) et explique l'inutilité d'une politique des prix dans des conditions de parfaite concurrence. La fixation des prix ne concerne que les systèmes économiques très éloignés de la concurrence parfaite. (Hanke et Davis, 1973, p. 808).

La gestion des services assurés par les aménagements d'un bassin fluvial est, en général, confiée à des organismes

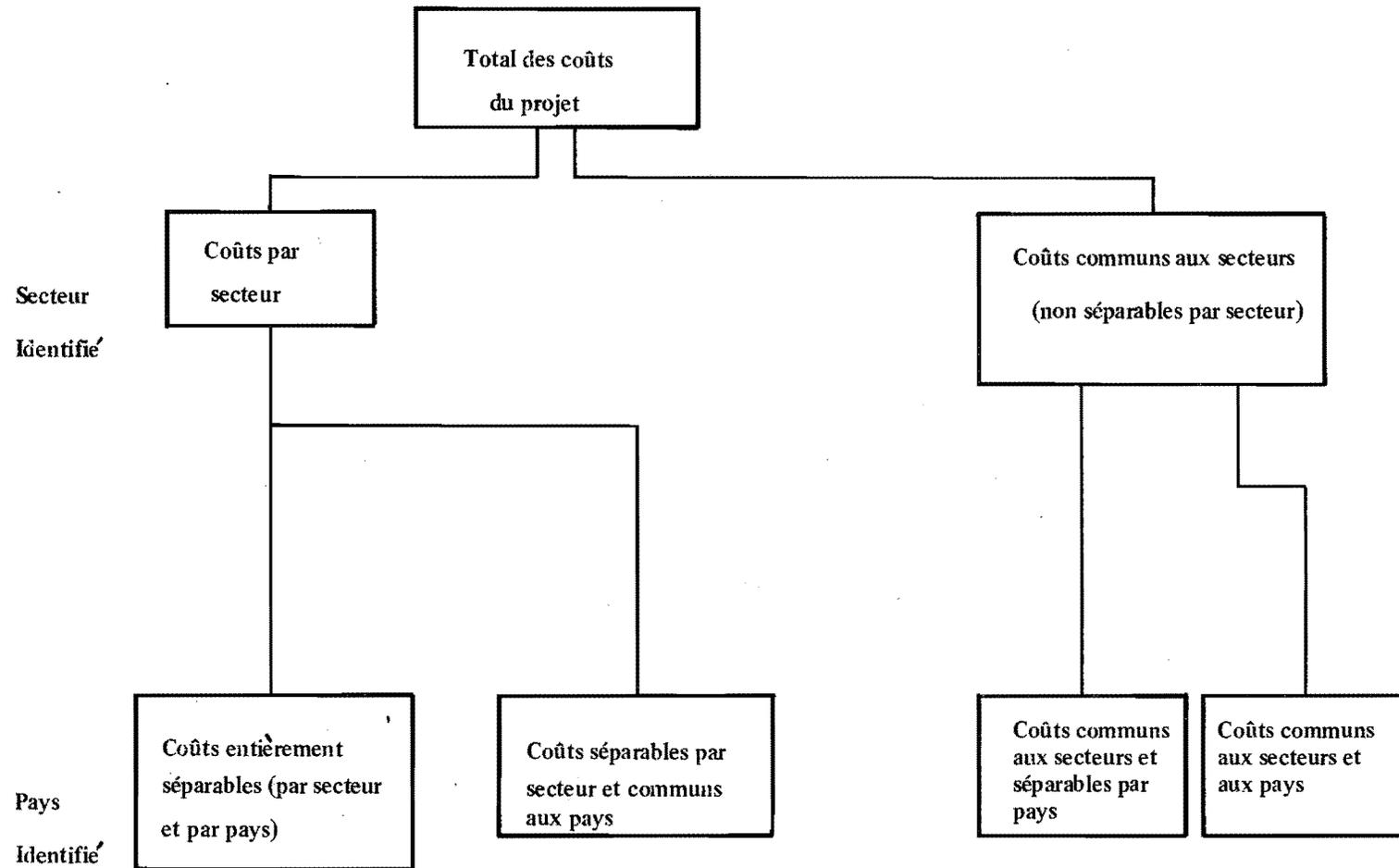


Figure 2.1. Diagramme des catégories de coûts.

publics, étant donné l'absence de marché parfaitement concurrentiel. Plusieurs options sont possibles; la littérature existante suggère le plus souvent la fixation de prix marginaux.

Au plan de l'efficacité, la politique idéale de fixation des prix est celle qui permet de fixer les prix à un niveau égal à celui des avantages et coûts sociaux marginaux. Cet équilibre est atteint, lorsqu'il y a égalisation entre redevances d'utilisation des ressources et montant total des coûts marginaux augmentés. Si les redevances se situent à un niveau inférieur à celui des coûts marginaux, il y aura surexploitation des ressources. Par contre, si les redevances sont supérieures aux coûts marginaux, les ressources sont sous-exploitées. (Hanke et Davis, 1974, p. 56).

La figure 2.2. illustre la méthode de tarification basée sur les prix marginaux, où la demande pour les services du projet est représentée par la courbe DD. Si AC est le coût moyen de production en tant que fonction de la quantité de l'offre, le coût marginal est nécessairement inférieur au coût moyen lorsque AC est une courbe descendante, et supérieur au coût moyen lorsque AC est ascendante. La figure 2.2, qui illustre le cas d'une entreprise dont les coûts moyens sont éventuellement en hausse, peut être caractéristique de la production d'énergie hydro-électrique du bassin du fleuve Sénégal. Un choix moins judicieux des sites et un réseau de transmission plus long entraîneraient une augmentation des coûts. Par conséquent, la redevance unique destinée à couvrir le coût, tout en libérant le marché, doit correspondre à  $OP_1$ , car à ce niveau de redevance les profits économiques sont égaux à zéro et la redevance est égale au coût unitaire dans lequel est supposé figurer un intérêt à taux normal sur le capital d'investissement. Ces prix et quantités n'assurent cependant pas la meilleure utilisation des ressources. Prenons la série d'outputs qui se trouvent entre  $OQ_2$  et  $OQ_1$ . Pour chacune des unités de production, le coût marginal (coût additionnel de production de cette unité) (courbe MC) est supérieur à la redevance que les utilisateurs sont disposés à payer pour cette unité, comme l'indique la courbe de la demande (DD). On peut constater que le supplément de production serait à perte. La solution serait donc de produire jusqu'à la quantité  $OQ_2$  où le prix que les utilisateurs sont disposés à payer n'est pas inférieur à la valeur totale du coût, soit le prix  $OP_1$ , qui est supérieur au coût unitaire moyen de production  $CQ_2$ , ce qui se traduit par un bénéfice pour l'entreprise. Ces bénéfices peuvent être utilisés pour compenser l'insuffisance de couverture des coûts d'autres entreprises.

La fixation des prix marginaux se heurte à des difficultés, étant donné que certains services du projet sont supposés être des productions à coûts décroissants, auquel cas la tarification sur la base des coûts marginaux ne pourra pas couvrir tous les coûts. La figure 2.3 donne un exemple de ce problème. La courbe DD (courbe de la demande)

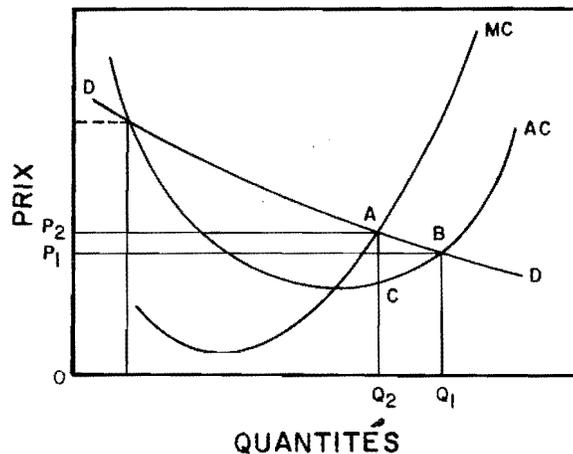


Figure 2.2. Solution dans le cas d'une hausse du coût moyen.

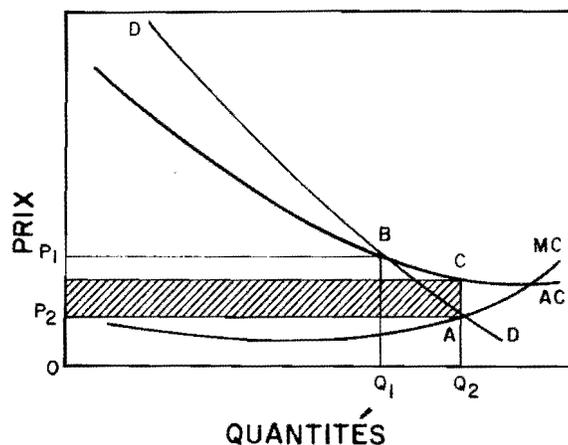


Figure 2.3. Solution dans le cas d'une baisse du coût moyen.

coupe la courbe AC (courbe du coût moyen) en un point où cette dernière est encore descendante, ce qui pourrait caractériser la situation de la navigation sur le fleuve Sénégal jusqu'au point de forte congestion du trafic. L'exemple pourrait également s'appliquer à la fourniture d'eau d'irrigation en cas d'économies d'échelle pour la construction de canaux et d'ouvrages de dérivation. Dans la figure 2.3 le coût moyen de l'output  $OQ_1$  est de  $BQ_1 = OP_1$ .  $OQ_2$  représente l'output de coût marginal, tandis que le prix correspondant est de  $AQ_2 = OP_2$ . A noter que, dans le cas présent, le coût marginal est inférieur au coût moyen de production; par conséquent, si les prix étaient basés sur le coût marginal, l'entreprise fonctionnerait à perte, perte qui correspondrait à la zone hachurée de la figure 2.3, c'est-à-dire à la différence entre coût et prix moyens, soit CA, multiplié par le nombre d'unités à produire, soit  $(OQ_2)$ .

Il est possible, dans les cas de baisse des coûts moyens, de couvrir les coûts d'exploitation et de remboursement du capital (Hirshleifer et coll., 1969):

1. Le moyen le plus simple consiste en une subvention du gouvernement financée par les revenus généraux ou de combler l'écart par des prélèvements sur les autres buts du projet. Cette situation est fréquente dans les cas de réseaux publics d'alimentation en eau. L'inconvénient de cette solution est le maintien, par le biais de subventions, de projets non rentables, et la déviation de ressources considérables au bénéfice d'utilisations subventionnées.

2. Le coût peut être «couvert» grâce à une échelle de prix à courbe descendante (c'est-à-dire des prix plus élevés pour des quantités plus faibles) sous réserve toutefois que chaque utilisateur paie le prix du coût **marginal** pour la dernière unité utilisée. A noter que cette méthode peut s'appliquer à un système de coûts dégressifs pour l'eau à usage municipal ou industriel, bien qu'il faille souvent déplorer une application erronée en ce sens qu'il y a encouragement à la consommation au point que de nouveaux réseaux d'alimentation sont alors nécessaires, d'où une hausse des coûts marginaux, même lorsque prévaut encore le système dégressif.

3. Une autre méthode visant à couvrir les frais d'exploitation en cas de baisse des coûts moyens consiste à instaurer un tarif binaire. Chaque utilisateur doit payer un prix unique par unité de service, plus une taxe forfaitaire de droit d'usage. On peut, ainsi, établir une différenciation entre les utilisateurs, en fonction de l'importance de leur demande. De nombreux systèmes de tarification appliqués par les entreprises de services, utilisent ce schéma; c'est le cas notamment aux Etats-Unis pour la tarification du pompage de l'eau d'irrigation, qui est basée sur (a) une taxe fixe applicable n'importe quel mois de l'année lorsque l'alimentation électrique est assurée et (b) un tarif d'utilisation qui varie selon la quantité d'électricité consommée.

4. Une quatrième méthode repose simplement sur une tarification discriminatoire, dont les prix varient en fonction de la demande. Le défaut de ce système est son manque d'efficacité, car il incite à une sur-consommation lorsque les redevances sont inférieures au coût marginal et à une sous-utilisation des services lorsque leurs prix sont supérieurs à leur coût marginal.

5. Il est enfin possible d'avoir recours à la méthode Ramsey, dite de tarification optimale et qui propose que l'écart entre coût et prix marginaux appliqués aux différents utilisateurs soit inversement proportionnel à l'élasticité de la demande pour chaque catégorie d'utilisateurs, sous réserve que les coûts du projet, y compris les intérêts, puissent être intégralement remboursés. De nombreux organismes publics des Etats-Unis envisagent actuellement ce mode de tarification car il est facile de démontrer qu'il y a maximisation du bien-être général (excédent pour le producteur et pour le consommateur).

En résumé, la répartition des coûts influe sur les prix, les prix influent sur le degré d'utilisation, qui à son

tour affecte les coûts de production des industries à tous les niveaux de l'économie. Les avantages d'une méthode de répartition des coûts peuvent donc être évalués en fonction de l'incidence de cette méthode sur les centres de décisions qu'elle influence.

### Méthodes de Répartition des Coûts

Il existe six méthodes principales de répartition des coûts communs de projets de travaux publics (James et Lee, 1971).

1. Répartition égale entre les secteurs utilisateurs.
2. Répartition proportionnelle au degré d'utilisation des aménagements par les utilisateurs des services, le degré d'utilisation étant exprimé en unités telles que volumes ou débits.
3. Affectation totale des coûts communs aux utilisateurs prioritaires, mais dans les limites des bénéfices réalisés par le secteur considéré.
4. Répartition proportionnelle aux bénéfices en excédent au montant des coûts séparables (bénéfices nets) d'un secteur utilisateur donné.
5. Répartition proportionnelle aux coûts additionnels excédentaires nécessités par la fourniture des services par une variante.
6. Répartition proportionnelle, soit aux bénéfices excédentaires, soit aux coûts excédentaires de la variante, le chiffre le plus faible étant choisi (coût justifiable).

Sur ces six méthodes de répartition des coûts, les plus communément utilisées sont celles qui s'identifient aux méthodes (2) et (6). Un accord signé le 12 Mars 1954 par les Départements d'Etat, de l'Intérieur et de la Défense et par la Commission Fédérale de l'Energie des Etats-Unis (Rapport «Cost Allocation», memo 57981 - 2, Washington, D.C. mars 1954) précise que la méthode des «Coûts séparables - bénéfices restants» (une variante de la méthode (6)) est la plus acceptable pour la répartition des coûts entre les divers aménagements d'un projet à buts multiples. L'accord prévoit également que dans certaines circonstances les méthodes «Coûts justifiables des variantes» (également apparentée à la méthode (6)) et «utilisation des aménagements» (méthode (2) cidessus) pouvaient être adoptées.

Le rapport Boeing (Riley, 1974) propose diverses méthodes de répartition des coûts, utilisables pour le programme d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal et qui relèvent de la méthode «utilisations des aménagements.» (Les deux méthodes «variantes d'utilisation» et «analyse des secteurs utilisateurs» mentionnées page 3, entrent dans cette catégorie) (cf. Riley, 1974, p. 3-4).

Le but essentiel de la présente étude est d'analyser plusieurs variantes de répartition des coûts basées sur les bénéfices du projet. Quatre approches ont été adoptées dont l'une relève de la méthode (4), à savoir la méthode des bénéfices nets, les trois autres étant des variantes de la méthode (6). Ces méthodes (y compris la méthode dite d'utilisation des aménagements) sont brièvement décrites ci-après.

#### **Méthode «Utilisation des Aménagements»**

Cette méthode consiste en une répartition des coûts proportionnelle au volume d'eau utilisé (ou à la capacité de stockage requise) par les divers secteurs économiques (ou utilisateurs), en tenant compte des manques à gagner éventuels quand l'utilisation de l'eau par un secteur empêche cette utilisation par un autre secteur. La figure 2.4. (Riley, 1974) schématise deux variantes de cette méthode. Dans les deux cas d'analyse de la première variante, la totalité de l'eau est destinée à l'irrigation, et afin de faciliter la représentation graphique on considère que ce volume total comporte six unités. Avec la seconde variante l'eau est en plus destinée à la navigation d'où, comme l'indique la Figure 2.4, une réduction du volume d'eau utilisable par l'agriculture. Cette réduction est en relation directe avec le volume d'eau mis à la disposition de la navigation mais qui, lors des lâchures du réservoir, est en excédent au volume d'eau nécessaire à l'irrigation; il y a donc perte eu égard aux futures utilisations de l'eau d'irrigation. L'importance de cette perte est identique pour les deux méthodes (soit une unité dans l'exemple donné). Toutefois avec la méthode des variantes d'utilisation, la navigation n'est imputée que de la seule unité déviée de l'irrigation, le reliquat de cinq unités étant supposé être en totalité imputé à l'agriculture. Par contre avec la méthode d'analyse par secteurs d'utilisation, ces cinq unités restantes sont supposées être utilisées sur une base de complémentarité ou de partage entre irrigation et navigation, et par conséquent satisfont à la fois les besoins de la navigation et, plus en aval, ceux de l'irrigation.

La troisième variante présentée à la Figure 2.4. prend en considération trois utilisations: l'irrigation, la navigation et la production d'énergie. Etant donné l'absence de complémentarité entre certains besoins en eau pour la production d'énergie et ceux de l'irrigation et de la navigation, il y a nouvelle réduction du volume d'eau utilisable pour l'irrigation. Cependant, dans cet exemple, le volume d'eau nécessaire uniquement pour les besoins de la navigation avec la deuxième variante, devient avec la troisième variante également utilisable pour la production d'énergie. C'est pourquoi les deux méthodes supposent le partage de ce bloc (d'une valeur égale à une unité) entre la navigation et la production d'énergie. Avec la méthode des variantes d'utilisation, le reliquat d'eau (3,5 unités) utilisé pour

l'irrigation est imputé uniquement à cette utilisation alors qu'il est réparti entre les trois secteurs utilisateurs avec la méthode d'analyse par secteur d'utilisation. Par contre les deux méthodes affectent exclusivement à la production d'énergie les volumes d'eau destinés à ce secteur et qui sont superflus pour les besoins de l'irrigation et de la navigation au moment de leur lâchure du réservoir.

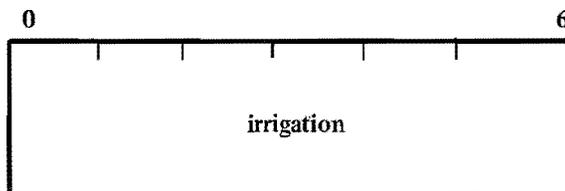
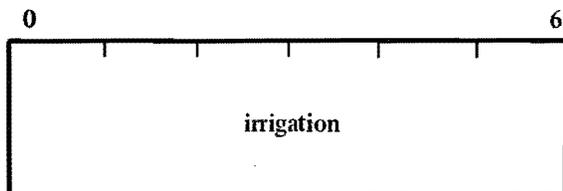
#### **Méthode des «Bénéfices Nets» ou Méthode des «Profits déduction faite des Coûts Séparables Imputés»**

Cette méthode de répartition des coûts est basée directement sur les bénéfices estimés. On calcule le montant total des bénéfices par secteur et par utilisateur (par pays) dont on soustrait les coûts séparables pour obtenir ce que l'on appelle les bénéfices nets de chaque secteur ou pays. Les coûts par secteur et/ou par pays sont ensuite affectés en proportion directe des bénéfices nets respectifs ainsi calculés.

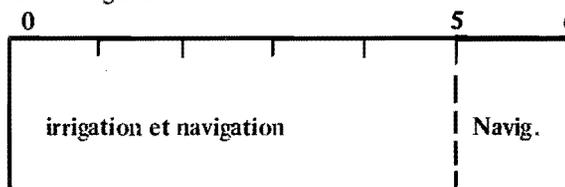
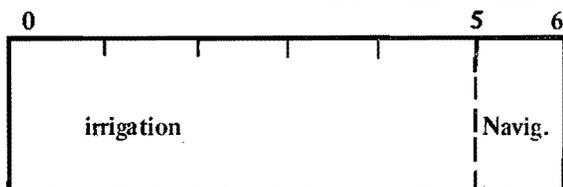
#### **Méthode des «Coûts justifiables des Variantes»**

Comme déjà signalé, cette méthode, tout comme la méthode SCRB, est une variante de la sixième méthode principale de répartition des coûts, ce qui rend ces deux méthodes sensiblement identiques, sauf sous un rapport, à savoir qu'avec la méthode des coûts justifiables des variantes, les coûts spécifiques de chaque fonction sont substitués à ses coûts séparables. Les coûts spécifiques sont les coûts d'éléments séparables physiquement identifiables qui sont directement imputables à un but ou à un service donné. Sont exclus des coûts spécifiques les coûts provoqués par les modifications apportées à la conception d'origine du projet par suite de l'inclusion du service. On peut citer comme exemple de coût spécifique, le coût de construction de la centrale électrique. Les coûts spécifiques sont toujours incorporés dans les coûts séparables. Pour l'OMVS, les coûts séparables incluent également les coûts du barrage rendus nécessaires par la production d'énergie électrique. Pour obtenir les coûts communs avec cette méthode, on soustrait les coûts spécifiques des coûts totaux de l'aménagement; on les répartit ensuite entre les différents buts proportionnellement aux bénéfices restants. Toutefois, avec cette formule, on calcule les bénéfices restants en déduisant les coûts spécifiques des coûts justifiables, en adoptant un rapport 1.1. Les coûts totaux attribués sont la somme des coûts spécifiques et des coûts communs attribués. Le tableau 2.1 illustre un exemple de cette méthode qui est recommandée lorsque l'on ne dispose pas des données nécessaires à l'estimation des coûts séparables ou lorsque la collecte de ces données entraînerait des frais prohibitifs.

Variante 1: Eau exclusivement destinée à l'irrigation



Variante 2: Eau destinée à l'irrigation et à la navigation



Variante 3: Eau destinée à l'irrigation, à la navigation et à la production d'énergie hydroélectrique

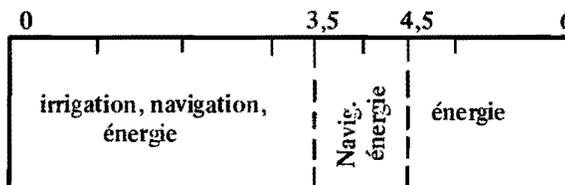
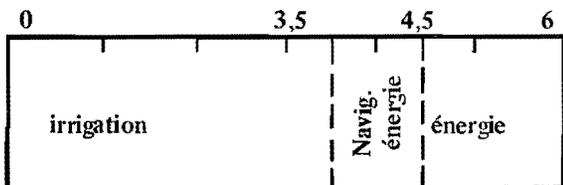


Figure 2.4. Illustration de la répartition des coûts selon la méthode des variantes d'utilisation et la méthode d'analyse par secteurs d'utilisation.

**Méthode des « Coûts Séparables - Bénéfices Restants » (Méthode SCRB)**

Cette méthode de répartition des coûts attribue à chaque fonction les coûts séparables occasionnés par l'inclusion de cette fonction dans le programme d'aménage-

ment à buts multiples, ainsi qu'une part des coûts communs du projet qui sont répartis sur la base des bénéfices restants respectifs de chaque fonction. Comme les bénéfices restants sont limités par les coûts de la variante à but unique, Gittinger (1972, page 152) utilise le terme peut-être plus exact de « dépenses justifiables restantes » de préférence à « Bénéfices restants ».

**Tableau 2.1. Réartition des Coûts selon la Méthode des «Coûts Justifiables des Variantes.»**

Rangée No.	Postes	Contrôle des crues	Energie	Irrigation	Navigation	Totaux
1	Bénéfices de l'aménagement	500	1,500	350	100	2,450
2	Coûts des variantes (projet à but unique)	400	1,000	600	80	2,080
3	Coûts justifiables (chiffre le plus petit de 1 ou 2)	400	1,000	350	80	1,830
4	Coûts spécifiques	120	300	100	30	550
5	Bénéfices restants (3-4)	280	700	250	50	1,280
6	Coûts communs affectés*	265	665	238	47	1,215
7	Total des coûts affectés (4 + 6)	385	965	338	77	1,765

\*Les coûts communs qui s'élèvent à 1,215 unités sont affectés à chaque but dans le même rapport que les bénéfices restants de chaque but le sont au total des bénéfices restants.

L'exemple ci-après peut servir à expliquer le mécanisme de cette méthode.

Supposons un projet à buts multiples d'un coût total estimé à 1765 unités. Ce projet est destiné à assurer le contrôle des crues, la production d'énergie, l'irrigation et la navigation. L'estimation des bénéfices procurés par chacune de ces utilisations est indiquée à la rangée n°1 du Tableau 2.2; les coûts des variantes (rangée n°2) sont les coûts d'un projet à but unique, dont les aménagements sont destinés à l'usage exclusif de ce but. C'est ainsi que le coût de la variante pour le contrôle des crues prévu dans le cadre du projet à buts multiples, a été estimé à 400 unités. Les coûts justifiables (rangée n°3) correspondent soit aux bénéfices provenant du projet proposé (1ère rangée), soit aux coûts de la variante (2ème rangée), le chiffre le plus petit étant retenu. Les coûts séparables d'un but spécifique (4ème rangée) sont la différence entre le coût total du projet et le coût du projet sans ce but. C'est ainsi que dans l'exemple choisi, le coût du projet sans contrôle des crues est égal à 1.385 unités, ce qui donne un coût séparable de 1.765 unités moins 1.385 unités, c'est-à-dire 380 unités. Pour obtenir les bénéfices restants, on soustrait les coûts séparables des bénéfices limités (rangée 3 moins rangée 4). Le montant des coûts séparables est de 1180 unités, soit 585 unités de moins que le coût total du projet. Ces 585 unités, qui représentent les coûts non attribués, sont alors réparties entre chaque utilisation (rangée 6) proportionnellement aux bénéfices restants (rangée 5) de chaque service. Par exemple, la part des coûts non attribués qui est affectée au contrôle des crues est égale à  $\frac{20}{650} \times 585 = 18$ . Le total des coûts affectés à chaque but (rangée 7) est égal à la somme des coûts séparables (rangée 4) et des coûts communs attribués (rangée 6). La somme des coûts de chaque but est égale au coût total de l'ensemble du projet.

#### Efficacité et Equité des Méthodes de Répartition des Coûts

Toute méthode de répartition des coûts devrait avoir entre autres objectifs l'efficacité économique et l'équité. Les conditions nécessaires à l'efficacité de la répartition des coûts peuvent se définir comme suit (Département d'Etat de l'Agriculture (Etats-Unis), 1964, chap. 10, p. 5; Département d'Etat de l'Intérieur (Etats-Unis), 1959, p. 116.5.12): 1) le coût séparable imputable à l'addition subséquente de chaque service ne devrait pas être supérieur au bénéfice qui en découle; 2) la somme des coûts totaux attribués à chaque service ne devrait pas être supérieure à la somme des bénéfices totaux de chaque service; et 3) les coûts totaux attribués à chaque but ne devraient pas être supérieurs au coût d'une variante à but unique procurant des bénéfices équivalents.

La méthode SCRB satisfait à ces trois critères d'efficacité. Par contre, les deux méthodes «coûts justifiables des variantes» et «utilisation des aménagements», basées sur des coûts spécifiques, ne répondent pas nécessairement au critère (1) lorsque les coûts séparables sont supérieurs aux coûts spécifiques. Dans ce cas, il est alors possible que les bénéfices résultant de l'inclusion d'un service dans le projet soient égaux aux coûts spécifiques, mais inférieurs aux coûts séparables. Le service, justifiable en tenant compte des coûts spécifiques, n'est pas rentable en tenant compte des coûts séparables. Ces méthodes ne pouvant garantir que les coûts séparables provoqués par l'inclusion d'un but ne seront pas supérieurs aux bénéfices résultant de cette inclusion, ne répondent pas aux conditions d'efficacité.

En matière de répartition des coûts, la notion d'équité se réfère à une juste répartition du coût total

d'un projet à buts multiples entre les différents secteurs bénéficiant des aménagements de ce projet. Dans le cadre de cette étude, on entend par équité le fait que les coûts sont répartis en fonction de l'accroissement des bénéfices résultant du projet. C'est-à-dire que les bénéfices accrus procurent à chaque utilisateur les moyens de rembourser sa part des coûts du projet. Plus précisément, une répartition des coûts est équitable, si elle permet un juste partage entre tous les utilisateurs du projet, des économies réalisées grâce à un projet à buts multiples plutôt qu'à une construction à but unique (Stanford Research Institute, 1958, p. 79). Après l'affectation des coûts, la seconde condition d'une répartition équitable des coûts est une juste répartition des bénéfices et des coûts locaux entre les utilisateurs. Le Sous-Comité sur les Bénéfices et les Coûts a mis l'accent sur la notion de «juste» répartition en ces termes : «L'objectif de toute répartition des coûts est de répartir équitablement les coûts du projet entre les différents utilisateurs desservis, grâce à un partage proportionnel des économies résultant d'un projet à buts multiples» (Federal Inter-Agency River Basin Committee, 1950, p.53). On retrouve cette même notion d'équité de la répartition des coûts dans la Circulaire A-47 de «U.S. Bureau of the Budget» (1952, p. 11) et dans le Document 97 du Sénat (U.S. Congress, 1962, p. 12). Mais, aucune des quatre méthodes de répartition des coûts exposées ci-dessus ne répond à ce critère, car deux questions de procédure empêchent le partage proportionnel, entre les différents buts, des économies réalisées grâce au projet. C'est ainsi que la méthode SCRB et celle des «coûts justifiables des variantes» posent un problème d'équité du fait que les coûts séparables ne sont pas crédités d'une part des économies réalisées et que par conséquent, la totalité de ces économies est portée au crédit des coûts communs. Il serait peut-être plus réaliste et plus équitable d'affecter les coûts séparables d'une part des économies du projet. Une répartition équitable des coûts exige que les économies imputées à chaque fonction soient proportionnelles aux économies résultant de l'inclusion de cette fonction dans le projet.

Dans l'exemple du Tableau 2.2, le montant total des coûts justifiables (bénéfices du projet par but, limités par le coût des variantes à but unique) égal à 1.830 unités. Les coûts totaux (rangée 7) s'élèvent à 1.765 unités. Les économies du projet sont donc égales à 65 unités. Or dans l'exemple donné, ces 65 unités (différence entre les bénéfices restant de la rangée 5, soit 650 unités, et les coûts communs de la rangée 6, soit 585 unités), et qui représentent les économies réalisées grâce au projet à buts multiples, sont entièrement imputées aux coûts communs; on pourrait résoudre le problème d'équité en affectant une part des économies du projet aux coûts séparables. La méthode «utilisation des aménagements» soulève un autre problème d'équité, à savoir la difficulté de préciser correctement la capacité relative nécessaire pour chacune des utilisations du projet.

### **Méthode des «coûts séparables ajustés bénéfices restants»**

Une méthode d'ajustement de la méthode SCRB a été proposée par Loughlin (1977) pour satisfaire la notion d'équité. Cette méthode consiste à créditer les coûts séparables de façon à ce qu'ils puissent être déduits des coûts justifiables sur une base supérieure au rapport 1:1. Le crédit sera dans le même rapport que le rapport existant entre coûts justifiables d'un but additionnés des coûts justifiables de tous les autres buts du projet, et coûts totaux du projet. Cette procédure répond davantage à l'exigence d'équité que la méthode SCRB. La méthode est illustrée au Tableau 2.3. Son intérêt est que les coûts séparables sont ajustés pour pouvoir traduire l'affectation à ces coûts séparables d'une partie des économies réalisées grâce au projet à buts multiples (compartivement aux variantes à but unique). Cet ajustement a pour résultat une diminution des bénéfices restants, des frais communs et des coûts totaux des services ayant des coûts séparables plus élevés. Comme il y aura pour les buts à coûts séparables plus élevés une augmentation des économies affectées, une meilleure proportionnalité s'établit entre les économies affectées à chaque but et les économies résultant de l'inclusion d'un but, et par conséquent un partage plus raisonnable, entre les différents buts, des économies réalisées grâce à un projet à buts multiples.

### **Méthodes de répartition des coûts utilisées pour les besoins de la présente étude**

Dans la présente étude, toutes les analyses de répartition des coûts sont fondées sur les quatre méthodes ci-après: (1) méthode des coûts justifiables des variantes; (2) méthode des coûts séparables ajustés/bénéfices restants; (3) méthode des coûts séparables/bénéfices restants; et (4) méthode des bénéfices nets.

Chacune de ces méthodes nécessite une estimation des bénéfices dérivés du projet, afin que les coûts affectés à l'un quelconque des utilisateurs (ou pays) soient fonction du montant relatif des bénéfices que le projet assure à cet utilisateur. Ceci explique le rôle important que joue la méthode adoptée pour l'estimation des bénéfices dans l'analyse de la répartition des coûts. Les paragraphes qui suivent décrivent plusieurs méthodes admises pour le calcul des bénéfices d'un projet.

### **Méthode de Calcul des Bénéfices d'un Projet**

Il existe neuf méthodes possibles de calcul des bénéfices d'un projet, qui sont présentées au Tableau 2.4. dans un ordre de complexité croissante. Chaque méthode

**Tableau 2.2. Répartition des coûts selon la méthode «coûts séparables - bénéfices restants».**

Rangée N°	Postes	Contrôle des crues	Energie	Irrigation	Navigation	Totaux
1	Bénéfices de l'aménagement	500	1500	350	100	2450
2	Coûts des variantes (projets à but unique)	400	1000	600	80	2080
3	Coûts justifiables	400	1000	350	80	1830
4	Coûts séparables	380	600	150	50	1180
5	Bénéfices restants (3-4)	20	400	200	30	650
6	Coûts communs affectés	18	360	180	27	585
7	Total des coûts affectés (4+6)	398	960	330	77	1765

**Tableau 2.3. Répartition des coûts selon la méthode «coûts séparables ajustés - bénéfices restants».**

Rangée	Postes	Contrôle des Crues	Energie	Irrigation	Navigation	Totaux
1.	Bénéfices du Projet					
2.	Coûts des variantes (projet à but unique)					
3.	Coûts justifiables					
4.	Coûts séparables					
5.	Coûts de tous les autres buts (coût total moins rangée 4)					
6.	Coûts justifiables pour tous les autres buts (chiffre le plus faible de la rangée 5 ou $\Sigma$ de la rangée 3)					
7.	Coefficient d'ajustement $((3 + 6):\text{coût total})$					
8.	Coûts séparables ajustés (rangée 4 x rangée 7)					
9.	Bénéfices restants (rangée 3 - rangée 8)					
10.	Proportion des coûts communs (rangée 9: $\Sigma$ de rangée 9)					
11.	Coûts communs affectés = rangée 10 x (coût total du projet - $\Sigma$ de la rangée 4)					
12.	Coûts totaux affectés (rangée 4 + rangée 11)					

successive applique des procédures de plus en plus sophistiquées tant en ce qui concerne le calcul des revenus nets des industries primaires que la prise en compte des bénéfices aux différents niveaux. Les méthodes 1 à 7 ne concernent que le calcul des bénéfices directs, ou bénéfices primaires, et ne comportent aucune estimation de l'incidence des aménagements sur d'autres secteurs économiques ou industries. Les méthodes 8 et 9, qui portent sur les relations avec les autres secteurs de l'économie, concernent le calcul des bénéfices secondaires et tertiaires (ou indirects). A tous les niveaux d'application, le choix de la méthode la plus appropriée pour le calcul des bénéfices est déterminé par les limitations en matière de données ou autres contraintes. Les méthodes présentées au Tableau 2.4 sont décrites plus en détail dans les paragraphes qui suivent.

#### Bénéfices directs

**Méthode 1.** Avec cette méthode, les bénéfices sont considérés être directement proportionnels à l'utilisation

des aménagements; par conséquent, la répartition des coûts est directement proportionnelle au degré d'utilisation de ces aménagements par les divers secteurs économiques, ou centres de coûts. Cette méthode d'estimation des bénéfices a été utilisée pour le Rapport Boeing (Riley, 1974).

**Méthode 2.** Avec la seconde méthode du Tableau 2.4, l'estimation des bénéfices s'obtient en multipliant le prix de vente de chaque output par la quantité d'outputs vendue dans chaque secteur. On calcule ensuite la part des revenus de chaque secteur; c'est la proportion des revenus des différents secteurs qui est utilisée pour la répartition des coûts entre les secteurs. La méthode présente un inconvénient lorsque les prix de vente sont imposés et non déterminés par un marché, ce qui risque de favoriser l'un ou l'autre secteur, soit accidentellement, soit délibérément, dans le cadre d'une politique de subventionnement. Cette approche fait, néanmoins, apparaître la nécessité d'une évaluation de l'incidence de la production d'un output sur la production d'un autre

**Tableau 2.4. Variantes de calcul des bénéfices d'un projet.**

<u>Methode 1</u>	<u>Methode 2</u>	<u>Methode 3</u>	<u>Methode 4</u>	<u>Method 5</u>
Output direct du Projet	Valeur de l'output direct du projet	Coûts comparatifs	Revenu primaire	Revenu primaire net
Eau stockée ou utilisation de l'eau	prix unitaire multiplié par la quantité d'outputs directs (par ex. électricité, eau)	Coûts du même output produit par la meilleure variante d'aménagement à but unique	Valeur de la production (au niveau des utilisations des outputs) de l'aménagement	Revenu primaire moins coûts de production (y compris le capital)
<hr/>				
<u>Methode 6</u>	<u>Methode 7</u>	<u>Methode 8</u>	<u>Methode 9</u>	
Bénéfice primaire net	Valeur ajoutée (VA)	Valeur ajoutée plus inter-relations amont et aval (multiplicateur de type I)	Valeur ajoutée (VA) plus bénéfices secondaires et tertiaires	
Revenu primaire net moins la valeur nette de la production abandonnée	Revenus primaires nets plus salaires payés	Valeur ajoutée plus revenu net des entreprises fournissant les inputs à l'industrie primaire ou transformant l'output de celle-ci	Valeur ajoutée (VA) plus VA x un multiplicateur rapportant la VA à l'activité économique (inclue les effets de l'amélioration du revenu des ménages)	

output, et base l'affectation des coûts sur le potentiel de production de revenus de l'output par secteur.

**Méthode 3.** Le calcul des bénéfices n'est plus basé sur les ventes directes; les coûts, à chaque niveau de production d'outputs, sont déterminés à partir de la variante la moins coûteuse de production de cet output. Les bénéfices sont considérés comme étant l'augmentation des coûts qui aurait pu découler de l'utilisation de cette variante. Si, par exemple, la meilleure variante à la production d'énergie hydro-électrique est une centrale thermique alimentée au pétrole, la différence entre le coût de production d'un même output avec l'une et l'autre méthode de production correspond au bénéfice imputable à la centrale hydro-électrique. Cette différence couvre les coûts de construction, d'exploitation et d'entretien pendant la durée de vie de la centrale. La méthode s'apparente quelque peu aux estimations de prix théoriques exposées plus haut. Les bénéfices de chaque portion du projet sont additionnés et répartis entre les divers secteurs utilisateurs concernés, la même proportion étant ensuite utilisée pour la répartition des coûts par secteur.

**Méthode 4.** Cette méthode est basée sur les prix de marché de la production des industries utilisatrices directes des biens et services du projet; les bénéfices représentent les revenus bruts de l'utilisation des services fournis par le projet. Le coût de ces services, ainsi que de tout autre intrant, y compris le capital d'investissement, les frais d'amortissement et le coût

de la main-d'oeuvre, sont supposés être inclus dans le prix de vente des outputs finals. C'est là une des approches permettant l'estimation de l'augmentation du Produit National Brut découlant directement de l'utilisation des outputs du Projet.

Le calcul des bénéfices selon cette méthode présente une difficulté pour la fixation du prix des outputs sectoriels, qui ne sont pas vendus mais destinés à l'autoconsommation, ce qui est le cas pour une part importante de la production agricole dans la vallée du fleuve Sénégal. Deux approches sont possibles pour résoudre ce problème: (1) utiliser un prix théorique basé sur le coût additionnel résultant d'une production de l'output par d'autres alternatives, par exemple, le coût d'importation des produits agricoles non cultivés dans la vallée du fleuve; et (2) utiliser les prix actuels du marché.

On peut adopter la première approche lorsque la fixation des prix est indépendante de la situation de l'offre et de la demande. Si un prix imposé est nettement inférieur au prix qui aurait pu être déterminé par la situation du marché, on assiste à l'apparition d'un «marché noir.» Etant donné les risques et les coûts inhérents à ce type de marché, comparativement au marché libre, les prix du marché noir sont généralement supérieurs à ceux du marché libre; les valeurs imputées sont donc surestimées. La seconde approche n'est possible qu'en cas de marché libre ou lorsque les estimations sur l'importance de l'offre et de la demande sont suffisamment précises pour

permettre une extrapolation. On peut utiliser les prix du marché mondial, notamment lorsque la production est écoulee sur ce marché (cas des minerais de fer et d'alumine) sous réserve que les prix s'entendent nets des frais de transport, c'est-à-dire les prix au lieu d'expédition. Finalement le choix de l'approche à adopter pour la fixation des prix (théoriques ou de marché) est subordonné au volume de données disponibles sur la situation du marché. A noter que les deux approches sont applicables, de façon identique, à la production vendue ou à celle destinée à l'autoconsommation, étant supposé que le producteur obtiendrait le prix du marché pour la production autoconsommée; cette dernière peut donc être imputée en utilisant l'une ou l'autre mesure des prix.

Le second problème posé par la méthode est qu'elle exige une comptabilité basée sur le PNB. L'amortissement du capital aboutit à une surévaluation des bénéfices, car la valeur du prix de la production tient à la fois compte de l'indice de dépréciation du capital et de l'output ayant provoqué cette moins-value.

**Méthode 5.** Cette méthode considère les bénéfices nets en tant que revenus bruts de chaque secteur. Les coûts de production sont déduits du revenu linéaire afin de déterminer les revenus (ou profits) primaires nets par secteur. La valeur obtenue est équivalente au profit net de chaque secteur. Cette méthode peut également servir au calcul des revenus nets de chaque secteur, en appliquant les revenus primaires calculés selon la méthode 4. Au cas où tous les autres intrants dans le secteur considéré proviennent de la production de ce secteur, le coût des intrants comprendra également les revenus des productions abandonnées, perdus par la production existante. Si ces intrants sont inutilisés par suite de la construction des aménagements, il faudra, pour une mesure correcte des revenus sociaux primaires nets, soustraire la production abandonnée.

**Méthode 6.** Méthode de calcul des bénéfices sur la base des revenus additionnels ou accrus des utilisateurs par suite de la réalisation des aménagements. Le profit net de la production primaire antérieure au projet (mais qui sera supplantée ou augmentée par le projet) est soustrait du total des revenus primaires du projet. Pour un secteur donné, la méthode 6 est équivalente à la méthode 5, si ce secteur représente un nouvel aménagement ou si aucune production antérieure n'a été abandonnée du fait de la réalisation du projet. Toutefois, la méthode 6 est nettement plus appropriée que la méthode 5 dans les cas d'abandon d'une production par un secteur afin qu'il puisse utiliser les nouveaux aménagements (ou pour accroître sa production grâce au projet).

**Méthode 7.** Il s'agit de la méthode de la valeur ajoutée, c'est-à-dire comprenant les revenus (ou profits) primaires nets du secteur, plus les salaires. Au plan théorique, la valeur ajoutée correspond aux bénéfices accrus du PNN (produit national net) résultant du

projet. La valeur du produit national net s'obtient d'après la valeur des ventes finales pour une période donnée, en général une année (cf. méthode 4). Le profit net (paiement des intrants fixes de production) plus le paiement de la valeur du travail familial, sont égaux à la valeur de vente de la production finale. Ainsi, la somme des augmentations des profits nets et des salaires est équivalente à l'augmentation du PNN (produit national net) attribuable au projet.

### **Bénéfices secondaires et tertiaires**

Les bénéfices secondaires sont définis en tant que bénéfices «induits par» ou «dérivés de» différentes activités économiques. Les bénéfices induits sont les bénéfices accrus de l'activité économique résultant d'une demande plus forte, ou modifiée, d'intrants pour l'industrie primaire. Par exemple, le développement du secteur de l'industrie des engrais chimiques peut avoir été provoqué par une augmentation des activités agricoles. Les profits dérivés d'activités sont les profits accrus dus à l'achat, à la transformation et à la vente de la production primaire. Par exemple, la création d'usines de transformation est provoquée par les activités industrielles liées aux activités agricoles. Les bénéfices secondaires sont également désignés sous les vocables de «backward linkages» (bénéfices induits ou «amont») et «forward linkages» (bénéfices provoqués ou «aval»). Les bénéfices tertiaires représentent les accroissements de production les plus éloignés des bénéfices primaires tout en demeurant liés à eux. Ils représentent l'augmentation de la production des industries qui desservent directement ou indirectement les industries secondaires soit par la fourniture des inputs soit par la transformation des outputs; à cette valeur accrue s'ajoutent les incidences sur les profits et les salaires du fait de l'augmentation induite de la demande au niveau des consommateurs. Le calcul direct des bénéfices tertiaires dus à des aménagements spécifiques est relativement délicat, compte tenu de la difficulté de déterminer le taux de croissance de la production d'une industrie donnée provoquée par un changement au niveau de l'industrie primaire. Plus l'industrie tertiaire est éloignée de l'activité primaire, moins l'impact de l'industrie primaire sur la production de l'industrie tertiaire sera conséquent et plus il sera difficile d'identifier cet impact.

Les bénéfices secondaires font souvent l'objet d'une estimation directe; par exemple, les perspectives de développement des usines de transformation sont souvent des projections à partir des besoins de l'industrie primaire. On calcule par projection la valeur future de la production et de l'emploi au niveau des industries secondaires et sur cette base on procède à une estimation des bénéfices secondaires.

Les bénéfices tertiaires font rarement l'objet d'une estimation directe. Pour l'estimation des bénéfices combinés (secondaires et tertiaires) de l'industrie primaire, on

a recours à des coefficients multiplicateurs qui sont en général: (1) le coefficient «Leontief» déduit d'une matrice d'input-output, où sont donnés les rapports des ventes (y compris les exportations) entre une industrie et toutes les autres industries. Les multiplicateurs entrant dans cette catégorie servent à l'estimation de l'accroissement de production dû aux changements intervenus dans la production de l'industrie primaire, ou (2) un coefficient basé sur le taux d'emploi de la main-d'oeuvre; il établit la relation entre les modifications du taux de l'emploi dans les industries de base (industries primaires) et celles des industries secondaires et tertiaires. Les variations de la production peuvent être estimées à partir de valeurs de productivité de la main-d'oeuvre.

Ces deux catégories de multiplicateurs sont dérivées des études statistiques sur les tendances à long terme de la conjoncture économique d'une région ou d'un pays donnés. L'approche «input-output» donne des estimations précises de la valeur des multiplicateurs, mais la collecte des données et la mise au point du modèle sont très coûteuses et très longues à réaliser.

**Méthode 8.** La huitième méthode suggérée pour l'estimation des bénéfices est celle de la valeur ajoutée plus celle des bénéfices induits et provoqués (cf. Tableau 2.4). On procède, à partir de la production sectorielle, à des projections sur les intrants requis et sur la production de l'industrie de transformation, puis à une estimation du taux de l'emploi et des revenus nets des industries associées. Pour chaque secteur, les bénéfices résultant des bénéfices induits et provoqués sont additionnés au montant de la valeur ajoutée de l'industrie primaire. On peut, pour la répartition des coûts, utiliser le rapport entre les bénéfices de chaque secteur et le montant total des bénéfices de tous les secteurs. A noter que les bénéfices secondaires sont imputés ou non au secteur primaire.

**Méthode 9.** La dernière des méthodes de calcul des bénéfices du Tableau 2.4. utilise la valeur ajoutée plus tous les bénéfices indirects. Le choix du multiplicateur (Leontief ou basé sur le taux de l'emploi) dépend de la nature des données disponibles sur la région ou le pays. En l'absence de matrice «input-output», il est conseillé de se servir de multiplicateurs basés sur le taux de l'emploi. On identifie les industries de base (exportatrices) et on détermine le taux de l'emploi et le niveau de production. Les reliquats de l'emploi et de la production sont considérés comme non essentiels. On établit ensuite le rapport entre emploi de base et emploi non essentiel afin de calculer l'augmentation de l'emploi dans les industries autres que les industries de base qui résultera des fluctuations possible du taux de l'emploi dans les industries de base. Dans la présente analyse, les industries de base sont généralement très imbriquées, ce qui rend impossible la répartition des bénéfices secondaires entre les divers secteurs économiques.

## Choix d'une Méthodologie pour l'Estimation des Bénéfices

Deux considérations importantes interviennent dans le choix de la méthode de calcul des bénéfices pour la répartition des coûts: (1) les besoins et les préférences de ceux qui sont chargés de la répartition des coûts; (2) les données disponibles. Plus une méthode est élaborée, plus le volume requis de données est important. C'est ainsi que la méthode 6 (revenus primaires nets) a été choisie pour la présente étude car les données disponibles (les coûts de formation du personnel ne sont pas inclus) permettent le calcul des revenus primaires nets. La méthode 7 n'a pu être adoptée, par manque de données relatives à la grille des salaires des divers secteurs économiques; il aurait fallu prendre pour hypothèse des salaires identiques pour tous les secteurs. Or une proportion constante de salaires entre tous les secteurs et tous les pays devant être maintenue, cette méthode aurait abouti aux mêmes estimations que la méthode 6. Par contre, la méthode 7 pourra être adoptée lorsque les données manquantes seront disponibles; on pourrait également inclure les coûts de formation du personnel. En ce qui concerne le secteur de la navigation, et vu le manque de données, la méthode 3 (c'est-à-dire la méthode de détermination des «économies réalisées par les expéditeurs») a dû être adoptée de préférence à la méthode 6, ce qui a permis de déterminer le coût de la navigation comparativement à la meilleure variante de transport.

La tarification des services du projet est basée sur la capacité qu'a chaque secteur d'assurer le remboursement des coûts des aménagements grâce aux redevances perçues. Ainsi les coûts sont imputés en fonction des bénéfices.

## Repartition des Coûts par Secteur et par Pays

Comme déjà indiqué, les bénéfices sectoriels résultant de l'utilisation des ressources d'un projet peuvent servir de base à la répartition, entre les secteurs, des coûts non séparables (coûts communs) du projet. Par principe, les services d'un projet sont sources de profits pour les différents secteurs. Si le coût d'un projet peut être affecté en totalité à un service donné, le prix de ce service en traduirait le coût. Or le coût restant d'un projet est affecté à chaque service en fonction des bénéfices qu'il procure aux différents secteurs, puis est ajouté au prix du service. Par conséquent, les coûts du projet sont récupérés des secteurs qui bénéficient des services par le biais d'une taxe d'utilisation établie sur la base des «coûts séparables-bénéfices restants». En additionnant ensuite les coûts communs affectés à un secteur et ses coûts séparables on obtient le montant total des coûts de ce secteur; ce montant est réparti entre les pays en fonction de leurs taux respectifs d'utilisation des biens et services fournis par le secteur considéré.

Le recouvrement de tous les coûts (d'investissement, d'exploitation, de maintenance, de remplacement) du projet est assuré soit par des subventions des Etats, soit par les redevances des utilisateurs, ces dernières étant, pour chaque secteur économique, déterminées en fonction des coûts affectés à ce secteur. Ainsi, chaque utilisateur d'un bien ou service du projet paie une charge proportionnelle à sa consommation. Les coûts totaux peuvent également être subdivisés entre (1) coûts d'investissement et (2) coûts d'exploitation, de maintenance et de remplacement (coûts variables associés au montant de l'output du projet). Cette procédure permet le remboursement du capital d'investissement par des taxes fixes imposées à tous les utilisateurs des biens et services du projet et le remboursement des frais variables par une taxe unitaire d'utilisation de l'output. Les études de répartition des coûts devraient toujours tenir compte des fluctuations de la production et des prix projetés par suite d'une hausse des coûts, lorsque les prix et la production sont supposés être déterminés par la relation entre l'offre et la demande. Les estimations de bénéfices devront tenir compte de la répercussion des taxes d'utilisation, susceptibles de réduire le taux d'utilisation, et par conséquent les bénéfices du projet.

Le dernier point à prendre en considération en matière de recouvrement des coûts concerne les bénéfices secondaires et tertiaires. La formation de ces bénéfices (ou augmentation de production) dans les autres secteurs de l'économie pourrait justifier le remboursement de certains coûts d'investissement par des prélèvements sur les recettes fiscales des pays.

#### **Application de la Méthode au Programme de Mise en Valeur du Bassin du Fleuve Sénégal**

Les différentes étapes de la méthode d'analyse adoptée dans la présente étude pour déterminer la répartition des coûts du programme sont schématisées à la Figure 2.5. On procède d'abord à l'identification des coûts de chaque projet ou activité puis on détermine leur séparabilité par service. Les coûts non séparables par service sont répartis entre tous les services selon l'une des 6 méthodes de répartition décrites au chapitre 2.5. Comme déjà exposé au début de ce chapitre, les résultats sont donnés pour chacune des quatre méthodes de répartition à savoir: les méthodes des bénéfices nets, des coûts séparables/bénéfices restants, des coûts justifiables des variantes et des coûts séparables ajustés/bénéfices restants. Les coûts totaux de chaque secteur de service (coûts séparables plus coûts communs affectés) servent de base à la fixation des prix des biens et services fournis à l'intérieur de chaque secteur économique. L'analyse des coûts par secteurs permet ensuite de déterminer s'ils sont séparables par pays. S'ils ne sont pas séparables par pays on les répartit entre les pays en fonction de l'utilisation de chaque service.

Il serait évidemment possible de résoudre le problème de répartition, par pays, des coûts communs en appliquant une méthode standard (la méthode SCRB par exemple). Toutefois cela exigerait une analyse plus sophistiquée de la répartition des coûts communs, et notamment l'évaluation de projets nationaux individuels susceptibles de fournir à chaque secteur les mêmes biens et services. Or l'approche adoptée dans cette étude, semble davantage compatible avec la notion de solidarité internationale que ne le serait la procédure envisagée ci-dessus.

Le tableau 2.5. donne, pour chaque service, la nature des données requises et les calculs permettant une estimation des bénéfices. A noter que contrairement à la Figure 2.5., le Tableau 2.5. ne représente pas le contrôle des crues en tant que service spécifique de projet. Dans la présente étude l'hypothèse adoptée est que le seul bénéfice du contrôle des crues est d'empêcher des dégâts au secteur agricole. Par conséquent, tant au tableau 2.5. que dans le restant de cette étude, le contrôle des crues est implicitement inclus dans le secteur agricole. Néanmoins cette fonction a été parfois considérée séparément, dans les divers scénarios possibles de gestion, mais uniquement à titre d'illustration, pour démontrer que les bénéfices du secteur agricole peuvent être considérés comme provenant à la fois de l'irrigation et du contrôle des crues. Si l'on se réfère au tableau 2.5. on peut constater que les données et les calculs nécessaires à l'estimation des bénéfices sont variables en fonction de la méthode adoptée, qu'il s'agisse de projections ou de bénéfices réels, les deux pouvant être utilisés. Lorsque le rythme d'aménagement de certains secteurs est plus lent que prévu, le remboursement effectif par les secteurs économiques sera insuffisant pour couvrir les coûts sur la base des bénéfices prévus. Il existe alors deux possibilités: la première consiste à réaffecter les coûts périodiquement sur la base des bénéfices effectivement réalisés et des modifications prévisibles affectant le flux des bénéfices escomptés. Il y a donc réajustement périodique de l'affectation des coûts par secteur et par pays. Avec la seconde option, la répartition des coûts peut être entièrement fondée sur les bénéfices escomptés dès le début des travaux d'aménagement. La première approche, dynamique en ce sens que les coûts sont réaffectés en fonction de la conjoncture, peut cependant poser des problèmes en matière d'aménagement étant donné qu'elle incite les participants potentiels à différer les aménagements jusqu'au remboursement effectif des premiers investissements par les participants actuels. La seconde approche manque quelque peu de flexibilité quant aux réajustements rendus nécessaires par les changements de conditions et elle risque d'obliger les pays participants à garantir les remboursements par des prélèvements sur le budget national; par contre, elle incite fortement à un développement rapide. Il se peut que la méthode la plus appropriée soit une combinaison de ces deux approches, la seconde étant adoptée en phases initiales et remplacée par la première méthode une fois acquise la participation active de tous les intéressés.

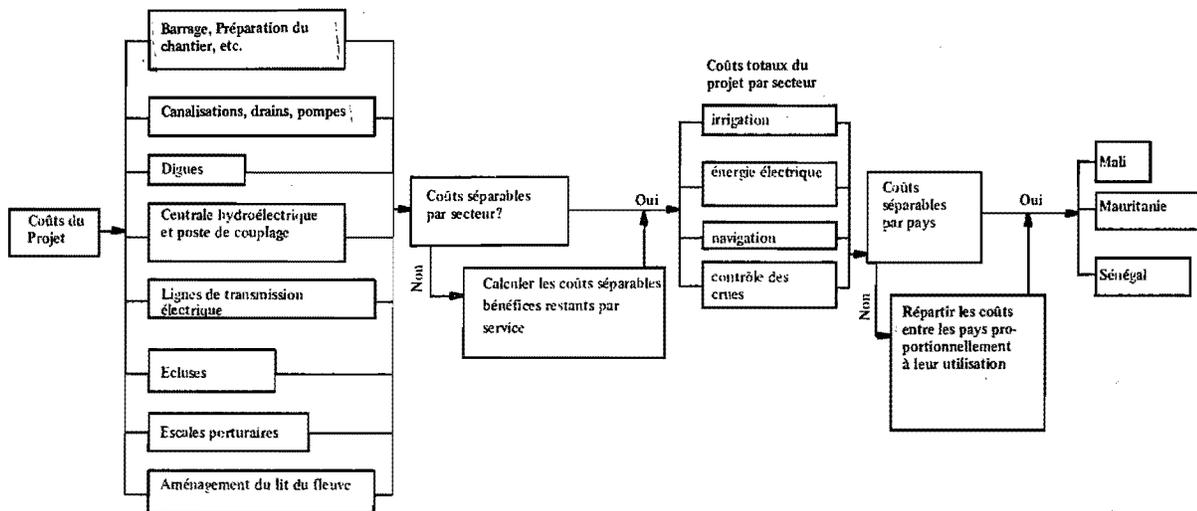


Figure 2.5. Démarche adoptée dans cette étude pour la répartition des coûts du projet de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal.

Lorsque les différents secteurs économiques disposent dans chaque pays d'une même marge de bénéfices et d'un même taux d'aménagement, et lorsque les résultats secondaires et tertiaires sont identiques dans chaque pays, le choix de la méthode de calcul des bénéfices en vue de la répartition des coûts n'aura pas de conséquence tangible pour les pays participants. Par contre, si les paramètres économiques, tels que les coûts des intrants et les prix de la production, varient d'un pays à l'autre, la part des bénéfices calculés par pays variera selon la méthode adoptée. Il en serait de même en ce qui concerne le multiplicateur et/ou l'analyse des bénéfices induits et provoqués; en cas d'inter-relations identiques entre la production secondaire et tertiaire

(c'est-à-dire une même proportionnalité eu égard à la production primaire), il n'est pas indispensable de faire intervenir ces bénéfices dans le calcul des bénéfices en vue de la répartition des coûts. Lorsque le manque de données est tel que seulement un multiplicateur ou une valeur de la production associée peut être établi et que ce multiplicateur ou cette valeur doit être généralisé à tous les pays et à tous les secteurs, les résultats de la répartition de coûts ne sont pas faussés si l'analyse ne tient compte que des seuls bénéfices primaires. Tel semble être actuellement le cas pour le projet d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal. Toutefois, au fur et à mesure qu'on disposera de données économiques plus détaillées, il s'avérera utile de procéder rapidement à une révision de la répartition initiale des coûts.

Tableau 2.5. Mode de calcul des bénéfices appliqué au programme d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal.

Production Directe du Service du Projet	Valeur de la Production Directe	Valeur Comparative des Coûts	Revenus Primaires	Revenus Primaires Nets	Bénéfices Primaires Nets	Valeur Ajoutée	Valeur Ajoutée + Bénéfices Induits et Provoqués (Multiplicateur de Type I)	Valeur Ajoutée + Bénéfices Secondaires et Tertiaires (Multiplicateur de Type II)
EAU STOCKEE	(prix) x (quantité d'eau vendue)	Coûts de l'eau pour l'agriculture fournie par le projet comparé à celui de la meilleure variante	Valeur* des produits agricoles (prix de marché des produits) x production totale, y compris consommation des ménages	Revenus primaires moins productions abandonnées (p. ex. valeur de la production de la culture de décrue)	Revenus primaires nets moins les coûts de production (y compris coûts de l'investissement)	Revenus primaires nets plus salaires payés	Valeur ajoutée au secteur de l'agriculture + valeur ajoutée par le développement de la production d'engrais, de l'industrie de transformation, des tanneries et autres activités	Valeur ajoutée à l'agriculture + (valeur ajoutée à l'agriculture x multiplicateurs du taux de l'emploi ou de l'output)
ENERGIE ELECTRIQUE	Prix x KWh vendu	Coûts de l'énergie hydro-électrique comparé à celui de la meilleure variante	Prix des produits miniers x production totale	Revenus primaires moins éventuelle production abandonnée	Revenus primaires nets moins les coûts de production (y compris coûts de l'investissement)	Revenus primaires nets plus salaires payés	Valeur ajoutée au secteur minier + valeur ajoutée aux industries de production des inputs destinés aux éventuelles industries de transformation des minerais et industries sidérurgiques	Valeur ajoutée à la production minière plus (valeur ajoutée à la production minière (x) multiplicateur du taux de l'emploi ou de l'output)
NAVIGATION (CONTROLE DES CRUES)	Prix x tonnes/miles de fret	Coûts du transport comparé à celui de la meilleure variante	Prix du transport x quantités transportées	Revenus primaires moins éventuels moyens de transport abandonnés	Revenus primaires nets moins les coûts de production (y compris coûts de l'investissement)	Revenus primaires nets plus salaires payés	Valeur ajoutée au secteur des transports par la navigation + valeur ajoutée aux industries de production des inputs (bâtiments fluviaux) et aux futures éventuelles industries dont la création résulte de la navigation (par exemple, entrepôts)	Valeur ajoutée au transport fluvial plus (VA ajoutée à la navigation x multiplicateur du taux de l'emploi ou de l'output)

\*La valeur de la production

\*La valeur de la production animale est incluse dans le secteur agricole.

## CHAPITRE 3

### LE MODELE ECONOMIQUE

#### Introduction

Un modèle de simulation économique est proposé aux fins d'analyse des différentes méthodes de répartition des coûts. Le modèle fait intervenir les revenus et les coûts de chacun des secteurs économiques primaires et pays utilisateurs des services du projet et répartit les coûts sur la base d'une taxe d'utilisation. Un tel modèle mathématique est utile à plusieurs titres. Premièrement, il présente une extrême flexibilité tant en ce qui concerne les répercussions des différentes variantes de répartition des coûts, qu'au niveau des politiques et/ou institutions de gestion possibles. Deuxièmement, le principe des taxes d'utilisation sous-entend à la fois la capacité des utilisateurs de rembourser les coûts du projet dans le temps et la possibilité pour les pays d'accorder des subventions pendant des périodes données, afin de soutenir l'effort de développement. Enfin le modèle contribue à l'identification des données nécessaires à une répartition des coûts plus précise et plus équitable.

#### Caractéristiques Générales du Modèle

Le modèle économique a été conçu pour remplir deux fonctions essentielles: 1) le calcul des taxes d'utilisation du projet permettant le recouvrement des coûts séparables et des coûts communs; 2) le calcul des revenus nets des secteurs miniers et agricoles de chaque pays.

La Figure 3.1. schématise le modèle économique et indique 1) les mécanismes de répartition des coûts entre les quatre services du projet; 2) le transfert aux secteurs économiques et sous forme de taxe d'utilisation, des coûts imputés, 3) les revenus nets de chaque secteur économique.

La répartition des coûts d'un aménagement entre les quatre services du projet est représentée par les trois rapports  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_3$ , qui ont les valeurs ci-après:

$$R_1 = \frac{C^{SM}}{C^{TM}} \cdot \frac{C^{JM}}{C^{TM}} = \frac{OMR^{SM}}{OMR^{TM}} \cdot \frac{OMR^{JM}}{OMR^{TM}}$$

$$R_2 = \frac{C^{SF}}{C^{ST}} \cdot \frac{C^{SW}}{C^{ST}} \cdot \frac{C^{SP}}{C^{ST}} \cdot \frac{C^{SN}}{C^{ST}} = \frac{OMR^{SF}}{OMR^{ST}}$$

$$\cdot \frac{OMR^{SW}}{OMR^{ST}} \cdot \frac{OMR^{SP}}{OMR^{ST}} \cdot \frac{OMR^{SN}}{OMR^{ST}}$$

$$R_3 = \frac{C^{JF}}{C^{JT}} \cdot \frac{C^{JW}}{C^{JT}} \cdot \frac{C^{JP}}{C^{JT}} \cdot \frac{C^{JN}}{C^{JT}} = \frac{OMR^{JF}}{OMR^{JT}}$$

$$\cdot \frac{OMR^{JW}}{OMR^{JT}} \cdot \frac{OMR^{JP}}{OMR^{JT}} \cdot \frac{OMR^{JN}}{OMR^{JT}}$$

où:

$C^{SM}, OMR^{SM}$

= respectivement, le total des coûts séparables d'investissement et OMR<sup>1</sup> du barrage de Manantali;

$C^{JM}, OMR^{JM}$

= respectivement, le total des coûts communs d'investissement et OMR du barrage de Manantali;

$C^{TM}, OMR^{TM}$

= respectivement, le total des coûts d'investissement et OMR du barrage de Manantali.

$C^{SF}, OMR^{SF}$

= respectivement, le total des coûts séparables d'investissement et OMR de l'ensemble des aménagements affectés au contrôle des crues;

$C^{SW}, OMR^{SW}$

= respectivement, le total des coûts séparables d'investissement et OMR de l'ensemble des aménagements affectés à la fourniture d'eau d'irrigation;

$C^{SP}, OMR^{SP}$

= respectivement, le total des coûts séparables d'investissement et OMR de l'ensemble des aménagements affectés à la production d'énergie;

$C^{SN}, OMR^{SN}$

= respectivement, le total des coûts séparables d'investissement et OMR de l'ensemble des aménagements affectés à la navigation;

$C^{ST}, OMR^{ST}$

= respectivement, le total des coûts séparables d'investissement et OMR pour les quatre services du projet;

$C^{JF}, OMR^{JF}$

= respectivement, le total des coûts communs d'investissement et OMR de l'ensemble des aménagements affectés au contrôle des crues;

<sup>1</sup>OMR = coûts d'exploitation, maintenance et remplacement.

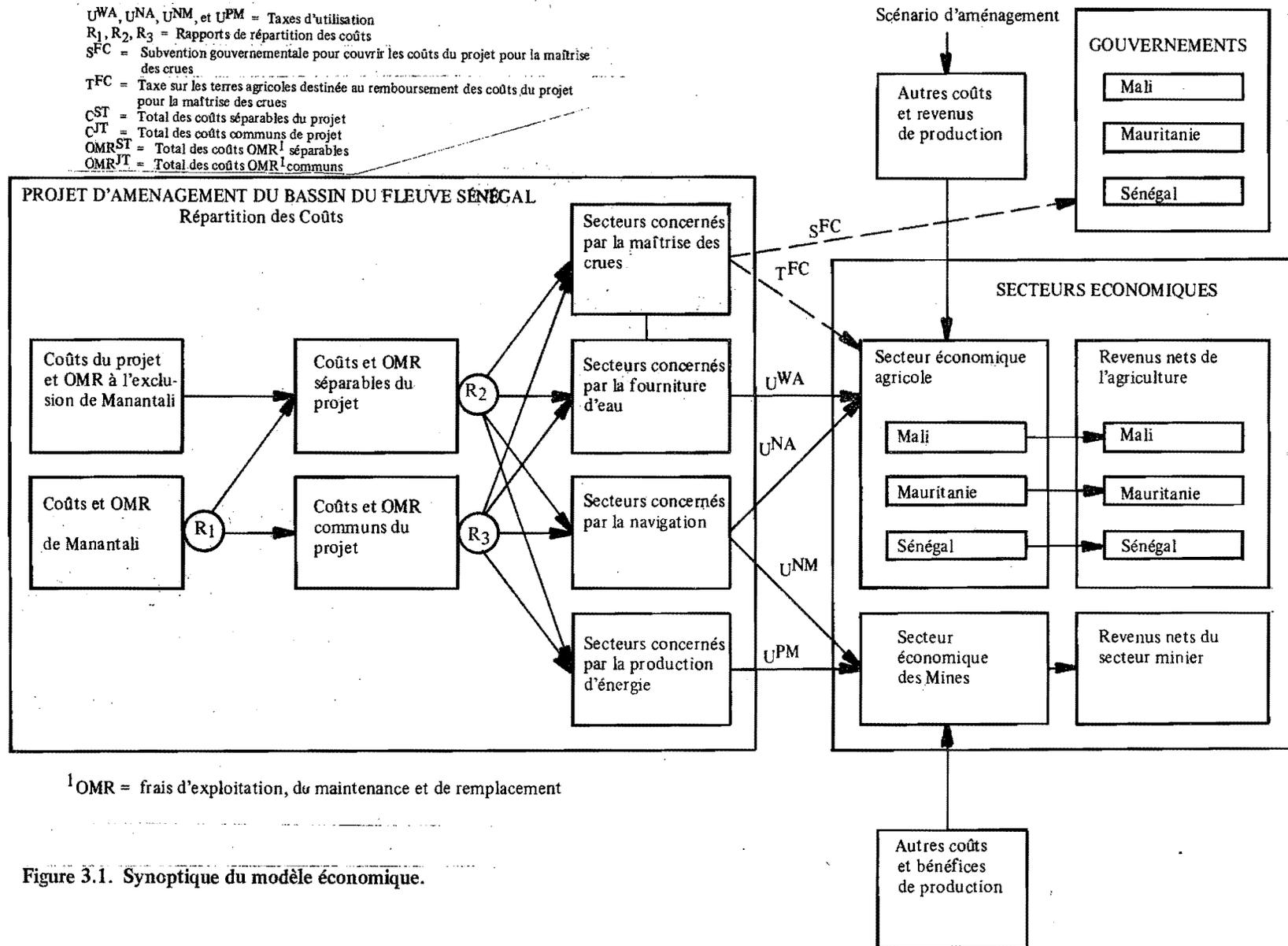


Figure 3.1. Synoptique du modèle économique.

- $C^{JW}, OMR^{JW}$   
= respectivement, le total des coûts communs d'investissement et OMR de l'ensemble des aménagements affectés à la fourniture d'eau d'irrigation;
- $C^{JP}, OMR^{JP}$   
= respectivement, le total des coûts communs d'investissement et OMR de l'ensemble des aménagements affectés à la production d'énergie;
- $C^{JN}, OMR^{JN}$   
= respectivement, le total des coûts communs d'investissement et OMR de l'ensemble des aménagements affectés à la navigation;
- $C^{JT}, OMR^{JT}$   
= respectivement, le total des coûts communs d'investissement et OMR affectés aux quatre services du projet.

On détermine, pour chaque service du projet, sauf le contrôle des crues, une taxe d'utilisation en appliquant l'équation générale ci-après, calculée à partir de la valeur actualisée (année 1976) des coûts des services du projet, et des taxes d'utilisation (cf. Tableau 3.1 a et 3.1c pour les définitions):

$$\begin{aligned} & \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} (\text{coûts du service du projet})_t \\ &= \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} (\text{revenus du service du projet} \\ & \quad \text{provenant de la taxe d'utilisation})_t \quad (3.1) \\ &= \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} (\text{taxe d'utilisation}) (\text{quantité de} \\ & \quad \text{service consommée})_t \quad (3.2) \end{aligned}$$

Si la taxe d'utilisation demeure constante dans le temps, l'équation 3.2 peut s'écrire

$$\text{taxe d'utilisation} = \frac{\sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} (\text{coûts du service du projet})_t}{\sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} (\text{quantité de service consommée})_t}$$

A noter que la taxe d'utilisation de chaque service du projet est calculée de sorte que sur une période de temps H elle permette le remboursement de tous les coûts séparables, communs, et OMR affectés à ce service. Les taxes d'utilisation sont donc déterminées par les coûts totaux du projet et par la méthode de répartition des coûts aboutissant aux trois rapports  $R_1, R_2, R_3$ .

Par le biais des taxes d'utilisation, les coûts du projet sont transférés aux utilisateurs primaires. Le secteur minier utilise l'énergie électrique et la navigation, tandis que le secteur agricole utilise l'eau d'irri-

gation et la navigation, mais est également le principal bénéficiaire du contrôle des crues rendu possible par le projet d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal. Avec le modèle économique, l'estimation des revenus nets du secteur minier et du secteur agricole s'obtient en soustrayant le total des coûts de la production du total des revenus provenant de la vente des produits. Dans les coûts de production sont compris les taxes d'utilisation des services fournis par le projet et les revenus sur le capital d'investissement. Pour faciliter la comparaison de l'incidence que les différentes méthodes de répartition des coûts ont sur la composition du revenu net, on a appliqué la valeur actuelle totale (prix 1976), sur une période de temps H, des revenus nets annuels du secteur minier et du secteur agricole de chaque pays. L'emploi des valeurs actuelles comme base de calcul est rendu nécessaire par les différents taux de réalisation des aménagements d'un pays à l'autre et d'un secteur à l'autre. Il n'est pas possible, à partir des données disponibles, de procéder à une estimation directe des revenus nets de la navigation pour les utilisateurs autres que les exploitations minières et agricoles; nous avons été obligés de procéder par approximation, en soustrayant le coût de la navigation des coûts actuels du transport des marchandises non liées à la production minière ou agricole; cela donne des économies nettes que l'on peut considérer comme l'équivalent du supplément de profits que la navigation assure à ces autres secteurs. La valeur de ces économies nettes est également établie sur la base des coûts de 1976. Ainsi, l'équation générale servant au calcul de la valeur actuelle totale des revenus nets devient:

$$\begin{aligned} \Pi &= \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} (\text{revenu total})_t \\ & - \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} (\text{coûts totaux})_t \quad (3.4) \end{aligned}$$

### Le Modèle Théorique

Le tableau 3.1. présente les équations utilisées par le modèle économique. Une équation de type 3.1. est appliquée aux services de la navigation (équation 3.7), de la fourniture d'eau (équation 3.8) et de la production d'énergie (équation 3.9). Chaque équation indique le bilan entre les services et les revenus dérivés de la vente de ces services aux secteurs économiques. Dans le cas du contrôle des crues, le recouvrement des coûts du projet peut être assuré de trois manières, à savoir par: 1) une augmentation de la taxe d'eau d'irrigation, 2) une taxe sur les terres irriguées bénéficiant du contrôle des crues, 3) des subventions directes accordées par les gouvernements concernés.

**Tableau 3.1a. Equations utilisées par le modèle économique - totalité du projet.**

Totalité du Projet: Revenus = Coûts du Projet

$$\sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \left\{ \sum_{m=1}^3 \left[ \sum_{n=1}^5 (U^{WA} Q_{mnt}^{WA}) + U^{NA} Q_{mt}^{NA} + \sum_{j=1}^3 (U^{PM} Q_{mjt}^{PM} + U^{NM} Q_{mjt}^{NM}) \right] \right\}$$

$$= \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} (C_t^{ST} + OMR_t^{ST} + C_t^{JT} + OMR_t^{JT} + \pi_t^N) \dots \dots \dots (3.5)$$

Totalité de Projet: Revenus = Coûts du Projet

Indices

- t = année
- m = pays
  - 1. Mali
  - 2. Mauritanie
  - 3. Sénégal
- n = culture
  - 1. riz
  - 2. tomate
  - 3. blé
  - 4. sorgho, mil et maïs
  - 5. fourrage
- j = minerai
  - 1. fer
  - 2. alumine
  - 3. phosphate

Exposants

- ℓ = services du projet
  - F = contrôle des crues
  - W = fourniture d'eau d'irrigation
  - P = énergie
  - N = navigation
  - T = total (tous les services du projet)
- i = secteurs économiques
  - A = secteur agricole
  - M = secteur minier
  - O = autres secteurs utilisateurs de la navigation
- k = types de coûts de projet
  - J = coûts communs
  - S = coûts séparables

Variables et Paramètres du Modèle

- r = taux de décompte
- H = année ultime
- $U_{mn}^{\ell i}$  = taxe d'utilisation du service ℓ fourni au secteur économique i
- $U_{mnt}^{\ell i}$  = quantité de service ℓ fournie au secteur économique i
- $C^{kt}$  = coût de projet total de type k
- $OMR^k$  = coût total d'exploitation, maintenance et remplacement de type k
- $\pi_t^N = r_t^N I_t^N$
- $\pi_t^N$  = revenus des investissements privés
- $r^N$  = taux de revenu des investissements privés dans la navigation
- $I_t^N$  = investissements privés dans la navigation

$$C^{kT} = C^{kF} + C^{kW} + C^{kP} + C^{kN} \dots \dots \dots (3.6a)$$

$$OMR^{kT} = OMR^{kF} + OMR^{kW} + OMR^{kP} + OMR^{kN} \dots \dots \dots (3.6b)$$

**Tableau 3.1b. Equations utilisées pour le modèle économique - services du projet.**

**Projet de Navigation: Revenus du Projet = Coûts du projet**

$$\sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \left[ \sum_{m=1}^3 U_m^{NA} Q_{mt}^{NA} + \sum_{j=1}^3 U_{mj}^{NM} Q_{mjt}^{NM} \right] = \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \left[ C_t^{SN} + OMR_t^{SN} + C_t^{IN} + OMR_t^{IN} + \dots \right] \quad (3.7)$$

**Service de Fourniture d'eau d'irrigation: Revenus du Projet = Coûts du Projet**

$$\sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \left[ \sum_{m=1}^3 \sum_{n=1}^5 U_{mn}^{WA} Q_{mnt}^{WA} \right] = \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \left[ C_t^{SW} + OMR_t^{SW} + C_t^{IW} + OMR_t^{IW} + \dots \right] \quad (3.8)$$

**Service de Fourniture d'Énergie: Revenus du Projet = Coûts du Projet**

$$\sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \left[ \sum_{m=1}^3 \sum_{j=1}^3 U_{mj}^{PM} Q_{mjt}^{PM} \right] = \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \left[ C_t^{SP} + OMR_t^{SP} + C_t^{JP} + OMR_t^{JP} + \dots \right] \quad (3.9)$$

33

**Tableau 3.1c. Equations utilisées pour le modèle économique - projets des secteurs économiques.**

**Revenus Primaires Nets du Secteur Économique Agricole**

$$\pi^A = \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \left( \sum_{m=1}^3 \left[ \sum_{n=1}^5 (P_{mn}^A Q_{mnt}^A - C_{mn}^A - U_{mn}^{WA} Q_{mnt}^{WA}) \right] - U_m^{NA} Q_{mt}^{NA} K^A + R_{mt}^{AF} - R_{mt}^{DISP} \right) \quad (3.10)$$

**Revenus Primaires Nets du Secteur Économique Minier**

$$\pi^M = \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \left( \sum_{m=1}^3 \sum_{j=1}^3 (P_{mj}^M Q_{mjt}^M - C_{mj}^M - U_{mj}^{PM} Q_{mjt}^{PM} - U_{mj}^{NM} Q_{mjt}^{NM}) \right) \quad (3.11)$$

**Economies Nettes des Autres Secteurs Économiques Dues à l'utilisation de la Navigation**

$$\pi^O = \sum_{t=1}^H \frac{1}{(1+r)^t} \sum_{m=1}^3 Q_{mt}^{no} (C_m^O - U_m^{no}) + Q_{mt}^{no} (G_m^O - G_m^{no}) \quad (3.12)$$

**Autres Variables et Paramètres du Modèle**

- $\pi^i$  = revenu net du secteur économique i
- $P_{mn}^i$  = prix du produit dans le secteur économique i
- $Q_{mnt}^i$  = quantité de production dans le secteur économique i
- $C_{mn}^A$  = coût de la production dans le secteur agricole A (à l'exclusion du coût de l'eau)
- $C_{mj}^M$  = coût de la production dans le secteur minier A (à l'exclusion du coût de l'énergie)

- $C_m^O$  = coûts de la variante de transport la moins chère par rapport à la navigation
- $R_{mt}^{AF}$  = bénéfices du contrôle des crues pour le secteur agricole
- $R_{mt}^{DISP}$  = pertes subies par le secteur agricole dues à l'abandon de cultures de décrue et pluviales
- $G_m^O$  = coûts de la manutention pour les autres secteurs économiques utilisant la variante au transport fluvial la moins chère
- $G_m^{no}$  = coût de la manutention pour les autres secteurs économiques utilisant la navigation

Comme le montre la Figure 3.1., chacune de ces variantes peut être analysée en appliquant le modèle économique.

L'équation 3.5., du tableau 3.1. donne le bilan des coûts totaux du projet et de ses revenus découlant des redevances d'utilisation, des subventions et des taxes. Il s'obtient par simple addition des équations 3.7, 3.8, et 3.9. Lorsque les taxes d'utilisation sont insuffisantes pour donner un résultat positif, la différence doit être compensée par des subventions ou par d'autres taxes.

Les redevances des utilisateurs (UWA, UNA, UNM et U<sup>PM</sup>), destinées au recouvrement des coûts communs et des coûts séparables, sont calculées à partir des équations 3.7, 3.8 et 3.9. Ces coûts communs et séparables sont formés d'éléments variables et d'éléments fixes. Les éléments variables sont les frais d'exploitation, de maintenance et de remplacement en relation avec le projet. Les frais fixes sont les coûts d'investissement y compris les intérêts. Les coûts séparables variables associés à certains niveaux spécifiques d'activité de certains utilisateurs dans un secteur donné sont incorporés aux taxes d'utilisation appliquées au secteur considéré. Les coûts séparables variables et fixes indépendants des niveaux d'activité des utilisateurs seront également incorporés aux taxes d'utilisation applicables au secteur considéré, mais calculées sur la base d'un coût moyen. Les coûts communs seront répartis entre les quatre services du projet sur la base du rapport R<sub>3</sub>, d'après une méthode de répartition des coûts telle que la méthode des «Coûts séparables/Bénéfices restants.»

On applique aux secteurs économiques agricoles et miniers une équation de type 3.4. Selon l'approche adoptée, il est possible en se servant d'une valeur ajoutée ou de multiplicateurs des revenus bruts, d'inclure les bénéfices des secteurs de transformation et de distribution des produits, ou de fournir des intrants aux secteurs économiques primaires. L'équation 3.12 permet de calculer les économies nettes réalisées par les secteurs utilisateurs de la navigation, à l'exception des secteurs miniers et agricoles.

En plus des coûts directs de production, l'analyse doit également tenir compte des revenus des cultures pluviales et de décrue abandonnées; les revenus des variantes aux productions déplacées sont alors inclus dans les coûts de production. Ces productions déplacées sont évaluées aux prix du marché, même lorsqu'elles sont en grande partie destinées à l'auto-consommation, étant donné que les paysans ont loisir

de les vendre ou de les consommer. Quant aux cultures de décrue rendues possibles par la crue artificielle, elles assurent également un revenu.

### Le Modèle sur Ordinateur

Deux programmes ont été mis au point pour cette étude, le PROG-1 ou modèle économique et le PROG-2 ou programme de traitement des données brutes qui sont ensuite converties sous une forme exploitable pour les besoins du modèle économique. Les résultats du PROG-2 sont stockés sur disques, un ensemble séparé de données étant constitué pour chacun des différents scénarios de développement analysés dans la présente étude, à savoir:

1. OMVS
2. OMVS modifié (selon les informations recueillies à Nouakchott, le rythme de développement en Mauritanie serait quelque peu réduit comparativement aux prévisions de l'OMVS)
3. Beyrard - lent
4. Beyrard - moyen
5. Bureau of Reclamation

Pour le moment, les bénéfices nets des autres secteurs (équation 3.12) ne sont pas incorporés aux programmes sur ordinateur mais sont calculés indépendamment.

Ces scénarios sont décrits et illustrés au Chapitre 4. Une option du PROG-1 permet à l'utilisateur du modèle de sélectionner l'un quelconque des scénarios pour lecture séparée. Les cinq scénarios ci-dessus, se distinguent essentiellement par le rythme d'aménagement du secteur agricole. Pour permettre à l'utilisateur du modèle de procéder à des modifications rapides, quelques données d'input et paramètres décisionnels supplémentaires sont enregistrés sur cartes perforées. Le circuit complet du PROG-1 est représenté à la Figure 3.2. Il indique les séquences des différentes étapes du traitement des données sur ordinateur et les réponses obtenues avec le modèle. On trouvera en Annexe B le détail de la programmation, ainsi qu'une description des données d'input et des paramètres décisionnels de PROG-1 et PROG-2. Les données ayant servi à cette étude sont présentées au Chapitre V. Le Tableau 3.2 résume les principales options du modèle. Des options supplémentaires en vue d'affiner la présentation des résultats sont décrites en Annexe B.

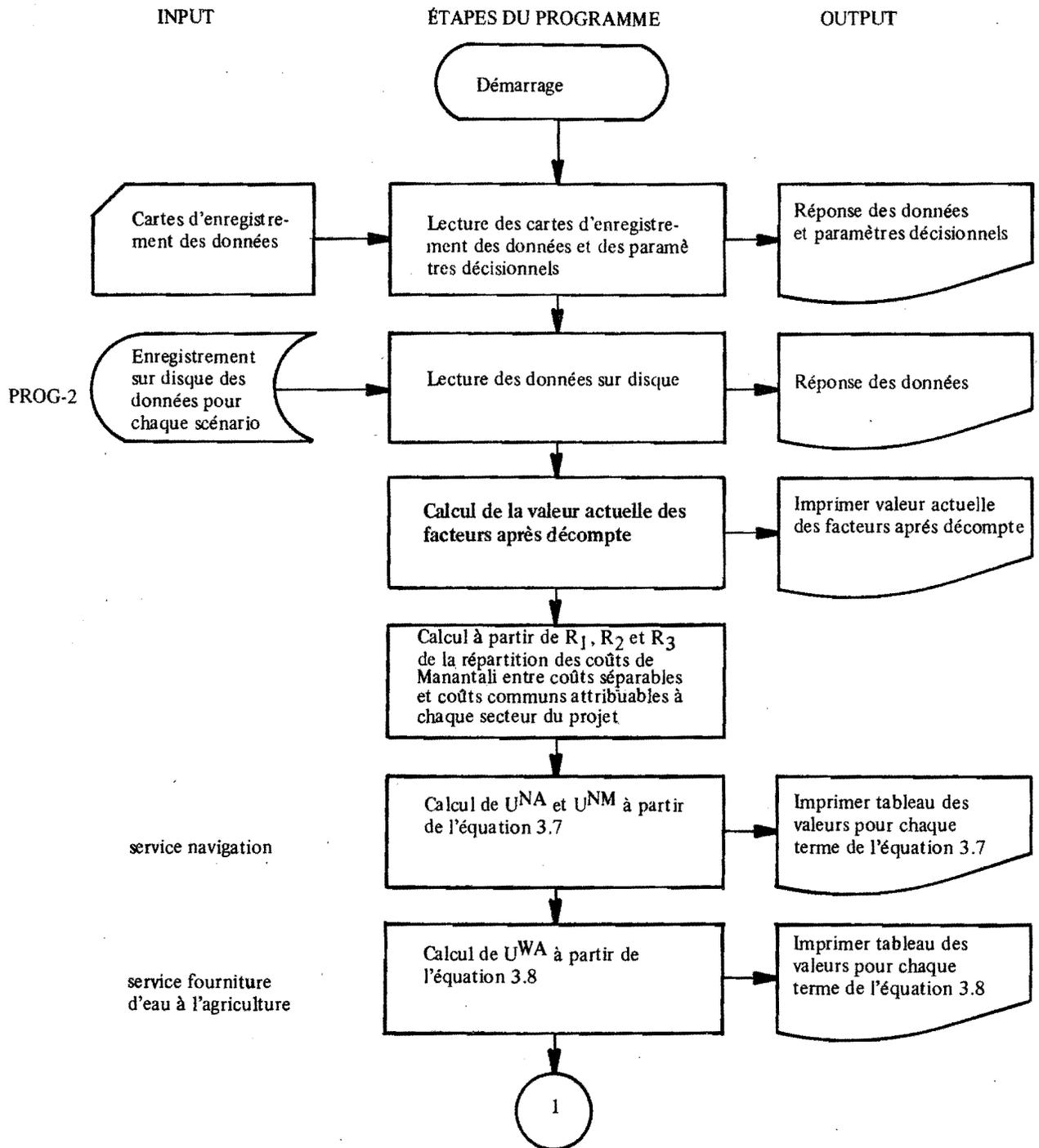


Figure 3.2. Circuit général du modèle économique (PROG-1).

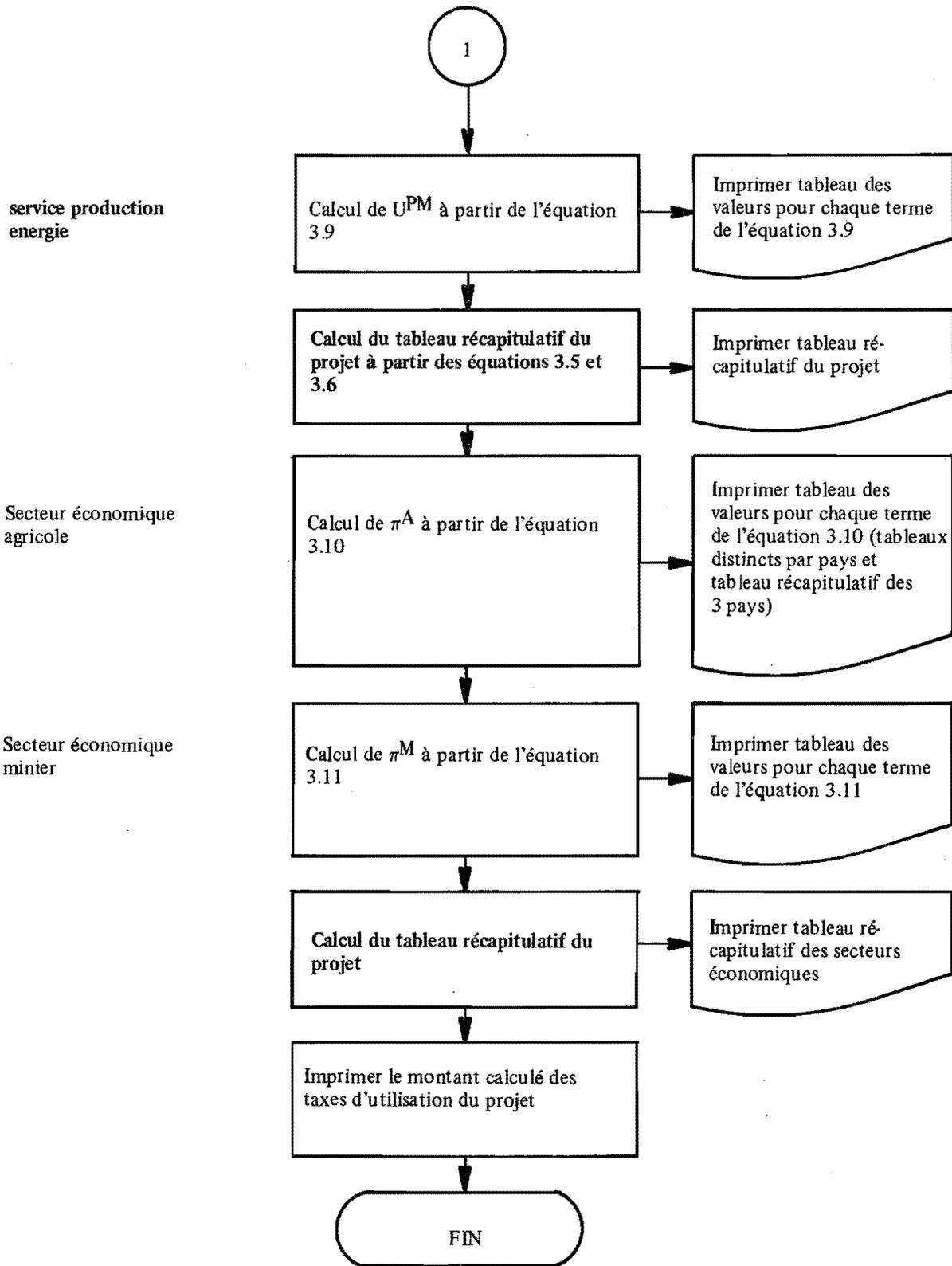


Figure 3.2. Continu.

**Tableau 3.2. Résumé des principales options du modèle.**

Symbole	Valeur	Signification
NRDS		Choix du scénario de développement à analyser
	10	Beyrard-lent
	11	Beyrard-moderé
	12	«Bureau of Reclamation»
	13	OMVS
	14	OMVS-modifié
ISEAS	0	Le projet assure la fourniture d'eau en saison des pluies (2 cultures irriguées annuelles)
	1	Le projet n'assure pas le fourniture d'eau d'irrigation en saison des pluies (1 culture irriguée annuelle)
IWP	0	Prix individuels par pays utilisés pour les produits agricoles
	1	Prix des produits agricoles pratiqués au Sénégal, utilisés comme approximation des prix du marché mondial
FNR	A préciser par l'utilisateur	Pourcentage du transport de produits miniers effectué par voie ferrée

## CHAPITRE 4

### PLAN D'AMENAGEMENT DU BASSIN DU FLEUVE SÉNÉGAL ET DONNÉES D'ÉTUDE DU MODELE

#### Introduction

Le programme de mise en valeur du Bassin du Fleuve Sénégal, auquel participent le Mali, la Mauritanie, et le Sénégal, comporte divers projets d'aménagements à réaliser sur une période d'environ 35 années. Le but de ce chapitre est d'étayer les données nécessaires au modèle d'analyse de la répartition des coûts et bénéfices, données relatives aux plannings, aux coûts, et aux revenus de ces aménagements. Les informations et données présentées concernent 1) les plannings des travaux de construction des principaux ouvrages, ainsi que les coûts d'investissement et d'exploitation, 2) les plannings de mise en exploitation des aménagements, leurs revenus et leurs coûts au niveau des secteurs utilisateurs. La Figure 4.1. donne un aperçu des plannings de construction et d'exploitation et l'échéancier des coûts et revenus correspondants.

#### Infrastructure et Coûts de Base du Programme

##### Composantes et buts du project

La présente étude est basée sur l'hypothèse que les infrastructures de base indispensables à la réalisation du programme général de mise en valeur du bassin du fleuve sont le barrage anti-sel de Diama dans le delta, et en amont, le barrage de Manantali sur la rivière Bafing.

**Barrage de Diama.** La cote du barrage, de 1m50 IGN en phase initiale, sera ultérieurement portée à 2m50, ce qui permettra une retenue d'eau de 310 millions de mètres cubes. Il aura pour fonctions essentielles 1) d'empêcher l'intrusion saline, 2) de servir de réservoir d'eau douce, 3) d'améliorer le remplissage du Lac de Guiers en eau à usage municipal (alimentation de Dakar) et du Lac R'Kiz en eau d'irrigation, et 4) d'améliorer le remplissage des dépressions de l'Aftout es Sahel en eaux d'irrigation et en eaux urbaines pour

la ville de Nouakchott. Le barrage de Diama sera vraisemblablement le premier projet de construction d'infrastructures de base à être entrepris.

**Barrage de Manantali.** Le barrage de Manantali, d'une hauteur de 60 mètres, aura une retenue totale d'eau de 13.500 millions m<sup>3</sup>, qui permettra 1) l'irrigation de 400.000 hectares de terres cultivables, 2) le maintien d'un débit minimum à Bakel pour les besoins de la navigation et 3) une production annuelle d'énergie de 800 x 10<sup>6</sup> kilowatts-heure. Le barrage de Manantali est donc l'ouvrage charnière à buts multiples du programme de mise en valeur de bassin.

A plus longue échéance, la construction de deux autres barrages sur le fleuve Sénégal, entre le barrage de Manantali et la ville de Kayes, est également prévue mais il n'en est pas tenu compte dans la présente étude sur la répartition des coûts.

En plus des deux barrages de Diama et Manantali, qui constitueront les structures de base en vue de la régularisation du débit du fleuve pour les besoins de l'irrigation, de la navigation et de la production énergétique, d'autres aménagements seront nécessaires pour la production d'énergie et pour la navigation, à savoir, d'une part la centrale hydro-électrique de Manantali et le réseau de distribution de l'électricité, d'autre part la construction d'escales portuaires le long du fleuve, l'aménagement des seuils, le matériel d'entretien du chenal, le balisage, la création d'une flottille de transport.

##### Estimation du coût des infra- structures du programme

Le coût des infrastructures de base du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal couvre les frais d'investissement, d'exploitation et de maintenance du barrage et de la centrale hydro-électrique de Manantali, du réseau de distribution de l'électricité, du barrage de Diama et des ouvrages de navigation. Conformément à la politique actuelle de mise en valeur, le

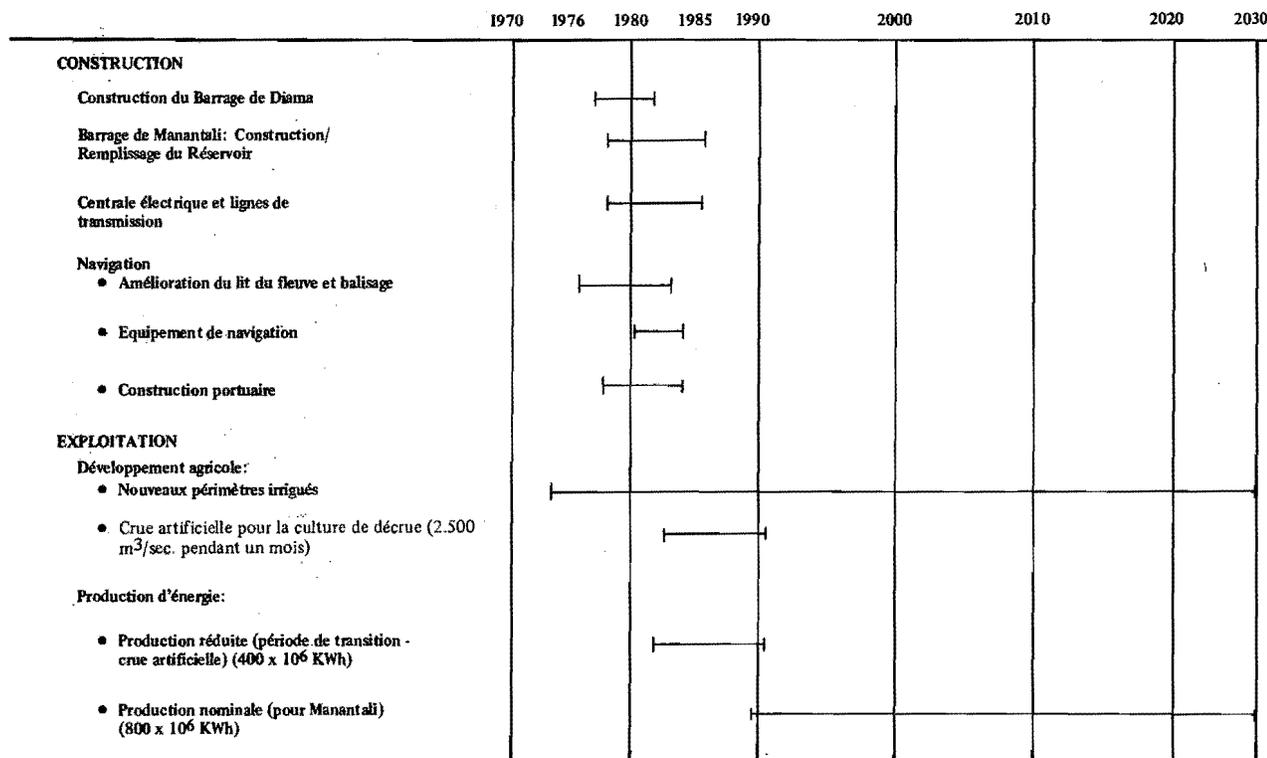


Figure 4.1. Planning de construction et d'exploitation des aménagements dans le bassin du fleuve Sénégal.

coût des infrastructures de base du programme sera réparti entre les trois pays participants, le budget étant géré par l'OMVS. Le modèle d'analyse de la répartition des coûts a pour fonction de fournir une base d'analyse, selon différentes méthodes, des coûts des infrastructures imputables aux trois services principaux du projet (fourniture de l'eau, production énergétique et navigation) et aux trois Etats membres. Ci-après sont résumées les estimations actuelles des coûts du projet et précisés les coûts séparables par services ainsi que les coûts communs à tous les ouvrages desservant les services du projet.

#### Coûts d'investissement et échéancier

En mai 1976, l'OMVS a présenté une estimation du coût des infrastructures de base pour la mise en valeur du bassin de fleuve Sénégal. Cette estimation, qui se fonde sur des études antérieures de factibilité des différentes composantes du programme: études de factibilité du barrage de Diama préparée par SOGREAH (1972), et du barrage de Manantali par Sénégal Consult (1970), a été révisée et mise à jour aux conditions de 1974 par le «Bureau of Reclamation» (USBR, 1976) (E.U). En comparant les estimations globales des coûts par ces études (présentées au Tableau 4.1.), on constate une inflation depuis les premières estimations.

Les coûts de construction de base ont même connu une hausse plus rapide que le taux général d'inflation monétaire.

Le Tableau 4.2. présente le planning d'investissement pour la construction des divers éléments des infrastructures de base suivant les estimations les plus récentes de l'OMVS. Selon ce tableau, tous les éléments du projet seront achevés en 1984, et même avant cette date pour le barrage de Diama et les travaux concernant le secteur de la navigation.

#### Elements des coûts séparables et communs

Le Tableau 4.2. indique les coûts séparables par services et les coûts communs à affecter selon les différentes modalités de la méthode d'analyse, et qui sont résumés au Tableau 4.3. Les coûts de la centrale électrique, du réseau de distribution et du système de navigation sont évidemment des coûts séparables imputables à ces services. Le barrage de Diama est destiné d'une part à empêcher la remontée de la langue d'eau salée qui rend l'eau du fleuve impropre tant à l'irrigation qu'à d'autres utilisations, et d'autre part à constituer une réserve d'eau douce. On considère que le barrage ne procurera aucun bénéfice au secteur de la navigation.

**Tableau 4.1. Comparaison entre les estimations des coûts totaux des aménagements du Bassin du Fleuve Sénégal (en 10<sup>6</sup> CFA).**

Projet	Estimations et Dates			
	SOGREAH (Janv. 1973)	SENE-CONS. (Janv. 1970)	BURREC (Oct. 1974)	OMVS (1976)
Barrage de Manantali		22.715 <sup>(a)</sup> (82,3) <sup>(b)</sup>	32.490 <sup>(c)</sup> (132,6) <sup>(b)</sup>	42.000
Centrale électrique et réseau de transmission		54.10 <sup>(a)</sup> (19,6) <sup>(b)</sup>	7.790 <sup>(c)</sup> (31,8) <sup>(b)</sup>	10.860
Barrage de Diama	4.710 <sup>(d)</sup>		9.850 <sup>(c)</sup> (40,2) <sup>(b)</sup>	11.000
Navigation				<u>15.000</u>
<b>Total</b>				<u>78.860</u>

(a) calculé à partir des estimations E.U au taux de 245 FCFA pour 1\$ E.U

(b) en millions \$ E.U

(c) calculé à partir des estimations E.U au taux de 276 FCFA pour 1\$ E.U

(d) Schéma DO du rapport SOGREAH

Les coûts de construction du barrage de Diama sont donc séparables et imputables au secteur de la fourniture d'eau et presque entièrement pour les besoins de l'irrigation.

Le barrage de Manantali est conçu pour 1) constituer une retenue d'eau permettant l'irrigation, 2) la régularisation du débit du fleuve afin d'améliorer sa navigabilité, 3) la production d'énergie hydro-électrique, et aucun élément du barrage à l'exclusion de la centrale électrique ne peut être identifié comme devant desservir spécifiquement l'un de ces trois services. Pourtant, certains des coûts du barrage sont séparables. Le coût séparable d'un service correspond au montant de la réduction des coûts totaux d'un projet du fait de l'exclusion du service considéré, tandis que tous les autres services sont maintenus au niveau initialement prévu. Les coûts restants sont classés dans la catégorie des coûts communs.

#### Coûts d'exploitation et de maintenance

Les coûts annuels d'exploitation et de maintenance des infrastructures de base doivent également être incorporés aux coûts pris en compte dans le modèle d'analyse. Seules l'expérience acquise et une comparaison avec d'autres projets permettraient une estimation de ces coûts. Le rapport du «Bureau of Reclamation» (1976) d'évaluation des éléments du projet, estime les coûts d'exploitation, de maintenance et de remplacement (OMR) à environ 1 pourcent du capital d'investissement sans toutefois préciser leur mode de calcul. Faute de données plus précises, c'est ce pourcentage qui a été appliqué aux coûts d'investisse-

ment pour l'estimation des coûts annuels d'exploitation, de maintenance et de remplacement.

#### Planning de Réalisation du Programme: Montant et Planning de Production, et Aménagement des Secteurs Utilisateurs

Une coordination des plans d'aménagement des divers secteurs utilisateurs de l'eau est indispensable, si l'on veut atteindre les bénéfices escomptés du système de barrages sur le fleuve dont l'exploitation permettra d'assurer l'alimentation en eau pour satisfaire les trois services primaires (irrigation, production d'énergie, navigation), les trois secteurs économiques utilisateurs de cette production étant d'agriculture, les mines et d'autres secteurs. L'expansion de chaque secteur économique est la condition nécessaire à leur utilisation de l'eau fournie, ce qui leur permet de réaliser les bénéfices potentiels. Le succès du programme est conditionné par le rythme de développement et l'augmentation de la production de chaque secteur. Les conditions de base et les programmes de développement résumés dans les paragraphes qui suivent, déterminent les flux de revenus du modèle d'analyse de la répartition des coûts.

#### Développement de l'irrigation et besoins en eau

Évolution des surfaces cultivées en fonction des variantes de développement. L'économie agricole actuelle s'articule autour de la culture de décrue in-

Tableau 4.2. Planning des investissements pour la construction des infrastructures de base (en CFA X 10<sup>6</sup>). (OMVS, 1976.)

Année (1)	Facteur de Conversion (2) (c)	Barrage de Manantali	Centrale Électrique et Réseau de Transmission		Barrage de Diama		Navigation		TOTAL
		(3) Annuels	(4) Annuels	(5) Total Après Conversion (c) (Prix 1976)	(6) Annuels	(7) Total Après Conversion (c) (Prix 1976)	(8) Annuels	(9) Total Après Conversion (c) (Prix 1976)	(10) Colonnes (3) + (4) (6) + (8)
1976	1,0	700			340	340	250	250	1290
1977	0,909	800			160	145,4	800	727,2	1760
1978	0,826	1.000			2250	1858,5	1400	1156,4	4650
1979	0,751	1.500	160	120,2	3000	2253,0	2650	1990,1	7310
1980	0,683	7.000	100	68,3	3 000	2049,0	4700	3210,1	14800
1981	0,621	8.000	1,300	807,3	2250	1397,3	3550	2204,6	15100
1982	0,564	9.000	4,800	2,707,2			1650	930,6	15450
1983	0,513	9.000	3,500	1,795,5					12500
1984	0,467	5.000	1,000	496,0					6000
TOTAUX		42.000	10.860	5,965,5	11000	8043,2	15000	10469,0	78860
Coûts OMR pour 20 ans			108,6 <sup>(a)</sup>	468,5	55 <sup>(b)</sup>	568,0	75 <sup>(b)</sup>	387,0	
Total après conversion (prix 1976)				6,434,0		8611,2		10856,0	

(a) à 1% du capital d'investissement

(b) à 1/2 de 1% du capital d'investissement

(c) Taux de décompte de 10%

**Tableau 4.3. Coûts communs et coûts séparables par services.**

Types de Coûts	Eléments du Projet	Services	Coût (CFA x 10 <sup>6</sup> )
Communs	Barrage de Manantali	Tous	42.000
Séparables	Barrage de Diama	Fourniture d'eau	11.000
Séparables	Centrale électrique/ Réseau de transmission	Energie	10.860
Séparables	Navigation	Navigation	15.000

stallée dès la fin de la saison des pluies et de la culture pluviale dont les semis coïncident avec le début des pluies. Les superficies cultivées et les potentialités de rendement sont fonction de la hauteur de la crue, ainsi que de la date et de la vitesse de la décrue. Le Tableau 4.4. (USBR, 1976) résume la situation générale actuelle de l'agriculture dans le Bassin du Fleuve.

Le programme de l'OMVS (mai 1976, p. 26) pour l'agriculture irriguée s'étale en trois phases, à savoir :

**Première Phase:** Phase transitoire de cultures traditionnelles, avec crues artificielles depuis le barrage de Manantali. Passage progressif vers la culture irriguée.

**Deuxième Phase:** Développement de la culture irriguée avec parfois deux récoltes annuelles.

**Troisième Phase:** Maîtrise complète de l'eau avec régularisation du débit du fleuve à 300 m<sup>3</sup>/sec et deux récoltes annuelles.

La Figure 4.2., basée sur les données du tableau 4.4., illustre la progression statistique prévisionnelle des superficies cultivées suite à la mise en exploitation du barrage de Manantali. L'abscisse correspondant à la fréquence des crues permet d'établir une comparaison entre les superficies annuelles moyennes cultivées sous les conditions actuelles de débit et avec crue artificielle. Les données de la Figure 4.2. sont résumées au Tableau 4.5.

La mise en exploitation du barrage de Manantali en Phase I permettra la modulation d'une crue artificielle annuelle suffisante pour maintenir en culture de décrue une superficie supplémentaire de 25.000 hectares (Fig. 4.2.). Dans notre modèle, nous avons considéré que cette crue artificielle sera maintenue durant la période quinquennale de 1985 à 1989.

Le Tableau 4.6. donne les prévisions de l'OMVS (mai 1976) quant au développement de l'irrigation dans les trois Etats membres pour la période 1975-1985, et qui en phase ultime portera les superficies irriguées à 400.000 hectares, dont 40.000 hectares au Mali,

**Tableau 4.5. Comparaison entre les superficies moyennes annuelles cultivées sous les conditions actuelles et avec crue artificielle.**

Type de Cultures	Superficie Actuelle (ha)	1ère Phase <sup>(a)</sup> (ha)
Décrue	130.000	130.000
Augmentation de cultures de décrue (a)	0	25.000
Sèche	75.000	75.000
Total	205.000	230.000

(a) avec crue artificielle.  
Source: OMVS, 1976

**Tableau 4.4. Situation générale actuelle de la culture de décrue (en milliers d'hectares).**

Amplitude de la crue	Nombre d'années sur 100	Superficie inondée	Culture de décrue	Culture pluviale	Total cultivé	Non cultivé
Forte	5	230	180	0	180	50
Moyenne	50	130	130	100	230	0
Faible	95	80	80	100	180	50

Source: USBR, 1976

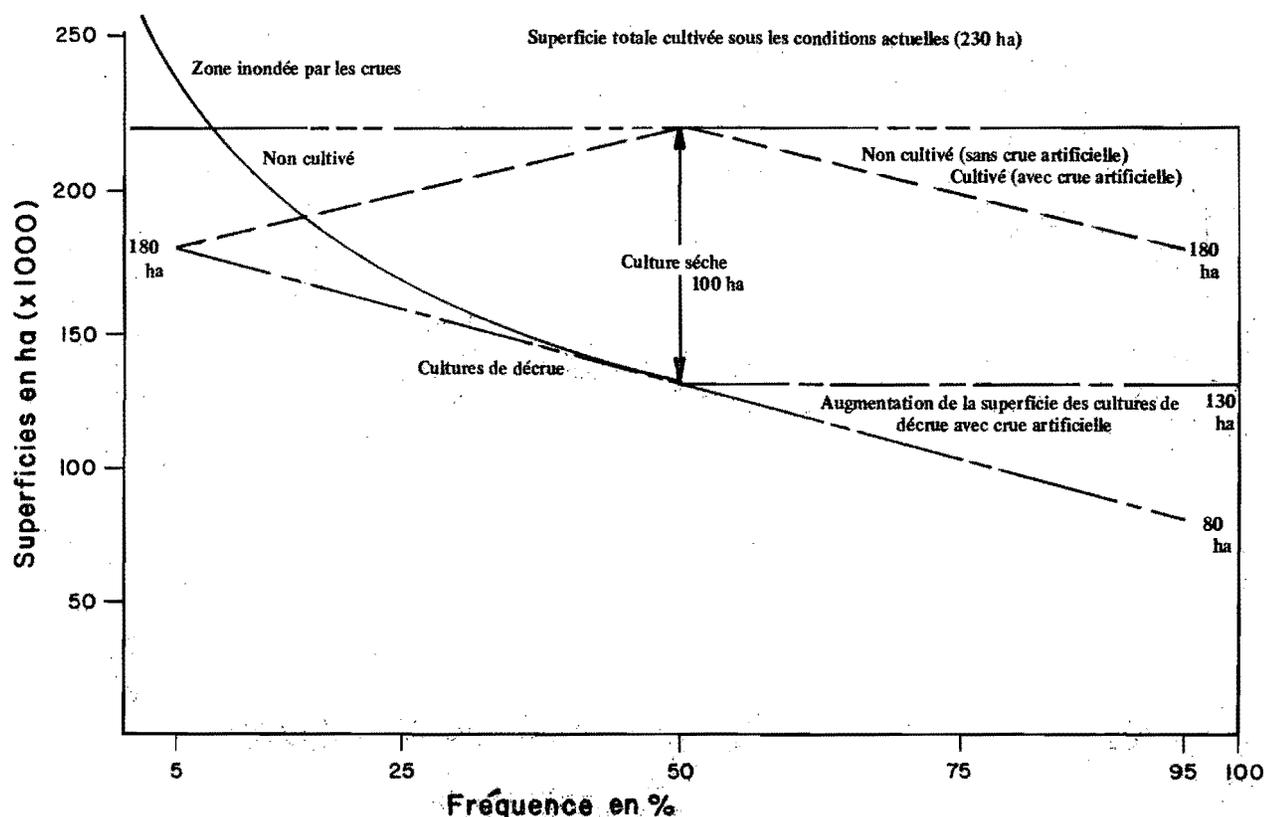


Figure 4.2. Superficie cultivée en fonction de la fréquence des crues dans le bassin du fleuve Sénégal.  
(Source: USBR, 1976, pages 48-51)

Tableau 4.6. Programme décennal OMVS (1976) de développement de l'irrigation.

Année	AUGMENTATION ANNUELLE DES SUPERFICIES IRRIGUEES (ha)							Total Cumulé (ha)
	Sénégal			Annuel	Mauritanie	Mali	Total Bassin	
	Delta	Haut Delta	Vallée					
1976	2770	1500	330	4600	3440 (base)	0	8040	8040
1977	2650	1200	900	4750	1660	40	6450	14490
1978	3750	1900	460	6110	800	40	6950	21440
1979	2500	2900	1500	6900	3900	40	10840	32280
1980	2000	1000	3400	6400	3800	600	10800	43080
1981	0	0	3600	3600	5460	600	9660	52740
1982	0	0	3000	3000	4840	800	8640	61380
1983	0	0	3100	3100	4300	0	7400	68780
1984	0	0	3300	3300	0	0	3300	72080
1985	0	0	2400	2400	0	0	2400	74480
Totals	13670	8500	21990	44160	28200	2120	74480	

120.000 hectares en Mauritanie et 240.000 hectares au Sénégal. La Figure 4.3. établit la comparaison entre les extrapolations de l'OMVS, le programme de développement présenté dans le rapport «Bureau of Reclamation» (USBR) (1976) et les trois rythmes de développement préconisés par Beyrard (1976) (lent, modéré et rapide). Les estimations du rapport USBR sont légèrement plus prudentes que celles de l'OMVS, le rythme d'aménagement étant plus lent sur les terres de culture de décrue et pluviale.

**Besoins en eau d'irrigation.** Les coûts du projet remboursables par le secteur agricole découleront surtout de l'utilisation de l'eau; il convient donc de déterminer les besoins en eau des différents programmes de développement de l'irrigation. Les estimations des besoins en eau d'irrigation sont fondées sur les systèmes de rotation des cultures (OMVS, 1976) dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal, ainsi que sur les estimations d'évapo-transpiration des plantes d'après les données recueillies dans les stations climatologiques du bassin, ou voisines (Hargreaves, 1975).

Le Tableau 4.7. donne, pour le delta et la vallée, les estimations des besoins mensuels en eau d'irrigation, quantités pondérées par le pourcentage de chaque culture dans le schéma de rotation, ainsi que les estima-

tions des pertes d'eau (de 10 et 20 pourcent) par évaporation et infiltration. Le modèle permet de calculer les besoins en eau saisonniers par culture, d'où la possibilité de mettre au point différents schémas de culture et de rotation.

Les données du Tableau 4.7 ont été appliquées aux différents programmes de développement (Tableau 4.6. et Figure 4.3.) afin de déterminer, par pays, les besoins totaux annuels en eau d'irrigation dans le delta et la vallée. Les calculs ont été effectués directement dans le cadre de la programmation sur ordinateur de l'analyse de répartition des coûts pour faciliter l'étude des différents rythmes de développement de l'irrigation. Le rapport entre les besoins mensuels en eau d'irrigation et les divers niveaux de probabilité du débit du fleuve non régularisé (Figure 4.4) indique clairement que la retenue de Manantali et la régularisation du fleuve sont indispensables si l'on veut aboutir au plein développement de l'irrigation. Par exemple, le programme de l'OMVS fixe pour 1980, et à un seuil de probabilité de 90 pourcent, un débit qui serait insuffisant pour faire face aux besoins entre mi-février et fin mai. A l'horizon 2000 l'approvisionnement en eau serait insuffisant de décembre à mai. La Figure 4.5. met en évidence les écarts à Bakel du débit du fleuve non régularisé (à un seuil de probabilité de 5 pourcent).

**Tableau 4.7. Moyennes (mètres) mensuelles pondérées des besoins des cultures en eau d'irrigation en fonction des estimations de pertes par percolation profonde, calculées à partir des besoins nets (selon OMVS, 1976).**

DELTA														
	Mois	Jan.	Fév.	Mars	Av.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total (m)
Riz/Riz (100%)														
Total hauteur d'eau (mètres) (a)		0,175	0,173	0,217	0,220	0,089	0,182	0,187	0,113	0,142	0,138	0,086	0,144	1,866
(b)		0,190	0,189	0,237	0,240	0,097	0,199	0,206	0,133	0,160	0,151	0,094	0,157	2,053
VALLÉE														
Récoltes	Mois	Jan.	Fév.	Mars	Av.	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total (m)
Riz/blé ou mil (50%)		0,068	0,012	0,013	0,014	0,013	0,187	0,147	0,082	0,140	0,152	0,024	0,085	
		0,075	0,013	0,014	0,015	0,015	0,207	0,168	0,103	0,160	0,167	0,027	0,093	
Riz/sorgho ou maïs (30%)		0,052	0,033	0,017	0,008	0,008	0,187	0,0147	0,082	0,140	0,152	0,016	0,045	
		0,057	0,036	0,019	0,009	0,009	0,207	0,168	0,103	0,160	0,162	0,017	0,049	
Riz/cultures fourragères (18%)		0,029	0,030	0,041	0,043	0,005	0,187	0,147	0,082	0,140	0,157	0,009	0,027	
		0,031	0,032	0,044	0,047	0,005	0,207	0,168	0,103	0,160	0,162	0,010	0,029	
Riz/tomate (2%)		0,004	0,003	0,001	0,000	0,000	0,187	0,147	0,082	0,140	0,157	0,001	0,003	
		0,004	0,004	0,002	0,001	0,001	0,207	0,168	0,103	0,160	0,162	0,001	0,003	
Total hauteur d'eau (mètres) (a)		0,153	0,078	0,072	0,065	0,026	0,187	0,147	0,082	0,140	0,152	0,050	0,016	1,312
(b)		0,167	0,185	0,079	0,072	0,030	0,207	0,168	0,103	0,160	0,167	0,055	0,174	1,467

(a) les estimations des pertes par infiltration et évaporation dans le réseau de distribution sont de 10%.

(b) les estimations des pertes par infiltration et évaporation dans le réseau de distribution sont de 20%.

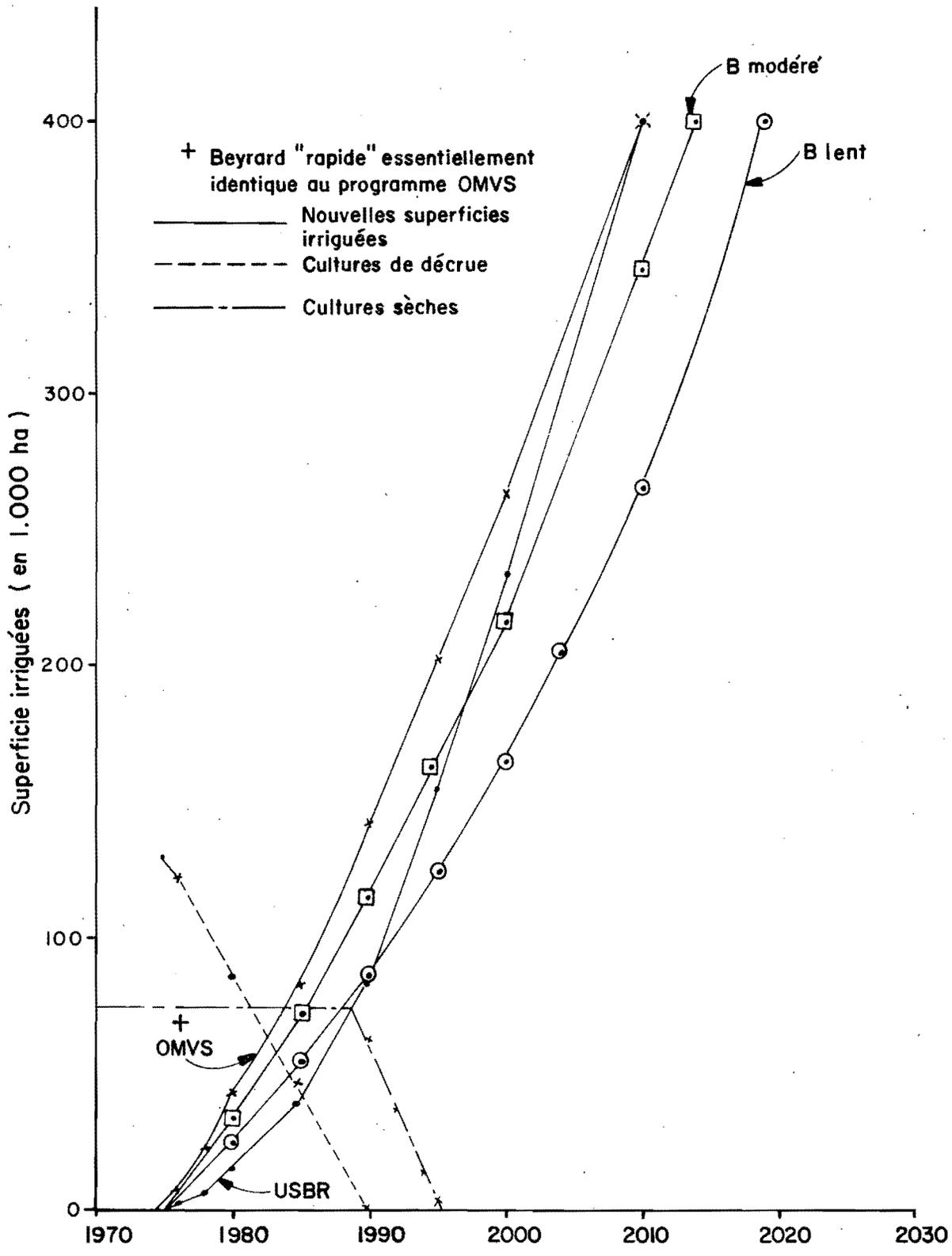


Figure 4.3. Superficie totale irriguée prévue par les programmes d'aménagement.

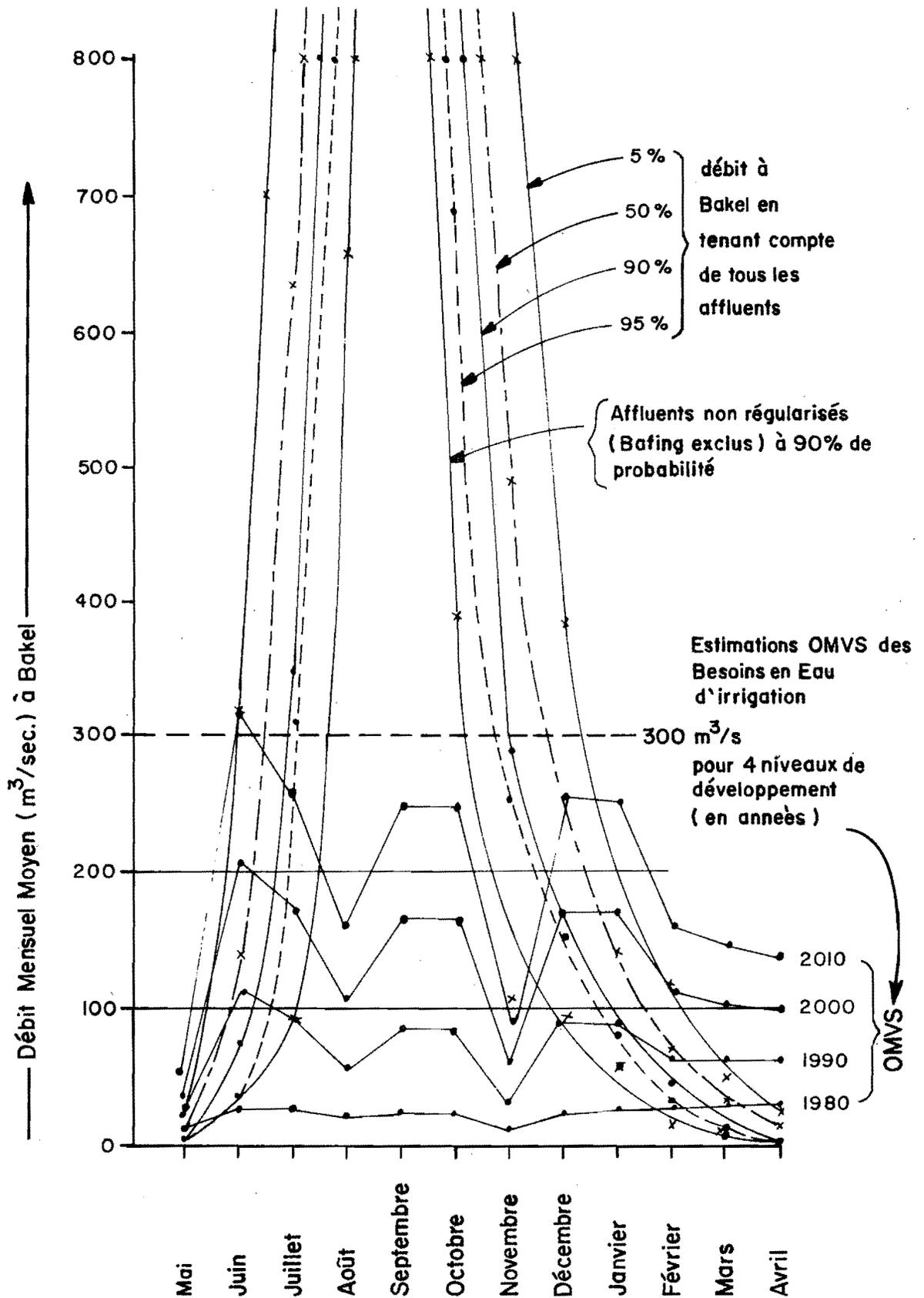


Figure 4.4. Besoins en eau d'irrigation prévus au programme OMVS de développement comparativement au débit du fleuve à Bakel à différents niveaux de probabilité.

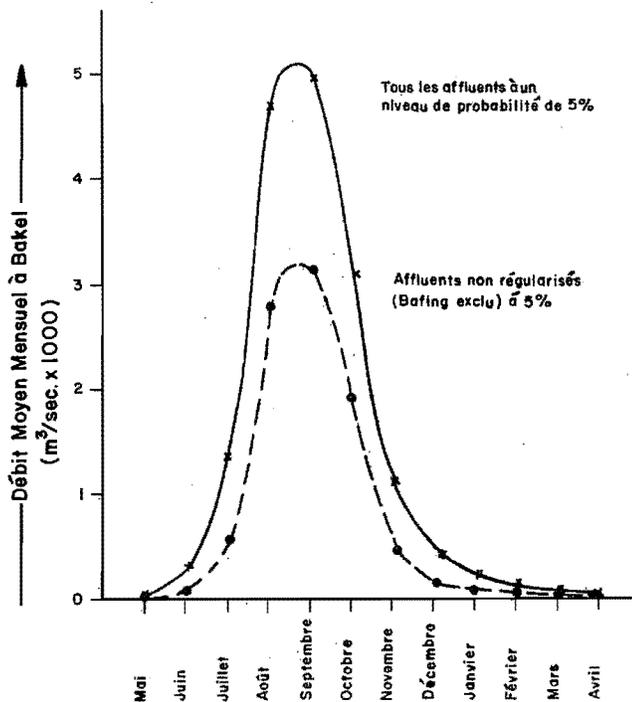


Figure 4.5. Débit mensuel moyen du fleuve Sénégal à Bakel à un niveau de probabilité de 5 pourcent. (Source: Sénégal Consoh, 1970)

### Développement de l'exploitation minière et production d'énergie hydro-électrique

La production d'énergie électrique par le barrage de Manantali qui, par ordre d'importance, se classe en seconde position des résultats du projet, sera particulièrement utile pour l'exploitation des mines de fer et de bauxite du Sénégal Oriental, le long du Falémé (étude MIFERSO) et sur la rive Malienne du fleuve.

Lorsque le régime du fleuve aura atteint le débit nominal de 300 m<sup>3</sup>/sec. (pour la navigation), la production annuelle d'énergie sera de 800 x 10<sup>6</sup> KWh avec un niveau de probabilité de 90 pourcent; mais durant la période de transition, avec le maintien d'une crue artificielle de 2500 m<sup>3</sup>/sec. pendant un mois par an, cette production ne sera que de moitié. Ultérieurement, de l'énergie de complément pourra être fournie par les stations au fil de l'eau de Petit Gouina (560 gwh/an) et Felou (410 gwh/an) la production totale atteignant 700 x 10<sup>6</sup> KWh/an; ce disponible énergétique pourrait être exploité après l'an 1990. La présente analyse, limitée aux aménagements de base, ne tient toutefois pas compte de ce potentiel de production supplémentaire.

Les estimations des futurs besoins énergétiques pour l'exploitation du fer et de la bauxite dépassent largement le potentiel de production de Manantali, comme l'indiquent les prévisions de l'OMVS (1976) présentées au Tableau 4.8. A ces chiffres, il convient d'ajouter les besoins énergétiques à plus long terme pour l'exploitation des phosphates de Civé, du cuivre de Diaguili et du Massif de l'Affolé en Mauritanie, de l'or et du cuivre de Kéniéba au Mali, et ceux nécessaires au développement industriel lié à la croissance économique, dont celle du secteur agricole.

Le rapport Beyrard (1976) présente une estimation ultérieurement modifiée par l'USBR (1976), de la production et de la distribution d'énergie depuis Manantali, dont une partie est destinée à l'agriculture et aux agro-industries. Mais l'OMVS, considérant que le consommation par ces deux secteurs utilisateurs est trop faible et trop irrégulière comparativement aux coûts de distribution, a décidé de concentrer l'effort sur le secteur minier. Le Tableau 4.9 résume les prévisions de consommation d'énergie et de développement du secteur minier sur la base d'un achèvement en 1984 du barrage de Manantali et des installations hydro-électriques, et en prévoyant le maintien d'une crue artificielle pendant une période de cinq ans.

Su la base des données du Tableau 4.8, concernant les besoins énergétiques du secteur minier, la Figure 4.6. présente deux variantes de production minière utilisant l'énergie fournie par le barrage de Manantali. La première option réserve tout l'énergie produite à l'extraction du fer (le potentiel de production étant de 720 x 10<sup>4</sup> tonnes/an de minerai à pleine capacité). A noter que les estimations de la MIFERSO concernant la production de fer pour un même niveau de consommation d'énergie sont de 10 millions de tonnes par an. Toutefois les estimations plus modérées de la Figure 4.6 ont été utilisées pour la présente étude. L'autre option prévoyait l'utilisation de 520 x 10<sup>6</sup> KWh/an pour la production de 520 x 10<sup>4</sup> tonnes de fer/an, le reliquat de 200 x 10<sup>6</sup> KWh/an étant réservé à une production annuelle de 66.7 x 10<sup>4</sup> tonnes d'alumine. Toutefois, actuellement, les études sur l'exploitation de l'alumine sont différées au bénéfice de l'exploitation du fer. La présente étude suppose donc nulle la production d'alumine et maximale celle du minerai de fer.

Tableau 4.8. Besoins entergétiques maxima pour l'extraction minière (selon OMVS, 1976).

Minerais	Besoins énergétiques (KWh x 10 <sup>6</sup> )	Production Totale (Tonnes métriques)
Fer	1 500	15 x 10 <sup>6</sup>
Allumine	180	0,6 x 10 <sup>6</sup>
Aluminium	100	0,1 x 10 <sup>6</sup>

Tableau 4.9. Prévisions de livraison d'énergie depuis le barrage de Manantali.

Année	Energie Produite et Commercialisée (KWh x 10 <sup>6</sup> /a)	Prévisions de consommation d'énergie (KWh x 10 <sup>6</sup> /a)					
		Fer		Alumine			
		Kayes	Falémé	Bale	Sitadina	Total	
1976	Etudes de conception et construction de l'usine hydro-électrique du barrage de Manantali et du réseau de transmission.						
1984							
1985		340(a)	120	0	220	0	340
1986		↓	↓	↓	↓	↓	↓
1987		↓	↓	↓	↓	↓	↓
1988		↓	↓	↓	↓	↓	↓
1989	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
1990	720 (b)	125	160	235	200	720	
2015	↓	↓	↓	↓	↓	↓	

(a) 400 x 10<sup>6</sup> KWh/a en période transitoire moins 15 pour-cent de pertes.

(b) 800 x 10<sup>6</sup> KWh/a en phase opérationnelle finale moins 10 pour-cent de pertes

#### Transport fluvial et développement de la navigation

Le projet de navigation est le troisième élément-clef du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, le fleuve devenant navigable toute l'année depuis le port maritime de Saint-Louis (Sénégal) jusqu'à Kayes (Mali), c'est-à-dire sur une distance de 925 km. L'aménagement du chenal permettra en phase initiale la navigation des bateaux d'un tirant d'eau maximum de 1m60. Le programme de développement de la navigation comprend:

1. La réalisation d'un port fluvio-maritime à Saint-Louis;
2. La réalisation d'un port fluvial à Kayes avec installations de transbordement rail/route;
3. La réalisation d'escales portuaires à Rosso, Richard-Toll, Dagana, Podor, Boghé, Kaédi, Matam, Bakel et Ambidédi;
4. L'aménagement du chenal de navigation (y compris dragage et déroctage) et le balisage;
5. La construction du barrage de Manantali avec régularisation du débit du fleuve à 300 m<sup>3</sup>/sec à Bakel pour les besoins de la navigation;
6. La mise en place d'une compagnie inter-Etats de navigation dotée d'une flotte de transport fluvial.

Le trafic sur le fleuve Sénégal ne dépasse pas, actuellement, 25,000 tonnes par an, et concerne essentiellement les produits alimentaires, les carburants

et les matériaux de construction. Le transport fluvial dessert le Sénégal et la Mauritanie, alors que le Mali demeure réellement enclavé, avec un trafic fluvial pratiquement nul.

Il ressort d'une étude des Nations-Unies (Sénégal Consult, 1970) que, même sans la régularisation du débit du fleuve depuis le barrage de Manantali, il serait possible de procéder à de légères améliorations de la navigation du fleuve et d'augmenter de 8 à 14 fois l'intensité du trafic. Le programme d'aménagement prévu portait sur la réalisation en deux étapes des ports de Saint-Louis et de Kayes, celle des escales portuaires et l'amélioration du chenal de navigation. Le Tableau 4.10 donne les estimations de l'augmentation du trafic fluvial et des coûts des aménagements selon ce scénario (sans Manantali).

Dans le cadre du développement des productions agricoles et minières prévu, la navigation servira de moyen de transport de base et les tonnages transportés seront certainement considérables, ainsi qu'on peut en juger des estimations de l'OMVS (1976) résumées au Tableau 4.11.

Le rapport Beyrard (1974) donne par pays les estimations du trafic fluvial relatif au secteur agricole. Ces données sont présentées au Tableau 4.12 et schématisées à la Figure 4.7.

Il importe surtout d'analyser le transport fluvial en relation avec l'exploitation minière. La MIFERSO prévoit une liaison ferroviaire jusqu'à Dakar pour le transport des minerais. Par conséquent, différentes combinaisons entre transport fluvial et transport par rail seront prises en considération dans la présente étude.

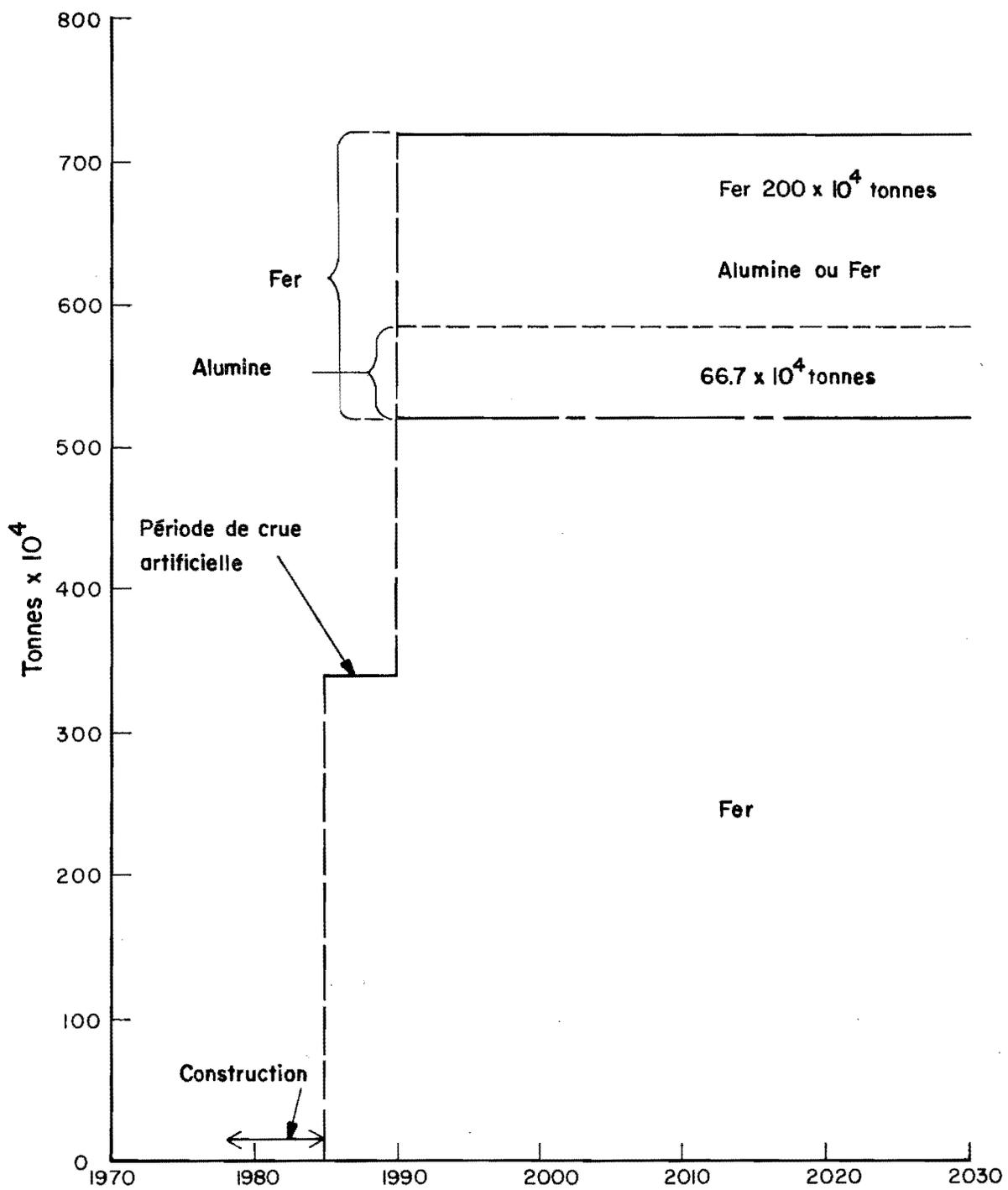


Figure 4.6. Les deux variantes de développement de la production minière en utilisant l'énergie produite par Manantali.

**Tableau 4.10. Estimation du volume du transport fluvial et des coûts après amélioration de la navigation sans le barrage de Manantali.**

Pays	Première Phase		Deuxième Phase	
	Revenus		Revenus	
	Tonnes x 10 <sup>3</sup>	Nets (CFA x 10 <sup>3</sup> )	Tonnes x 10 <sup>3</sup>	Nets (CFA x 10 <sup>3</sup> )
Mauritanie	40	130	54	170
Mali	105	440	195	770
Sénégal	73	280	124	420
Total	218	850	373	1 360

Source: Nations Unies, 1973

### Coûts et Revenus des Secteurs Économiques

La simulation sur modèle exige un volume important de données sur les coûts et les revenus des secteurs économiques utilisateurs de l'eau fournies par le projet envisagé. Plus l'approche adoptée est complexe, plus le nombre de données nécessaires est élevé. C'est ainsi qu'une analyse basée sur le revenu brut ne nécessite que des données sur les prix et les niveaux de production des divers secteurs d'activité, tandis qu'une analyse faisant intervenir à la fois les revenus nets et les bénéfices secondaires exige une budgétisation de chaque secteur d'activité de production et fait intervenir les rapports emploi/production ou les analyses input/output. Le modèle d'analyse des bénéfices à adopter est donc subordonné à la disponibilité et à la nature des données.

**Tableau 4.11. Prévisions sur l'importance du trafic fluvial après aménagement complet du bassin du fleuve Sénégal.**

Année	Tonnes (10 <sup>3</sup> )			Tonnes Kilométriques (10 <sup>6</sup> )		
	Secteur Agricole	Secteur Minier	Total	Secteur Agricole	Secteur Minier	Total
1980	800	0	800	280	0	280
1985	1 220	6 000	7 220	480	0	480
1990	1 660	6 000	7 660	680	5 600	6 280
1995	2 140	6 000	8 140	965	5 600	6 565
2000	2 660	6 000	8 660	1 090	5 600	6 690
2005	3 310	6 000	9 310	1 370	5 600	6 970
2010	3 980	6 000	9 980	1 660	5 600	7 260

Source: OMVS, 1976

**Tableau 4.12. Répartition par pays du volume de transport fluvial des produits agricoles.**

Année	Tonnes				Tonnes Kilométriques (10 <sup>6</sup> )			
	Mauritanie	Mali	Sénégal	Total (a)	Mauritanie	Mali	Sénégal	Total (a)
1975	43	130	130	-	17	120	20	-
1980	54	160	576	800	18	148	103	280
1985	92	225	885	1 220	38	208	200	480
1990	170	258	1 160	1 660	123	238	290	680
1995	305	316	1 500	2 140	140	292	495	965
2000	435	359	1 830	2 660	207	332	525	1 090
2005	610	398	2 250	3 310	278	368	685	1 370
2010	820	419	2 650	3 980	380	388	845	1 660

(a) selon Tableau 4.11. Sommes arrondies ne représentant que des valeurs approchées.

Source: Beyrard, 1974

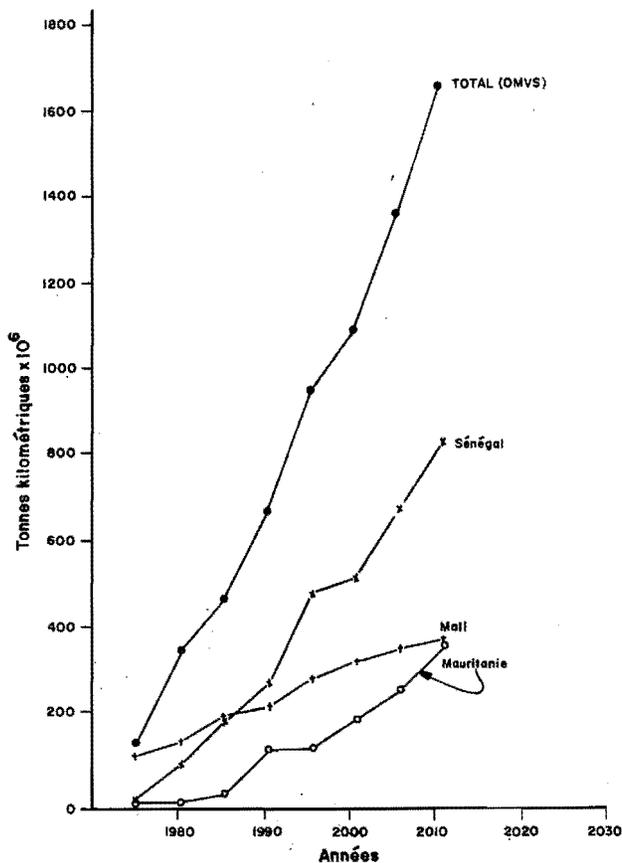


Figure 4.7. Prévisions de trafic fluvial en relation avec l'agriculture (selon Beyrard, 1974).

Les données utilisées pour la simulation sur modèle ont été recueillies dans la littérature et au cours de réunions et d'interviews dans les pays de l'OMVS. Leur analyse a ensuite permis de déterminer les variantes de modèles possibles. Certaines approches ont été immédiatement limitées par manque de données, tel que le manque de multiplicateur pour établir la relation entre la production dans un secteur et la production et l'emploi dans d'autres secteurs, ou l'absence de données pour une estimation exacte des multiplicateurs locaux. Reste la possibilité d'appliquer des multiplicateurs utilisés par d'autres pays en développement, mais cette solution présente des risques considérables d'erreurs quant à la transposition des données à l'un des trois pays de l'OMVS. L'analyse a donc dû être limitée aux revenus nets des secteurs agricole et minier.

Le manque de données a également nécessité l'élaboration de deux variantes. D'un pays à l'autre, des écarts considérables de coûts et de prix ont été constatés. Bien que la littérature existante n'avance aucune explication, ces variations semblent être surtout imputables aux droits d'importation, aux taxes et au contrôle des prix. Chaque politique nationale ayant

une incidence sur les prix de vente et sur les coûts, la rentabilité des exploitations minières et agricoles diffère sensiblement d'un pays à l'autre. C'est pourquoi l'input utilisé pour la simulation du modèle comprendra d'une part les valeurs recueillies par l'équipe de recherche quant aux prix et coûts en vigueur sur les marchés nationaux et d'autre part les cours mondiaux et les tarifs internationaux de transport. Le modèle est suffisamment souple pour inclure les données sur les marchés nationaux dans les chiffres globaux sur les bénéfices et les coûts. Il est également possible de faire apparaître ces données au niveau des périmètres individuels, mais cela exigerait des travaux considérables de révision et d'extension du modèle.

### Secteur agricole

Les différences de prix constatées d'un pays à l'autre et par rapport aux cours du marché mondial peuvent simplement résulter de subventions ou de taxations, étant donné la similitude des diverses productions et des structures du secteur agricole des trois pays. A conditions égales d'éloignement des marchés, les prix pratiqués sur le marché mondial et les tarifs internationaux de transport devraient être identiques pour tous les pays, abstraction faite des droits d'importation, des subventions et des réimputations internes de dépenses et de coûts. En d'autres termes, les valeurs et les coûts réels pourraient être identiques pour les trois pays.

Les données recueillies sur les budgets des exploitations agricoles sont présentées au Tableau 4.13. Les données de rendement et de coûts de production (à l'exception des coûts de main-d'oeuvre) des cultures irriguées ont été obtenues auprès des projets d'aménagement des périmètres de Dagona et de Matam, auprès de la SAED et auprès du Ministère de l'Agriculture de Mauritanie. Dans les coûts du projet sont inclus les coûts de remboursement, de maintenance et d'exploitation des réseaux d'irrigation et de drainage des périmètres (pompes, stations de pompage, digues, canalisations, branchements à la parcelle, drains, etc.). Les prix indiqués sont soit basés sur les données recueillies au cours d'enquêtes dans les pays concernés, soit communiqués par l'ONCAD, ou relevés dans les statistiques annuelles des Nations Unies ou de «Future Markets» (E.U. 1976). Les coûts de main-d'oeuvre ont été ajoutés aux coûts de production, lorsqu'un revenu pour les postes budgétaires «capital» et «main-d'oeuvre» était prévu dans les revenus nets calculés sur la base des données disponibles. Le montant des salaires a été arbitrairement fixé à 100.000 CFA/an, ce qui est supérieur au taux pratiqué dans l'un quelconque des trois pays. Etant donné que les frais de transport sont au moins en partie compris dans le prix des importations livrées à destination et qu'une partie du transport sera assuré par la future compagnie de navigation, le prix

**Tableau 4.13. Budget des exploitations agricoles, par cultures et par pays, en culture irriguée (en CFA/hectare).**

Cultures	Revenus			Coûts				Valeur Ajoutée	Main-d'Oeuvre <sup>a</sup>	Revenus Nets Primaires
	Rendements (T)	Prix <sup>b</sup>	Revenus Primaires	Labour et Récolte	Engrais et Herbicides	Semences	Eau <sup>c</sup>			
<b>Riz (paddy)</b>										
Sénég.	4,5	41.500	186.750	13.000	22.250	7.100	25.000	119.400	50.000	69.000
Maurit. (long)										
Maxi.	4,5	81.500 <sup>c</sup>	366.750	13.000	22.250	7.100	25.000	299.400	50.000	259.400
Moyen.	4,0	81.500	326.000		Estimation Coûts Totaux		150.000			176.000
Maurit. (petit)										
Maxi.	4,5	81.500	366.750	13.000	22.250	7.100	25.000	299.400	50.000	159.400
Moyen.	4,0	81.500	326.000		Estimation Coûts totaux		125.000			101.000
Mali	4,5	24.250	109.125	13.000	22.250	7.100	25.000	41.775	50.000	- 8.225
<b>Blé</b>										
Sénég.	3,8	43.000	163.400	10.000	22.250	6.200	-0-	125.350	50.000	75.350
Maurit.	3,8	25.000	95.000 <sup>d</sup>	10.000	22.250	6.200	-0-	56.550	50.000	6.550
Mali	3,8	27.500	104.500	10.000	22.250	6.200	-0-	66.050	50.000	16.050
<b>Tomates</b>										
Sénég.	32	15.000	480.000		Estimation Coûts Totaux sauf main-d'oeuvre 150.000			330.000	50.000	280.000
Maurit.										
Maxi.	40	20.000	800.000		Estimation Coûts Totaux y Compris main-d'oeuvre 600.000					200.000
Moyen.	32	20.000	640.000		Estimation Coûts Totaux y Compris main-d'oeuvre 600.000					40.000
Mali	Aucune donnée disponibles, supposé n'être pas considérée comme culture possible									
<b>Mil</b>										
Sénég.	3,5	35.000	122.500		Aucune donnée disponible sur les coûts;			84.450	50.000	34.450
Maurit.	3,5	25.000	87.500		Supposés identiques pour les 3 pays			49.050	50.000	- 950
Mali	3,5	16.000	56.000		à cœur du blé			17.550	50.000	-32.450
<b>Sorgho</b>										
Sénég.	3,5	35.000	122.500		Aucune donnée disponible sur les coûts;			84.450	50.000	34.450
Maurit.	3,5	15.000	52.500		Supposés identiques à ceux du blé pour les 3 pays			14.050	50.000	-35.950
Mali	3,5	16.000	56.000					17.550	50.000	-32.450
<b>Cult. Fourragères</b>										
Sénég.	100	1.225	122.500		Aucune donnée disponible sur les coûts;			14.050	50.000	34.450
Maurit.	100	525	52.500		Supposés identiques à ceux du blé pour les 3 pays			14.050	50.000	-35.950
Mali	100	560	56.000					17.550	50.000	-32.450

<sup>a</sup>Calculé sur la base d'un revenu familial annuel de 400 \$EU (100.000 CFA) réparti à égalité entre les doubles cultures. Pour une seule récolte annuelle, déduire 100.000 CFA du montant «Revenu Net.»

<sup>b</sup>Prix de référence 1975 communiqués par les gouvernements respectifs. Les données publiées antérieurement sont sensiblement inférieures à ces prix. Le prix des céréales sur le marché Sénégalais est approximativement ± 10% des cours du marché mondial. Aucune donnée disponible sur les cours mondiaux de la tomate. Tous les prix unitaires des produits s'entendent par tonne métrique.

<sup>c</sup>Les prix mauritaniens sont calculés au taux de 1 UM = 5 CFA, ce qui est légèrement inférieur au taux de change en vigueur.

<sup>d</sup>Prix des céréales en général. Le prix du blé peut être considérablement plus élevé que cette somme.

<sup>e</sup>Y compris coûts d'investissement et OMR

<sup>e</sup>Y compris remboursement coûts d'investissement, et OMR des endiguements, du pompage, des stations de pompage, des canalisations et drains, et de tous autres équipements hydrauliques des périmètres irrigués.

du transport par route et par rail des importations est indiqué au Tableau 4.14 pour le Mali et la Mauritanie. Par manque de données, le coût du transport pour le Sénégal a été calculé à partir des coûts Maliens.

Des données sur les rendements actuels des cultures traditionnelles ont été également recueillies sur place ou relevées dans la littérature. Le calcul de l'augmentation nette des revenus du secteur agricole s'obtient en soustrayant des revenus bruts des cultures irriguées, les estimations de revenus des cultures traditionnelles (Tableau 4.15). Pour le calcul de la valeur de la production fourragère, le sorgho est considéré comme la culture la plus importante, moins de 20 pour-cent de la production devant être assurés par les légumineuses fourragères fixatrices d'azote, ou les

fourrages verts. On a pris comme hypothèse que la valeur de la production de fourrage n'excèdera pas celle de grains. La valeur de la tonne de sorgho fourrager est donc estimée à partir de la valeur moyenne de grains obtenus sur une même superficie.

En utilisant la variante des prix du marché mondial et des coûts identiques entre les 3 Etats, toute différence de revenu agricole n'est fonction que des superficies aménagées. Par conséquent, les résultats du modèle pour le secteur agricole dépendent directement et uniquement du rythme d'aménagement des terres et des coûts du transport.

Il n'a pas été possible d'obtenir les cours mondiaux de la tomate, du soja, du mil et des fourrages. Les

prix et les coûts retenus pour le Sénégal avec la variante basée sur les prix mondiaux sont des approximations à partir des coûts mondiaux. Lorsque les prix mondiaux de certains produits agricoles étaient connus, l'écart avec les prix pratiqués au Sénégal était de plus ou moins six pourcent.

**Tableau 4.14. Estimation par pays des coûts du transport par rail et par route (en tonnes kilométriques x 10<sup>6</sup>).**

<b>MALI:</b>	
Transport par route	13 CFA
Rail	7 CFA
<b>MAURITANIE:</b>	
Route	20 - 30 CFA
<b>SÉNÉGAL (basé sur les prix Maliens)</b>	
Transport par route	13 CFA
Rail	7 CFA

### Secteur minier

Les coûts et les prix indiqués pour l'extraction du minerai de fer proviennent d'une enquête auprès de la MIFERSO. Le prix de vente des pellets de fer serait de 7595 CFA/tonne. Les coûts de production (y compris les frais de transport du minerai par rail au Sénégal) ont été estimés à 4.645 CFA/tonne FOB Dakar. Basées sur d'anciens tarifs, diverses hypothèses de coûts et de tonnages de minerai transportables par voie fluviale ont été faites, bien que MIFERSO n'envisage pas pour le moment d'avoir recours à ce moyen de transport. Les coûts s'entendent nets des coûts FOB. Il convient d'ajouter une charge de 1891 F.CFA/tonne pour le remboursement des frais d'investissement sur un capital de 205 x 10<sup>9</sup> F.CFA à un taux d'intérêt de 6.5 pourcent sur 20 ans. Les besoins énergétiques s'élèvent à 800 millions KWh/an, soit la totalité de la production prévue du barrage de Manantali. Pour ces motifs, et étant donné qu'aucune étude préliminaire n'a été réalisée, l'analyse de cette étude n'a pas tenu compte du développement du secteur minier (fer et bauxite) au Mali.

**Tableau 4.15. Budget des exploitations agricoles, par culture et par pays en cultures de décrue et sèche (en CFA).**

Cultures	Rendements (T/ha)	Prix (par tonne)	Bénéfices Primaires	Coûts (par ha)	Revenus Primaires Nets (par ha)
<b>Décrue</b>					
Sorgho (sans engrais)					
Sénégal	0,4	35.000	14.000	-0-	14.000
Mauritanie	0,4	15.000	6.000	-0-	6.000
Mali	0,4	16.000	6.400	-0-	6.400
Sorgho (avec engrais) <sup>a</sup>					
Sénégal	0,8	35.000	28.000	8.000 (engrais)	20.000
Mauritanie	0,8	15.000	12.000	8.000	4.000
Mali	0,8	16.000	12.800	8.000	4.800
Mil (aucune estimation de la réponse aux fumures)					
Sénégal	0,35	35.000	12.250	-0-	12.250
Mauritanie	0,35	25.000	8.750	-0-	8.750
Mali	0,35	16.000	5.600	-0-	5.600
<b>Cultures sèches (les rendements des cultures sèches pluviales ont été estimés approximativement à 50% des rendements des cultures de décrue).</b>					
Sorgho					
Sénégal	0,2	35.000	7.000		7.000
Mauritanie	0,2	15.000	3.000		3.000
Mali	0,2	16.000	3.200		3.200
Mil					
Sénégal	0,18	35.000	6.300		6.300
Mauritanie	0,18	25.000	4.500		4.500
Mali	0,18	16.000	3.200		3.200

<sup>a</sup>En cas de fumure organique, le coût de la fertilisation est considéré comme nul.

### **Autres secteurs**

Comme déjà précisé, le revenu net des autres secteurs a été calculé par approximation, à partir des économies sur les coûts de transport (tonne kilométrique), à savoir des économies de 6 F.CFA/Tkm

par rail et 12 F.CFA/Tkm par route, pour le Mali et le Sénégal, et de 19 à 29 F.CFA/Tkm par route pour la Mauritanie. Si l'on prend l'hypothèse d'un rythme lent de développement, les économies sont considérablement réduites et ne sont plus que de 1 F.CFA/Tkm par rail et 5 F.CFA/Tkm par route pour le Mali et le Sénégal et de 13 à 23 F.CFA/Tkm pour la Mauritanie.

## CHAPITRE 5

### METHODES DE REPARTITION DES COÛTS: APPLICATION ET ANALYSE

#### Etudes sur la Répartition des Coûts de Mise en Valeur du Bassin du Fleuve Sénégal

Quatre méthodes principales de répartition des coûts ont été analysées sous différentes hypothèses d'exploitation et de structure des buts du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, afin de pouvoir étudier les implications et l'impact des différentes politiques d'affectation de ces coûts. Les méthodes analysées dans le présent chapitre ainsi que les hypothèses d'exploitation et de gestion, déjà présentées au Chapitre 2, sont résumées au Tableau 5.1.

Les quatre méthodes décrites au Chapitre 2 et analysées en détail sont: 1) la méthode des «bénéfices nets»; 2) la méthode des «coûts justifiables des variantes»; 3) la méthode des «coûts séparables/bénéfices restants»; et 4) la méthode des «coûts séparables ajustés/bénéfices restants.»

Ont été également analysées, pour la mise en application de ces méthodes, diverses hypothèses politiques, notamment 1) le règlementation relative à l'exploitation du barrage de Manantali, 2) le statut de la navigation considérée soit en tant que secteur économique spécifique et auto-suffisant, soit en tant que fonction ne procurant pas de revenu direct mais assurant un service d'utilité publique, 3) l'inclusion et l'affectation des coûts du contrôle des crues, enfin 4) la comptabilisation des bénéfices tirés de l'irrigation en culture annuelle simple ou double.

Pour définir et évaluer toutes les options possibles offertes à l'OMVS et aux Etats-Membres en matière de répartition des coûts et de responsabilité fiscale, le présent chapitre a été subdivisé en trois sections: 1) mise au point des données de base pour les différentes méthodes de répartition des coûts, 2) application des méthodes de répartition des coûts au cas du bassin du fleuve Sénégal, 3) analyse de l'impact des méthodes de répartition des coûts aux niveaux des secteurs économiques et des Etats Membres.

#### Données de Base pour les Méthodes de Répartition des Coûts

##### Bénéfices procurés par le projet aux secteurs économiques

Afin de pouvoir mettre en application les différentes méthodes de répartition des coûts il est indispensable de déterminer les revenus et les coûts du projet, non compris les services du projet. La différence entre revenus et coûts représente le bénéfice pour les secteurs économiques avant l'affectation des coûts; il s'agit de l'un des paramètres indispensables pour la mise en application des méthodes de répartition des coûts. On obtient les bénéfices sectoriels de l'agriculture et de l'exploitation minière par simple simulation du modèle sans répartition des coûts.

##### Données requises pour l'établissement du modèle

On distingue deux grandes catégories de données nécessaires pour la simulation des modèles correspondant aux cas de base et pour les analyses de répartition des coûts à savoir: 1) les données du projet (résumées au Tableau 5.2.) et 2) les données sur les secteurs économiques. Les coûts annuels d'exploitation, de maintenance et de remplacement (ou coûts OMR) de la production d'énergie sont considérés comme étant égaux à 1 pour-cent du total des investissements dans ce secteur et à 0.5 pour-cent dans les secteurs de la navigation et de la fourniture d'eau. Pour le projet de Manantali ils sont égaux à 0.5 pour-cent du coût total du barrage.

Les postes 1 et 3 du Tableau 5.2. correspondent aux éléments de coûts fixes et variables des coûts séparables du projet, à l'exclusion des coûts du barrage de Manantali. Les postes 2 et 4 représentent les éléments fixes et variables des coûts séparables et communs du barrage de Manantali, c'est-à-dire les coûts devant être affectés selon l'une ou l'autre méthode de répartition. Il convient de rappeler que la Figure 3.1. schématise la répartition des coûts de Manantali et fait ressortir leur subdivision en coûts séparables et coûts communs, chaque subdivision étant répartie entre les quatre services du projet.

Tableau 5.1. Application des méthodes de répartition des coûts.

Code d'identification des cas	Affectation des Coûts Séparables du Barrage de Manantali					Prise en Considération des Bénéfices du Projet			
	Eau et Navigation		Contrôle des Crues		Tous les Coûts Sont Communs J	Bénéfices Tirés de la Navigation		Bénéfices Tirés de l'Irrigation	
	Stockage Séparé A	Stockage Commun B	Sans	Avec (FC)		Exclus 1	Inclus 2	2 Saisons (S2)	1 Saison (S1)
<b>I. Coûts séparables/bénéfices restants</b>									
I-A-2-(S2)	X		X				X	X	
I-A-(FC)-2-(S2)	X			X			X	X	
I-B-2-(S2)		X	X				X	X	
<b>II. Coûts séparables ajustés bénéfices restants</b>									
II-A-2-(S2)	X		X				X	X	
II-B-2-(S2)		X	X				X	X	
<b>III. Coûts justifiables des variantes</b>									
III-J-2-(S2)			X		X		X	X	
III-J-(FC)-2-(S2)				X	X		X	X	
<b>IV. Bénéfices moins coûts séparables</b>									
IV-A-1-(S2)	X		X			X		X	
IV-A-2-(S2)	X		X				X	X	
IV-B-1-(S2)		X	X			X		X	
IV-B-2-(S2)		X	X				X	X	
IV-J-1-(S2)					X	X		X	
IV-J-2-(S2)					X		X	X	
IV-A-1-(S1)	X					X			X
IV-A-2-(S1)	X						X		X
IV-J-1-(S1)					X	X			X
IV-J-2-(S1)					X		X		X

**Exemple**

Le code I.A.2. (S2) s'interprète comme suit:

- I = Méthode de répartition des coûts dite «méthode des coûts séparables - bénéfices restants.»
- A = Volume séparé de retenue d'eau du réservoir de Manantali attribué à chacun des buts du projet.
- 2 = Les bénéfices directs de la navigation sont inclus dans l'analyse
- S2 = Les bénéfices affectés au projet proviennent d'une double culture irriguée annuelle (deux récoltes).

Les données relatives au secteur minier sont résumées dans le Tableau 5.3. et celles du secteur agricole dans le Tableau 5.4. Les frais de navigation affectés au secteur agricole sont basés sur une estimation des intrants directs de production correspondant à 2.5 tonnes/ha et sur les distances moyennes représentées à la Figure 5.1. Le calcul des revenus, sous les différents schémas d'aménagement, est basé sur les futures superficies irriguées, le développement du secteur minier et l'augmentation prévue du trafic fluvial en relation avec l'agriculture et l'exploitation

minière. Pour l'ensemble de l'analyse un taux d'escompte de 10 pour-cent a été appliqué à tout cash-flow (coûts et revenus).

**Résumé des bénéfices**

Le Tableau 5.5. résume les résultats des différentes simulations du modèle en vue de dégager les données essentielles. Le programme d'aménagement élaboré par l'OMVS (fondé sur les cours du marché

Tableau 5.2. Résumé des coûts du projet en milliards (10<sup>9</sup>) CFA.

DESCRIPTION	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
<u>1. Coûts séparables du projet à l'exclusion de Manantali.</u>									
--Navigation	0,25	0,80	1,40	2,65	4,70	3,55	1,65		
--Agriculture et fourniture d'eau	0,34	0,16	2,25	3,00	3,00	2,25			
--Energie				0,16	0,10	1,30	4,80	3,50	1,00
<u>2. Coûts du projet de Manantali</u>	0,70	0,80	1,00	1,50	7,00	8,00	9,00	9,00	5,00
<u>3. Coûts OMR à l'exclusion de Manantali</u>									
--Navigation	0,075 par an à compter de 1985								
--Agriculture et fourniture d'eau	0,055 par an à compter de 1985								
--Energie	0,109 par an à compter de 1985								
<u>4. Coûts OMR de Manantali</u>	0,21 par an à compter de 1985								

Tableau 5.3. Résumé des données relatives au secteur économique d'exploitation minière.

DESCRIPTION	Unités	1976 - 1984	1985 - 1989	1990 -2019
Production de minerai de fer	tonne	0.0	3.2 x 10 <sup>6</sup>	5.0 x 10 <sup>6</sup>
Consommation d'énergie	kw-hr	0.0	3.4 x 10 <sup>8</sup>	5.2 x 10 <sup>8</sup>
Transport en relation avec l'exploitation minière	tonne-kw	0.0	3.0 x 10 <sup>9</sup>	4.7 x 10 <sup>9</sup>
Coût de production du minerai de fer (transport excepté)	CFA/tonne	-----50.50-----		
Prix du transport par voie ferrée	CFA/t-km	2.5		
Frais supplémentaires de transport fluvial (manutention)	CFA/t-km	0.71		
Prix de l'énergie déduit du coût de production du minerai de fer	CFA/kw-hr	4.92		

mondial) a été choisi comme modèle de base de l'analyse des différentes méthodes de répartition des coûts. D'autres scénarios ont également été analysés pour évaluer la sensibilité des solutions à ces hypothèses.

Comme l'indique le Tableau 5.5., le cas pris comme modèle de base prévoit deux possibilités de calcul des bénéfices du secteur agricole. La première approche consiste à inclure les bénéfices des deux récoltes annuelles prévues dans le cadre du programme de développement de l'irrigation, tandis que la seconde approche ne tient compte que d'une seule récolte par an en culture sèche étant donné l'objection possible qu'en saison des pluies la conduite des cultures peut se faire sans apport d'eau d'irrigation depuis la retenue de Manantali. En l'état actuel des études, on ne peut, dans le cadre du programme global, conclure à la viabilité des aménagement hydroagricoles

sans la construction du barrage de Manantali. Les coûts des endiguements et du pompage peuvent, ou non, excéder la capacité de remboursement en cas d'une seule culture irriguée annuelle en saison humide. Il semblerait que la factibilité économique des futurs périmètres irrigués soit très incertaine en l'absence d'une seconde culture irriguée en saison sèche. C'est pourquoi nous avons adopté les deux variantes, en attendant que des données plus précises soient disponibles.

En plus de la détermination des revenus nets des secteurs de l'agriculture et des mines il importe de connaître le montant des bénéfices nets que les autres utilisateurs tirent de la navigation fluviale. En l'absence de données sur la rentabilité des secteurs (autres que l'agriculture et les mines), qui seront des usagers des services du transport fluvial on a adopté la valeur des bénéfices réalisables grâce à la navigation

Tableau 5.4. Résumé des données relatives au secteur économique de l'agriculture.

Description	Unités	Riz	Tomate	Blé	Sorgho Mil et Maïs	Fourrages
Superficie de la vallée consacrée à chaque culture avec deux récoltes annuelles	-	1,00	0,02	0,50	0,30	0,18
Superficie du delta consacrée à chaque culture avec deux récoltes annuelles	-	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rendements	tonnes/ha	4,50	32,00	3,80	3,50	100,000
<u>Besoins en eau</u>						
<u>Vallée</u> — saison des pluies	m	0,84				
— saison sèche	m	0,00	0,02	0,24	0,19	0,19
<u>Delta</u> — saison des pluies	m	0,85				
— saison sèche	m	1,20				
Coûts de production (sauf transport)						
Mali	CFA/ha	115.000	598.000	92.000	92.000	92.000
Mauritanie	CFA/ha	146.000	596.000	90.700	90.700	90.700
Sénégal	CFA/ha	115.000	198.000	91.600	91.600	91.600
Prix des produits						
Mali	CFA/ha	24.200	15.000	27.500	16.000	560
Mauritanie	CFA/ha	81.500	20.000	25.000	25.000	875
Sénégal	CFA/ha	41.500	15.000	43.000	35.000	1.220
Rendement moyen des cultures de décrue	tonnes/ha			0,4		
Rendement moyen des cultures sèches	tonnes/ha			0,2		
Prix moyens de la production des cultures de décrue et des cultures sèches						
Mali	CFA/tonne			16.000		
Mauritanie	CFA/tonne			12.000		
Sénégal	CFA/tonne			35.000		

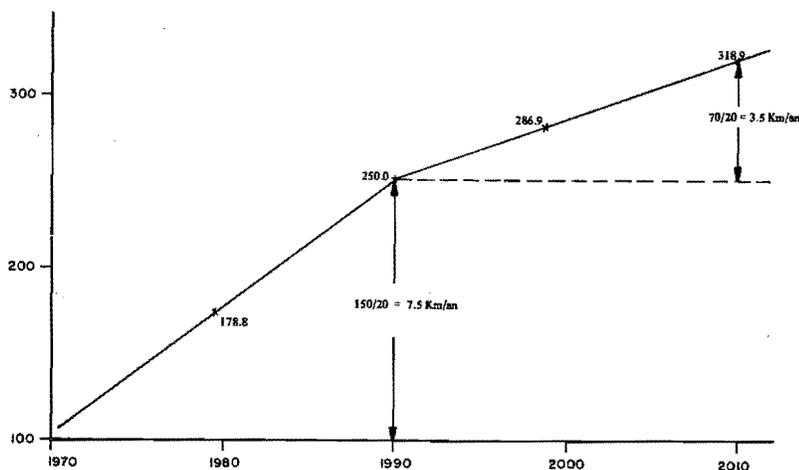


Figure 5.1. Distances moyennes prévues de transport fluvial - Secteur Agricole.

**Tableau 5.5. Séquences de base; coûts et revenus sans les coûts du barrage de Manantali - (2 saisons et 1 saison).<sup>a</sup>**

Secteur/ Pays	Coûts (CFA x 10 <sup>9</sup> )				Total	Revenu (CFA x 10 <sup>9</sup> )	Revenu Net (CFA x 10 <sup>9</sup> )	
	Sans l'Out- Put du Projet	Biens et Services du Projet					Sans les Coûts des Services du Projet	Avec les Coûts des Services du Projet
		Eau	Énergie	Navigation				
<b>2 Saisons</b>								
Agriculture								
Mali	14,315	0,267	0	84	14,665	21,179		6,513
Mauritanie	96,478	3,054	0	428	99,960	123,001		23,041
Sénégal	128,309	4,959	0	687	133,955	197,019		63,065
Total	239,101	9,280	0	1,199	248,580	341,199	102,098	92,618
Exploit. minière (energie)	82,467	0	6,434	20,464	109,364	138,207	55,740	28,842
<b>1 Saison</b>								
Agriculture								
Mali	6,142	204	0	042	6,658	9,454	3,312	2,796
Mauritanie	41,050	3,072	0	214	44,336	57,485		13,148
Sénégal	57,072	5,004	0	343	62,419	92,094		29,675
Total	104,534	8,280	0	599	113,414	159,033	54,499	45,619
Exploit. minière	82,467	0	6,434	20,464	109,364	138,207	55,740	28,842

<sup>a</sup>Sur la base du planning de développement de l'OMVS et des cours mondiaux des produits agricoles et miniers.

fluviale par rapport à d'autres moyens de transport (cf. méthode 3, Tableau 2.4.). La valeur du transport pour les besoins du projet et pour la période de l'analyse est calculée à partir des résultats des séquences de base, soit 17,02 milliards TKm pour le secteur des mines et 4,87 milliards TKm pour le secteur agricole. Le bénéfice imputable à la navigation représente l'économie réalisée grâce au transport fluvial par rapport aux autres moyens de transport. Le Tableau 5.6 établit la comparaison entre les estimations des coûts de transport par d'autres moyens que la navigation et les coûts du transport fluvial; les chiffres ainsi obtenus ont servi au calcul de ce bénéfice.

Une fois en possession des données de base sur les revenus (ou bénéfices) des secteurs économiques avant la répartition des coûts, il est possible de procéder à l'étude de la répartition des coûts selon les principales méthodes d'analyse.

#### Coûts des variantes d'aménagement à but unique

Pour l'établissement de la base des affections selon la méthode des «coûts séparables/bénéfices

restants» (méthode SCRB), la méthode des «coûts séparables ajustés/bénéfices restants» et la méthode des «coûts justifiables des variantes» ainsi que pour la répartition des coûts séparables entre les divers services du projet à buts multiples de Manantali, il est indispensable d'identifier les variantes d'aménagement à but unique les moins coûteuses. Pour faciliter le choix de ces variantes on a reporté Figure 5.2. les données de Sénégal-Consult (1970) sur le rapport entre coûts des aménagements et volume utile des retenues des différents sites possibles de stockage. On peut ainsi, après avoir déterminé le volume utile de retenue nécessaire à un projet à but unique, sélectionner la variante la moins coûteuse.

Pour ramener les coûts des variantes à un dénominateur comparable, tous les investissements pour la construction des divers éléments du réservoir sont considérés assujettis au même échéancier de réalisation que le barrage de Manantali (cf. Tableau 4.2.). On obtient ainsi un facteur général de réduction de 0,599 pour le total des investissements (cf. Tableau 5.7.).

**Projet à but unique pour le stockage de l'eau d'irrigation.** La retenue d'eau nécessaire (avec un

Tableau 5.6. Bénéfices (économies sur les coûts) du secteur des transports attribuables à la navigation. (Niveaux des prix de l'année 1975).

	Variantes de Transport		Prix du <sup>(a)</sup> Transport Fluvial (CFA/TKg)	Différentiel de Prix (CFA/TKg)	Trafic <sup>(b)</sup> Après Décompte (TKm x 10 <sup>9</sup> )	Economies Nettes sur les Coûts (CFA x 10 <sup>9</sup> )
	Mode	Prix (CFA/TKm)				
Mines	Rail (par Wagon)	2,5 <sup>(c)</sup>	0,70	1,8	17,02	30,64
Agriculture	Camion	13,0 <sup>(d)</sup>	1,50	11,5	4,87	56,03
BÉNÉFICE (ECONOMIE NETTE TOTALE) .....						86,66

(a) Beyrard, Volume VII, page 72.

(b) les prix étant constants dans le temps à l'intérieur d'un secteur économique, le décompte du volume de trafic aboutit au même résultat que le décompte des revenus (comparer Equations 3.2 et 3.3).

(c) Sénégal-Consult, Volume 1B (pages 2-17) et comparaison avec les tarifs ferroviaires aux Etats-Unis.

(d) Sénégal-Consult, Volume 18 (pages 2-18).

Tableau 5.7. Calcul du coefficient de réduction pour les coûts d'investissement des réservoirs.

Année	Echéancier des Investissements de Manantali (CFA x 10 <sup>6</sup> ) (cf. Tableau 4.2)	Pourcentage Annuel d'investissement	Valeur Actuelle Coefficient de Réduction de 10%	Coûts d'investissement Après Réduction (CFA x 10 <sup>6</sup> )
1976	700	0,017	1,0	700
1977	800	0,019	0,909	727
1978	1,000	0,024	0,826	826
1979	1,500	0,036	0,751	1,127
1980	7,000	0,167	0,683	4,781
1981	8,000	0,191	0,621	4,968
1982	9,000	0,214	0,564	5,076
1983	9,000	0,214	0,513	4,617
1984	5,000	0,119	0,467	2,335
	42,000	1,000	6,334	25,157 (a)

$$\text{Coefficient Général de Réduction} = \frac{25,157}{42,000} = 0,599 \text{ (a)}$$

(a) Chiffres utilisés pour les tableaux 5.11, 5.12, 5.13 et la Figure 5.3.

seuil de probabilité de 95 pour-cent) pour faire face aux besoins de l'irrigation en exploitation normale (horizon 2010) est déterminée par la différence entre le débit actuel du fleuve et le débit nécessaire aux besoins de l'irrigation (cf. Figure 4.4.). Ces différences sont ensuite converties, comme indiqué au Tableau 5.8., pour obtenir les volumes de retenue requis. A l'examen des courbes des coûts de la Figure 5.2. on constate que le barrage de GOURBASSI peut stocker au moindre coût 2,6 milliards m<sup>3</sup> pour l'irrigation, à savoir:

Postes	Coûts (FCFA x 10 <sup>9</sup> )
Coûts d'investissement aux conditions économiques de 1976 (cf. Figure 5.2.)	19.448
Coûts après décompte (10 %) (cf. Tableau 5.7.)	11.886

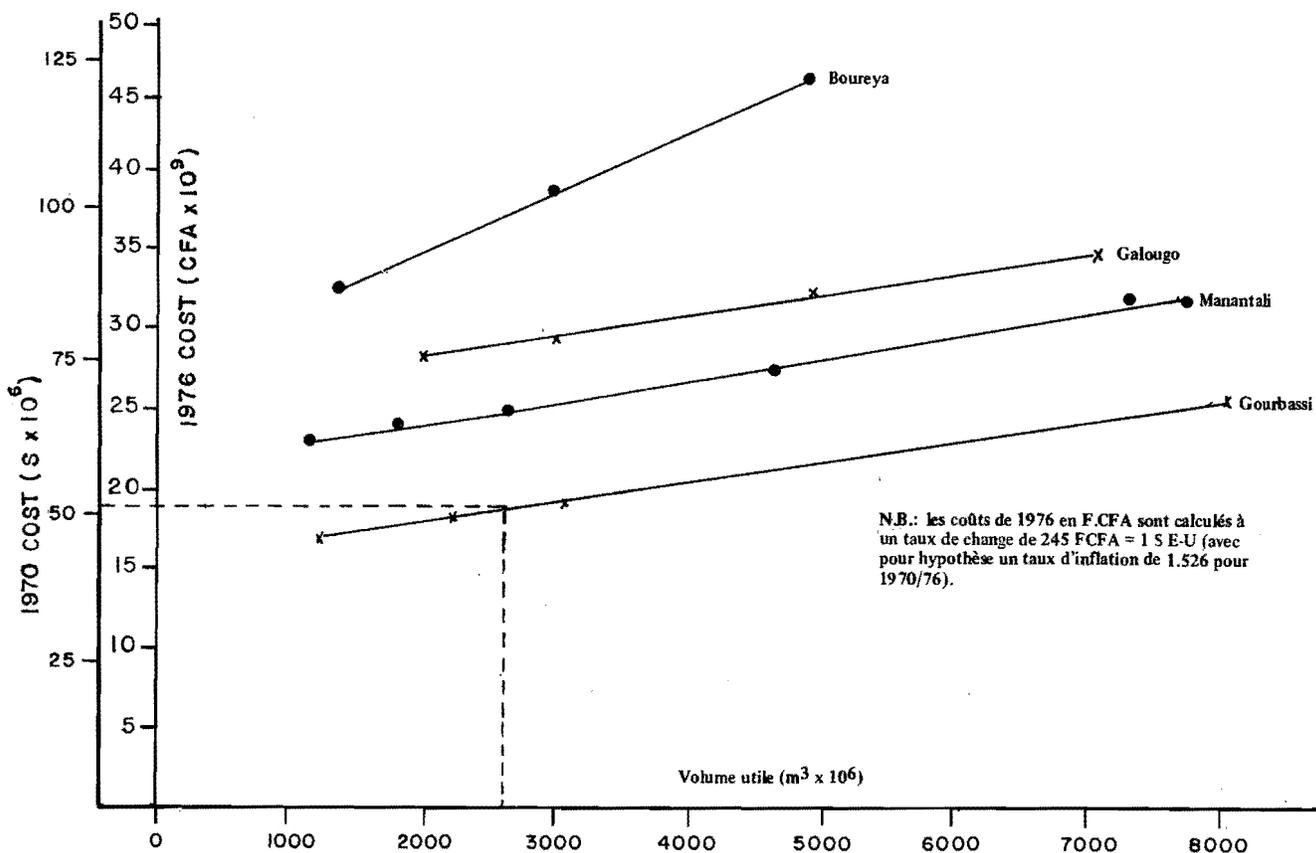


Figure 5.2. Coûts des réservoirs comparativement au volume utile de la retenue (sans usine hydroélectrique).

Tableau 5.8. Réserve d'eau nécessaire au projet à but unique d'irrigation.

Mois	Intervalle de Temps (Jours)	Débit à Bakel Avec un Taux de Probabilité de Dépassement de 95% (m <sup>3</sup> /sec)	Besoins en Eau d'irrigation (m <sup>3</sup> /sec)	Lâchures d'Eau Necessaires (m <sup>3</sup> /sec)	Volume Total Necessaire (m <sup>3</sup> x 10 <sup>3</sup> )
Déc.	31	145	255	110	294,624
Janv.	31	80	250	170	455,328
Fév.	28	35	160	125	302,400
Mars.	31	15	150	135	361,584
Avril.	30	5	140	135	349,920
Mai	31	5	60	55	147,312
Juin.	30	35	315	280	725,760
					2,636,928

Coûts des infrastructures après décompte - Barrage de Diama (cf. Tableau 4.2.)

8.043

Coûts totaux, après décompte, d'un aménagement à but unique

19.692

**Projet à but unique de navigation.** Le coût d'un projet à but unique de navigation est fonction de la réserve d'eau nécessaire pour garantir, à un degré de probabilité de 95 pour-cent, un débit minimum de 300 m<sup>3</sup>/s pour les besoins de la navigation. Le tableau 5.9. donne les volumes requis, obtenus selon le mode de

Tableau 5.9. Réserve d'eau nécessaire au projet à but unique de navigation.

Mois	Intervalle de Temps (Mois)	Débit à Bakel Avec un Taux de Probabilité de de 95% (m <sup>3</sup> /sec)	Besoins en Eau Pour la Navigation (m <sup>3</sup> /sec)	Lâchures d'Eau Necessaires (m <sup>3</sup> /sec)	Volume Total Necessaire (m <sup>3</sup> x 10 <sup>3</sup> )
Nov.	30	250	300	50	129,600
Déc.	31	145	300	155	415,152
Janv.	31	80	300	220	589,248
Fév.	28	35	300	265	641,088
Mars.	31	15	300	285	763,344
Avril	30	5	300	295	764,640
Mai	31	5	300	295	790,128
Juin.	30	35	300	265	686,880
					4,780,080

calcul appliquée à la tranche d'eau pour l'irrigation (cf. Figure 4.4.). Pour le choix de la variante à but unique la moins coûteuse, les deux hypothèses possibles sont: 1) que la variante soit implantée sur un site autre que celui de Manantali, 2) que le site de Manantali peut être utilisé s'il s'avère le moins coûteux. On peut résumer comme suit les coûts des variantes de stockage d'un volume utile de 4,8 milliards m<sup>3</sup>:

Postes	Coûts (FCFA x 10 <sup>9</sup> )	
	Galougo	Manantali
Coûts d'investissement, prix 1976 (cf. Fig. 5.2.)	33,660	29,546
Coût (après réduction) (10%) (selon Tableau 5.7.)	20,162	17,697
Coût (après réduction) des infrastructures du projet (selon Tableau 4.2.)	10,856	10,856
Coût du projet à but unique	31,018	28,533

**Projet a but unique de production d'énergie.** La meilleure variante de projet pour la production d'énergie a été définie par le «Bureau of Reclamation» (1976, page 81) comme étant une centrale thermo-électrique fonctionnant au pétrole et située à proximité des centres miniers. Les estimations des coûts de cet aménagement sont présentées au Tableau 5.10 avec pour hypothèse une répartition de ces coûts d'investissement dans les proportions et selon l'échéancier adoptés pour l'usine de Manantali. Le coût total de cette

variante, calculé sur les prix de 1976, est de 17,678 milliards CFA.

**Projet a but unique de contrôle des crues.** Les sites de Manantali, Boureya et Galougo sur la rivière Bafing peuvent convenir pour un aménagement à but unique de contrôle des crues. Le volume de retenue nécessaire est de 1,6 milliard m<sup>3</sup>. Il ressort de la Figure 5.2. (courbes des coûts) que le site de Manantali permet la réalisation de la variante la moins coûteuse. Pour une retenue de 1,6 milliard m<sup>3</sup> ces coûts peuvent se résumer comme suit:

Postes	Coûts (CFA x 10 <sup>9</sup> )
Coûts d'investissement, prix 1976 (conversion Fig. 5.2.)	24,310
Coûts après réduction (coefficient de réduction = 0,599)	14,562
Coûts des infrastructures du projet	0
Coût du projet à but unique	14,562

#### Affectation des coûts séparables du projet de Manantali

Au cours de l'affectation, aux divers services, des coûts séparables du projet, le coût des ouvrages de certains services spécifiques sont identifiés. Toutefois pour un aménagement à buts multiples tel le barrage de Manantali, l'affectation des coûts séparables n'est pas directe mais plutôt basée sur l'analyse des coûts supplémentaires découlant de l'inclusion d'un élément

**Tableau 5.10. Estimation des coûts du projet à but unique de production d'énergie.**

Postes	Coût Total d'investissement (CFA x 10 <sup>9</sup> )	Investissements Annuels (CFA x 10 <sup>9</sup> )				
		1981	82	83	84	1985 et suiv.
Centrale électrique	7,975		3,987	2,991	0,997	3,050
Charges annuelles de carburant	3,060					
Réseau de transmission	2,6	1,300	0,800	0,500		
Coût Annuel Total		1,300	4,787	3,491	0,997	3,060

donné comparativement au coûts de l'inclusion de tous les autres buts du projet, ce qui exige que soient déterminés les coûts des réservoirs à but unique et à buts multiples du site de Manantali. Pour le réservoir, l'affectation des coûts séparables est basée sur deux hypothèses d'exploitation 1) le stockage séparé des réserves d'eau nécessaire à l'irrigation et à la navigation donc additives et 2) que la réserve d'eau pour la navigation et les lâchures de la retenue satisfassent également les besoins de l'irrigation, d'où un stockage partagé, et non additionnel de l'eau.

Deux cas ont été considérés dans l'analyse basée sur ces deux hypothèses 1) le contrôle des crues n'est pas considéré comme but des aménagements 2) le contrôle des crues est, avec la fourniture d'eau d'irrigation, la production d'énergie et la navigation, un des buts des aménagements. Le Tableau 5.11 résume les données de base nécessaires à la répartition des coûts séparables du projet de Manantali.

**Coûts séparables du barrage de Manantali sans contrôle des crues.** En se fondant sur le principe d'une affectation des coûts séparables d'un réservoir à buts multiples basée sur l'augmentation des coûts provoquée par l'inclusion d'un but, on aboutit aux calculs résumés au Tableau 5.12 lorsque le contrôle des crues n'est pas considéré comme but du projet. L'hypothèse logique est que l'eau stockée pour les autres buts du projet évite tout contrôle des crues étant donné la régularisation obligatoire du débit du fleuve pour les besoins de la navigation et de l'irrigation. Les différentes étapes de la démarche adoptée pour cette hypothèse sont illustrées par le Tableau avec en premier lieu une comparaison des coûts entre aménagement à but unique et aménagement à deux buts, et en second lieu l'analyse du coût total du projet à triple buts.

**Coûts séparables du barrage de Manantali avec contrôle des crues.** L'affectation des coûts séparables du projet avec contrôle des crues suit la procédure

**Tableau 5.11. Données sur les coûts du projet de Manantali.**

Postes	Projet à but unique		Projet à deux buts: Eau et Navigation		Total Coûts du Projet à Buts Multiples
	Eau	Navigation	Réserve d'eau Séparée	Réserve d'eau Partagée	
Volume de la retenue (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )	2,535	4,625	7,160	4,625	10,0
Coût, prix 1970 (\$ E.U x 10 <sup>6</sup> )	70,5	79,0	88,0	79,0	
Coût, prix 1976 (\$ E.U x 10 <sup>6</sup> )	26,367	29,546	32,912	29,546	42,0
Coût après réduction (coef. de réduction 0,599) (FCFA 1976 x 10 <sup>9</sup> )	15,793	17,697	19,742	17,697	25,157 (a)

(a) cf. Tableau 5.7.

**Tableau 5.12. Coûts du projet de Manantali (sans contrôle des crues) séparables par buts.**

Postes	Coûts (Milliards CFA)	
	Réserve d'eau Séparée	Réserve d'eau Partagée
<u>Aménagement à deux buts</u>		
1. Aménagement à deux buts	19,742(a)	17,697(a)
2. But unique de fourniture d'eau	15,793	15,793
3. But unique de navigation	17,697	17,697
4. Coûts séparables à affecter à la navigation (ligne 1 - ligne 2)	3,949	1,904
5. Coûts séparables à affecter à la fourniture d'eau (ligne 1 - ligne 3)	2,045	0
<u>Aménagement à buts multiples</u>		
1. Aménagement à trois buts	25,157(a)	25,157(a)
2. Deux buts (fourniture d'eau + navigation)	19,742	17,697
3. But unique de production d'énergie	25,157	25,157
4. Coûts séparables à affecter à la production d'énergie (ligne 1 - ligne 2)	5,415	7,460
5. Coûts séparables à affecter à la fourniture d'eau et à la navigation (ligne 1 - ligne 3)	0	0
<u>Récapitulation</u>		
1. Coût total du barrage à buts multiples	25,157	25,157
2. Coûts séparables		
a) affectés à la fourniture d'eau	2,045	0
b) affectés à la navigation	3,949	1,904
c) affectés à la production d'énergie	5,415	7,460
TOTAL PARTIEL	11,409	9,364
3. Coûts communs à affecter	13,748	15,793

(a) cf. Tableau 5.7.

exposée ci-dessus avec toutefois l'identification exacte des coûts supplémentaires de contrôle des crues, soit l'équivalent du coût résultant du relèvement de la crête de trois mètres (de la cote 208 à la cote 211 IGN) afin d'assurer le stockage d'un volume utile de 1,6 milliard m<sup>3</sup> pour le contrôle des crues, coûts supplémentaires schématisés à la Figure 5.3. (basée sur l'étude de Sénégal-Consult, 1970), et s'élevant à 1,12 x 10<sup>9</sup> CFA, (prix 1976). A partir de cette figure il est possible de résumer comme suit (Tableau 5.13) les coûts séparables des aménagements avec maîtrise des crues.

**Tableau 5.13. Coûts du projet de Manantali (avec contrôle des crues) séparables par buts (niveaux des prix de 1976).**

Postes	Coûts (Milliards CFA)	
	Réserve d'eau Séparée	Réserve d'eau Partagée
<u>Aménagement à deux buts</u>		
1. Aménagement à deux buts (fourniture d'eau et navigation)	19,742(a)	17,697(a)
2. But unique de fourniture d'eau	15,793	15,793
3. But unique de navigation	17,697	17,697
4. Coûts séparables à affecter à la navigation (ligne 1 - ligne 2)	3,949	1,904
5. Coûts séparables à affecter à la fourniture d'eau (ligne 1 - ligne 3)	2,045	0
<u>Aménagement à buts multiples</u>		
1. Aménagement à buts multiples (WS + N + FC + P) <sup>a</sup>	25,157(a)	25,157(a)
2. Coûts séparables à affecter à la maîtrise des crues (coûts provoqués par le relèvement de la crête de la cote 208 à la cote 211)	1,120	1,120
3. Coûts restants de l'aménagement à 3 buts	24,037	24,037
4. Deux buts (WS + N) <sup>b</sup>	19,742	17,697
5. But unique de production d'énergie	24,037	24,037
6. Coûts séparables à affecter à la production d'énergie (ligne 3 - ligne 4)	4,295	6,340
7. Coûts séparables à affecter à WS + N <sup>(b)</sup> (ligne 3 - ligne 5)	0	0
<u>Recapitulation</u>		
1. Coût total du barrage à buts multiples (Manantali)	25,157	25,157
2. Coûts séparables à affecter à		
a) fourniture d'eau	2,045	0
b) navigation	3,949	1,904
c) énergie	4,295	6,340
d) maîtrise des crues	1,120	1,120
	11,409	9,364
3. Coûts communs à affecter	13,748	15,793

(a) cf. Tableau 5.11.

(b) WS = fourniture d'eau, FC = contrôle des crues  
P = production d'énergie

**Traitement des coûts de Manantali en tant que coûts communs.** La troisième approche possible est de considérer les coûts du barrage de Manantali en

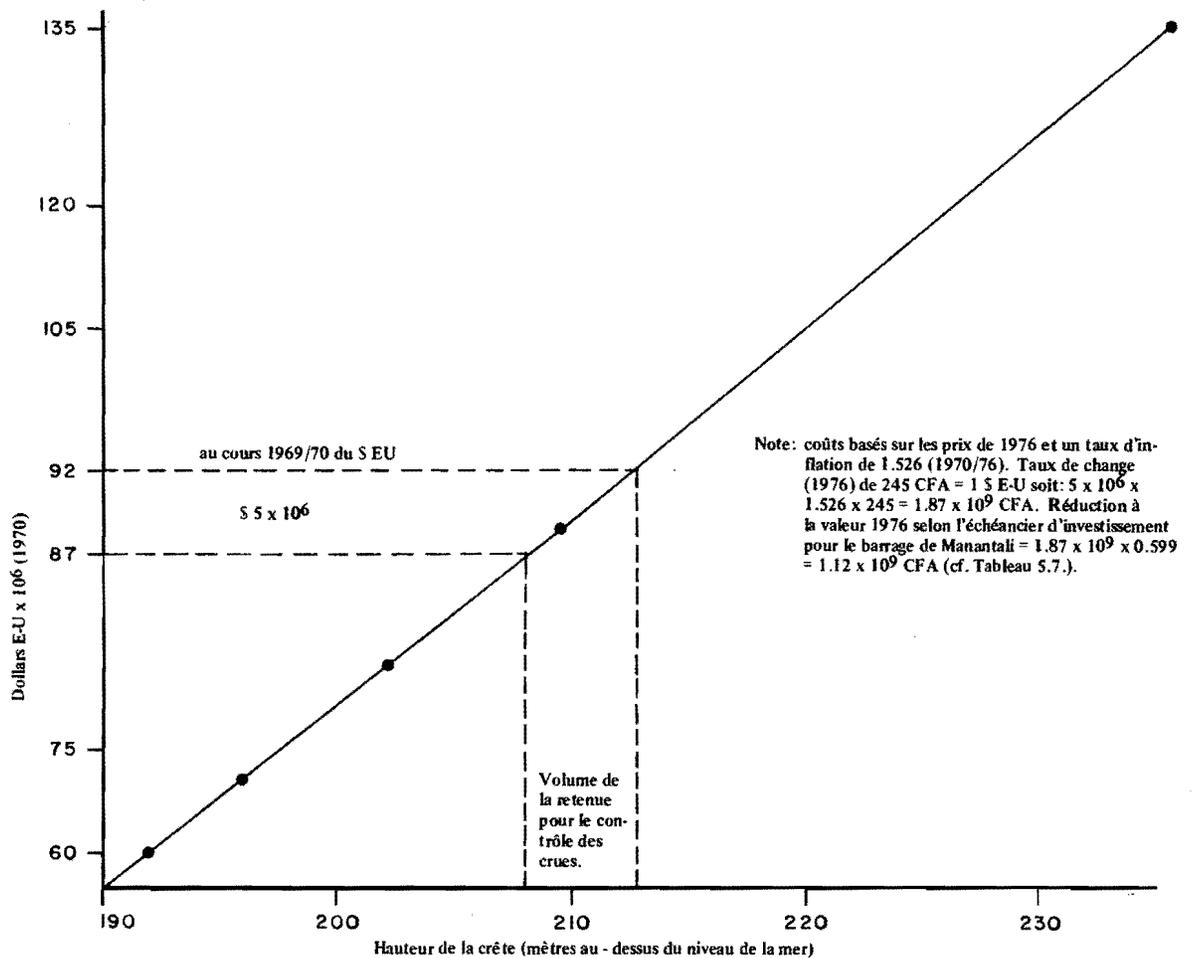


Figure 5.3. Estimation des coûts du barrage de Manantali en fonction de la hauteur de la crête.

tant que coûts entièrement communs, ce qui ramène la répartition des coûts par la méthode des coûts séparables/bénéfices restants à celle des coûts justifiables des variantes.

#### Résumé

Les données de base présentées sous cette section en vue de l'application des diverses méthodes de répartition des coûts, sont résumées au Tableau 5.14. Ces données couvrent les bénéfices, les coûts des variantes à but unique les moins coûteuses, et les coûts séparables selon différentes hypothèses. L'estimation du coût total du projet est de 51,564 milliards CFA. Nous donnons di-après l'explication de certains postes du Tableau 5.14.

**Ligne 1. Bénéfices.** Les bénéfices procurés par chacun des services assurés par le projet sont calculés sur la base du modèle économique et des scénarios de développement décrits au chapitre IV. Les bénéfices des services de fourniture d'eau d'irrigation et de production d'énergie sont considérés comme étant les revenus de ces services après déduction des coûts de production, revenus enregistrés avant la répartition des coûts du programme de mise en valeur (cf. Tableau 5.5). Le bénéfice du secteur de la navigation correspond aux économies de coûts réalisées grâce à la navigation par rapport aux autres modes de transport (cf. Tableau 5.6).

**Ligne 2. Coûts des variantes.** Ce sont les coûts de la variante à but unique la moins chère pour la fourniture d'un service identique. On se reportera aux pages 51 à

Tableau 5.14a. Résumé des données pour la répartition des coûts (en milliards CFA prix 1976).

	Services du Projet				Total
	Fourniture d'eau d'irrigation	Production d'énergie	Navigation	Contrôle des crues	
1. Bénéfices	102.098	55.740	86.660 <sup>a</sup>		
2. Coûts des variantes à but unique pour Manantali	11.649 <sup>b,j</sup>	17.678 <sup>c</sup>	17.697 <sup>d,j</sup>	14.562	
3. Coûts séparables					
A. Stockage séparé <sup>e</sup> (somme de a + b(i))	10.325	11.849	14.741	0	36.915
B. Stockage séparé avec contrôle des crues (somme de a + b(ii))	10.325	10.729	14.741	1.120	36.915
C. Stockage commun <sup>f</sup> (somme de a + b(iii))	8.280	13.894	12.696		34.870
a. infrastructures (cf. Tableau 5.12)	8.280	6.434	10.792		25.506
b. barrage de Manantali <sup>g</sup>					
(i) stockage séparé (cf. Tableau 5.12)	2.045	5.415	3.949		11.409
(ii) stockage séparé avec contrôle des crues (cf. Tableau 5.13)	2.045	4.290	3.949	1.120	11.409
(iii) stockage commun <sup>f</sup> (cf. Tableau 5.12)	0	7.460	1.904		9.364
4. Coûts totaux de Manantali <sup>h</sup>					26.058
5. Coûts communs-stockage séparé (ligne 4 moins ligne b(i))					14.649
6. Coûts communs-stockage commun (ligne 4 moins ligne b(iii))					16.694
7. Coûts totaux du projet					51.564 <sup>i</sup>

<sup>a</sup>Économies de coûts sur transport rail et route.

<sup>b</sup>Barrage de Gourbassi-aménagement à but unique de fourniture d'eau.

<sup>c</sup>Production d'énergie à base d'hydrocarbures pour exploitation nouveaux gisements de minerai de fer (USBR 1976).

<sup>d</sup>Manantali-variante à but unique la moins coûteuse.

<sup>e</sup>Moyen d'alimentation classique.

<sup>f</sup>les lachûres du barrage pour la navigation fournissent l'eau d'irrigation.

<sup>g</sup>Coûts OMR après réduction, ajoutés au coût d'investissement du barrage de Manantali (selon Tableau 5.7).

<sup>h</sup>Coûts d'investissement ( $25.157 \times 10^9$  CFA) plus OMR (après décompte), pour un total de  $26.058 \times 10^9$  CFA.

<sup>i</sup>Ligne 7 = lignes 3Ca + 6

ou lignes 3Ca + 3Cb(i) + 5

ou lignes 3Ca + 3Cb(iii) + 6

Ce total est le chiffre utilisé pour les Tableaux 5.15, 5.16, 5.17 et 5.18.  
<sup>j</sup>n'inclue pas les ouvrages du projet qui sont également nécessaires (voir ligne 3Ca).

Tableau 5.14b. Variante faisant ressortir les données relatives aux infrastructures.

	Services du Projet				Total
	Fourniture d'eau d'irrigation	Production d'énergie	Navigation	Contrôle des crues	
1. Bénéfices	102.098	55.740	86.660		
2. Coûts des variantes	19.692	17.678	28.489	24.310	
3. Coûts justifiables	19.692	17.678	28.489	24.310	
4. Coûts séparables					
A. Barrage de Manantali					
a) Stockage séparé	2.045	5.415	3.949	0	
b) Stockage séparé et contrôle des crues	2.045	4.290	3.949	1.120	
c) Stockage commun	0	7.460	1.904	0	
B. Autres					
a) Dîama	8.280	0	0	0	
b) Usine hydro électrique et réseau de transmission	0	6.434	0	0	
c) Ports et escales portuaires	0	0	10.792	0	

55 pour la description des projets à but unique considérés pour les besoins de notre analyse et pour le mode de calcul des coûts des variantes.

**Ligne 3. Coûts séparables.** L'évaluation des coûts séparables du programme de mise en valeur du fleuve Sénégal est basée sur les trois hypothèses suivantes. Hypothèse A (ligne A): l'eau de la retenue du barrage de Manantali est divisée en tranches distinctes destinée chacune à l'un des buts du projet. Hypothèse B (ligne B): comme ci-dessus, sauf qu'on a prévu la capacité de stockage nécessaire au contrôle des crues ce qui réduit d'autant le volume d'eau destiné à la production d'énergie. Hypothèse C (ligne C): les lâchures d'eau pour la navigation peuvent être utilisées pour l'irrigation. En ce qui concerne les chiffres de la dernière colonne (total) des lignes A, B, C (coûts séparables), ils correspondent à la somme de la ligne C-a- (coûts séparables des infrastructures du projet après décompte, Tableau 4.2.) et de la ligne correspondante soit C-b(i), soit C-b(ii), soit C-b(iii) du poste «Barrage de Manantali» (coûts séparables par but de projet et calculés comme indiqué aux tableaux 5.12 et 5.13).

**Ligne 4. Coût total de Manantali.** Le coût total de Manantali comprend les coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance après décompte.

**Ligne 5 et 6. Coûts communs.** Ce sont les coûts communs du projet de Manantali considérés comme étant la différence entre les coûts totaux et les coûts séparables, conformément aux indications du Tableau 5.14.

#### Les Applications des Méthodes de Répartition des Coûts

Une fois connues: les données de base relatives aux revenus primaires nets des secteurs économiques avant la répartition des coûts, les données sur les variantes à but unique les moins coûteuses, et l'affectation des coûts séparables selon les buts du projet, il est possible de mettre en application les méthodes de répartition des coûts. Comme on peut le constater à la lecture du Tableau 5.1., une vaste gamme d'options politiques a été analysée pour la mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal. Les résultats de cette analyse sont résumés plus loin. Afin d'illustrer les applications au bassin du fleuve Sénégal des quatre méthodes de répartition des coûts et afin de permettre une comparaison entre ces différentes méthodes, les Tableaux 5.15 à 5.18 présentent un cas par méthode dont: une retenue séparée à Manantali pour l'irrigation et la navigation (cas «A» du Tableau 5.1.) pas de contrôle des crues en tant que but, inclusion des bénéfices de la navigation (cas «2» du Tableau 5.1), et bénéfices d'une double récolte annuelle pour l'irrigation (cas «S-2» du Tableau 5.1.). D'autres cas sont présentés en annexe A.

Les simulations du modèle sur ordinateur, qui traduisent l'impact de la répartition des coûts (en fonction des méthodes adoptées) sur les objectifs de production d'énergie, de navigation, d'irrigation et de contrôle des crues, ont été effectuées selon trois hypothèses: 1) réserve d'eau séparée sans utilisation commune d'une seule capacité de stockage pour deux ou plusieurs

Tableau 5.15. Méthode des coûts séparables/bénéfices restants - CAS I-A - 2 - S2<sup>a</sup> (en milliards CFA, prix 1976).

	Buts du Projet			
	Fourniture Eau Irrigation	Production Énergie	Navigation	Total
1. Bénéfices	102,098	55,740	86,660	
2. Coûts des variantes	19,929	17,678	28,489	
3. Coûts justifiables (chiffre le plus faible de 1 ou 2)	19,929	17,678	28,489	
4. Coûts séparables	10,325	11,849	14,741	36,915
a. ouvrages du projet				
b. barrage de Manantali				
5. Bénéfices restants	9,604	5,829	13,748	(29,181)
6. Proportion de coûts communs	(0,329)	(0,200)	(0,471)	
7. Coûts communs affectés	4,821	2,926	6,902	14,649
8. Coût total affecté au but	15,145	14,775	21,643	51,564 <sup>b</sup>
9. Economies affectées (3 moins 8)	4,783	2,903	6,846	
10. Coûts de tous les autres buts (coût total - 4)	41,239	39,715	36,823	
11. Coûts justifiables de tous les autres buts (ligne 10 ou Σ ligne 3, le chiffre le plus faible étant retenu)	41,239	39,715	36,823	
12. Economies résultant de l'inclusion du but (3 + 11 - coût total)	9,604	5,829	13,748	
13. Crédit - A - SCRB [(3 + 11) ÷ coût total]	1,186	1,113	1,267	

<sup>a</sup>se référer au Tableau 5.1 pour la définition.

<sup>b</sup>selon Tableau 5.14.

Tableau 5.16. Méthode des coûts séparables ajustés/bénéfices restants - CAS II - A - 2 (S2)<sup>a</sup> (en milliards CFA, prix 1976).

	Buts du Projet			
	Fourniture Eau Irrigation	Production Énergie	Navigation	Total
1. Bénéfices	102,098	55,740	86,660	244,498
2. Coûts des variantes	19,929	17,678	28,489	66,096
3. Coûts justifiables (chiffre le plus faible de 1 ou 2)	19,929	17,678	28,489	66,096
4. Coûts séparables	10,325	11,849	14,741	36,915
5. Crédits (Tableau 5.15)	1,186	1,113	1,267	
6. Coûts séparables ajustés (4 x 5)	12,245	13,188	18,677	44,110
7. Bénéfices restants - ajustés (3 - 6)	7,684	4,490	9,812	21,986
8. Proportions de coûts communs (7 ÷ Σ7)	(0,349)	(0,204)	(0,446)	
9. Coûts communs affectés	5,120	2,992	6,538	14,649
10. Coûts totaux affectés au but (4 + 9)	15,445	14,841	21,279	51,564 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>se référer au Tableau 5.1 pour la définition.

<sup>b</sup>selon Tableau 5.14.

**Tableau 5.17. Méthode des coûts justifiables des variantes - Cas III - J - 2 (S2)<sup>a</sup> (en milliards CFA, prix 1976).**

	Buts du Projet			
	Fourniture d'eau d'irrigation	Production Énergie	Navigation	Total
1. Bénéfices	102,098	55,740	86,660	
2. Coûts des variantes	19,929	17,678	28,489	
3. Coûts justifiables (chiffre le plus faible de 1 ou 2)	19,929	17,678	28,489	
4. Coûts séparables	8,280	6,434	10,792	
a. ouvrages du projet	8,280	6,434	10,792	
b. barrage de Manantali	0	0	0	
5. Bénéfices restants	11,649	11,244	17,697	(40,590)
6. Proportions de coûts communs	(0,287)	(0,277)	(0,436)	
7. Coûts communs affectés	7,478	7,218	11,361	26,058
8. Coûts totaux affectés au but	15,758	13,652	22,153	51,564 <sup>b</sup>
9. Economies affectées (3 moins 8)	4,171	4,026	6,336	
10. Coûts de tous les autres buts (coût total - 4)	43,284	45,130	40,772	
11. Coûts justifiables de tous les autres buts (chiffre le plus faible de 10 ou de $\Sigma$ de la ligne 3)	43,284	45,130	37,607	
12. Economies résultant de l'inclusion du but (3 + 11 - coût)	11,649	11,244	14,532	
13. Crédit - A - SCRB $((3 + 11) \div \text{Coût})$	1,226	1,218	1,282	

<sup>a</sup>se référer au Tableau 5.1 pour la définition.

<sup>b</sup>selon Tableau 5.14.

**Tableau 5.18. Méthode des bénéfices déduction faite des coûts séparables - Cas IV-A-2-(S2)<sup>a</sup> (en milliards CFA, prix 1976).**

	Buts du Projet			
	Fourniture d'eau d'irrigation	Production Énergétique	Navigation	Total
1. Bénéfices	54,499	55,740	86,660	
2. Coûts des variantes				
3. Chiffre le plus faible de 1 ou 2				
4. Coûts séparables	10,325	11,849	14,741	
a. ouvrages du projet				
b. barrage de Manantali				
5. Bénéfices restants	44,174	43,891	71,919	159,984
6. Proportions de coûts communs	(0,276)	(0,274)	(0,450)	
7. Coûts communs affectés	4,045	4,019	6,585	14,649
8. Coûts totaux affectés au but	14,370	15,868	21,326	51,564 <sup>b</sup>

<sup>a</sup>se référer au Tableau 5.1 pour la définition.

<sup>b</sup>selon Tableau 5.14.

buts, 2) réserve d'eau commune uniquement à la navigation et à la fourniture d'eau, 3) réserve commune à tous les buts. De plus, pour chaque simulation deux options ont été envisagées en ce qui concerne la navigation, à savoir l'affectation et la non affectation de coûts communs à la navigation; il sera possible, lors des négociations sur le partage des coûts, d'envisager cette dernière option étant donné que la réalisation d'infrastructures de transport (voies fluviales et routières p.ex.) est d'intérêt national, et que par conséquent son coût est non remboursable.

Pour les simulations qui font intervenir le contrôle des crues (FC) dans le partage de la retenue du réservoir et dans la répartition des coûts, cette fonction est considérée comme indépendante du secteur agricole, les coûts communs étant soit affectés sur une base forfaitaire (suffixe «S») soit inclus dans le coût de l'eau (suffixe «W»). Pour l'affectation d'une somme forfaitaire aux terres agricoles, le recouvrement des coûts de contrôle des crues devrait se faire par le biais d'une taxe foncière qui serait calculée, par exemple, en fonction de la superficie des terres de décrue converties en terres irriguées, ou de la superficie des périmètres irrigués aménagés. Plusieurs séquences ont également été simulées afin de déterminer quelle incidence le développement du réseau ferroviaire, pour le transport des pellets de fer, aurait sur l'affectation des coûts de navigation (préfixe «R»), avec exclusion du transport fluvial. L'étude MIFERSO considère le transport par rail comme variante normale. A noter également que les séquences relatives à la navigation tenaient compte: 1) du transport direct des intrants et des produits agricoles, et 2) des activités de navigation en relation avec les autres secteurs économiques. Dans ce dernier cas, la différence résiduelle entre tonnage des inputs et des produits agricoles et tonnage total de transport prévu (sauf pour les besoins du secteur minier) est nettement plus importante.

### Resume des Résultats

Les tableaux 5.19 à 5.24 résument les résultats de l'analyse du modèle quant à l'incidence, sous diverses hypothèses, des différentes politiques de répartition des coûts sur les secteurs économiques et les pays concernés, et permettent de tirer certaines conclusions générales en matière de variantes d'analyse et d'affectation des coûts.

Premièrement, il convient de noter pour les secteurs de l'agriculture et des mines, les bénéfices «positifs» après la répartition des coûts sur la base des prix du marché mondial et des coûts au Sénégal (cf. Tableaux 5.19 et 5.20). Une exception toutefois, à savoir une perte pour le secteur minier avec la variante

de transport par rail (cf. Tableau 5.21). Il n'est pas évident qu'en utilisant les prix et les coûts intérieurs on obtienne, après la répartition des coûts, des résultats positifs pour tous les secteurs dans chacun des pays. Mais étant donné que ces prix et ces coûts, lorsqu'ils diffèrent de ceux du marché international, sont susceptibles d'être subventionnés ou taxés, leur soutien pour les besoins du projet sera presque entièrement à la charge des secteurs nationaux subventionnés, et très peu à la charge des secteurs soumis à une taxation.

Deuxièmement, les coûts totaux par secteur et par pays ainsi que le prix des services du projet (eau, navigation, énergie et contrôle des crues) ne dénotent que de faibles fluctuations, d'une méthode à l'autre, quant aux différentes hypothèses de séparabilité des coûts du barrage de Manantali imputables aux différents buts. Par contre on observe des différences significatives entre les coûts et les prix totaux affectés selon les méthodes de répartition des coûts adoptées. Ce phénomène est particulièrement mis en évidence si l'on compare les deux méthodes «coûts séparables/bénéfices restants» (Tableau 5.19) et «bénéfices déduction faite des coûts séparables» (Tableau 5.20). Les méthodes les plus couramment appliquées pour l'analyse de la répartition des coûts sont la méthode «coûts séparables/bénéfices restants» ou celle plus récente dite «méthode des coûts séparables ajustés/bénéfices restants.»

Troisièmement, lorsque le contrôle des crues est considéré comme l'un des buts du projet, les coûts imputés au secteur agricole subissent une hausse substantielle tandis que ceux des secteurs de la navigation et de la production d'énergie sont réduits (comparer les tableaux 5.19 et 5.21).

Le contrôle des crues est d'un coût élevé, comme le révèle la comparaison entre les coûts de l'eau pour le contrôle des crues, avec les quatre premiers cas du Tableau 5.2. (deux options de coûts). Ces coûts élevés du contrôle des crues apparaissent à la lecture du Tableau 5.24: quatrième et sixième cas. De plus, ces deux derniers cas démontrent bien que les coûts séparables du contrôle des crues et leur affectation diffèrent selon que les coûts de Manantali sont partiellement séparables (cas 4) ou entièrement communs (cas 6); dans le cas n° 6 (coûts entièrement communs) le montant des coûts communs affectés est supérieur et les bénéfices nets diffèrent par secteur et par pays, d'où une forte variabilité, d'un pays à l'autre, de la part respective des coûts de contrôle des crues qui leur est affectée. S'il est prévu le recouvrement par une taxe foncière, des coûts du contrôle des crues avec l'une ou l'autre option (option A = coûts de Manantali partiellement séparables, ou option J = coûts de Manantali entièrement communs) ces deux cas peuvent s'illustrer comme suit:

**Tableau 5.19. Revenus primaires nets, coûts et prix pour: (1) méthode des coûts séparables-bénéfices restants, (2) méthode des coûts séparables ajustés-bénéfices restants, et (3) méthode des coûts justifiables des variantes.**

Modulation ID <sup>a</sup>	Revenue Nets (CFA x 10 <sup>9</sup> )					Coûts (CFA x 10 <sup>9</sup> )			Prix (CFA x 10 <sup>9</sup> )		
	Agriculture					Coûts Totaux			Prix		
	Mali	Maur.	Sén.	Total	Mines	Navig.	Irrig.	Energie	Navig.	Irrig.	Energie
I-A-2-(S2)	6,271	20,404	58,784	85,459	12,059	21,638	15,141	14,784	0,989	0,745	7,765
I-B-2-(S2)	6,292	20,641	59,170	86,104	11,318	21,142	14,510	15,910	0,967	0,714	8,356
II-A-2-(S2)	6,262	20,299	58,615	85,176	12,285	21,272	15,434	14,842	0,973	0,759	7,795
II-B-2-(S2)	6,281	20,508	58,953	85,742	11,637	20,925	14,878	15,760	0,957	0,732	8,277
III-J-2-(S2)	6,250	20,171	58,406	84,827	12,791	22,153	15,759	13,652	1,013	0,775	7,170

<sup>a</sup>Valeur actuelle pour tous les revenus primaires et pour tous les coûts, y compris les coûts d'investissement, d'exploitation, de maintenance et de remplacement.

<sup>b</sup>Se référer au Tableau 5.1 pour la définition.

**Tableau 5.20. Revenus primaires nets, coûts et prix pour la méthode des bénéfices déduction faite des coûts (une et deux saisons de culture).**

Modulation ID <sup>a</sup>	Revenus Nets (CFA x 10 <sup>9</sup> )					Coûts (CFA x 10 <sup>9</sup> )			Prix (CFA x 10 <sup>9</sup> )		
	Agriculture					Coûts Totaux			Prix		
	Mali	Maur.	Sén.	Total	Mines	Navig.	Irrig.	Energie	Navig.	Irrig.	Energie
IV-A-1-(S2)	6,120	18,598	55,894	80,567	15,606	17,741	20,223	16,600	0,674	0,995	8,718
II-A-2-(S2)	6,221	19,812	57,827	83,855	13,321	19,808	16,796	14,945	0,906	0,826	7,849
IV-B-1-(S2)	6,137	18,759	56,112	81,008	14,766	12,691	19,839	19,034	0,580	0,976	9,997
IV-B-2-(S2)	6,257	20,204	58,460	84,921	11,986	18,587	15,763	17,230	0,850	0,775	9,049
IV-J-1-(S2)	5,962	16,737	52,826	75,525	19,879	10,792	25,374	15,397	0,493	1,248	8,087
IV-J-2-(S2)	6,135	18,830	56,227	81,192	15,970	19,808	19,459	12,297	0,906	0,957	6,458
IV-A-1-(S1)	2,560	9,644	23,966	36,170	13,058	14,471	17,675	19,148	0,674	3,310	10,057
IV-A-2-(S1)	2,636	10,839	25,914	39,389	11,215	21,331	14,365	15,868	0,975	2,690	8,334
IV-J-1-(S1)	2,485	8,470	22,053	33,007	15,397	10,792	20,892	19,879	0,493	3,913	10,441
IV-J-2-(S1)	2,611	10,482	25,332	38,425	12,383	22,309	15,316	13,938	1,020	2,868	7,321

<sup>a</sup>Valeur actuelle pour tous les revenus primaires et pour tous les coûts, y compris les coûts d'investissement, d'exploitation, de maintenance et de remplacement.

<sup>b</sup>Se référer au Tableau 5.1 pour la définition.

- Sur la base de la superficie totale des périmètres irrigués aménagés
  - I-A-(FCS)-2-(S2) 7667 CFA/ha/an (\$31)
  - I-J-(FCS)-2-(S2) 10465 CFA/ha/an (\$43)
- Sur la base de la superficie totale des terres de décrue converties en terres irriguées
  - I-A-(FCS)-2-(S2) 10117 CFA/ha/an (\$41)
  - I-J-(FCS)-2-(S2) 13808 CFA/ha/an (\$56)

Quatrièmement, le transport par rail des pellets de minerai de fer a deux conséquences: 1) une hausse du prix de la navigation, d'où une légère augmentation du coût total imputé à l'agriculture et une augmentation significative des coûts du transport pour le secteur agricole et 2) il n'est plus rentable pour le secteur des mines avec une hypothèse de prix de 2,5 CFA/tonne kilométrique. Une légère réduction de ce tarif se traduit par des bénéfices, ce qui indique que le prix de 2,5 CFA/Km. est une approximation maximale des prix du transport. De plus, le secteur minier doit supporter un coût

**Tableau 5.21. Revenus primaires nets, coûts et prix pour l'hypothèse de contrôle des crues et de transport des pellets de fer par rail.<sup>a</sup>**

Modulation ID <sup>a</sup>	Revenue Nets (CFA x 10 <sup>9</sup> )				Coûts (CFA x 10 <sup>9</sup> )				Prix (CFA x 10 <sup>9</sup> )			
	Agriculture				Coûts Totaux				Prix			
	Mali	Maur.	Sén.	Total	Mines	Navig.	Irrig.	Energie	Navig.	Irrig.	Energie	
I-A-(FCW)-2-(S2)	6,106	18,483	55,664	80,253	16,651	18,504	20,433	12,629	0,846	1,005	6,633	
I-A-(FCS)-2-(S2)	6,347	21,239	60,141	87,727	16,651	18,504	12,959	12,629	0,846	0,637	6,633	
I-J-(FCW)-2-(S2)	6,024	17,529	54,114	77,667	19,083	17,699	23,041	10,823	0,809	1,133	5,684	
I-J-(FCS)-2-(S2)	6,353	21,290	60,222	87,865	19,083	17,699	12,844	10,823	0,809	0,632	5,684	
I(R)-A-2-(S2)	6,126	19,661	57,593	83,380	-1,556	21,638	15,141	14,784	4,446	0,745	7,765	
I(R)-CT-2-(S2)	6,101	19,411	57,187	82,699	-0,424	22,153	15,759	13,652	4,552	0,775	7,170	

<sup>a</sup>Valeur actuelle pour tous les revenus primaires et pour tous les coûts, y compris les coûts d'investissement, d'exploitation, de maintenance et de remplacement.

<sup>b</sup>Se référer au Tableau 5.1 et aux symboles ci-après:

FCW = coût du contrôle des crues inclus dans le prix de l'eau

FCS = coût du contrôle des crues récupéré sous forme de taxe distincte sur les terres agricoles

R = transport par rail pour le secteur minier, au prix de 2.5 F'CFA/Tkm

#### Taxes à l'ha pour le contrôle des crues

- Sont basés sur une superficie irriguée totale (en ha) aménagée
  - I-A-(FCS)-2-(S2) 7,667 CFA/ha/an (\$31)
  - I-J-(FCS)-2-(S2) 10,465 CFA/ha/an (\$43)
- Sont basés sur conversion à l'irrigation de toutes les superficies (ha) de décrue
  - I-A-(FCS)-2-(S2) 10,117 CFA/ha/an (\$41)
  - I-J-(FCS)-2-(S2) 13,808 CFA/ha/an (\$56)

de consommation d'énergie supérieur avec la variante de transport par rail, les coûts communs non couverts par la navigation étant répartis entre les autres secteurs.

Cinquièmement, quelle que soit la méthode de répartition des coûts, le prix de l'énergie dépasse le tarif de 5 CFA/KWH considéré comme limite supérieure acceptable par MIFERSO. Dans la majorité des cas, les coefficients de dépassement sont de l'ordre de 1,5 à 2,0. Lorsque le contrôle des crues est l'un des buts du projet, et que les coûts à affecter sont soit des sommes forfaitaires imposées au secteur agricole, soit inclus dans les taxes d'eau, le prix de l'énergie n'est plus que légèrement supérieur au prix plafond de 5 CFA/KWH.

Sixièmement, la répartition des coûts par pays est à peine modifiée par le choix des méthodes et des hypothèses de développement.

Les Tableaux 5.22 à 5.24 résument la valeur actuelle de tous les coûts (dont les coûts d'investissement, d'exploitation, de maintenance et de remplace-

ment) imputés aux secteurs économiques et aux trois pays pour assurer le remboursement des coûts du projet selon les différentes méthodes de répartition des coûts et les différents scénarios d'aménagement. Pour démontrer la stabilité des résultats du modèle quelle que soit la méthode employée, les moyennes et déviation standard ci-après ont été calculées pour le scénario de développement qui prévoit le transport fluvial des pellets de fer.

Pays	Coût moyens affectés (valeur actuelle) (F.CFA x 10 <sup>9</sup> )	Deviation standard (CFA x 10 <sup>9</sup> )
Mali	2,25	0,36
Mauritanie	7,37	1,23
Sénégal	41,90	1,27

Pour les deux options étudiées au titre de la méthode des coûts séparables ajusté - bénéfiques restants (voir 3ème et 4ème cas du Tableau 5.22) la moyenne obtenue est respectivement de 2.38, 6.28

Tableau 5.22. Coûts (en CFA x 10<sup>9</sup>) par secteur et par pays (b): (I) méthode des coûts séparables bénéfiques restants (II) méthode des coûts séparables ajustés/bénéfiques restants (III) méthode des coûts justifiables des variantes.

Scénario et Pays <sup>a</sup>	Coûts des services pour l'agriculture		Coûts des services pour le secteur minier			Total
	Eau	Navigation (Primaire)	Energie	Navigation	Autre Navigation (Secondaire)	
I-A-2-(S2)-OMVS						
ML	0,488	0,042			1,892	2,422
MR	5,584	0,213			0,498	6,295
SN	9,069	0,341	14,784	16,821	1,830	42,845
I-B-2-(S2)-OMVS						
ML	0,468	0,041			1,848	2,357
MR	5,351	0,208			0,487	6,046
SN	8,691	0,333	15,910	16,440	1,788	43,162
II-A-2-(S2)-OMVS						
ML	0,498	0,041			1,860	2,399
MR	5,692	0,209			0,490	6,391
SN	9,244	0,335	14,842	16,542	1,799	42,762
II-B-2-(S2)-OMVS						
ML	0,480	0,040			1,829	2,349
MR	5,487	0,206			0,482	6,175
SN	8,911	0,330	15,760	16,271	1,770	43,042
III-J-2-(S2)-OMVS						
ML	0,508	0,043			1,937	2,488
MR	5,812	0,218			0,510	6,540
SN	9,439	0,349	13,652	17,225	1,873	42,538

<sup>a</sup>Valeur actuelle pour tous les coûts (dont les coûts d'investissement, d'exploitation, de maintenance et de remplacement).

<sup>b</sup>Voir définition au Tableau 5.1; l'OMVS se réfère à ses propres prévisions d'aménagement des périmètres (Tableau 4.3).

et 42.90 x 10<sup>9</sup> CFA pour le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

L'incidence des modes de transport (rail ou fleuve) des produits miniers est indiquée au début du Tableau 5.24 (les deux premières simulations).

L'hypothèse d'une exploitation minière uniquement au Sénégal a été adoptée pour tous les scénarios; par conséquent avec l'hypothèse du transport fluvial des pellets de fer, une part importante des coûts totaux

du projet est imputée au Sénégal. Par contre avec l'hypothèse du transport des pellets par rail, le secteur minier n'est imputé d'aucun coût de navigation, d'où un important réajustement dans la répartition des coûts totaux du projet entre les trois pays.

Les dernières six simulations présentées au Tableau 5.23 montrent l'incidence des différents scénarios de développement sur la répartition des coûts entre les pays. Comme prévu, les résultats suggèrent une certaine sensibilité au rythme d'aménagement.

Tableau 5.23. Coûts (en CFA x 10<sup>9</sup>) par secteur et par pays (IV). Bénéfices déduction faite des coûts (une et deux récoltes annuelles).

Scénario et Pays <sup>b</sup>	Coûts des services pour l'agriculture		Coûts des services pour le secteur minier		Autres Coûts des Services de la Navigation	Total
	Eau	Navigation	Energie	Navigation		
IV-A-1-(S2)-OMVS						
ML	0,652	0,028			1,289	1,969
MR	7,428	0,143			0,340	7,941
SN	12,113	0,232	16,600	11,461	1,247	41,653
IV-A-2-(S2)-OMVS						
ML	0,542	0,038			1,732	2,312
MR	6,194	0,195			0,456	6,845
SN	10,060	0,312	14,945	15,403	1,675	42,395
IV-B-1-(S2)-OMVS						
ML	0,640	0,024			1,110	1,774
MR	7,316	0,125			0,292	7,733
SN	11,883	0,200	19,034	9,864	1,073	42,054
IV-B-2-(S2)-OMVS						
ML	0,509	0,036			1,625	2,170
MR	5,813	0,183			0,428	6,424
SN	9,441	0,293	17,230	14,452	1,572	42,988
IV-J-1-(S2)-OMVS						
ML	0,819	0,021			0,943	1,783
MR	9,357	0,106			0,249	9,712
SN	15,198	0,170	15,397	8,386	0,913	40,064
IV-J-2-(S2)-OMVS						
ML	0,628	0,038			1,732	2,398
MR	7,176	0,195			0,456	7,827
SN	11,655	0,312	12,297	15,403	1,675	41,342
IV-A-1-(S1)-OMVS						
ML	0,436	0,014			1,289	1,739
MR	6,557	0,073			0,340	6,970
SN	10,682	0,116	19,148	11,461	1,247	42,654
IV-A-2-(S1)-OMVS						
ML	0,354	0,020			1,865	2,239
MR	5,329	0,105			0,491	5,925
SN	8,682	0,168	15,868	16,582	1,804	43,104
IV-J-1-(S1)-OMVS						
ML	0,515	0,010			0,943	1,468
MR	7,751	0,053			0,249	8,053
SN	12,627	0,085	19,879	8,386	0,913	42,148
IV-J-2-(S1)-OMVS						
ML	0,378	0,021			1,950	2,349
MR	5,682	0,110			0,514	6,306
SN	9,256	0,176	13,938	17,345	1,887	42,602
IV-A-2-(S2)-OMVS						
ML	0,542	0,038			1,732	2,312
MR	6,194	0,195			0,456	6,845
SN	10,060	0,312	14,945	15,403	1,675	42,395

Tableau 5.23. Continu.

IV-A-2-(S2)-OMVS modifié						
ML	0,702	0,045			2,060	2,807
MR	5,790	0,185			0,431	6,406
SN	10,539	0,288	14,857	15,102	1,550	42,336
IV-A-2-(S2)-OMVS modéré						
ML	0,849	0,032			7,193	8,074
MR	6,143	0,109			0,259	6,511
SN	9,864	0,179	15,627	10,430	0,933	37,033
IV-A-2-(S2)-Beyrard lent						
ML	0,773	0,031			6,544	7,348
MR	5,595	0,106			0,253	5,954
SN	8,988	0,175	15,718	12,590	0,887	38,358
IV-A-2-(S2)-USBR						
ML	0,789	0,037			4,416	5,242
MR	5,698	0,129			0,302	6,129
SN	8,683	0,201	15,560	14,755	0,983	40,182
IV-A-2-(S2)-OMVS prix intérieurs						
ML	0,606	0,036			1,625	2,267
MR	6,923	0,183			0,428	7,534
SN	11,244	0,290	14,198	14,454	1,572	41,758

<sup>a</sup>Valeur actuelle pour tous les coûts (dont les coûts d'investissement, d'exploitation, de maintenance et de remplacement).

<sup>b</sup>Se référer au Tableau 5.1 et aux indications à-après

OMVS = projections de rythmes de développement de l'OMVS (Figure 4.3)

Beyrard = projections de rythmes de développement de Beyrard (Figure 4.3)

USBR = projections de rythmes de développement de l'USBR (Figure 4.3)

Tableau 5.24. Coûts (CFA x 10<sup>9</sup>) par secteur et par pays du contrôle des crues et du transport ferroviaire des pellets de fer<sup>a</sup> (I - coûts séparables-bénéfices restants).

Scénario et Pays <sup>a</sup>	Coût des services pour l'agriculture		Coût des services pour les mines		Autres Coûts des Services de la Navigation	Contrôle des crues	Total
	Eau	Navigation	Energie	Navigation			
I(R)-A-2-(S2)-OMVS							
ML	0,488	0,187			8,501		9,176
MR	5,584	0,956			2,240		8,780
SN	9,069	1,531	14,784	0	8,223	0	33,607
I(R)-J-2-(S2)-OMVS							
ML	0,508	0,191			8,704		9,403
MR	5,812	0,979			2,293		9,084
SN	9,439	1,568	13,652	0	8,419	0	33,078
I(A)-SN-(FCW)-2-(S2)-OMVS							
ML	0,659	0,036			1,618		2,313
MR	7,535	0,182			0,426		8,143
SN	12,239	0,291	12,460	14,386	1,565		40,941
I-A-(FCS)-2-(S2)-OMVS							
ML	0,418	0,036			1,618	0,595	2,667
MR	4,779	0,182			0,426	2,586	7,973
SN	7,762	0,291	12,629	14,386	1,565	4,290	40,923
I-J-(FCW)-2-(S2)-OMVS							
ML	0,743	0,034			1,547		2,324
MR	8,497	0,174			0,408		9,079
SN	13,801	0,279	10,823	13,759	1,497		40,159
I-J-(FCS)-2-(S2)-OMVS							
ML	0,414	0,034			1,547	1,107	3,102
MR	4,736	0,174			0,408	4,813	10,131
SN	7,693	0,279	10,823	13,759	1,497	4,269	38,320

<sup>a</sup>Valeur actuelle pour tous les coûts (dont les coûts d'investissement, d'exploitation, de maintenance et de remplacement).

<sup>b</sup>Se référer au Tableau 5.1 pour l'interprétation et

<sup>b</sup>Pour interprétation se référer au Tableau 5.1 et aux symboles ci-après:

- OMVS = rythme d'aménagement prévu par l'OMVS (Figure 4.3)
- R = expédition par rail des produits miniers au prix de 5 F. CFA/tonne
- FCW = coût du contrôle des crues inclus dans le prix de l'eau
- FCS = coût du contrôle des crues récupéré sous forme de taxe distincte sur les terres agricoles

## CHAPITRE 6

### RÉPARTITION DES COÛTS, REMBOURSEMENT DU CAPITAL FINANCIER ET GARANTIE DES PRÊTS

#### Répartition des Coûts

Pour les cours d'eau internationaux il importe, lors du partage des responsabilités financières, de prévoir certaines dispositions permettant de compenser les disparités dans la répartition des coûts et bénéfices entre les pays participants. S'il y a augmentation des bénéfices nets par suite d'un accord multinational, les accords régissant la répartition des coûts des aménagements communs doivent garantir une participation équitable de chaque pays aux avantages procurés par ces aménagements (Regan, 1964).

Mais afin de pouvoir analyser ces avantages au niveau de chaque pays il convient de considérer séparément chaque option nationale. C'est ainsi que lorsqu'un aménagement multi-national entraîne des changements d'utilisation et de production de l'eau à l'intérieur d'un pays, le coût de ces substitutions doit être ajouté lors du calcul des coûts à affecter aux pays qui les ont provoqués. On peut calculer la valeur de ces contributions par la mesure des prévisions de productivité des variantes indépendantes qui doivent être abandonnées par suite de la réalisation du projet commun multinational. C'est-à-dire que, au niveau de chaque pays, les bénéfices escomptés de la variante la plus avantageuse et dont la réalisation serait probable en l'absence de projet commun, constituent les coûts d'opportunité (Regan, 1964). Les coûts de l'aménagement commun ont donc deux composantes: 1) les coûts directs de réalisation et d'exploitation des aménagements, 2) les coûts d'opportunité qui dans les variantes nationales seraient abandonnés. Les bénéfices tirés d'un aménagement commun doivent être suffisants pour couvrir ces deux éléments de coûts et tous bénéfices en excédent sont une incitation à un aménagement commun, incitation d'autant plus forte que l'excédent de bénéfices est important. Pour garantir la viabilité d'un système commun la répartition des coûts doit se traduire, pour chaque secteur et pour chaque pays, par un excédent des bénéfices sur les coûts sinon il y a risque de renoncement de la

part de certains participants, d'où l'obligation de procéder à une réaffectation des coûts et le danger d'une réaction en chaîne, mettant en péril tout le processus de remboursement. La seule option valable en matière de remboursement basé sur les revenus économiques est une formule à participation et remboursement obligatoires.

La présente étude adopte comme hypothèse que l'exploitation des aménagements dans le cadre du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal aboutira à un excédent des bénéfices sur les coûts pour chaque secteur économique et chaque pays et avec une marge suffisante pour encourager la coopération multinationale. Toutefois aucune analyse coûts/bénéfices n'a été réalisée ni pour l'ensemble des aménagements, ni pour un but spécifique.

#### Remboursement du Capital Financier

Les conditions nécessaires pour garantir la viabilité du système de remboursement et satisfaire entièrement aux engagements, sont les suivantes:

1. Pour l'ensemble des aménagements:
  - a. Pour inciter les pays à participer au projet, le total des bénéfices escomptés doit, dès l'origine, être supérieur aux coûts prévus (y compris les coûts d'opportunité).
  - b. Dans le temps, la valeur actuelle des futurs bénéfices prévus doit continuer à être supérieure à la valeur actuelle des futurs coûts prévus afin de constituer une incitation permanente à la participation. C'est-à-dire que pour une période quelconque il importe de veiller à éviter tout écart important qui risquerait de rendre le projet non économique et les variantes plus avantageuses. Ce problème est particulièrement aigu lorsque les progrès technologiques ont pour effet le remplacement de certains services du projet.

c. Il faudra assurer un partage toujours équitable des coûts entre pays participants afin qu'ils aient à supporter des charges acceptables. Toute taxation disproportionnée pourrait entraîner le désistement de certains usagers, d'où d'autres retraits possibles par suite d'une réaction en chaîne et par conséquent des charges accrues pour le restant des participants et risque d'échec du système de remboursement. Dans un aménagement tri-national il est probable que le retrait d'un des pays participants aboutirait à cet échec.

2. Pour chaque pays participant :

- a. Pour inciter le pays concerné à participer au projet, le total des bénéfices prospectifs doit, dès l'origine, être supérieur aux coûts prévus (y compris les coûts d'opportunité).
- b. Dans le temps, la valeur actuelle des bénéfices prévus doit continuer à être supérieure à la valeur actuelle des futurs coûts prévus afin d'inciter le pays concerné à une participation permanente.
- c. Le partage des coûts affectés au pays doit être équitable entre les secteurs bénéficiaires afin de maintenir tous les secteurs dans le processus de remboursement. Chaque pays doit pouvoir assurer la viabilité de chaque secteur ou atténuer toute charge excessive imposée à un secteur par un prélèvement sur les revenus généraux, cette dernière formule étant moins souhaitable que la responsabilité sectorielle, car tributaire de disponibilités financières à court terme ou de décisions politiques momentanées pouvant aboutir au retrait de l'aide gouvernementale.

3. Pour chaque secteur national participant :

- a. Le total des bénéfices prospectifs aux utilisateurs, découlant de l'utilisation des services du projet doit, dès l'origine, être supérieur aux coûts prévus (y compris les coûts d'opportunité).
- b. L'utilisation des services du projet doit demeurer économiquement avantageuse dans le temps.
- c. Le partage des coûts sectoriels entre les individus et entreprises du secteur concerné doit demeurer équitable pour le maintien de chaque utilisateur dans le processus de remboursement. En effet la situation est délicate au niveau des chefs d'entreprises individuel qui risquent d'avoir recours à des variantes de services moins onéreuses, susceptibles d'accroître leur bien-être. Si tel est le cas, le pays peut avoir intérêt à

opter pour un nouveau système mais tout plan doit explicitement prévoir le remboursement des investissements antérieurs et les possibilités de financement sur les fonds publics des nouvelles réalisations.

### Garantie des Prêts

L'adéquation de tout système des charges pendant toute la période de remboursement est peu probable, des ajustements étant prévisibles selon les fluctuations de la conjoncture. Toutefois, des réajustements trop fréquents risquent d'être préjudiciables quant à la stabilité d'ensemble. Les pays pourraient être incités à réajuster continuellement leurs rythmes de développement pour échapper à l'obligation de remboursement. Il conviendrait donc de fixer un calendrier de révisions périodiques qui serait inséré dans l'accord tripartite de remboursement solidaire. Les intervalles généralement appliqués vont de cinq à vingt ans, les réajustements étant à chaque fois effectués en fonction des prévisions de performance.

Etant donné les incertitudes à terme, les pays devraient constituer un fonds de garantie des prêts. La mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal contribuera au bien-être de l'ensemble des pays concernés, la création d'emploi et la formation de revenus secondaires étant prévisibles. Par conséquent il est recommandé que chaque pays contribue à un fonds de garantie même minime, cette contribution étant proportionnelle à la part des coûts imputée à chaque pays.

Une faible contribution annuelle durant la phase de construction et pendant la période de grâce de dix ans avant le début du remboursement des prêts serait une preuve de bonne foi et permettrait d'obtenir de meilleures conditions de prêts. Le total des contributions pourrait n'être pas supérieur à une ou deux années de redevances d'utilisation prévues pour chaque pays et être déposé auprès de l'OMVS ou auprès d'un organisme international. Ce dépôt ne devrait pas être utilisé pendant la période du remboursement mais servir à compenser toute chute des recettes des redevances d'utilisation. A la fin de la période de remboursement, les dernières échéances peuvent être payées sur cette réserve.

Il est important que la part des coûts imputable à chaque pays soit calculée en fonction des bénéfices escomptés, et non des bénéfices effectifs ce qui risquerait d'être anti-motivant s'il s'avère que le non-développement réduit la part des coûts d'un pays, alors que les autres pays poursuivront les aménagements et la prise en charge du coût des infrastructures. De plus si le montant des taxes d'utilisation collectées dans un secteur ou un pays donné n'atteint pas la recette escomptée, une certaine souplesse dans la réaffectation

des coûts serait souhaitable, et pourrait nécessiter l'arbitrage d'un organisme international en vue d'une répartition plus appropriée. Etant donné l'engagement financier des pays, une renégociation de la répartition des coûts soit directement, soit par le canal de l'OMVS, semble peu réalisable.

La Figure 6.1. suggère les structures institutionnelles nécessaires pour assurer le succès du programme. L'élément charnière du système est une autorité multi-nationale telle l'OMVS qui a droit de supervision sur la réalisation des aménagements, sur leur exploitation et leur maintenance; elle est le point de départ du

lancement des travaux du projet. Les pays doivent pleinement et continuellement défendre l'existence de cette organisation.

En vue d'une meilleure garantie et par conséquent de modalités de prêts plus avantageuses, il est recommandé la création d'une autorité internationale (avec participation des pays membres) chargée de superviser le remboursement des prêts. Elle aurait la garde des dépôts de garantie de chaque pays et assurerait l'arbitrage lors des renégociations des affectations de coûts, mais n'aurait aucune autorité en matière de gestion et de lancement de projets.

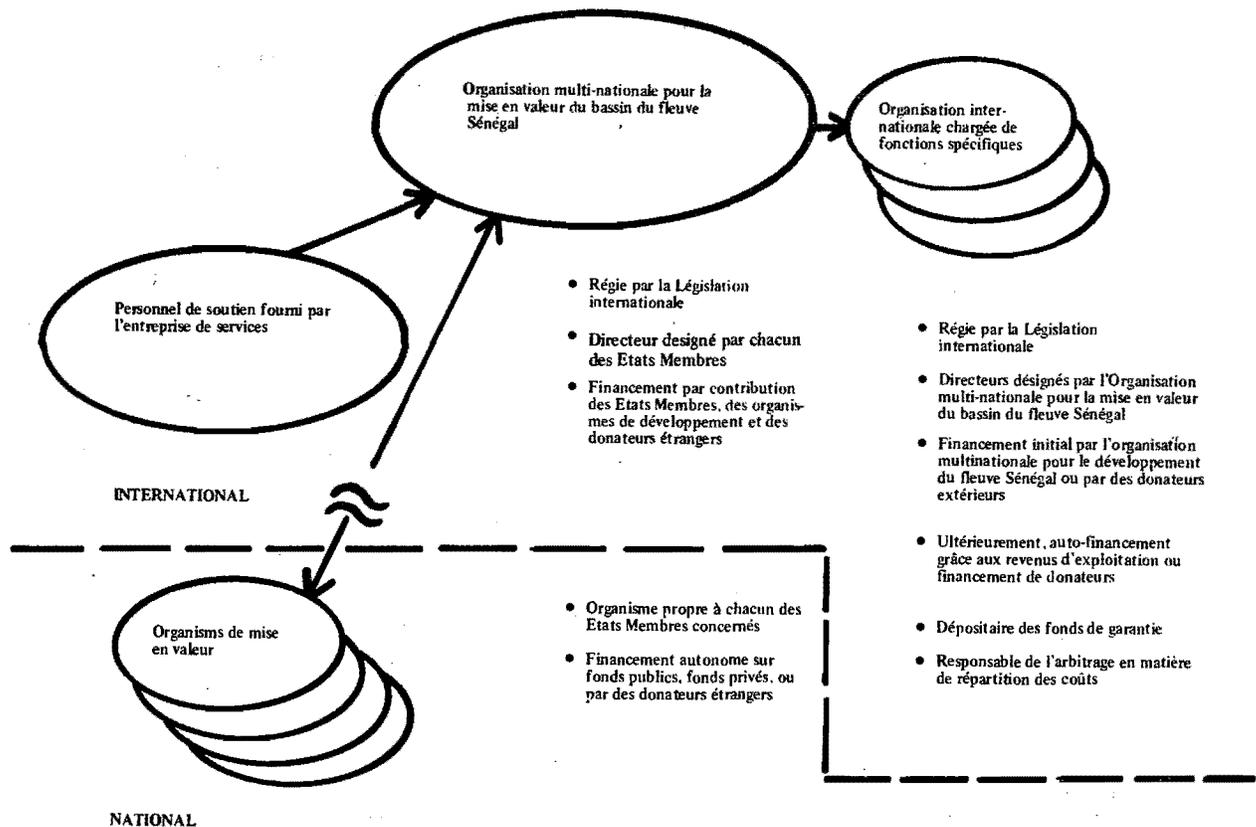


Figure 6.1. Eléments institutionnels de base d'un plan général du programme de mise en valeur de bassin du fleuve Sénégal.

## CHAPITRE 7

### RESUME ET CONCLUSIONS

#### Portée et Objectifs de l'Etude

L'objectif premier de cette étude est l'analyse des possibilités d'utiliser, comme base de répartition du capital et des coûts d'exploitation, de maintenance et de remplacement liés au programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, les bénéfices escomptés du projet. Le fait que ce fleuve soit un cours d'eau international rend le problème plus complexe et oblige à prendre en considération non seulement les différents secteurs économiques utilisateurs concernés par le projet, mais également chaque pays pris séparément, à savoir le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

En vue d'atteindre l'objectif principal exposé ci-dessus, un modèle économique est proposé dans le présent rapport; ce modèle donne une estimation des bénéfices économiques de chaque secteur utilisateur. Les bénéfices sont ensuite répartis entre les trois pays participants. Dans le souci d'expliquer le fonctionnement et les potentialités du modèle, le rapport présente les résultats de plusieurs scénarios chacun reposant sur des hypothèses spécifiques quant à certains paramètres, tels que le prix des produits et le rythme de construction des aménagements. Bien que le modèle soit basé sur des principes économiques solides, de nombreux facteurs et conditions liés au programme d'aménagement du fleuve demeurent des inconnues, ce qui fait obligatoirement dépendre les résultats du modèle de nombreuses hypothèses. C'est ainsi que la structure du projet est, en elle-même, une hypothèse. Il n'en demeure pas moins que le modèle peut, à l'heure actuelle, fournir certaines indications sur la sensibilité relative du système économique aux divers paramètres adoptés pour les intrants et aux variables du système.

Au fur et à mesure que seront précisés la structure du projet, les coûts de production et autres indications quantitatives sur les intrants, la répartition des coûts suggérée par le modèle gagnera en exactitude et en réalisme. Il convient, toutefois, d'insister sur le caractère constamment changeant pour les secteurs utilisateurs, et par conséquent pour les

Etats-membres, des flux de bénéfices relatifs du programme d'aménagement proposé, du fait de la constante fluctuation 1) des prix pratiqués sur le marché mondial, 2) du niveau d'utilisation des biens et services du projet par chacun des Etats-membres.

#### Méthodologie

Une fois qu'un projet à buts multiples est économiquement justifié, se pose le problème d'une répartition équitable des coûts du projet entre les différents secteurs économiques utilisateurs. Dans le cas du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, la répartition des coûts exige une étape supplémentaire, à savoir la répartition des coûts entre les pays participants. Lors de l'analyse sur la nécessité d'une répartition des coûts, il importe d'établir une distinction entre évaluation d'un projet et affectation de ses coûts. Toute évaluation de projet en vue de sa justification comporte une estimation des bénéfices et des coûts. La répartition des coûts consiste à répartir les coûts totaux du projet entre les différents services qu'il fournit. Des difficultés surgissent principalement pour l'affectation des coûts communs d'un projet multinational à buts multiples.

La méthode générale adoptée au cours de cette étude repose sur l'hypothèse d'une structure de projet et d'une utilisation de l'eau spécifiques, et suppose la mise au point de données économiques appropriées relatives au modèle d'aménagement.

Etant donné ses fluctuations considérables, le débit du fleuve Sénégal doit être régularisé, afin que l'eau puisse être plus uniformément répartie dans l'année, ce qui augmentera l'utilité du fleuve pour les pays riverains. Le problème est donc de formuler un plan de développement intégré qui garantisse des bénéfices à chacun des Etats membres, leur participation respective étant déterminée sur une base juste et équitable. C'est dans cette optique que les Etats membres de l'OMVS sont convenus de construire le barrage de Manantali, sur la rivière Bafing, en vue d'une

régularisation du débit à 300 m<sup>3</sup>/s (minimum) à Bakel et d'une production ultime d'énergie garantie de 100 MW. L'accord porte également sur la construction du barrage anti-sel de Diama, près de Saint-Louis, destiné à empêcher la remontée de la langue salée dans le lit de la basse vallée. Compte tenu de cet accord, l'hypothèse adoptée pour la présente étude est que les bénéfices potentiels du projet d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal sont les bénéfices résultant des utilisations suivantes de l'eau: 1) production d'énergie hydro-électrique; 2) irrigation des terres agricoles et des pâturages; 3) navigation sur le fleuve; et 4) contrôle des crues du fleuve.

Il est nécessaire, pour pouvoir conduire une étude prévisionnelle d'affectation des bénéfices économiques (et par conséquent d'une répartition proportionnelle des coûts économiques) du programme d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal, de disposer d'un volume important de données. Dans l'étude précédente réalisée pour le compte de Boeing (Riley, 1974), aussi bien les coûts séparables que les coûts communs étaient répartis en fonction de l'utilisation de l'eau en phase ultime. L'étude actuelle introduit une nouvelle dimension, la notion de bénéfices et de coûts économiques, ce qui oblige à des estimations des coûts de réalisation, d'exploitation et de maintenance des aménagements avec projection non seulement pendant l'exécution, mais aussi après l'achèvement du programme. De plus, les estimations des bénéfices économiques, du rythme de réalisation des aménagements et de leur utilisation ultérieure doivent être établies par secteur économique utilisateur et par pays. Il était donc prévisible que le volume d'informations et de données nécessaires à une étude de ce type serait important, alors que le plus souvent les données sont, dans les meilleurs des cas, vagues et estimatives, sinon encore inexistantes.

Les deux buts essentiels de la répartition sont: d'une part, de dégager les revenus nécessaires au remboursement du capital d'investissement; d'autre part, et dans le cas de projets de travaux publics, de promouvoir l'efficacité économique de leur utilisation. Il y a utilisation optimale des biens publics, lorsque les redevances payables pour les biens et services d'un projet sont égales aux coûts marginaux de ces biens et services (James and Lee, 1971, p. 529-530). Si les redevances pour la fourniture de services ne garantissent pas un revenu suffisant, les parties intéressées doivent s'assurer que les prêts seront effectivement remboursés. D'où, pour la garantie des prêts, l'importance dans un projet multinational tel le programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal, de s'assurer que les coûts sont équitablement répartis entre les pays.

On suppose que les redevances perçues pour l'utilisation des aménagements prévus pour la mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal suffiront au rem-

boursement des coûts de construction, d'exploitation, de maintenance et de remplacement. Toute autre hypothèse supposerait des subventions extérieures, soit par les Etats membres, soit par des sources de financement externes. D'autre part, si l'analyse coûts/bénéfices du projet fait apparaître un excédent des bénéfices sur les coûts, la répartition des coûts (ou l'estimation des redevances nécessaires au maintien du projet) se réduit à une affectation des coûts proportionnellement aux bénéfices. Dans cette perspective, il serait possible d'élaborer une structure équitable des redevances qui soit suffisante pour assurer le fonctionnement du projet, tout en évitant une sous-utilisation des services du projet par manque d'encouragement à leur emploi. Afin d'aboutir à une utilisation efficace des ressources du projet la présente étude a pour principe fondamental une répartition des coûts entre secteurs et entre pays, en fonction des bénéfices reçus. Dans la pratique la procédure normale consiste à déterminer le montant des taxes ou redevances de façon que la répartition des coûts entre tous les usagers soit aussi proportionnelle que possible aux bénéfices, étant entendu que tous les coûts, y compris les coûts communs, sont amortis, et couverts par les bénéfices.

Comme indiqué dans les paragraphes précédents la plupart des données utilisées pour cette étude sont des approximations ou correspondent aux meilleures estimations des auteurs déduites des rapports existants ou de discussions techniques avec certains spécialistes. Néanmoins, à ce stade, l'accent est mis sur la méthodologie proposée pour l'estimation des bénéfices nets du projet en vue de la répartition sur cette base, des coûts totaux du projet d'aménagement entre les pays participants.

### Méthodes Adoptées

Lorsqu'il fut envisagé de sélectionner une méthode d'analyse économique, en vue d'une estimation des bénéfices du programme d'aménagement, un large éventail de variantes a été étudié, allant des méthodes tenant compte en priorité des utilisations physiques de l'eau, telle la méthode exposée dans le rapport Boeing (Riley, 1974), à des modèles économiques très élaborés. Plusieurs de ces variantes sont présentées au Chapitre 2 de ce rapport. Un modèle économique a été adopté pour la simulation des flux de bénéfices et de coûts à imputer aux différents secteurs économiques utilisateurs et à chacun des trois Etats membres, ce qui permet au modèle de donner un aperçu des bénéfices par secteur utilisateur et par pays, à un moment quelconque dans les limites de durée planifiée pour le projet.

Le fait même d'avoir à affecter les coûts sous-entend l'impossibilité de pouvoir déterminer avec précision l'origine de ces coûts. C'est pourquoi l'on affecte en premier lieu les coûts aux facteurs re-

sponsables de la formation de ces coûts, et que l'on procède ensuite à la répartition des coûts restants. Cette procédure logique permet de décomposer les coûts en quatre catégories principales, à savoir: 1) coûts séparables par secteur et par pays; 2) coûts séparables par secteur et non séparables par pays; 3) coûts non séparables par secteur, mais séparables par pays, et 4) coûts communs aux secteurs et aux pays.

S'agissant d'un modèle à la fois exclusif et exhaustif, chaque coût s'intègre obligatoirement dans l'une des quatre catégories ci-dessus.

L'identification des coûts porte en premier lieu sur la catégorie des coûts totalement séparables, étant donné l'obligation évidente d'avoir à les imputer aux secteurs et pays dans lesquels ils sont investis et à qui échoient les bénéfices qui en résultent. C'est ainsi qu'on affecte le coût d'un investissement au secteur et au pays qui reçoivent la totalité des bénéfices de cet investissement. Dans toute répartition équitable, les coûts sont affectés de façon à ce que les bénéficiaires paient ces coûts.

La seconde division concerne les coûts séparables par secteur, mais communs aux pays, c'est-à-dire que les secteurs sont parfaitement identifiés en termes de coûts, mais que ces secteurs desservent plus d'un pays. C'est le cas, par exemple, d'une ligne de transmission d'énergie électrique utilisée par le secteur minier de deux pays. Cette ligne desservant les deux pays, son exploitation représente un coût commun pour ces deux pays, mais un coût séparable par secteur, en l'occurrence, un coût à affecter au secteur minier.

Les coûts non séparables (c'est-à-dire communs) par secteurs, mais séparables par pays constituent la troisième grande catégorie de coûts, tels par exemple les coûts d'un projet de construction destiné à bénéficier à plusieurs secteurs, mais dans un seul pays. Par exemple, les coûts de construction, dans un pays, d'une route destinée au transport des produits miniers et agricoles sont des coûts communs à ces deux secteurs, mais séparables par pays.

La quatrième catégorie concerne les coûts communs à la fois aux secteurs et aux pays. Dans cette catégorie figurent notamment une part des coûts des principaux ouvrages (barrages, par exemple) construits dans le cadre d'un projet, dont l'objectif est la mise en valeur des ressources de base pour la production de tous les services.

Dans la présente étude, toutes les analyses de répartition des coûts sont fondées sur les quatre méthodes ci-après: 1) méthode des bénéfices nets; 2) méthodes des coûts séparables/bénéfices restants; 3) méthode des coûts justifiables des variantes; et 4) méthode des coûts séparables ajustés/bénéfices restants.

Chacune de ces méthodes nécessite une estimation des bénéfices dérivés du projet, afin que les coûts affectés à l'un quelconque des utilisateurs (ou pays) soient fonction du montant relatif des bénéfices que le projet assure à ces utilisateurs. Ceci explique le rôle important que joue la méthode adoptée pour l'estimation des bénéfices dans l'analyse de la répartition des coûts.

Deux considérations importantes interviennent dans le choix de la méthode de calcul des bénéfices pour la répartition des coûts: 1) la compatibilité et la précision de la méthode sélectionnée; 2) les données disponibles. Plus une méthode est élaborée, plus le volume requis de données est important (voir Tableau 2.4.). La méthode 6 (bénéfices primaires nets) a été choisie pour la présente étude car les données disponibles (les coûts de formation du personnel ne sont pas inclus) permettent le calcul des bénéfices primaires nets. La méthode 7 (valeur ajoutée) n'a pu être adoptée, par manque de données relatives à la grille des salaires des divers secteurs économiques; il aurait fallu prendre pour hypothèse que la part des coûts salariaux est identique pour tous les secteurs économiques. Or une proportion constante de salaires entre tous les secteurs et tous les pays devant être maintenue, cette méthode aurait abouti aux mêmes estimations que la méthode 6. Par contre, la méthode 7 (valeur ajoutée ou augmentation directe du PNB) pourra être adoptée lorsque les données manquantes seront disponibles; on pourrait également inclure les coûts de formation du personnel. En ce qui concerne le secteur de la navigation, et vu le manque de données, la méthode 3 a dû être adoptée de préférence à la méthode 6, ce qui a permis de déterminer le coût de la navigation comparativement à la meilleure variante de transport; c'est-à-dire le montant des économies réalisées par les expéditeurs.

Les différentes étapes de la méthode adoptée dans la présente étude pour déterminer la répartition des coûts du programme, ont été les suivantes. Afin de pouvoir différencier les coûts par secteur, on procède d'abord à l'identification des coûts de chaque projet ou activité. Les coûts non séparables par secteur sont répartis entre tous les secteurs sur la base des bénéfices. Les résultats sont donnés pour chacune des quatre méthodes de répartition, à savoir les méthodes des bénéfices nets, des coûts séparables/ bénéfices restants, des coûts justifiables des variantes et la méthode des coûts séparables ajustés/bénéfices restants. L'analyse des coûts par secteur permet ensuite de déterminer s'ils sont séparables par pays. S'ils ne sont pas séparables par pays on les répartit entre les pays en fonction de la part des bénéfices totaux imputée à chaque pays, (voir Figure 2.5.).

Lors de l'application au programme de l'OMVS des quatre méthodes de répartition des coûts mentionnées ci-dessus, plusieurs hypothèses politiques ont été prises en considération: 1) la réglementation relative

à l'exploitation du réservoir de Manantali, 2) le statut de la navigation fluviale considérée en tant que service de projet spécifique et auto-financié ou comme une exploitation non génératrice de revenu mais assurant un service public, 3) l'inclusion et l'imputation des coûts du contrôle des crues, 4) la comptabilisation des bénéfices de l'irrigation pour l'agriculture en cas de simple ou de double récoltes annuelles.

La nature des données requises et les calculs permettant une estimation des bénéfices sont variables en fonction de la méthode adoptée pour l'estimation des bénéfices, qu'il s'agisse de projections ou de bénéfices réels, les deux pouvant être utilisés. Lorsque le rythme d'aménagement de certains secteurs est plus lent que prévu, le remboursement effectif par ces secteurs économiques sera insuffisant pour couvrir les coûts sur la base des bénéfices prévus. Il existe alors deux possibilités: la première consiste à réaffecter les coûts périodiquement sur la base des bénéfices effectivement réalisés et des modifications prévisibles affectant le flux des bénéfices escomptés. Il y a réajustement périodique de l'affectation des coûts par secteur et par pays. Avec la seconde option, la répartition des coûts peut être entièrement fondée sur les bénéfices escomptés dès le début des travaux d'aménagement. La première approche, dynamique en ce sens que les coûts sont réaffectés en fonction de la conjoncture, peut cependant poser des problèmes en matière d'aménagement étant donné qu'elle incite les participants potentiels à différer les aménagements jusqu'au remboursement effectif des premiers investissements alors que les participants actuels auront à supporter toute la charge de ces investissements. La seconde approche manque quelque peu de flexibilité quant aux réajustements rendus nécessaires par les changements de condition et elle risque d'obliger les pays participants à garantir les remboursements par les recettes fiscales; par contre, elle incite fortement à un développement rapide. Il se peut que la méthode la plus appropriée soit une combinaison de ces deux approches, la seconde étant adoptée en phases initiales et remplacée par la première méthode une fois acquise la participation active de tous les intéressés.

Lorsque les différents secteurs économiques disposent dans chaque pays d'une même marge de bénéfices et d'un même taux d'aménagement, et lorsque les résultats secondaires et tertiaires sont identiques dans chaque pays, le choix de la méthode de calcul des bénéfices en vue de la répartition des coûts n'aura pas de conséquence tangible pour les pays participants. Par contre, si les paramètres économiques, tels que les coûts des intrants et les prix de la production, varient d'un pays à l'autre, la part des bénéfices calculée par pays variera selon la méthode adoptée. Il en serait de même en ce qui concerne le multiplicateur et/ou l'analyse des bénéfices induits et provoqués; en cas d'inter-relations identiques entre la production secondaire et tertiaire

(c'est-à-dire une même proportionnalité eu égard à la production primaire), il n'est pas indispensable de faire intervenir ces bénéfices dans le calcul des bénéfices en vue de la répartition des coûts. Lorsque le manque de données est tel que seulement un multiplicateur ou une valeur de la production associée peut être établi et que ce multiplicateur ou cette valeur doit être généralisé à tous les pays et à tous les secteurs, les résultats de la répartition des coûts ne sont pas faussés si l'analyse ne tient compte que des seuls bénéfices primaires. Tel semble être actuellement le cas pour le projet d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal. Toutefois, au fur et à mesure que l'on disposera de données économiques plus détaillées, il s'avérera utile de procéder rapidement à une révision de la répartition initiale des coûts.

### Le Modèle Économique

Un modèle de simulation économique est proposé aux fins d'analyse des différentes méthodes de répartition des coûts. Le modèle fait intervenir les revenus et les coûts de chacun des secteurs économiques primaires et pays utilisateurs des biens et services du projet et répartit les coûts sur la base d'une taxe d'utilisation. Un tel modèle mathématique est utile à plusieurs titres. Premièrement, il présente une extrême flexibilité tant en ce qui concerne les répercussions des différentes variantes de répartition des coûts, qu'au niveau des politiques et/ou institutions de gestion possibles. Deuxièmement, le principe des taxes d'utilisation sous-entend à la fois la capacité des utilisateurs de rembourser les coûts du projet dans le temps et la possibilité pour les pays d'accorder des subventions pendant des périodes données, afin de soutenir l'effort de développement. Enfin le modèle contribue à l'identification des données nécessaires à une répartition des coûts plus précise et plus équitable.

Le modèle économique a été conçu pour remplir deux fonctions essentielles: 1) le calcul des taxes d'utilisation du projet permettant le recouvrement des coûts séparables et des coûts communs; 2) le calcul des revenus primaires nets des secteurs miniers et agricoles de chaque pays.

Les revenus et coûts incorporés au modèle sont ceux de chacun des secteurs économiques. Dans les coûts de la production agricole figurent les revenus des variantes aux productions abandonnées; leur valeur est calculée au prix du marché, même si les produits sont surtout destinés à l'auto-consommation étant donné que le producteur a le choix entre la vente ou la consommation de ces produits. Quant aux cultures de décrue rendues possibles par la crue artificielle, elles assurent également un revenu.

Deux programmes ont été mis au point pour cette étude, le PROG-1 ou modèle économique et le

PROG-2 ou programme de traitement des données brutes qui sont ensuite converties sous une forme exploitable pour les besoins du modèle économique. Les résultats du PROG-2 sont stockés sur disques, un ensemble séparé de données étant constitué pour chacun des différents scénarios de développement analysés dans la présente étude (cf. p. 32 et 42), à savoir:

1. OMVS
2. OMVS modifié
3. Beyrard - lent
4. Beyrard - moyen
5. Bureau of Reclamation

Une option de PROG-1 permet à l'utilisateur du modèle de sélectionner l'un quelconque des scénarios pour lecture séparée. Les cinq scénarios ci-dessus, se distinguent essentiellement par le rythme d'aménagement du secteur agricole. Pour permettre à l'utilisateur du modèle de procéder à des modifications rapides, quelques données d'input et paramètres décisionnels supplémentaires sont enregistrés sur cartes perforées.

### Résumé des Résultats

Le Tableau 7.1. résume les variations de la valeur des coûts affectés aux trois pays et résultant des différentes simulations du modèle compte tenu de l'incidence des différentes méthodes de répartition des coûts et autres hypothèses d'analyse. En termes absolus l'écart est faible pour toutes les méthodes étudiées ce qui suggère que la répartition des coûts par pays n'est pas sensible à la méthode utilisée. Par contre, il ressort du Tableau que le transport du fer par rail réduit sensiblement la part des coûts affectés au Sénégal et augmente d'autant ceux de Mali et de la Mauritanie.

La Figure 7.1. schématise un peu plus en détail les résultats des différentes analyses du modèle; elle donne pour les divers services du projet pris en compte l'étendue de la variabilité de la répartition des coûts par pays. Pour le Sénégal, les facteurs de coût les plus importants sont l'irrigation, la production d'énergie électrique et le transport fluvial du fer tandis que l'irrigation est le plus important pour le Mali et la Mauritanie.

Les autres résultats (cf. Chapitre 5) peuvent être résumés comme suit:

1. Sur la base des prix et des coûts mondiaux, et qui sont traduits dans les données relatives au Sénégal, la répartition des coûts du projet aboutit à un bénéfice positif pour les secteurs de l'agriculture et des mines (cf. Tableaux 5.19 et 5.20) mais à une exception près, à savoir une perte pour le secteur minier en cas de transport des minerais par rail (cf. Tableau 5.21). Si par

ailleurs on se base sur les prix et coûts internes des différents pays, un bénéfice positif n'apparaît pas à l'évidence pour tous les secteurs dans chaque pays après la répartition des coûts.

Toutefois les prix et les coûts internes qui diffèrent des cours du marché mondial sont susceptibles d'être soit subventionnés, soit taxés, de sorte que si les coûts sont répartis en fonction des bénéfices, les secteurs nationaux subventionnés auront à supporter le plus gros des charges du projet, qui par contre seront relativement faibles pour les secteurs soumis à une taxation.

2. Les coûts totaux par secteur économique et par pays ainsi que le prix des biens et services communs (eau, navigation, énergie et contrôle des crues) ne dénotent que de faibles fluctuations, d'une méthode à l'autre, selon les différentes hypothèses de séparabilité des coûts du barrage de Manantali imputables aux différents buts. De même, on n'observe pas de différences significatives pour les coûts totaux affectés et pour les prix, selon les méthodes de répartition des coûts adoptés. Ce phénomène est particulièrement mis en évidence si l'on compare les deux méthodes «coûts séparables/bénéfices restants» (Tableau 5.19) et «bénéfices déduction faite des coûts séparables» (Tableau 5.20). Les méthodes les plus couramment appliquées pour l'analyse de la répartition des coûts sont la méthode «coûts séparables/bénéfices restants» ou celle plus récente dite «méthode des coûts séparables ajustés/bénéfices restants.» Cette dernière méthode est recommandée pour l'affectation des coûts du programme de l'OMVS, car c'est celle qui permet la répartition la plus équitable des coûts communs.

3. Lorsque le contrôle des crues est considéré comme but de projet, les coûts imputés au secteur agricole subissent une hausse substantielle tandis que ceux des secteurs de la navigation et de la production d'énergie sont réduits (comparer les chiffres des premières lignes des Tableaux 5.19 et 5.21).

Le contrôle des crues est d'un coût élevé, comme le révèlent les quatre premiers scénarios relatifs aux deux options possibles, présentés au Tableau 5.21.

4. Le transport par rail des pellets de fer a deux conséquences: 1) une hausse du prix de la navigation, d'où une légère augmentation du coût total imputé à l'agriculture et une augmentation significative des coûts du transport pour le secteur agricole, et 2) une perte pour le secteur des mines avec une hypothèse de prix de 2,5 CFA/tonne kilométrique pour le tarif ferroviaire. Une légère réduction de ce tarif se traduit par des bénéfices, ce qui indique que le prix de 2,5 CFA/TKm. est une approximation maximale des prix du transport. De plus le secteur minier doit supporter un coût de

Tableau 7.1. Variabilité des résultats de la répartition des coûts<sup>(a)</sup> par pays pour 20 variantes d'hypothèses et de méthodes.

Pays	Transport Fluvial du Fer			Pays	Transport Ferroviaire du Fer		
	Moyenne des Coûts Affectés (Valeur Actuelle) (CFA x 10 <sup>9</sup> )	Deviation Standard (CFA x 10 <sup>9</sup> )	Rapport Entre Deviation Standard et Coûts Moyens (en %)		Moyenne des Coûts Affectés (Valeur Actuelle) (CFA x 10 <sup>9</sup> )	Différence Entre Valeur Mini et Maxi des Coûts Affectés (CFA x 10 <sup>9</sup> )	Rapport Entre Étendue de Variabilité et Coûts Moyens (en %)
Mali	2,25	0,36	16,1	Mali	9,29	0,23	2,48
Mauritanie	7,37	1,23	16,7	Mauritanie	8,93	0,30	3,36
Sénégal	41,90	1,27	3,0	Sénégal	33,34	0,53	1,59

Source: Tableaux 5.22, 5.23 et 5.24

(a) valeur actuelle de tous les coûts dont le coût d'investissement d'exploitation, de maintenance et de remplacement.

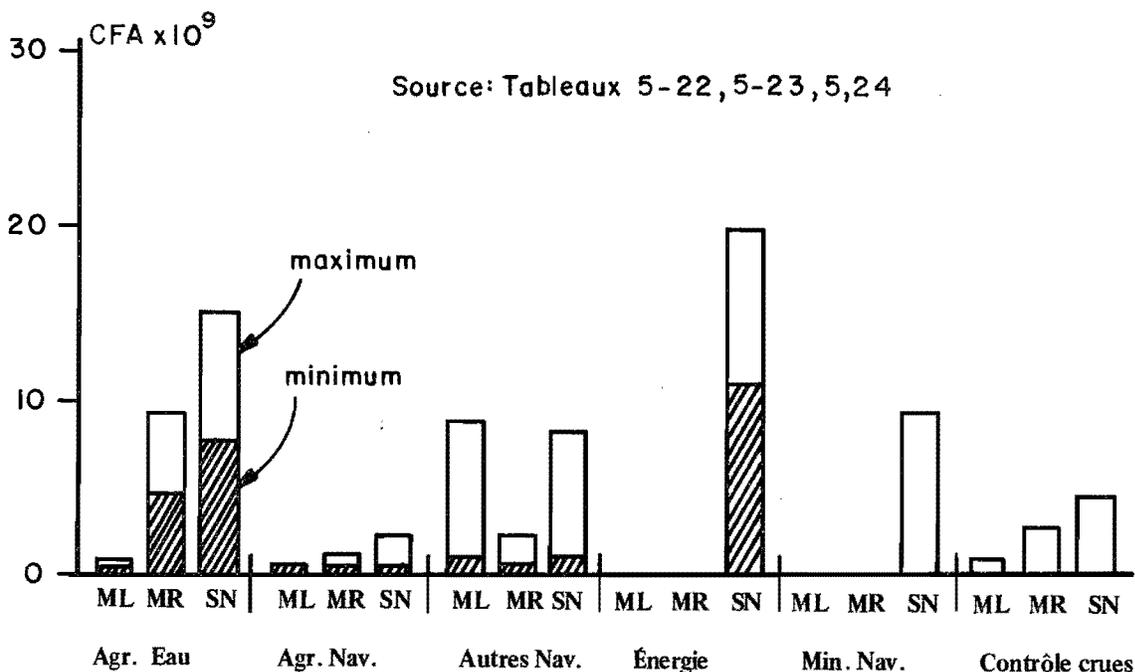


Figure 7.1. Etendue de la variabilité des affectations des coûts par secteur et par pays, en CFA x 10<sup>6</sup>, pour 20 variantes d'hypothèses et de méthodes (planning d'aménagement de l'OMVS).

consommation d'énergie supérieur avec la variante de transport par rail, les coûts communs non couverts par la navigation étant répartis entre les autres secteurs.

5. Quelle que soit la méthode de répartition des coûts, le prix de l'énergie dépasse le tarif de 5 CFA/KWH considéré comme limite supérieure acceptable par

MIFERSO. Dans la majorité des cas les coefficients de dépassement sont de l'ordre de 1,5 à 2,0. Lorsque le contrôle des crues est l'un des buts du projet, et que les coûts à affecter sont soit des sommes forfaitaires imposées au secteur agricole, soit inclus dans les taxes d'eau, le prix de l'énergie n'est plus que légèrement supérieur au prix plafond de 5 CFA/KWH.

6. L'enveloppe globale des obligations par pays est, en termes absolus, à peine modifiée par le choix des méthodes et des hypothèses. Les Tableaux 5.22 à 5.24 résumant les charges des secteurs économiques et des trois pays pour assurer le remboursement des coûts du projet selon les différentes méthodes de répartition des coûts et qui s'élèvent à  $1 \times 10^9$  CFA pour le Mali (environ 50% des coûts totaux) à  $4 \times 10^9$  CFA (35 pourcent) pour la Mauritanie et à  $5 \times 10^9$  CFA (10 pourcent) pour le Sénégal.

7. Pour assurer une utilisation efficace des ressources du projet les coûts doivent être répartis entre les secteurs économiques et les pays en fonction des bénéfices reçus. Ceci implique qu'il est tenu compte de tous les coûts, y compris des coûts communs, et que ces coûts sont amortis. Il importe de sélectionner une méthode de répartition des coûts qui soit adaptable aux fluctuations de la conjoncture et un important stimulant en vue du développement des secteurs économiques et des pays participant au programme.

8. Il est recommandé de créer un fonds de garantie des prêts, la contribution individuelle des pays à ce fonds étant proportionnelle à la part des coûts qui lui est imputée.

#### Données Supplémentaires Requises

Les données du modèle devront être mises à jour au fur et à mesure que seront connus de nouveaux paramètres relatifs aux coûts et aux bénéfices, ou aux modifications intervenues dans les prix des inputs ou des outputs, car la répartition des coûts ne peut être correctement effectuée si elle se fonde sur des données périmées ou erronées. Toutefois il faudra veiller à ce que les prix des inputs et des outputs et les coûts de construction et d'exploitation ne soient pas établis artificiellement dans le but de faire apparaître des bénéfices plus forts ou moindres. En plus de la mise à jour des données existantes, les problèmes concernant les autres données, ou ceux d'ordre analytique, doivent être résolus.

Il ressort des résultats que selon l'approche adoptée et les données d'input du modèle, la répartition des coûts du projet présente des différences substantielles. Par contre la sensibilité des résultats à la méthode de répartition des bénéfices est peu marquée. Il sera donc possible de simplifier les futures études en adoptant une méthode unique; à ce titre la méthode des «coûts séparables ajustés/bénéfices restants» est recommandée.

Le manque de données a empêché l'étude de certains aspects de l'analyse, notamment les calculs des bénéfices secondaires et tertiaires et l'estimation exacte

des bénéfices sectoriels totaux. Ce dernier problème est certainement le plus crucial, bien qu'une fois qu'une approche ait été adoptée, les résultats de l'analyse sont identiques pour toutes les hypothèses relatives aux coûts communs. Il importe de disposer de données plus précises sur la production, les coûts et les prix des secteurs agricoles et miniers. Les coûts du transport par les variantes au transport fluvial sont des données essentielles. Par exemple sur la base des prix de l'énergie adoptée pour cette étude, il y a déficit pour le secteur des mines lorsque le transport de ses produits est effectué par rail. Ce cas devrait être approfondi, en partant de données plus précises et éventuellement d'hypothèses affinées.

Pour le secteur agricole, il conviendrait de procéder à une répartition des coûts entre main-d'oeuvre, biens fonciers et capital. Il semble qu'il y ait quelque confusion quant aux données relatives aux salaires et aux revenus des terres et des investissements. Dans certains cas les coûts de la main-d'oeuvre semblent inclus, dans d'autres non. Les «autres services» de la navigation demandent à être clairement détaillés étant donné qu'ils couvrent une part importante des coûts de la navigation. De plus, il faudrait que soient précisés les coûts des cultures fourragères, vu leur importance, surtout pour la Mauritanie. Enfin une décision doit être prise quant au choix, pour le modèle, des prix du marché mondial ou des marchés internes étant donné leur impact considérable sur la rentabilité du secteur agricole.

Avec l'hypothèse de multiplicateurs identiques pour les bénéfices secondaires et tertiaires des trois pays, les résultats des méthodes de répartition des coûts ne devraient pas varier. Par conséquent, si une variation de ces bénéfices est prévue d'un pays à l'autre, ils ne peuvent être dégagés qu'à partir de l'analyse des activités inter-sectorielles. Il faudrait donc disposer pour chaque pays des rapports d'input-output, des multiplicateurs du taux de l'emploi, et autres coefficients inter-sectoriels. Ces données, déjà fort utiles pour d'autres travaux de planification, sont essentielles pour une répartition des coûts basée sur le montant total des bénéfices économiques.

Pour le modèle économique utilisé dans la présente étude il n'a pas été tenu compte, pour certains coûts, des variations des rythmes d'aménagement selon la situation géographique le long du fleuve, ou de différences de coûts d'aménagement selon qu'il s'agit de petits ou de grands périmètres, les données n'étant pas complètes. Une connaissance des différences d'ordre spatiale, pour les divers types et rythmes d'aménagement dans chaque pays, permettrait une estimation plus précise des coûts du transport des intrants, des produits et «autres» activités fluviales.

## Conclusions

En résumé, le choix d'une méthode de répartition des coûts pour un cas particulier dépend de nombreux facteurs notamment de sa simplicité quant aux conditions connues, de sa souplesse d'adaptation aux nouvelles situations, et de son application équitable à tous les participants. Au sens large, la méthode de répartition des coûts devrait satisfaire aux quatre principes ci-après (déjà précisés au Chapitre 2):

1. La méthode adoptée doit assurer à chaque participant des perspectives de résultats encourageants.

2. La méthode doit faciliter l'obtention de prêts. Les organismes de crédit exigent des garanties sur la stabilité et les bonnes intentions des parties sollicitant le prêt. Dans le cas précis du programme d'aménagement du fleuve Sénégal, ils doivent être assurés du monolithisme des trois Etats Membres, dont l'unité de but et d'action est essentielle pour garantir les remboursements.

3. La méthode adoptée doit permettre une répartition équitable des coûts entre les divers secteurs économiques et entre les Etats Membres. Le principe directeur est qu'aucun pays, aucun secteur économique, aucune entreprise commerciale, ni aucun individu ne

soit placé dans une situation moins avantageuse qu'avant la construction des aménagements tout en ayant à participer au remboursement des coûts. Ni la réalisation du projet, ni le mécanisme de remboursement ne doivent avoir une action dépressive sur le statut économique de quiconque, c'est-à-dire que chacun doit conserver au moins la même aisance économique qu'auparavant.

4. La méthode de répartition des coûts et le programme de remboursement devraient garantir l'utilisation efficace du capital et des autres facteurs de production requis. C'est ainsi qu'il faudra éviter que la méthode de répartition des coûts ne comporte un élément de pénalisation de l'utilisation pleine et efficace des ressources rendues disponibles par le projet. En d'autres termes, les bénéfices réalisés du fait d'une utilisation pleine et efficace des ressources devraient être supérieurs aux coûts supplémentaires ainsi occasionnés, y compris les frais de remboursement du projet identifiés dans le cadre de la méthode de répartition des coûts.

La méthode des coûts séparables ajustés, bénéfiques restants, répond à ces quatre critères; elle est recommandée pour les futures analyses de répartition des coûts faisant intervenir divers scénarios possibles liés au programme proposé de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal.

## RÉFÉRENCES

- Beyrard, Norbert. 1974. A synthesis report on the Senegal River Development Project. Paris, France.
- Federal Inter-Agency River Basin Committee. 1950. Proposed practices for economic analysis of river basin projects: Report to the Federal Inter-Agency River Basin Committee, Washington, D. C., Government Printing Office, May. p. 8-9.
- Food and Agricultural Organization of United Nations. 1976. Trade Yearbook, Rome - United Nations (annual).
- Food and Agriculture Organization of United Nations. 1976. Production Yearbook - Rome United Nations (annual).
- Gittinger, Price J. 1972. Economic analysis of agricultural projects. The Economic Development Institute International Bank for Reconstruction and Development, the Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Hanke, S., and R. Davis. 1973. Potential for marginal cost pricing in water resource management. *Water Resources Research*, 9(4) 808-825.
- Hargreaves, George W. 1975. Water requirements for irrigated crops and rainfed agriculture. Utah State University, Logan, Utah. October. 40 p.
- Hirshleifer, Jack., James C. DeHaven, and Jerome W. Milliman. 1969. Water supply: economics, technology and policy. University of Chicago Press. p. 89.
- International Law Association. 1956. Principle VIII. (Laylin, John G., and Brice M. Clagett. 1964. The allocation of water on International Streams. In *Economics and Public Policy in Water Resources Development*, Iowa State University Press, Chapter 23, p. 451).
- James, L. D., and R. R. Lee. 1971. *Economics of water resources planning*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Jiler, Harry, editor. 1976. *Commodity yearbook*. New York Commodity Research Bureau (annual).
- Loughlin, James C. 1977. The efficiency and equity of cost allocation methods for multipurpose water projects. *Water Resources Research*. Vol. 13, No. 1.
- Market Mercentile Department. 1976. Chicago mercentile exchange. *Chicago Mercentile Yearbook*, Chicago (annual).
- OMVS. 1976. The OMVS programme. Presentation, methods and means of implementation. May.
- Regan, M. M. 1964. Sharing financial responsibility of river basin development. In *Economic and Public Policy in Water Resources Development*, edited by S. C. Smith and E. N. Castle, Ames: Iowa State University Press, Chapter 13.
- Riley, J. Paul. 1974. Water resources planning support. Boeing Services International, Inc., Dakar, Senegal, Africa.
- Senegal-Consult. 1970. Feasibility survey for the regulation of the Senegal River, Volumes 1-7, Zurich, Switzerland.
- Sewell, W. R. Derrick. 1966. The Columbia River treaty and protocol. *Proceedings of a Summer Institute in Water Resources*, Vol. IV, General Principles of Water Resource Planning. Utah State University, Chapter IX.
- SOGREAH. 1972. Report on the Delta Dam and mathematical model flow studies.
- Stanford Research Institute. 1958. Economic consideration in the formulation and repayment of California water plan projects, Menlo Park, Calif. March.
- U. S. Bureau of the Budget. 1952. Circular A-47, Washington, D. C., Dec., 31.
- U. S. Bureau of Reclamation. 1976. Senegal River Basin - preliminary basin data examination and suggested study program. U. S. Department of the Interior, April. 195 p.
- U. S. Congress. 1962. Policies, standards, and procedures in the formulation, evaluation, and review of plans for use and development of water and related land resources, Senate Doc. 97, 87th Congress, 2nd Session, May.
- U. S. Department of Agriculture. 1964. Economics guide for watershed protection and flood prevention. Soil Conservation Service, Washington, D. C. March.
- U. S. Department of the Interior. 1959. Project planning. Bureau of Reclamation, Washington, D. C., July.

**APPENDIX A**

**RESULTS OF SELECTED COST ALLOCATION STUDIES  
FOR THE PROPOSED SENEGAL RIVER  
DEVELOPMENT PROGRAM**

Table A-1. Separable costs remaining benefits--Case I-A-(FC)-2-S2.<sup>1</sup>

	Project Services				Total
	Water Supply	Power	Navigation	Flood Control	
1. Benefit	102.098	55.740	86.660	--	
2. Alternative Cost	19.929	17.678	28.489	24.310	
Justifiable Cost					
3. (lesser of 1 or 2)	19.929	17.678	28.489	24.310	90.406
4. Separable Cost	10.325	10.729	14.741	1.120	
a. Project Works	8.280	6.434	10.792	0	
b. Manantali	2.045	4.295	3.949	1.120	
5. Remaining benefits (3-4)	9.604	6.949	13.748	23.190	53.491
6. Joint Cost Proportions	(.180)	(.130)	(.257)	(.434)	
7. Allocated Joint Costs	2.630	1.903	3.765	6.351	14.649
8. Total Cost to Purpose	12.955	12.632	18.506	7.471	51.564
9. Allocated Saving (3-8)	6.974	5.046	9.983	16.839	
Cost Combining all					
10. Other Purposes (TC-4)	41.239	40.835	36.823	50.444	
Justifiable Cost-all other					
11. Purposes (lesser of 10 or Row 3)	41.239	40.835	36.823	50.444	
Savings from Purpose					
12. (3+11-Cost)	9.604	6.949	13.784	23.190	
Credit - A-SCRB					
13. ({3+11}÷ Cost)	1,1862	1,135	1,267	1,450	

Note 1: For interpretation, refer to Table 5.1.

Table A-2. Separable costs remaining benefits--Case I-B-2-(S2).<sup>1</sup>

	Project Services			Total
	Irrigation Water Supply	Power Production	Navigation	
1. Benefit	102.098	55.740	86.660	
2. Alternative Cost	19.929	17.678	28.489	
Justifiable Costs				
3. (Lesser of 1 or 2)	19.929	17.678	28.489	
4. Separable Cost	8.280	13.894	12.696	
a. Project Works	8.280	6.434	10.792	
b. Manantali Dam	0	7.460	1.904	
5. Remaining Benefit	11.649	3.784	15.793	31.226
6. Joint Cost Proportions	(.373)	(.121)	(.506)	
7. Allocated Joint Cost	6.228	2.023	8.443	16.694
8. Total Cost to Purpose	14.508	15.917	21.139	51.564
9. Allocated Saving (3 less 8)	5.421	1.761	7.350	
Cost Combining All Other				
10. Purposes (Total Cost-4)	43.284	37.670	38.868	
Justifiable Costs--all other				
11. Purposes (lesser of 10 or Σ row 3)	43.284	37.670	37.607	
Savings from Purpose				
12. Inclusion (3+11-cost)	11.649	3.784	14.532	
Credit - A-SCRB				
13. ({3+11} + Cost)	1.226	1.073	1.282	

Note 1: For interpretation, refer to Table 5.1.

Table A-3. Adjusted separable cost remaining benefits--Case II-B-2-(S2).<sup>1</sup>

	Project Services			Total
	Irrigation Water Supply	Power Production	Navigation	
1. Benefit	102.098	55.740	86.660	
2. Alternative Cost	19.929	17.678	28.489	
Justifiable Costs				
3. (Lesser of 1 or 2)	19.929	17.678	28.489	
4. Separable Cost	8.280	13.894	12.696	
5. Credit	1.226	1.073	1.282	
Adjusted				
6. Separable Cost (4x5)	10.151	14.908	16.276	
Remaining Benefit-				
7. Adjusted (3-6)	9.778	2.770	12.213	24.761
Joint Cost				
Proportions (7-Σ7)	(.395)	(.112)	(.493)	
8. Allocated Joint Cost	6.592	1.868	8.234	16.694
Total Cost to				
9. Purpose (4+8)	14.872	15.762	20.930	51.564

Note 1: For interpretation, refer to Table 5.1.

Table A-4. Alternative justifiable expenditure--Case III-J-(FC)-2-(S2).<sup>1</sup>

	Project Services				Total
	Water Supply	Power Production	Navigation	Flood Control	
1. Benefit					
2. Alternative Cost	19.929	17.678	28.489	24.310	
Justifiable Cost					
3. (Lesser of 1 or 2)	19.929	17.678	28.489	24.310	90.406
4. Separable Cost	8.280	6.434	10.792	1.120	
a. Project Works					
b. Manantali	0	0	0	1.120	
5. Remaining Benefit (3-4)	11.649	11.244	17.697	23.190	
6. Joint Cost Proportions	.183	.176	.277	.364	
7. Allocated Joint Costs	4.555	4.396	6.920	9.067	24.938
8. Total Cost to Purpose	12.835	10.830	17.712	10.187	51.564
9. Allocated Saving (3-8)	7.094	6.848	10.777	14.123	
Cost Combining All Other					
10. Purpose (TC-4)	43.284	45.130	40.772	50.444	
Justifiable Cost - all					
Other Purposes (Lesser of					
11. 10 or $\Sigma$ row 3)	43.284	45.130	40.772	50.444	
Savings from Purpose					
12. (3+11-Cost)	11.649	11.244	17.697	23.190	
13. CREDIT-A-SCRB (3+11 $\div$ Cost)	1.226	1.218	1.343	1.450	

Note 1: For interpretation, refer to Table 5.1

Table A-5. Benefits less separable costs---Case IV-A-1-(S2).<sup>1</sup>

	Project Services			Total
	Irrigation Water Supply	Power Production	Navigation	
1. Benefit	54.499	55.740	--	
2. Alternative Cost	--	--	--	
Justifiable Costs				
3. (Lesser of 1 or 2)				
4. Separable Cost	10.325	11.849	14.741	
a. Project Works				
b. Manantali Dam				
5. Remaining Benefit	44.174	43.891		88.065
6. Joint Cost Proportions	(.502)	(.498)		
7. Allocated Joint Cost	7.348	7.301		14.649
8. Total Cost to Purpose	17.673	19.150	14.741	51.564

Note 1: For interpretation, refer to Table 5.1.

Table A-6. Benefits less separable costs--Case IV-B-1-(S2).<sup>1</sup>

	Project Services			Total
	Irrigation Water Supply	Power Production	Navigation	
1. Benefit	54.499	55.740	--	
2. Alternative Cost Justifiable Cost				
3. (Lesser of 1 or 2)				
4. Separable Cost	8.280	13.894	12.696	
a. Project Works				
b. Manantali Dam				
5. Remaining Benefit	46.219	41.846		88.065
6. Joint Cost Proportions	(.525)	(.475)		
7. Allocated Joint Cost	8.895	8.054		16.949
8. Total Cost to Purpose	17.175	21.948	12.696	

Note 1: For interpretation, refer to Table 5.1.

Table A-7. Benefits less separable costs--Case IV-B-2-(S2).<sup>1</sup>

	Project Services			Total
	Irrigation Water Supply	Power Production	Navigation	
1. Benefit	54.499	55.740	86.660	
2. Alternative Cost				
Justifiable Cost				
3. (Lesser of 1 or 2)				
4. Separable Cost	8.280	13.894	12.696	
a. Project Works				
b. Manantali Dam				
5. Remaining Benefit	46.219	41.846	73.964	
6. Joint Cost Proportions	(.285)	(.258)	(.456)	
7. Allocated Joint Cost	4.835	4.377	7.737	16.694
8. Total Cost to Purpose	13.115	18.271	20.433	

Note 1: For interpretation, refer to Table 5.1.

Table A-8. Benefits less separable costs--Case IV-J-1-(S2)<sup>1</sup>.

	Project Services			Total
	Irrigation Water Supply	Power Production	Navigation	
1. Benefit	54.499	55.740	--	
2. Alternative Cost Justifiable Cost				
3. (Lesser of 1 or 2)				
4. Separable Cost	8.280	6.434	10.792	
a. Project Works				
b. Manantali Dam				
5. Remaining Benefit	46.219	49.306		95.525
6. Joint Cost Proportions	(.484)	(.516)		
7. Allocated Joint Cost	12.608	13.446		26.058
8. Total Cost to Purpose	20.888	19.880	10.792	

Note 1: For interpretation, refer to Table 5.1.

Table A-9. Benefits less separable costs--Case IV-J-2-(S2).<sup>1</sup>

	Irrigation Water Supply	Power Production	Navigation	Total
1. Benefit	54.499	55.740	86.660	
2. Alternative Cost				
Justifiable Cost				
3. (Lesser of 1 or 2)				
4. Separable Cost	8.280	6.434	10.792	
a. Project Works				
b. Manantali Dam				
5. Remaining Benefit	46.211	49.306	75.768	171.285
6. Joint Cost Proportions	(.270)	(.288)	(.442)	
7. Allocated Joint Cost	7.030	7.501	11.527	26.058
8. Total Cost to Purpose	15.310	13.935	22.319	51.564
Unit Charge (Price) for Output				

Note 1: For interpretation, refer to Table 5.1.

## APPENDIX B

### THE COMPUTER MODEL OF THE ECONOMIC SYSTEM

#### Description of Input for the Computer Program

1. Table B-1 contains a description of input for the data processing program (PROG2) and Table B-2 is a description of input for the economic model (PROG1). Most of the input for the economic model is read from a data file created by PROG2.

2. Indices used in Tables B-1 and B-2 are defined as follows:

- IA = index for agricultural crops
- IC = index for countries
- IM = index for minerals
- IT = index for years

The significance of particular values for these indices is given in Table III.1.

3. Standard subroutines are used to read one, two, and three dimensional arrays. No format is given in Tables B-1 and B-2 for arrays read by these subroutines. The format used is (2A5, 7F10.0) in

which the first ten columns contain an identification. The index listed to the right (e.g. IT in CA (IC, IA, IT)) varies across the card. A new card is commenced whenever other indices are initialized. In the example, the index IA varies faster than the index IC.

4. When IMAC is set equal to 1 mining activities are considered lumped for all countries. In this case arrays associated with the mining economic sector are read for only one value of IC and not once for each country. The arrays affected by this option are indicated by an asterisk beside the card number in Tables B-1 and B-2.

5. '∇' symbol indicates blank columns in the computer input record.

6. Numerical data must be right-justified within each field.

Table B-1. Input data and decision parameters for data processing program to set up development scenario files from raw data (PROG2).

I. Initial input-card source

1. D, NR, NW, NC, NA, NT, NT1, NM - Format (2A5,7I10)

1-10	D	Card identification: "PROBVDIMSV"
11-20	NR	Number of card reader input unit
21-30	NW	Number of disk file to which data for development scenario considered is to be written: = 10 Beyrard-slow = 11 Beyrard-moderate = 12 Bureau of Reclamation = 13 OMVS = 14 OMVS-modified
31-40	NC	Number of countries
41-50	NA	Number of agricultural crops
51-60	NT	Number of years for the development scenario
61-70	NT1	Number of years for the OMVS development scenario (i.e. 35)
71-80	NM	Number of minerals

2. D, IMAC, ISEAS - Format (2A5,I10)

1-10	D	Card identification: "OPTNSVVVVV"
11-20	IMAC	= 0 Consider mining economic sector separately for each country = 1 Lump mining economic sector for all countries
21-30	ISEAS	= 0 Two irrigation seasons considered = 1 Only one irrigation season considered

3. D, (CFV(IA), IA = 1,NA) - Format (2A5, 5F10.0)
- |       |         |  |
|-------|---------|--|
| 1-10  | D       | Card identification: "CFV V V V V V V V V V V I A"   |
| 11-20 | CFV(IA) | Fraction of the valley used to grow each crop. These figures are based on two growing seasons and therefore, must equal 2.0 when summed over IA. |
| 21-30 |         |  |
| etc.  |         |  |
4. D, (CFD(IA), IA = 1, NA) - Format (2A5, 5F10.0)
- |       |         |  |
|-------|---------|--|
| 1-10  | D       | Card identification: "CFD V V V V V V V V V V I A"   |
| 11-20 | CFD(IA) | Fraction of the delta used to grow each crop. These figures are based on two growing seasons and therefore must equal 2.0 when summed over IA. |
| 21-30 |         |  |
| etc.  |         |  |
5. D, (YLD(IA), IA = 1,NA) YREC, YDRY - Format (2A5,7F10.0)
- |       |         |  |
|-------|---------|--|
| 1-10  | D       | Card identification: "YLD S V V V V V V V V V V" |
| 11-20 | YLD(IA) | Unit yield of each crop (tonne/ha)               |
| 21-30 |         |  |
| etc.  |         |  |
| 61-70 | YREC    | Unit yield of recession farming (tonne/ha)       |
| 71-80 | YDRY    | Unit yield of dry farming (tonne/ha)             |
6. YAF - Format (F10.0)
- |      |     |  |
|------|-----|--|
| 1-10 | YAF | Unit yield of recession farming made possible by the artificial flood (tonne/ha) |
|------|-----|--|

7. D, (PR(IC), IC = 1, NC) - Format (2A5,3F10.0)
- |       |        |  |
|-------|--------|--|
| 1-10  | D      | Card identification: "PRVVVVVVIC"                          |
| 11-20 | PR(IC) | Average price of crops from recession or dry farming (CFA) |
| 21-30 |        |  |
| etc.  |        |  |
8. D, WREQD1, WREQD2, WREQV1, (WREQV(IA), IA = 1, NA) - Format 2A5,7F10.0/F10.0)
- |       |           |   |
|-------|-----------|---|
| 1-10  | D         | Card identification: "WREQSVVVVV"   |
| 11-20 | WREQD1    | Unit irrigation water requirement for rice in delta during wet season (m)       |
| 21-30 | WREQD2    | Unit irrigation water requirement for rice in delta during dry season (m)       |
| 31-40 | WREQV1    | Unit irrigation water requirement for rice in valley during wet season (m)      |
| 41-50 | WREQV(IA) | Unit irrigation water requirement for each crop in valley during dry season (m) |
| 51-60 |           |   |
| etc.  |           |   |

## II. Areas of farming input

(Card 9 is read once for each of the NT1 years varying index IT)

9. D, HAD(3,IT), HAV(3,IT), HAD(2,IT), HAV(2,IT), HAV(1,IT) - Format (2A5,5F10.0)
- |       |           |   |
|-------|-----------|---|
| 1-10  | D         | Card identification   |
| 11-20 | HAD(3,IT) | Area of delta irrigated in Senegal under the OMVS scenario (ha) |

21-30	HAV(3,IT)	Area of valley irrigated in Senegal under the OMVS scenario (ha)
31-40	HAD(2,IT)	Area of delta irrigated in Mauritania under the OMVS scenario (ha)
41-50	HAV(2,IT)	Area of valley irrigated in Mauritania under the OMVS scenario (ha)
51-60	HAV(1,IT)	Area of valley irrigated in Mali under the OMVS scenario (ha)

(Omit card 10 if the development scenario under consideration is OMVS)

(Card 10 is read once for each of the NT years varying index IT)

10. D, HAD(3,IT), HAV(3,IT), HAD(2,IT), HAV(2,IT), HAV(1,IT) - Format (2A5,5F10.0)

1-10	D	Card identification
11-20	HAD(3,IT)	Area of delta irrigated in Senegal under development scenario considered (ha)
21-30	HAV(3,IT)	Area of valley irrigated in Senegal under development scenario considered (ha)
31-40	HAD(2,IT)	Area of delta irrigated in Mauritania under development scenario considered (ha)
41-50	HAV(2,IT)	Area of valley irrigated in Mauritania under development scenario considered (ha)
51-60	HAV(1,IT)	Area of valley irrigated in Mali under development scenario considered (ha)

(Card 11 is read once for each of the NT years varying index IT)

11. D, HAREC(IT), HAAF(IT), HADRY(IT) - Format (2A5,3F10.0)

1-10	D	Card identification
11-20	HAREC(IT)	Area of recession farming remaining under development scenario considered (ha)
21-30	HAAF(IT)	Area of recession farming made possible by the artificial flood under development scenario considered (ha)

31-40          HADRY(IT)                      Area of dry farming remaining under development scenario considered (ha)

III. Quantity and costs input

12. QNA(IC,1), (QNA(IC,I), I = 5,35,5) - Format (8F10.0)
- 1-10          QNA(IC,1)                      Navigation associated with the irrigation project sector in year 1 (tonne-km)
- 11-20        QNA(IC,I)                      Navigation associated with the irrigation project sector in year I (tonne-km)
- 21-30
- etc.
13. \* QM(IC,IM,IT)                      Production of minerals (tonne)
14. \* QP(IC,IM,IT)                      Power consumption for mineral production (kw-hr/tonne)
15. \* QNM(IC,IM,IT)                      Minerals transported by navigation (tonne-km)
16. \* QRM(IC,IM,IT)                      Minerals transported by railroad (tonne-km)
17. FIA(IC,IT)                              Private investment in the agriculture economic sector (billion CFA)
18. \* FIM(IC,IM,IT)                      Private investment in the mining economic sector (billion CFA)
19. FIN(IT)                                  Private investment in the navigation project sector (billion CFA)
20. CAPHA(IC,IA)                          Unit cost of agricultural production exclusive of water (CFA/tonne)
21. \* CM(IC,IM,IT)                          Unit costs of mineral production exclusive of power (CFA/tonne)
22. CSN(IT)                                  Separable costs to navigation project sector (billion CFA)

23. CSA(IT)	Separable costs to irrigation project sector (billion CFA)
24. CSP(IT)	Separable costs to power project sector (billion CFA)
25. OMRN(IT)	OM&R costs to navigation project sector (billion CFA)
26. OMRA(IT)	OM&R costs to irrigation project sector (billion CFA)
27. OMRP(IT)	OM&R costs to power project sector (billion CFA)
28. CJT(IT)	Total joint costs to project (billion CFA)

---

\* See Note 4 at the beginning of Appendix B.

Table B-2. Input data and decision parameters for "Model for analysis of cost allocation policies for the Senegal River Basin" (PROG1).

I. General input-card source

1. (HRUN(I), I = 1, 12) - Format (12A5)

1-60	HRUN(I)	Run heading
------	---------	-------------

2. B, NW, NR, NRDS, NRC, NRP - Format (2A5,5I10)

1-10	B	Card identification: "I-0VUNITSV"
11-20	NW	Number of line printer output unit
21-30	NR	Number of card reader input unit
31-40	NRDS	Number of disk file for development scenario under consideration = 10 Beyrard-slow = 11 Beyrard-moderate = 12 Bureau of Reclamation = 13 OMVS = 14 OMVS-modified
41-50	NRC	Number of disk file for cost data (=NRDS)
51-60	NRP	Number of file for price data (= 5, card reader)

3. B, NT, NC, NA, NM, IYR - Format (2A5,5I10)

1-10	B	Card identification: "PROBVDIMSV"
11-20	NT	Number of years for the development scenario
21-30	NC	Number of countries
31-40	NA	Number of agricultural crops

41-50	NM	Number of minerals
51-60	IYR	First year of the development scenario (e.g. 1976)

4. B, R, RA, RM, RN - Format (2A5, 4F10.0)

1-10	B	Card identification: "DCT+INVRTE"
11-20	R	Discount rate expressed as a decimal fraction
21-30	RA	Rate of return on private investment in the agriculture economic sector expressed as a decimal fraction
31-40	RM	Rate of return on private investment in the mining economic sector expressed as a decimal fraction
41-50	RN	Rate of return on private investment in navigation expressed as a decimal fraction

II. Run options - card source

5. B, IPJC, F, CF, IJCET - Format (2A5, I10, 2F10.0, I10)

1-10	B	Card identification: "P/JCVOPTNV"
11-20	IPJC	= 0 Read allocation of joint costs and calculate project prices = 1 Not used = 2 Read allocation of joint costs and project prices
21-30	F	Ratio of the calculated project price of navigation for mining to the calculated project price of navigation for agriculture
31-40	CF	Factor to convert CFA to billion CFA = $10^{**9}$ (i.e. 1.E)
41-50	IJCET	= 0 Ratios of joint costs between project services are read for each year = 1 Ratio of joint costs between project services is read once and used for all years

6. B, IWP - Format (2A5,I10)
- |       |     |  |
|-------|-----|--|
| 1-10  | B   | Card identification: "WRDPRVOPTN"  |
| 11-20 | IWP | = 0 Use separate commodity prices for each country<br>= 1 Use Senegese commodity prices for each country as an approximation to world prices |
7. B, ISEAS - Format (2A5,I10)
- |       |       |  |
|-------|-------|--|
| 1-10  | B     | Card identification: "SEASVOPTNV"  |
| 11-20 | ISEAS | = 0 Consider two irrigation seasons<br>= 1 Consider only one irrigation season |
8. B, IMAC, PPA, FNR - Format (2A5,I10,2F10.0)
- |       |      |  |
|-------|------|--|
| 1-10  | B    | Card identification: "MINLPVOPTN"  |
| 11-20 | IMAC | = 0 Consider mining economic sector separately for each country<br>= 1 Lump mining economic sector for all countries |
| 21-30 | PPA  | Assumed project price of power used to subtract cost of power out of cost of mining (CFA/km-hr)                      |
| 31-40 | FNR  | Proportion of total mining transportation (QNM tonne/km) that is carried by rail                                     |
9. B, ISENS - Format (2A5,I10)
- |       |       |   |
|-------|-------|---|
| 1-10  | B     | Card identification: "SENSVOPTNV"   |
| 11-20 | ISENS | = 0 No sensitivity study<br>= 1 } Sensitivity study on selected variables - not used<br>= 2 } |

III. Output options -card source

10. B, IECH, IECH1, IOUT, IEFREQ, ILINEP, ILINEE, IMFREQ - Format (2A5,7I10)

1-10	B	Card identification: "OUPTVOPTRV"
11-20	IECH	= 0 Do not echo development scenario input (quantities and costs) = 1 Do echo development scenario input
21-30	IECH1	= 0 Do not echo commodity prices, project prices, and joint costs input = 1 Do echo commodity prices, project prices, and joint costs input
31-40	IOUT	= 0 Print only summary reports for the project and economic sectors (Tables P and E) = 1 Print summary reports and "all country" detail reports for project services and economic sectors (Tables P, E, P1.0, P2.0, P3.0, E1.0, and E2.0) = 2 Print reports listed under IOUT = 1 plus country by country detail reports for each economic sector (excluding mining when IMAC = 1) (Tables P, E, P1.0, P2.0, P3.0, E1.0, E1.1, E1.2, E1.3, E2.1, E2.2, and E2.3)
41-50	IEFREQ	Crop by crop details are printed every IEFREQ years in Tables E1.0, E1.1, E1.2, and E1.3. Totals for all crops are printed for every year. If IEFREQ is greater than NT then the mineral by mineral details are not printed for any year.
51-60	ILINEP	Maximum number of lines to a page in Tables P, E, P1.0, P2.0, and P3.0 (use ILINEP = 55)
61-70	ILINEE	Maximum number of lines to a page in Tables E1.0, E2.0, E1.1, E1.2, E1.3, E2.1, E2.2, and E2.3 (use ILINEE = 45)
71-80	IMFREQ	Mineral by mineral details are printed every IMFREQ years in Tables E2.0, E2.1, E2.2, and E2.3. Totals for all minerals are printed for every year. If IMFREQ is greater than NT then the mineral by mineral details are not printed for any year.

IV. Development scenario input - disk file input generated by PROG2

A. Quantities

- |      |               |   |
|------|---------------|---|
| 11.  | QA(IC,IA,IT)  | Production of agricultural crops (tonne)  |
| 12.  | QW(IC,IT)     | Irrigation water used for agricultural production (m <sup>3</sup> )   |
| 13.  | QNA(IC,IT)    | Navigation associated with the irrigation project sector (tonne-km)   |
| 14.  | QNAE(IC,IT)   | Agricultural products and inputs transported by navigation (associated with the agriculture economic sector) (tonne-km) |
| 15.* | QM(IC,IM,IT)  | Production of minerals (tonne)  |
| 16.* | QP(IC,IM,IT)  | Power used for mineral production (kw-hr)   |
| 17.* | QNM(IC,IM,IT) | Minerals transported by navigation (tonne-km)   |
| 18.* | QRM(IC,IM,IT) | Minerals transported by railroad (tonne-km)   |
| 19.  | RDISP(IC,IT)  | Revenue lost by the displacement of recession and dry farming (CFA)   |
| 20.  | RAF(IC,IT)    | Revenue from artificial flood (CFA)   |
| 21.  | FIA(IC,IT)    | Private investment in the agriculture economic sector (billion CFA)   |
| 22.* | FIM(IC,IM,IT) | Private investment in the mining economic sector (billion CFA)  |
| 23.  | FIN(IT)       | Private investment in the navigation (billion CFA)  |

B. Costs

- |      |              |   |
|------|--------------|---|
| 24.  | CA(IC,IA,IT) | Costs of agricultural production exclusive of water (CFA)       |
| 25.* | CM(IC,IM,IT) | Unit costs of mineral production exclusive of power (CFA/tonne) |
| 26.  | CSN(IT)      | Separable costs to navigation project service (billion CFA)     |

- 27. CSA(IT) Separable costs to irrigation project service (billion CFA)
- 28. CSP(IT) Separable costs to power project service (billion CFA)
- 29. OMRN(IT) OM & R costs to navigation project service (billion CFA)
- 30. OMRA(IT) OM & R costs to irrigation project service (billion CFA)
- 31. OMRP(IT) OM & R costs to power project service (billion CFA)
- 32. CJT(IT) Total joint costs to project (billion CFA)

V. Commodity prices input - card input

- 33. PA(IC,IA) Prices of agricultural products (CFA/tonne)
- 34.\* PM(IC,IM) Prices of minerals (CFA/tonne)
- 35.\* PRM(IC,IM) Prices of railroad transport of minerals (CFA/tonne-km)
- 36. B, PNAM, PNMH - Format (2A5, 2F10.0)
  - 1-10 Card identification: "PNHVVVVVVV"
  - 11-20 Non-project handling charge for navigation associated with agriculture (CFA/tonne-km)
  - 21-30 Non-project handling charge for navigation associated with mining (CFA/tonne-km)

VI. Project prices and joint costs input - card input

(Omit cards 37-39 if IJCET = 1)

- 37. CJA(IT) Decimal fraction of CJT(IT) allocated to irrigation project service
- 38. CJP(IT) Decimal fraction of CJR(IT) allocated to power project service
- 39. CJN(IT) Decimal fraction of CJN(IT) allocated to navigation project service

(Omit card 40 if IJCET = 0)

40. B, CJA1, CJP1, CJN1 - Format (2A5,3F10.0)

1-10	B	Card identification: "JCETVVVVVV"
11-20	CJA1	Decimal fraction of CJT(IT) allocated to irrigation project service in every year
21-30	CJP1	Decimal fraction of CJT(IT) allocated to power project service in every year
31-40	CJN1	Decimal fraction of CJT(IT) allocated to navigation project service in every year

41. B, CSA1, CSP1, CSN1

1-10	B	Card identification: "CSETVVVVVV"
11-20	CSA1	Decimal fraction of Manantali separable costs allocated in irrigation project sector
21-30	CSP1	Decimal fraction of Manantali separable costs allocated in power project sector
31-40	CSN1	Decimal fraction of Manantali separable costs allocated in navigation project sector

42. B, CMS, CMJ

1-10	B	Card identification: "MCETVVVVVV"
11-20	CMS	Decimal fraction of Manantali allocated to separable costs in every year
21-30	CMJ	Decimal fraction of Manantali allocated to joint costs in every year

(Omit cards 43-46 if IPJC = 0)

- |                |   |
|----------------|---|
| 43. PW(IC)     | Project price of water for irrigation (CFA/m <sup>3</sup> ) |
| 44. PNA(IC)    | Project price of navigation for agriculture (CFA/tonne-km)  |
| 45. PP(IC,IM)  | Project price of power (CFA/kw-hr)                          |
| 46. PNM(IC,IM) | Project price of navigation for mining (CFA/tonne-km)       |

---

\* See Note 4 at the beginning of Appendix B.

---

# Program Listing of PROG1

```

C**** MODEL FOR ANALYSIS OF COST ALLOCATION POLICIES FOR THE SENEGAL
C RIVER BASIN

COMPLEX 3

COMMON/DTIES/QA(3,5,45),QW(3,45),QNA(3,45),QM(4,3,45),QP(4,3,45),
  QM(4,3,45),QNA(3,45),QRM(4,3,45)
COMMON/REVNU/RCISP(3,45),RAF(3,45)
COMMON/INVT/FIA(3,45),FIM(4,3,45),FIN(45)
COMMON/COSTS/CJA(45),CJP(45),CJN(45),CJT(45),CA(3,5,45),
  CSN(45),CSA(45),CSP(45),OMRN(45),OMRA(45),OMRP(45),
  CM(4,3,45)
COMMON/PRICE/PA(3,5),PW(3),PNA(3),PM(4,3),PP(3,3),PNM(4,3),
  PRM(4,3),PR(3)
COMMON/GENRL/DF(45),ICYR(45),TC(4)
COMMON/DJTP1/TAB1(11,45,2,6,4),CT1(11,6,4)
COMMON/OUTP2/TAB2(12,45,2),CT2(12)
COMMON/TITLE/HJOB(12),HRUN(12),PS(4,3),CTRY(2,3),OST(2),ES(4,2),
  CR(2,6),MN(2,4),DS(5,5)

DATA HJOB/'SENEG',AL RI,'VER B','ASIN ','COST ','ALLOC','ATION',
  ANAL,'YSIS ',' ',' ','/
DATA PS/'NAVIG','ATION',' ',' ','IRRIG','ATION',' ','
  'POWER',' ',' ','/
DATA CTRY/'MALI ',' ','MAURI','TANIA','SENEG','AL '/
  
```

```

DATA AST/' ','/
DATA ES/'AGRIC','ULTUR','E ',' ','MININ','G ',' ','
  /
DATA CR/'RICE ',' ','TOMAT','OES ','WHEAT',' ','SOR,M',
  'L,CN ','FORAG','E ','TOTAL','/
DATA MN/'IRON ',' ','ALUMI','NUM ','PHOSP','HATE ','TOTAL',
  /
DATA DS/'BEYRA','RD - ','SLOW ',' ',' ','BEYRA','RD - ','M
  'ODER','ATE ',' ','BUREA','U OF ','RECLA','MATIO','N ','OMV
  'S ',' ',' ',' ','OMVS ','- MOD','IFIED','
  /

9800 FORMAT(1H1,24A5)
9801 FORMAT(1H ,120(1H*))
9802 FORMAT(1H ,7HTABLE P,I1,1H,,I1,35H: PROJECT SECTOR DETAILS PA
  GE ,I2,13X,25HUNITS: BILLION(1J**9) CFA)
9803 FORMAT(1H ,47(1H*),13X,45HA: PARENTHETIC FIGURES ARE DISCOUNTED TO
  1976)
9804 FORMAT(1H ,16HPROJECT SECTOR: ,4A5,24Y,39HB: OTHER FIGURES ARE BEF
  ORE DISCOUNTING)
9805 FORMAT(1H ,9HCOUNTRY: ,2A5)
9806 FORMAT(1H+,60X,24H*: COSTS EXCEED REVENUES)
9808 FORMAT(1H ,I4,2H B,8F9.3,A1)
9809 FORMAT(1H ,4X,3H A ,12(1H(,F7.3,1H)))
9810 FORMAT(1H ,20HPRESENT(1976) WORTH:/1H ,5X,2HA ,8(1H(,F7.3,1H)),A1)
9812 FORMAT(1H ,76HYEAR C O S T S R E V E
  N U E T O T A L S/1H0,7X,71HSEPARABLE OM&R PRIVINVT JO
  INT AGRICULTL MINING COST REVENUE/1H ,27X,35HRETURN
  NAVGTN NAVGTN)
9813 FORMAT(1H ,13HALL COUNTRIES)
9814 FORMAT(1H ,4X,3H A ,8(1H(,F7.3,1H)))
9815 FORMAT(1H ,I4,2H B,12F9.3)
9816 FORMAT(1H ,20HPRESENT(1976) WORTH:/1H ,5X,2HA ,12(1H(,F7.3,1H)))
9818 FORMAT(1H ,I4,2H B,5F9.3,A1)
9819 FORMAT(1H ,4X,3H A ,5(1H(,F7.3,1H)))
9820 FORMAT(1H ,20HPRESENT(1976) WORTH:/1H ,5X,2HA ,5(1H(,F7.3,1H)),A1)
9826 FORMAT(1H ,49HYEAR C O S T S T O T A L S/1H
  ,0,7X,44HSEPARABLE OM&R JOINT COST REVENUE)
9828 FORMAT(1H ,I4,2H B,5F9.3,A1)
9829 FORMAT(1H ,4X,3H A ,5(1H(,F7.3,1H)))
9830 FORMAT(1H ,20HPRESENT(1976) WORTH:/1H ,5X,2HA ,5(1H(,F7.3,1H)),A1)
9832 FORMAT(1H ,45HTABLE P: PROJECT SECTORS SUMMARY PAGE ,I2,13X
  ,25HUNITS: BILLION(1J**9) CFA)
9834 FORMAT(1H ,19HALL PROJECT SECTORS,41X,39HB: OTHER FIGURES ARE BEFO
  RE DISCOUNTING)
9836 FORMAT( 112H YEAR NAVIGATION IRRIGATION P O
  W E R ALL PROJECT SECTORS J O I W T C O S T S/1H0,9X
  ,109HTOTAL TOTAL TOTAL TOTAL TOTAL TOTAL
  ,L TOTAL NAVIGA IRRIGA POWER TOTAL/1H ,10X,91HCOST
  , REVENUE COST REVENUE COST REVENUE COST REVENUE
  , -TION -TION)
9837 FORMAT(1H+,24X,A1,3(18X,A1))
9838 FORMAT(1H ,I4,2H B,2F9.3,3(F10,3,F9.3),2X,4F9.3)
9839 FORMAT(1H ,5X,1HA,4(1X,1H(,F7.3,2H))(,F7.3,1H)),2X,4(1H(,F7.3,1H)))
9840 FORMAT(1H ,20HPRESENT(1976) WORTH:/3X,A1,3(18X,A1))
9852 FORMAT(1H ,7HTABLE E,I1,1H,,I1,35H: ECONOMIC SECTOR DETAILS PA
  GE ,I2,13X,25HUNITS: BILLION(1J**9) CFA)
  
```

9854 FORMAT(1H,17HECONOMIC SERVICE:4A5,23X,39HB: OTHER FIGURES ARE BE  
 .FORE DISCOUNTING)  
 9855 FORMAT(1H+,I4)  
 9856 FORMAT(1H,115HYEAR CROP C O S T  
 . S R E V E N U E S T O T A L S P R O F I T C O S T O F /  
 .1H,100X,15SHAFTER EXTRA AG/1H,19X,96HINVEST PRODUCTN WATER  
 .NAVIGA DISPLACDIRRIGATED ARTIF COST REVENUE INVEST -RELA  
 .TED/ 1H,19X,96HRETURN NOT WATER -TION PRODUCTN CROPS  
 . FLOOD RETURN NAVIGTW)  
 9858 FORMAT(1H,5X,2A5,1HB,11F9,3)  
 9859 FORMAT(1H,15X,2HA,11(1H,(F7.3,1H)))  
 9860 FORMAT(1H,20MPRESENT(1976) WORTH:)  
 9861 FORMAT(1H,5X,2A5,2HA,11(1H,(F7.3,1H)))  
 9866 FORMAT(1H,88HYEAR MINERAL C O S T  
 . S T O T A L S P R O F I T / 1 H , 8 2 X , 5 S H A F T E R / 1 H , 1 9 X , 6 9 H I N  
 .VEST PRODUCTN POWER NAVIGA RAILROAD COST REVENUE INVES  
 .T/1H,19X,69HRETURN NOT POWER -TION TRANSPORT  
 . RETURN)  
 9869 FORMAT(1H,15X,2HA,8(1H,(F7.3,1H)))  
 9871 FORMAT(1H,5X,2A5,2HA,8(1H,(F7.3,1H)))  
 9872 FORMAT(1H,45HTABLE E: ECONOMIC SERVICE SUMMARY PAGE ,I2,13X  
 .25HUNITS: BILLION(10\*\*9) CFA)  
 9874 FORMAT(1H,20HALL ECONOMIC SERVICES ,40Y,39HB: OTHER FIGURES ARE BEF  
 .ORE DISCOUNTING)  
 9876 FORMAT(117H YEAR AGRICULTURE PROFIT AFTER INVEST RETURN MINING  
 . PROFIT AFTER INVEST RETURN CUST OF EXTRA AG-RELATED NAVIGATION/  
 .1H0,10X,102HMALI MAURI- SENEGAL ALL MALI MAURI- SE  
 .NEGAL ALL MALI MAURI- SENEGAL ALL/1H,19X,  
 .96HTANIA COUNTRIES TANIA COUNTRIES)  
 9878 FORMAT(1H,5X,2A5,1HB,9X,F9,3,27X,F9,3)  
 9879 FORMAT(1H,15X,2HA,9X,1H,(F7.3,1H),27X,1H,(F7.3,1H))  
 9881 FORMAT(1H,5X,2A5,2HA,9X,1H,(F7.3,1H),27X,1H,(F7.3,1H))  
 9090 FORMAT(1H1,25HCALCULATED PROJECT PRICES,1H,25(1H\*)/  
 .1H0,43HNAVIGATION FOR MINING (CFA/TONNE-KM) =,F10,3/  
 .1H0,43HNAVIGATION FOR AGRICULTURE (CFA/TONNE-KM) =,F10,3/  
 .1H0,43HWATER FOR IRRIGATION (CFA/H\*\*3) =,F10,3/  
 .1H0,43HYDRO-ELECTRIC POWER (CFA/KW-HR) =,F10,3)  
 9891 FORMAT(1H1,60HCALCULATED ALLOCATION OF JOINT COSTS BETWEEN PROJECT  
 . SECTORS/1H,60(1H\*)/  
 .1H0,32HNAVIGATION SERVICE (CFA\*10\*\*9) =,F10,3/  
 .1H0,32HAGRICULTURE SERVICE (CFA\*10\*\*9) =,F10,3/  
 .1H0,32HPOWER SERVICE (CFA\*10\*\*9) =,F10,3)  
 9092 FORMAT(1H1,29HPTIONS SELECTED FOR THIS RUN,31X,12A5)  
 9893 FORMAT(7H0IPJC =, I2,58H CALCULATE PROJECT PRICES, GIVEN ALLOCATI  
 .ON OF JOINT COSTS/1H,8X,77H(PRICE OF NAVIGATION FOR MINING = F \*  
 .PRICE OF NAVIGATION FOR AGRICULTURE, F=4F9.3,1H))  
 9894 FORMAT(7H0IPJC =, I2,82H CALCULATE ALLOCATION OF JOINT COSTS BETW  
 .EEN PROJECT SECTORS, GIVEN PROJECT PRICES)  
 9895 FORMAT(7H0IPJC =, I2,51H GIVEN PROJECT PRICES AND ALLOCATION OF J  
 .OINT COSTS)  
 9896 FORMAT(7H0IWP =, I2,47H USE SEPARATE COMMODITY PRICES FOR EACH C  
 .OUNTRY)  
 9897 FORMAT(7H0IWP =, I2,86H USE SENEGALESE COMMODITY PRICES AS AN AP  
 .PROXIMATION TO WORLD PRICES FOR ALL COUNTRIES)  
 9890 FORMAT(7H0IMAC =,I2, 50H CONSIDER MINING SECTOR IN EACH COUNTRY S  
 .EPARATELY)

9899 FORMAT(7H0IMAC =, I2,37H LUMP MINING SECTOR FOR ALL COUNTRIES)  
 9900 FORMAT(1H0,6HISENS=,I2,21H NO SENSITIVITY STUDY)  
 9901 FORMAT(2A5,7F10,0/(8F10,0))  
 9902 FORMAT(2A5,7I10)  
 9903 FORMAT(2A5,I10,2F10,0,I10)  
 9904 FORMAT(16A5)  
 9950 FORMAT(1H0,10X,30H CJA1 CJP1 CUN1/1H,2A5,3F10,3)  
 9951 FORMAT(1H,10X,56H NW NP NRDS NRC N  
 .RP/1H,2A5,7I10)  
 9952 FORMAT(1H0,10X,50H NT NC NA NM I  
 .YR/1H,2A5,5I10)  
 9953 FORMAT(1H0,10X,40H R RA RM RN/1H,2A5  
 .,4F10,3)  
 9954 FORMAT(1H0,10X,40H IPJC F CF IJCET/1H,  
 .2A5,I10,F10,3,E10,3,I10)  
 9955 FORMAT(1H0,10X,10H ISEWS/1,2A5,I10)  
 9956 FORMAT(1H0,10X,70H IECH IECH1 IOUT IEFREQ ILIN  
 .EP ILINEE IMFREQ/1H,2A5,7I10)  
 9957 FORMAT(1H,16A5)  
 9958 FORMAT(1H1,20(1H\*)/1H,1RHYEAR DISCCUNT/1H,11X,6HFACTOR/1H,  
 .20(1H\*))  
 9959 FORMAT(1H,I4,F16,3)  
 9960 FORMAT(1H,20(1H\*))  
 9961 FORMAT(1H0,10X,30H IMAC PPA FNR/1H,2A5,I10,  
 .2F10,3)  
 9962 FORMAT(1H0,10X,10H IWP/1,2A5,I10)  
 C9963 FORMAT(1H0,6HISENS=,I2,21HSENSITIVITY STUDY ON ,4A5)  
 9964 FORMAT(1H0,23HDEVELOPMENT SCENARIO : ,5A4)  
 9965 FORMAT(1H0,10X,10H ISEAS/1,2A5,I10)  
 9966 FORMAT(1H0,10X,30H CSA1 CSP1 CSN1/1H,2A5,3F10,3)  
 9967 FORMAT(1H0,10X,20H CMS CMJ/1H,2A5,2F10,3)  
 9968 FORMAT(1H0,6HISEAS=,I2,23H TWO IRRIGATION SEASONS)  
 9969 FORMAT(1H0,6HISEAS=,I2,27H ONLY ONE IRRIGATION SEASON)  
 9970 FORMAT(1H0,10X,20H PNAH PNMF/1H,2A5,2F10,3)  
 C \*\*\* INPUT  
 C \*\* GENERAL INPUT  
 C \* RUN HEADING  
 READ(5,9904)(HRUN(I),I=1,12)  
 WRITE(6,9800)(HRUN(I),I=1,12)  
 C \* I=0 UNIT NUMBERS  
 READ(5,9902)B,NW,NR,NRDS,NRC,NRP  
 WRITE(NW,9951)B,NW,NR,NRDS,NRC,NRP  
 C \* PROBLEM DIMENSIONS  
 READ(NR,9902)B,NT,NC,NA,NM,IYR  
 WRITE(NW,9952)B,NT,NC,NA,NM,IYR  
 C \* DISCOUNT AND INVESTMENT RETURN RATES  
 READ(NR,9901)B,R,RA,RM,RN  
 WRITE(NW,9953)B,R,RA,RM,RN  
 C \*\* RUN OPTIONS

```

C * PROJECT PRICES/JOINT COSTS CALCULATION OPTION
  READ(NR,9903)B,IPJC,F,CF,IJCET
  WRITE(NW,9954)B,IPJC,F,CF,IJCET

C * OPTION TO USE SENEGALESE PRICES AS WORLD PRICES FOR ALL COUNTRIES
  READ(NR,9902)B,IWP
  WRITE(NW,9962)B,IWP

C * OPTION TO CONSIDER ONLY ONE IRRIGATION SEASON
  READ(NR,9902)B,ISEAS
  WRITE(NW,9965)B,ISEAS
  IF(ISEAS.EQ.0)GOTO 50
  NRDS=NRDS+10
  NRC=NRC+10

C * MINING OPTION - LUMP ALL COUNTRIES
50  READ(NR,9903)B,IMAC,PPA,FNR
  WRITE(NW,9961)B,IMAC,PPA,FNR

C * SENSITIVITY OPTIONS
  READ(NR,9902)B,ISENS
  WRITE(NW,9955)B,ISENS

C ** OUTPUT OPTIONS
  READ(NR,9902)B,IECH,IECH1,IOUT,IEFREQ,ILINEP,ILINEE,IMFREQ
  WRITE(NW,9956)B,IECH,IECH1,IOUT,IEFREQ,ILINEP,ILINEE,IMFREQ

C ** DEVELOPMENT SCENARIO INPUT

C A* QUANTITIES
  CALL MIN3(QA,NC,NA,NT,NRDS,IECH,3,5,45)
  CALL MIN2(QW,NC,NT,NRDS,IECH,3,45)
  CALL MIN2(QNA,NC,NT,NRDS,IECH,3,45)
  CALL MIN2(QNAE,NC,NT,NRDS,IECH,3,45)
  IF(IMAC.EQ.1)NRDS=-NRDS
  CALL MIN3(QM,NC,NM,NT,NRDS,IECH,4,3,45)
  IF(IMAC.EQ.1)NRDS=-NRDS
  CALL MIN3(QP,NC,NM,NT,NRDS,IECH,4,3,45)
  IF(IMAC.EQ.1)NRDS=-NRDS
  CALL MIN3(QNM,NC,NM,NT,NRDS,IECH,4,3,45)
  IF(IMAC.EQ.1)NRDS=-NRDS
  CALL MIN3(QRM,NC,NM,NT,NRDS,IECH,4,3,45)
  DO 70 IC=1,NC
  DO 65 IM=1,NM
  DO 60 IT=1,NT
  GRM(IC,IM,IT)=GNM(IC,IM,IT)*FNR
  GNM(IC,IM,IT)=GNM(IC,IM,IT)*(1.-FNR)
60  CONTINUE
65  CONTINUE
70  CONTINUE
  CALL MIN2(RDISP,NC,NT,NRDS,IECH,3,45)
  CALL MIN2(RAF,NC,NT,NRDS,IECH,3,45)
  NCM=NC-1
  IF(IMAC.NE.1)GOTO 130
  PR(1)=16000.

```

```

  PR(2)=12000.
  PR(3)=35600.
  DO 90 IT=1,NT
  NCI=NC-1
  DO 80 IC=1,NCI
  RDISP(IC,IT)=RDISP(IC,IT)*PR(3)/PR(IC)
  RAF(IC,IT)=RAF(IC,IT)*PR(3)/PR(IC)
80  CONTINUE
90  CONTINUE
  DO 120 IC=1,NCM
  DO 110 IM=1,NM
  DO 100 IT=1,NT
  QM(IC,IM,IT)=0.
  QP(IC,IM,IT)=0.
  QNM(IC,IM,IT)=0.
  FIM(IC,IM,IT)=0.
100 CONTINUE
110 CONTINUE
120 CONTINUE

C * INVESTMENT AMOUNTS
130 CALL MIN2(FIA,NC,NT,NRDS,IECH,3,45)
  IF(IMAC.EQ.1)NRDS=-NRDS
  CALL MIN3(FIM,NC,NM,NT,NRDS,IECH,4,3,45)
  CALL MIN1(FIN,NT,NRDS,IECH,45)

C B* COSTS

C * PRODUCTION COSTS EXCLUSIVE OF WATER
  CALL MIN3(CA,NC,NA,NT,NRC,IECH,3,5,45)
  IF(IMAC.EQ.1)NRC=-NRC
  CALL MIN3(CM,NC,NM,NT,NRC,IECH,4,3,45)
  CALL MIN1(CSN,NT,NRC,IECH,45)
  CALL MIN1(CSA,NT,NRC,IECH,45)
  CALL MIN1(CSP,NT,NRC,IECH,45)
  CALL MIN1(OMRN,NT,NRC,IECH,45)
  CALL MIN1(OMRA,NT,NRC,IECH,45)
  CALL MIN1(OMRP,NT,NRC,IECH,45)
  DO 132 IT=1,NT
  CSN(IT)=CSN(IT)/NC
  CSA(IT)=CSA(IT)/NC
  CSP(IT)=CSP(IT)/NC
  OMRN(IT)=OMRN(IT)/NC
  OMRA(IT)=OMRA(IT)/NC
  OMRP(IT)=OMRP(IT)/NC
132 CONTINUE

C * TOTAL JOINT COSTS
  CALL MIN1(CJT,NT,NRC,IECH,45)

C ** COMMODITY PRICES AND NAVIGATION HANDLING CHARGES
  CALL MIN2(PA,NC,NA,NRP,IECH1,3,5)
  IF(IMAC.EQ.1)NRP=-NRP
  CALL MIN2(PM,NC,NM,NRP,IECH1,4,3)
  IF(IMAC.EQ.1)NRP=-NRP
  CALL MIN2(PRM,NC,NM,NRP,IECH1,4,3)

```

```

READ(NR,9901)B,PNAH,PNMH
IF(IECH1.EQ.1)WRITE(NW,9970)B,PNAH,PNMH
PNAH=PNAH/CF
PNMH=PNMH/CF
C * USE SENEGALESE PRICES AS WORLD PRICES IF IWP=1
IF(IWP.EQ.0)GOTO 142
DO 140 IC=1,NCM
DO 133 IA=1,NA
PA(IC,IA)=PA(3,IA)
133 CONTINUE
DO 136 IM=1,NM
PM(IC,IM)=PM(3,IM)
136 CONTINUE
140 CONTINUE
C ** PROJECT PRICES AND JOINT COSTS INPUT
142 IF(IPJC.EQ.1)GOTO 150
C * JOINT COSTS
IF(IJCET.EQ.1)GOTO 144
CALL MIN1(CJA,NT,NR,IECH1,45)
CALL MIN1(CJP,NT,NR,IECH1,45)
CALL MIN1(CJN,NT,NR,IECH1,45)
GOTO 146
144 READ(NR,9901)B,CJA1,CJP1,CJN1
IF(IECH1.EQ.1)WRITE(NW,9950)B,CJA1,CJP1,CJN1
READ(NR,9901)B,CSA1,CSP1,CSN1
IF(IECH1.EQ.1)WRITE(NW,9966)B,CSA1,CSP1,CSN1
READ(NR,9901)B,CMS,CMJ
IF(IECH1.EQ.1)WRITE(NW,9967)B,CMS,CMJ
DO 145 IT=1,NT
CJA(IT)=CJA1
CJP(IT)=CJP1
CJN(IT)=CJN1
145 CONTINUE
DO 146 IT=1,NT
CJA(IT)=CJA(IT)+CJT(IT)*CMJ/NC
CJP(IT)=CJP(IT)+CJT(IT)*CMJ/NC
CJN(IT)=CJN(IT)+CJT(IT)*CMJ/NC
IF(IT.GT.9)GOTO 147
CSA(IT)=CSA(IT)+CJT(IT)*CMS*CSA1/NC
CSP(IT)=CSP(IT)+CJT(IT)*CMS*CSP1/NC
CSN(IT)=CSN(IT)+CJT(IT)*CMS*CSN1/NC
GOTO 148
147 OMRA(IT)=OMRA(IT)+CJT(IT)*CMS*CSA1/NC
OMRP(IT)=OMRP(IT)+CJT(IT)*CMS*CSP1/NC
OMRN(IT)=OMRN(IT)+CJT(IT)*CMS*CSN1/NC
148 CONTINUE
IF(IPJC.EQ.0)GOTO 165
C * PROJECT PRICES
150 CALL MIN1(PW,NC,NR,IECH1,3)
CALL MIN1(PNA,NC,NR,IECH1,3)
IF(IMAC.EQ.1)NR=-NR
CALL MIN2(PP,NC,NM,NR,IECH1,3,3)
IF(IMAC.EQ.1)NR=-NR
CALL MIN2(PNM,NC,NM,NR,IECH1,4,3)
IF(IPJC.EQ.2)GOTO 165
DO 160 IT=1,NT
CJA(IT)=0.
CJP(IT)=0.
CJN(IT)=0.
160 CONTINUE
C ** PRINT DESCRIPTIONS OF RUN OPTIONS USED
165 WRITE(NW,9892)(HRUN(I),I=1,12)
WRITE(NW,9801)
NRDS1=NRDS-9
IF(NRDS.GT.18)NRDS1=NRDS-19
WRITE(NW,9964)(DS(I,NRDS1),I=1,5)
IPJCI=IPJC+1
GOTO(172,174,176),IPJCI
172 WRITE(NW,9893)IPJC,F
GOTO 178
174 WRITE(NW,9894)IPJC
GOTO 178
176 WRITE(NW,9895)IPJC
178 IWP=IWP+1
GOTO(180,182),IWP
180 WRITE(NW,9896)IWP
GOTO 184
182 WRITE(NW,9897)IWP
184 IMAC1=IMAC+1
GOTO(186,188),IMAC1
186 WRITE(NW,9898)IMAC
GOTO 190
188 WRITE(NW,9899)IMAC
190 IF(ISENS.GT.0)GOTO 192
WRITE(NW,9900)ISENS
GOTO 194
C192 WRITE(NW,9963)ISENS,SHDG(ISENS)
192 CONTINUE
194 IF(ISEAS.EQ.1)GOTO 198
WRITE(NW,9968)ISEAS
GOTO 199
198 WRITE(NW,9969)ISEAS
199 WRITE(NW,9801)
C *** INITIALISATION
C * DISCOUNT FACTORS
DF(1)=1.0
DF(2)=1./(1.+R)
DFT=DF(1)+DF(2)
DO 200 IT=3,NT
DF(IT)=DF(IT-1)/(1.+R)
DFT=DFT+DF(IT)
200 CONTINUE
C * YEAR
DO 210 IT=1,NT
ICYR(IT)=IYR-1+IT

```

```

210 CONTINUE
C * PRINT DISCOUNT FACTORS
WRITE(NM,9958)
DO 220 IT=1,NT
WRITE(NM,9959)IC,IT,DF(IT)
220 CONTINUE
WRITE(NM,9960)

C * GENERAL
NA1=NA+1
NM1=NM+1

C *** IPJC=0: CALCULATE PROJECT PRICES, GIVEN ALLOCATION OF JOINT COSTS
C IPJC=1: CALCULATE ALLOCATION OF JOINT COSTS, GIVEN PROJECT PRICES
C IPJC=2: GIVEN PROJECT PRICES AND ALLOCATION OF JOINT COSTS

C ** PROJECT SERVICE:NAVIGATION

C * CALCULATE AND ASSIGN COST BREAKDOWN TO PROJECT DETAIL TABLES
TQNA=0.
TQNM=0.
DO 290 IC=1,NC
TC(IC)=0.
290 CONTINUE
DO 340 IT=1,NT
DO 330 IC=1,NC
TAB1(1,IT,1,1,IC)=CSN(IT)
TAB1(1,IT,2,1,IC)=CSN(IT)*DF(IT)
TAB1(2,IT,1,1,IC)=OMRN(IT)
TAB1(2,IT,2,1,IC)=OMRN(IT)*DF(IT)
TAB1(3,IT,1,1,IC)=RN*FIN(IT)
TAB1(3,IT,2,1,IC)=RN*FIN(IT)*DF(IT)
TAB1(4,IT,1,1,IC)=CJN(IT)
TAB1(4,IT,2,1,IC)=CJN(IT)*DF(IT)
DUM=0.
DO 300 I=1,4
DUM=DUM+TAB1(I,IT,1,1,IC)
300 CONTINUE
TAB1(7,IT,1,1,IC)=DUM
TAB1(7,IT,2,1,IC)=DUM*DF(IT)
TC(IC)=TC(IC)+DUM*DF(IT)
IF(IPJC,GT,0)GOTO 330
TQNA=TQNA+QNA(IC,IT)*DF(IT)
DO 310 IM=1,NM
TQNM=TQNM+QNM(IC,IM,IT)*DF(IT)
310 CONTINUE
330 CONTINUE
340 CONTINUE
TC(4)=TC(1)+TC(2)+TC(3)
IF(IPJC,GT,0)GOTO 385

C * CALCULATE PNA,PNM
PNA1=TC(4)/(TQNA+F*TQNM)
DO 360 IC=1,NC
PNA(IC)=PNA1
360 CONTINUE

```

```

PNM1=F*PNA1
DO 380 IC=1,NC
DO 370 IM=1,NM
PNM(IC,IM)=PNM1
370 CONTINUE
380 CONTINUE

C * CALCULATE AND ASSIGN REVENUE BREAKDOWN TO PROJECT DETAIL TABLES
385 DO 400 IT=1,NT
DO 396 IC=1,NC
DUM=PNA(IC)*QNA(IC,IT)
TAB1(5,IT,1,1,IC)=DUM
TAB1(5,IT,2,1,IC)=DUM*DF(IT)
DUM=0.
DO 390 IM=1,NM
DUM=DUM+PNM(IC,IM)*QNM(IC,IM,IT)
390 CONTINUE
TAB1(6,IT,1,1,IC)=DUM
TAB1(6,IT,2,1,IC)=DUM*DF(IT)
DO 393 ID=1,2
TAB1(8,IT,ID,1,IC)=TAB1(5,IT,ID,1,IC)+TAB1(6,IT,ID,1,IC)
393 CONTINUE
396 CONTINUE
400 CONTINUE
IF(IPJC,NE,1)GOTO 443

C * CALCULATE CJN
DUM=0.
DO 410 IC=1,NC
DO 405 IT=1,NT
DUM=DUM+TAB1(8,IT,2,1,IC)
405 CONTINUE
410 CONTINUE
CJN1=(DUM-TC(4))/DFT
DO 430 IT=1,NT
CJN(IT)=CJN1
DO 420 IC=1,NC
TAB1(4,IT,1,1,IC)=CJN1
TAB1(4,IT,2,1,IC)=CJN1*DF(IT)
420 CONTINUE
430 CONTINUE

C * CALCULATE AND ASSIGN TOTALS TO PROJECT DETAIL TABLES
443 DO 450 I=1,8
DO 446 IC=1,NC
CT1(I,1,IC)=0.
446 CONTINUE
450 CONTINUE
DO 480 IT=1,NT
DO 470 I=1,8
DO 460 IC=1,NC
CT1(I,1,IC)=CT1(I,1,IC)+TAB1(I,IT,2,1,IC)
460 CONTINUE
470 CONTINUE
480 CONTINUE

C * SUM OVER COUNTRIES AND ASSIGN TO PROJECT DETAIL TABLE

```

```

DO 510 I=1,8
DO 500 IO=1,2
DO 490 IT=1,NT
TAB1(I,IT,IO,1,4)=0.
490 CONTINUE
500 CONTINUE
CT1(I,1,4)=0.
510 CONTINUE
DO 550 I=1,8
DO 540 IC=1,NC
DO 530 IO=1,2
DO 520 IT=1,NT
TAB1(I,IT,IO,1,4)=TAB1(I,IT,IO,1,4)+TAB1(I,IT,IO,1,IC)
520 CONTINUE
530 CONTINUE
CT1(I,1,4)=CT1(I,1,4)+CT1(I,1,IC)
540 CONTINUE
550 CONTINUE

C * ASSIGN TOTAL COSTS AND TOTAL REVENUES TO PROJECT SUMMARY TABLE
DO 580 I=1,2
DO 570 IO=1,2
DO 560 IT=1,NT
TAB2(I,IT,IO)=TAB1(I+6,IT,IO,1,4)
TAB2(9,IT,IO)=TAB1(4,IT,IO,1,4)
560 CONTINUE
570 CONTINUE
CT2(I)=CT1(I+6,1,4)
580 CONTINUE
CT2(9)=CT1(4,1,4)

C * PRINT PROJECT SERVICE DETAIL TABLES - NAVIGATION
ISECT=1
IF(IOUT.EQ.0)GOTO 750
NC1=4
DO 740 IC=NC1,4
IC1=IC
IF(IC.EQ.4)IC1=0
IT=0
IPAGE=0
690 IPAGE=IPAGE+1
ILINE=12
WRITE(NW,9800)(HJOB(I),I=1,12),(HRUN(I),I=1,12)
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9802)ISECT,IC1,IPAGE
WRITE(NW,9803)
WRITE(NW,9804)(PS(I,ISECT),I=1,4)
IF(IC.EQ.4)GOTO 700
WRITE(NW,9805)(CTRY(I,IC),I=1,2)
GOTO 710
700 WRITE(NW,9813)
710 WRITE(NW,9806)
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9812)
WRITE(NW,9801)
720 IT=IT+1
IAST=1

```

```

IF(TAB1(7,IT,1,1,IC).GT.TAB1(8,IT,1,1,IC))IAST=2
WRITE(NW,9808)ICR(IT),(TAB1(1,IT,1,1,IC),I=1,8),AST(IAST)
WRITE(NW,9814)(TAB1(I,IT,2,1,IC),I=1,8)
ILINE=ILINE+2
IF(IILINE.LT.ILINEP)GOTO 750
WRITE(NW,9801)
GOTO 690
730 IF(IT.LT.NT)GOTO 720
IAST=1
IF(CT1(7,1,IC).GT.CT1(8,1,IC))IAST=2
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9810)(CT1(1,1,IC),I=1,8),AST(IAST)
WRITE(NW,9801)
740 CONTINUE
750 CONTINUE

```

C \*\* PROJECT SERVICE : IRRIGATION

```

C * CALCULATE AND ASSIGN COST BREAKDOWN TO PROJECT DETAIL TABLES
TQ=0.
DO 1290 IC=1,NC
TC(IC)=0.
1290 CONTINUE
DO 1330 IT=1,NT
DO 1320 IC=1,NC
TAB1(1,IT,1,1,IC)=CSA(IT)
TAB1(1,IT,2,1,IC)=CSA(IT)*DF(IT)
TAB1(2,IT,1,1,IC)=DMRA(IT)
TAB1(2,IT,2,1,IC)=DMRA(IT)*DF(IT)
TAB1(3,IT,1,1,IC)=CJA(IT)
TAB1(3,IT,2,1,IC)=CJA(IT)*DF(IT)
DUM=0.
DO 1300 I=1,3
DUM=DUM+TAB1(I,IT,1,1,IC)
1300 CONTINUE
TAB1(4,IT,1,1,IC)=DUM
TAB1(4,IT,2,1,IC)=DUM*DF(IT)
TC(IC)=TC(IC)+DUM*DF(IT)
IF(IPJC.GT.0)GOTO 1320
TQ=TQ+DUM(IC,IT)*DF(IT)
1320 CONTINUE
1330 CONTINUE
TC(4)=TC(1)+TC(2)+TC(3)
IF(IPJC.GT.0)GOTO 1355

```

```

C * CALCULATE PW
PW1=TC(4)/TQ
DO 1350 IC=1,NC
PW(IC)=PW1
1350 CONTINUE

```

```

C * CALCULATE AND ASSIGN REVENUE BREAKDOWN TO PROJECT DETAIL TABLES
DO 1366 IT=1,NT
DO 1363 IC=1,NC
DUM=PW(IC)*DW(IC,IT)
TAB1(5,IT,1,1,IC)=DUM
TAB1(5,IT,2,1,IC)=DUM*DF(IT)

```

```

1363 CONTINUE
1366 CONTINUE
IF(IPJC,NE,1)GOTO 1400

C * CALCULATE CJA
DUM=0.
DO 1375 IC=1,NC
DO 1370 IT=1,NT
DUM=DUM+TAB1(10,IT,2,1,IC)
1370 CONTINUE
1375 CONTINUE
CJA1=(DUM-TC(4))/DFT
DO 1390 IT=1,NT
CJA(IT)=CJA1
DO 1380 IC=1,NC
TAB1(3,IT,1,1,IC)=CJA1
TAB1(3,IT,2,1,IC)=CJA1*DF(IT)
1380 CONTINUE
1390 CONTINUE

C * CALCULATE AND ASSIGN TOTALS TO PROJECT DETAIL TABLES
1400 DO 1406 I=1,5
DO 1403 IC=1,NC
CT1(I,1,IC)=0.
1403 CONTINUE
1406 CONTINUE
DO 1430 IT=1,NT
DO 1420 I=1,5
DO 1410 IC=1,NC
CT1(I,1,IC)=CT1(I,1,IC)+TAB1(I,IT,2,1,IC)
1410 CONTINUE
1420 CONTINUE
1430 CONTINUE

C * SUM OVER COUNTRIES AND ASSIGN TO PROJECT DETAIL TABLE
DO 1460 I=1,5
DO 1450 ID=1,2
DO 1440 IT=1,NT
TAB1(I,IT,ID,1,4)=0.
1440 CONTINUE
1450 CONTINUE
CT1(I,1,4)=0.
1460 CONTINUE
DO 1500 I=1,5
DO 1490 IC=1,NC
DO 1480 ID=1,2
DO 1470 IT=1,NT
TAB1(I,IT,ID,1,4)=TAB1(I,IT,ID,1,4)+TAB1(I,IT,ID,1,IC)
1470 CONTINUE
1480 CONTINUE
CT1(I,1,4)=CT1(I,1,4)+CT1(I,1,IC)
1490 CONTINUE
1500 CONTINUE

C * ASSIGN TOTAL COSTS AND TOTAL REVENUES TO PROJECT SUMMARY TABLE
DO 1530 I=1,2
CO 1520 IO=1,2

```

```

DO 1510 IT=1,NT
TAB2(I+2,IT,IO)=TAB1(I+3,IT,IO,1,4)
TAB2(10,IT,IO)=TAB1(3,IT,IO,1,4)
1510 CONTINUE
1520 CONTINUE
CT2(I+2)=CT1(I+3,1,4)
1530 CONTINUE
CT2(10)=CT1(3,1,4)

C * PRINT PROJECT SERVICE DETAIL TABLES - IRRIGATION
ISECT=2
IF(IOUT,EQ,0)GOTO 1750
NC1=4
DO 1740 IC=NC1,4
IC1=IC
IF(IC,EQ,4)IC1=0
IT=0
IPAGE=0
1690 IPAGE=IPAGE+1
ILINE=12
WRITE(NW,9800)(HJOB(I),I=1,12),(HRUN(I),I=1,12)
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9802)ISECT,IC1,IPAGE
WRITE(NW,9803)
WRITE(NW,9804)(PS(I,ISECT),I=1,4)
IF(IC,EQ,4)GOTO 1700
WRITE(NW,9805)(CTRY(I,IC),I=1,2)
GOTO 1710
1700 WRITE(NW,9813)
1710 WRITE(NW,9806)
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9826)
WRITE(NW,9801)
1720 IT=IT+1
IAST=1
IF(TAB1(4,IT,1,1,IC).GT.TAB1(5,IT,1,1,IC))IAST=2
WRITE(NW,9818)IC,IT,(TAB1(I,IT,1,1,IC),I=1,5),AST(IAST)
WRITE(NW,9819)(TAB1(I,IT,2,1,IC),I=1,5)
ILINE=ILINE+2
IF(ILINE,LT,ILINEP)GOTO 1730
WRITE(NW,9801)
GOTO 1690
1730 IF(IT,LT,NT)GOTO 1720
IAST=1
IF(CT1(4,1,IC).GT.CT1(5,1,IC))IAST=2
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9820)(CT1(I,1,IC),I=1,5),AST(IAST)
WRITE(NW,9801)
1740 CONTINUE
1750 CONTINUE

C ** PROJECT SERVICE : POWER

C * CALCULATE AND ASSIGN COST BREAKDOWN TO PROJECT DETAIL TABLES
TQ=0.
DO 2290 IC=1,NC
TC(IC)=0.

```

```

2290 CONTINUE
DO 2330 IT=1,NT
DO 2320 IC=1,NC
TAB1(1,IT,1,1,IC)=CSP(IT)
TAB1(1,IT,2,1,IC)=CSP(IT)*DF(IT)
TAB1(2,IT,1,1,IC)=OMRP(IT)
TAB1(2,IT,2,1,IC)=OMRP(IT)*DF(IT)
TAB1(3,IT,1,1,IC)=CJP(IT)
TAB1(3,IT,2,1,IC)=CJP(IT)*DF(IT)
DUM=0.
DO 2300 I=1,3
DUM=DUM+TAB1(I,IT,1,1,IC)
2300 CONTINUE
TAB1(4,IT,1,1,IC)=DUM
TAB1(4,IT,2,1,IC)=DUM*DF(IT)
TC(IC)=TC(IC)+DUM*DF(IT)
IF(IPJC.GT.0)GOTO 2320
DO 2310 IM=1,NM
TQ=TQ+QP(IC,IM,IT)*DF(IT)
2310 CONTINUE
2320 CONTINUE
2330 CONTINUE
TC(4)=TC(1)+TC(2)+TC(3)
IF(IPJC.GT.0)GOTO 2360

C * CALCULATE PP
PP1=TC(4)/TQ
DO 2350 IC=1,NC
DO 2340 IM=1,NM
PP(IC,IM)=PP1
2340 CONTINUE
2350 CONTINUE

C * CALCULATE AND ASSIGN REVENUE BREAKDOWN TO PROJECT DETAIL TABLES
2360 DO 2390 IT=1,NT
DO 2380 IC=1,NC
DUM=0.
DO 2370 IM=1,NM
DUM=DUM+PP(IC,IM)*QP(IC,IM,IT)
2370 CONTINUE
TAB1(5,IT,1,1,IC)=DUM
TAB1(5,IT,2,1,IC)=DUM*DF(IT)
2380 CONTINUE
2390 CONTINUE
IF(IPJC.NE.1)GOTO 2440

C * CALCULATE CJP
DUM=0.
DO 2410 IC=1,NC
DO 2400 IT=1,NT
DUM=DUM+TAB1(5,IT,2,1,IC)
2400 CONTINUE
2410 CONTINUE
CJP1=(DUM-TC(4))/DFT
DO 2430 IT=1,NT
CJP(IT)=CJP1
DO 2420 IC=1,NC

```

```

TAB1(3,IT,1,1,IC)=CJP1
TAB1(3,IT,2,1,IC)=CJP1*DF(IT)
2420 CONTINUE
2430 CONTINUE

```

C \* CALCULATE AND ASSIGN TOTALS TO PROJECT DETAIL TABLES

```

2440 DO 2460 I=1,5
DO 2450 IC=1,NC
CT1(I,1,IC)=0.
2450 CONTINUE
2460 CONTINUE
DO 2490 IT=1,NT
DO 2480 I=1,5
DO 2470 IC=1,NC
CT1(I,1,IC)=CT1(I,1,IC)+TAB1(I,IT,2,1,IC)
2470 CONTINUE
2480 CONTINUE
2490 CONTINUE

```

C \* SUM OVER COUNTRIES AND ASSIGN TO PROJECT DETAIL TABLE

```

DO 2520 I=1,5
DO 2510 ID=1,2
DO 2500 IT=1,NT
TAB1(1,IT,ID,1,4)=0.
2500 CONTINUE
2510 CONTINUE
CT1(I,1,4)=0.
2520 CONTINUE
DO 2560 I=1,5
DO 2550 IC=1,NC
DO 2540 ID=1,2
DO 2530 IT=1,NT
TAB1(I,IT,ID,1,4)=TAB1(I,IT,ID,1,4)+TAB1(I,IT,ID,1,IC)
2530 CONTINUE
2540 CONTINUE
CT1(I,1,4)=CT1(I,1,4)+CT1(I,1,IC)
2550 CONTINUE
2560 CONTINUE

```

C \* ASSIGN TOTAL COSTS AND TOTAL REVENUES TO PROJECT SUMMARY TABLE

```

DO 2590 I=1,2
DO 2580 ID=1,2
DO 2570 IT=1,NT
TAB2(I+4,IT,ID)=TAB1(I+3,IT,ID,1,4)
TAB2(11,IT,ID)=TAB1(3,IT,ID,1,4)
2570 CONTINUE
2580 CONTINUE
CT2(I+4)=CT1(I+3,1,4)
2590 CONTINUE
CT2(11)=CT1(3,1,4)

```

C \*\* CALCULATE AND ASSIGN TOTALS TO PROJECT SUMMARY TABLES

```

DO 2790 ID=1,2
DO 2780 IT=1,NT
TAB2(7,IT,ID)=0.
TAB2(8,IT,ID)=0.

```

```

2780 CONTINUE
2790 CONTINUE
    CT2(7)=0.
    CT2(8)=0.
    DO 2820 I=1,3
      J=2*(I-1)
      DO 2810 ID=1,2
        DO 2800 IT=1,NT
          TAB2(7,IT,ID)=TAB2(7,IT,ID)+TA32(1+J,IT,ID)
          TAB2(8,IT,ID)=TAB2(8,IT,ID)+TA32(2+J,IT,ID)
2800 CONTINUE
2810 CONTINUE
    CT2(7)=CT2(7)+CT2(1+J)
    CT2(8)=CT2(8)+CT2(2+J)
2820 CONTINUE
    CT2(12)=0.
    DO 2830 IT=1,NT
      DUM=(CJY(IT)+CJA(IT)+CJP(IT))*YQ
      TAB2(12,IT,1)=DUM
      TAB2(12,IT,2)=DUM*DF(IT)
      CT2(12)=CT2(12)+DUM*DF(IT)
2830 CONTINUE

C * PRINT PROJECT SERVICE DETAIL TABLES - POWER
ISECT=3
IF(IOUT.EQ.0)GOTO 3050
NC1=4
DO 3040 IC=NC1,4
  IC1=IC
  IF(IC.EQ.4)IC1=0
  IT=0
  IPAGE=0
2990 IPAGE=IPAGE+1
  ILINE=12
  WRITE(NW,9800)(HJOB(I),I=1,12),(HRUN(I),I=1,12)
  WRITE(NW,9801)
  WRITE(NW,9802)ISECT,IC1,IPAGE
  WRITE(NW,9803)
  WRITE(NW,9804)(PS(I,ISECT),I=1,4)
  IF(IC.EQ.4)GOTO 3000
  WRITE(NW,9805)(CTRY(I,IC),I=1,2)
  GOTO 3010
3000 WRITE(NW,9813)
3010 WRITE(NW,9806)
  WRITE(NW,9801)
  WRITE(NW,9826)
  WRITE(NW,9801)
3020 IT=IT+1
  IAST=1
  IF(TAB1(4,IT,1,1,IC).GT.TAB1(5,IT,1,1,IC))IAST=2
  WRITE(NW,9828)ICR(IT),(TAB1(I,IT,1,1,IC),I=1,5),AST(IAST)
  WRITE(NW,9829)(TAB1(I,IT,2,1,IC),I=1,5)
  ILINE=ILINE+2
  IF(ILINE.LT.ILINEP)GOTO 3030
  WRITE(NW,9801)
  GOTO 2990
3030 IF(IT.LT.NT)GOTO 3020

```

```

IAST=1
IF(CT1(4,1,IC).GT.CT1(5,1,IC))IAST=2
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9830)(CT1(I,1,IC),I=1,5),AST(IAST)
WRITE(NW,9801)
3040 CONTINUE

C * PRINT PROJECT SERVICES SUMMARY TABLE
3050 IT=0
IPAGE=0
3060 IPAGE=IPAGE+1
  ILINE=12
  WRITE(NW,9800)(HJOB(I),I=1,12),(HRUN(I),I=1,12)
  WRITE(NW,9801)
  WRITE(NW,9832)IPAGE
  WRITE(NW,9803)
  WRITE(NW,9834)
  WRITE(NW,9813)
  WRITE(NW,9806)
  WRITE(NW,9801)
  WRITE(NW,9836)
  WRITE(NW,9801)
3070 IT=IT+1
  AST1=AST(1)
  AST2=AST1
  AST3=AST1
  AST4=AST1
  IF(TAB2(1,IT,1).GT.TAB2(2,IT,1))AST1=AST(2)
  IF(TAB2(3,IT,1).GT.TAB2(4,IT,1))AST2=AST(2)
  IF(TAB2(5,IT,1).GT.TAB2(6,IT,1))AST3=AST(2)
  IF(TAB2(7,IT,1).GT.TAB2(8,IT,1))AST4=AST(2)
  WRITE(NW,9838)ICR(IT),(TAB2(I,IT,1),I=1,12)
  WRITE(NW,9837)AST1,AST2,AST3,AST4
  WRITE(NW,9839)(TAB2(I,IT,2),I=1,12)
  ILINE=ILINE+2
  IF(ILINE.LT.ILINEP)GOTO 3080
  WRITE(NW,9801)
  GOTO 3060
3080 IF(IT.LT.NT)GOTO 3070
  AST1=AST(1)
  AST2=AST1
  AST3=AST1
  AST4=AST1
  IF(CT2(1).GT.CT2(2))AST1=AST(2)
  IF(CT2(3).GT.CT2(4))AST2=AST(2)
  IF(CT2(5).GT.CT2(6))AST3=AST(2)
  IF(CT2(7).GT.CT2(8))AST4=AST(2)
  WRITE(NW,9801)
  WRITE(NW,9840)AST1,AST2,AST3,AST4
  WRITE(NW,9839)(CT2(I),I=1,12)
  WRITE(NW,9801)

C *** CALCULATE PROFIT TO ECONOMIC SECTORS AFTER RETURN ON INVESTMENT IS
C MET

C ** ECONOMIC SECTOR: AGRICULTURE

```

C \* CALCULATE AND ASSIGN COST AND REVENUE BREAKDOWN TO ECONOMIC DETAIL

C TABLES  
 DO 4290 I=1,11  
 DO 4280 IA=1,NA1  
 DO 4270 IC=1,NC  
 CT1(I,IA,IC)=0.  
 4270 CONTINUE  
 4280 CONTINUE  
 CT2(I)=0.  
 4290 CONTINUE  
 DO 4330 IT=1,NT  
 DO 4320 IC=1,NC  
 T2=0.  
 T6=0.  
 DO 4300 IA=1,NA  
 DUM=CA(IC,IA,IT)/CF  
 TAB1(2,IT,1,IA,IC)=DUM  
 TAB1(2,IT,2,IA,IC)=DUM\*DF(IT)  
 T2=T2+DUM  
 CT1(2,IA,IC)=CT1(2,IA,IC)+DUM\*DF(IT)  
 DUM=PA(IC,IA)\*QA(IC,IA,IT)/CF  
 TAB1(6,IT,1,IA,IC)=DUM  
 TAB1(6,IT,2,IA,IC)=DUM\*DF(IT)  
 T6=T6+DUM  
 CT1(6,IA,IC)=CT1(6,IA,IC)+DUM\*DF(IT)  
 4300 CONTINUE  
 T1=RA\*FIA(IC,IT)  
 TAB1(1,IT,1,NA+1,IC)=T1  
 TAB1(1,IT,2,NA+1,IC)=T1\*DF(IT)  
 CT1(1,NA+1,IC)=CT1(1,NA+1,IC)+T1\*DF(IT)  
 TAB1(2,IT,1,NA+1,IC)=T2  
 TAB1(2,IT,2,NA+1,IC)=T2\*DF(IT)  
 CT1(2,NA+1,IC)=CT1(2,NA+1,IC)+T2\*DF(IT)  
 T3=PW(IC)\*QN(IC,IT)  
 TAB1(3,IT,1,NA+1,IC)=T3  
 TAB1(3,IT,2,NA+1,IC)=T3\*DF(IT)  
 CT1(3,NA+1,IC)=CT1(3,NA+1,IC)+T3\*DF(IT)  
 T4=(PNA(IC)+PNAH)\*QNAE(IC,IT)/(2,\*,\*ISEAS)  
 TAB1(4,IT,1,NA+1,IC)=T4  
 TAB1(4,IT,2,NA+1,IC)=T4\*DF(IT)  
 CT1(4,NA+1,IC)=CT1(4,NA+1,IC)+T4\*DF(IT)  
 T5=RDISP(IC,IT)/LF  
 TAB1(5,IT,1,NA+1,IC)=T5  
 TAB1(5,IT,2,NA+1,IC)=T5\*DF(IT)  
 CT1(5,NA+1,IC)=CT1(5,NA+1,IC)+T5\*DF(IT)  
 TAB1(6,IT,1,NA+1,IC)=T6  
 TAB1(6,IT,2,NA+1,IC)=T6\*DF(IT)  
 CT1(6,NA+1,IC)=CT1(6,NA+1,IC)+T6\*DF(IT)  
 T7=RAF(IC,IT)/CF  
 TAB1(7,IT,1,NA+1,IC)=T7  
 TAB1(7,IT,2,NA+1,IC)=T7\*DF(IT)  
 CT1(7,NA+1,IC)=CT1(7,NA+1,IC)+T7\*DF(IT)  
 T8=T1+T2+T3+T4+T5  
 TAB1(8,IT,1,NA+1,IC)=T8  
 TAB1(8,IT,2,NA+1,IC)=T8\*DF(IT)  
 CT1(8,NA+1,IC)=CT1(8,NA+1,IC)+T8\*DF(IT)  
 T9=T6+T7

TAB1(9,IT,1,NA+1,IC)=T9  
 TAB1(9,IT,2,NA+1,IC)=T9\*DF(IT)  
 CT1(9,NA+1,IC)=CT1(9,NA+1,IC)+T9\*DF(IT)  
 T10=T9-T8  
 TAB1(10,IT,1,NA+1,IC)=T10  
 TAB1(10,IT,2,NA+1,IC)=T10\*DF(IT)  
 CT1(10,NA+1,IC)=CT1(10,NA+1,IC)+T10\*DF(IT)  
 T11=PNA(IC)\*QNA(IC,IT)-QNAE(IC,IT)  
 TAB1(11,IT,1,NA+1,IC)=T11  
 TAB1(11,IT,2,NA+1,IC)=T11\*DF(IT)  
 CT1(11,NA+1,IC)=CT1(11,NA+1,IC)+T11\*DF(IT)

C \* ASSIGN TO ECONOMIC SUMMARY TABLE

TAB2(IC,IT,1)=T10  
 TAB2(IC,IT,2)=T10\*DF(IT)  
 TAB2(IC+8,IT,1)=T11  
 TAB2(IC+8,IT,2)=T11\*DF(IT)  
 4320 CONTINUE  
 4330 CONTINUE

C \* SUM OVER COUNTRIES AND ASSIGN TO ECONOMIC DETAIL TABLE AND SUMMARY

C TABLE  
 DO 4370 IA=1,NA1  
 DO 4360 I=1,11  
 DO 4350 ID=1,2  
 DO 4340 IT=1,NT  
 TAB1(I,IT,IA,4)=0.  
 4340 CONTINUE  
 4350 CONTINUE  
 CT1(I,IA,4)=0.  
 4360 CONTINUE  
 4370 CONTINUE  
 DO 4420 IA=1,NA1  
 DO 4410 IC=1,NC  
 DO 4400 I=1,11  
 DO 4390 ID=1,2  
 DO 4380 IT=1,NT  
 TAB1(I,IT,IA,4)=TAB1(I,IT,IA,4)+TAB1(I,IT,IA,IC)  
 4380 CONTINUE  
 4390 CONTINUE  
 CT1(I,IA,4)=CT1(I,IA,4)+CT1(I,IA,IC)  
 4400 CONTINUE  
 4410 CONTINUE  
 4420 CONTINUE

C \* PRINT ECONOMIC SECTOR DETAIL TABLES - AGRICULTURE

ISECT=1  
 IF(IOUT,EQ,0)GOTO 4750  
 NC1=1  
 IF(IOUT,EQ,1)NC1=4  
 DO 4740 IC=NC1,4  
 IC1=IC  
 IF(IC,EQ,4)IC1=0  
 IT=0  
 IPAGE=0  
 JEFREQ=IEFREQ  
 IF(IEFREQ,GT,NT)JEFREQ=0

```

4600 IPAGE=IPAGE+1
      ILINE=12
      WRITE(NW,9800)(HJOB(I),I=1,12),(HRUN(I),I=1,12)
      WRITE(NW,9801)
      WRITE(NW,9852)ISECT,IC1,IPAGE
      WRITE(NW,9803)
      WRITE(NW,9854)(ES(I,ISECT),I=1,4)
      IF(IC,EQ,4)GOTO 4610
      WRITE(NW,9805)(CTRY(I,IC),I=1,2)
      GOTO 4620
4610 WRITE(NW,9813)
4620 WRITE(NW,9801)
      WRITE(NW,9856)
      WRITE(NW,9801)
      IF(IT,GE,NT)GOTO 4725
4630 IT=IT+1
      JEFREQ=JEFREQ+1
      IF(JEFREQ,LT,IEFREQ)GOTO *700
      JEFREQ=0
      DO 4650 IA=1,NA
        WRITE(NW,9878)(CR(I,IA),I=1,2),(TAB1(I,IT,1,IA,IC),I=2,6,4)
        IF(IA,EQ,1)WRITE(NW,9855)IC,IT
        WRITE(NW,9879)(TAB1(I,IT,2,IA,IC),I=2,6,4)
4650 CONTINUE
        WRITE(NW,9858)(CR(I,NA1),I=1,2),(TAB1(I,IT,1,NA1,IC),I=1,11)
        WRITE(NW,9859)(TAB1(I,IT,2,NA1,IC),I=1,11)
        ILINE=ILINE+2*(NA+1)
        GOTO 4710
4700 WRITE(NW,9858)(CR(I,NA+1),I=1,2),(TAB1(I,IT,1,NA+1,IC),I=1,11)
        WRITE(NW,9855)IC,IT
        WRITE(NW,9859)(TAB1(I,IT,2,NA+1,IC),I=1,11)
        ILINE=ILINE+2
4710 IF(ILINE,LT,ILINEE)GOTO 4720
        WRITE(NW,9801)
        GOTO 4600
4720 IF(IT,LT,NT)GOTO 4630
4725 WRITE(NW,9801)
        WRITE(NW,9860)
        DO 4730 IA=1,NA
          WRITE(NW,9881)(CR(I,IA),I=1,2),(CT1(I,IA,IC),I=2,6,4)
4730 CONTINUE
          WRITE(NW,9861)(CR(I,NA1),I=1,2),(CT1(I,NA1,IC),I=1,11)
          WRITE(NW,9801)
4740 CONTINUE
4750 CONTINUE
C ** ECONOMIC SECTOR: MINING
C * CALCULATE AND ASSIGN COST AND REVENUE BREAKDOWN TO ECONOMIC DETAIL
C TABLES
      NC1=1
      IF(IMAC,EQ,1)NC1=3
      DO 5290 I=1,7
      DO 5280 IM=1,NM1
      DO 5270 IC=1,NC
      CT1(I,IM,IC)=0.
5270 CONTINUE

```

```

5280 CONTINUE
5290 CONTINUE
      DO 5330 IT=1,NT
      DO 5320 IC=NC1,NC
      T1=0.
      T2=0.
      T3=0.
      T4=0.
      T5=0.
      T6=0.
      T7=0.
      T8=0.
      DO 5300 IM=1,NM
      DUM1=0.
      DUM=RM*FIM(IC,IM,IT)
      TAB1(1,IT,1,IM,IC)=DUM
      TAB1(1,IT,2,IM,IC)=DUM*DF(IT)
      T1=T1+DUM
      DUM1=DUM1+DUM
      CT1(1,IM,IC)=CT1(1,IM,IC)+DUM*JF(IT)
      DUM=(CM(IC,IM,IT)*QM(IC,IM,IT)-PPA*QP(IC,IM,IT))/CF
      TAB1(2,IT,1,IM,IC)=DUM
      TAB1(2,IT,2,IM,IC)=DUM*DF(IT)
      T2=T2+DUM
      DUM1=DUM1+DUM
      CT1(2,IM,IC)=CT1(2,IM,IC)+DUM*JF(IT)
      DUM=PP(IC,IM)*QP(IC,IM,IT)
      TAB1(3,IT,1,IM,IC)=DUM
      TAB1(3,IT,2,IM,IC)=DUM*DF(IT)
      T3=T3+DUM
      DUM1=DUM1+DUM
      CT1(3,IM,IC)=CT1(3,IM,IC)+DUM*JF(IT)
      DUM=(PNM(IC,IM)+PNMH)*QNM(IC,IM,IT)
      TAB1(4,IT,1,IM,IC)=DUM
      TAB1(4,IT,2,IM,IC)=DUM*DF(IT)
      T4=T4+DUM
      DUM1=DUM1+DUM
      CT1(4,IM,IC)=CT1(4,IM,IC)+DUM*JF(IT)
      DUM=PRM(IC,IM)*QRM(IC,IM,IT)/CF
      TAB1(5,IT,1,IM,IC)=DUM
      TAB1(5,IT,2,IM,IC)=DUM*DF(IT)
      T5=T5+DUM
      DUM1=DUM1+DUM
      CT1(5,IM,IC)=CT1(5,IM,IC)+DUM*JF(IT)
      TAB1(6,IT,1,IM,IC)=DUM1
      TAB1(6,IT,2,IM,IC)=DUM1*DF(IT)
      T6=T6+DUM1
      CT1(6,IM,IC)=CT1(6,IM,IC)+DUM1*DF(IT)
      DUM=PM(IC,IM)*QM(IC,IM,IT)/CF
      TAB1(7,IT,1,IM,IC)=DUM
      TAB1(7,IT,2,IM,IC)=DUM*DF(IT)
      T7=T7+DUM
      CT1(7,IM,IC)=CT1(7,IM,IC)+DUM*JF(IT)
      DUM=DUM-DUM1
      TAB1(8,IT,1,IM,IC)=DUM
      TAB1(8,IT,2,IM,IC)=DUM*DF(IT)
      T8=T8+DUM

```

```

CT1(8,IM,IC)=CT1(8,IM,IC)+DUM*DF(IT)
5300 CONTINUE
TAB1(1,IT,1,NM+1,IC)=T1
TAB1(1,IT,2,NM+1,IC)=T1*DF(IT)
CT1(1,NM+1,IC)=CT1(1,NM+1,IC)+T1*DF(IT)
TAB1(2,IT,1,NM+1,IC)=T2
TAB1(2,IT,2,NM+1,IC)=T2*DF(IT)
CT1(2,NM+1,IC)=CT1(2,NM+1,IC)+T2*DF(IT)
TAB1(3,IT,1,NM+1,IC)=T3
TAB1(3,IT,2,NM+1,IC)=T3*DF(IT)
CT1(3,NM+1,IC)=CT1(3,NM+1,IC)+T3*DF(IT)
TAB1(4,IT,1,NM+1,IC)=T4
TAB1(4,IT,2,NM+1,IC)=T4*DF(IT)
CT1(4,NM+1,IC)=CT1(4,NM+1,IC)+T4*DF(IT)
TAB1(5,IT,1,NM+1,IC)=T5
TAB1(5,IT,2,NM+1,IC)=T5*DF(IT)
CT1(5,NM+1,IC)=CT1(5,NM+1,IC)+T5*DF(IT)
TAB1(6,IT,1,NM+1,IC)=T6
TAB1(6,IT,2,NM+1,IC)=T6*DF(IT)
CT1(6,NM+1,IC)=CT1(6,NM+1,IC)+T6*DF(IT)
TAB1(7,IT,1,NM+1,IC)=T7
TAB1(7,IT,2,NM+1,IC)=T7*DF(IT)
CT1(7,NM+1,IC)=CT1(7,NM+1,IC)+T7*DF(IT)
TAB1(8,IT,1,NM+1,IC)=T8
TAB1(8,IT,2,NM+1,IC)=T8*DF(IT)
CT1(8,NM+1,IC)=CT1(8,NM+1,IC)+T8*DF(IT)

C * ASSIGN PROFITS TO ECONOMIC SUMMARY TABLE
ICI=IC*4
IF(IMAC,EQ,1)ICI=8
TAB2(ICI,IT,1)=T8
TAB2(ICI,IT,2)=T8*DF(IT)
5320 CONTINUE
5330 CONTINUE

C * SUM OVER COUNTRIES AND ASSIGN TO ECONOMIC DETAIL TABLE AND SUMMARY
C TABLE
DO 5370 IM=1,NM1
DO 5360 I=1,8
DO 5350 ID=1,2
DO 5340 IT=1,NT
TAB1(I,IT,ID,IM,4)=0.
5340 CONTINUE
5350 CONTINUE
CT1(I,IM,4)=0.
5360 CONTINUE
5370 CONTINUE
DO 5420 IM=1,NM1
DO 5410 IC=NC1,NC
DO 5400 I=1,8
DO 5390 ID=1,2
DO 5380 IT=1,NT
TAB1(I,IT,ID,IM,4)=TAB1(I,IT,ID,IM,4)+TAB1(I,IT,ID,IM,IC)
5380 CONTINUE
5390 CONTINUE
CT1(I,IM,4)=CT1(I,IM,4)+CT1(I,IM,IC)
5400 CONTINUE

```

```

5410 CONTINUE
5420 CONTINUE
C ** CALCULATE AND ASSIGN TOTALS TO ECONOMIC SUMMARY TABLE
DO 5800 I=4,12,4
IF(I,EQ,8,AND,IMAC,EQ,1)GOTO 5800
DO 5790 IT=1,NT
DO 5780 ID=1,2
TAB2(I,IT,ID)=0.
5780 CONTINUE
5790 CONTINUE
5800 CONTINUE
IF(IMAC,EQ,0)GOTO 5805
DO 5804 I=5,7
DO 5803 IT=1,NT
DO 5802 ID=1,2
TAB2(I,IT,ID)=0.
5802 CONTINUE
5803 CONTINUE
5804 CONTINUE
5805 DO 5820 IT=1,NT
DO 5810 I=1,3
TAB2(4,IT,1)=TAB2(4,IT,1)+TAB2(I,IT,1)
TAB2(12,IT,1)=TAB2(12,IT,1)+TAB2(I+8,IT,1)
IF(IMAC,EQ,1)GOTO 5810
TAB2(8,IT,1)=TAB2(8,IT,1)+TAB2(I+4,IT,1)
5810 CONTINUE
TAB2(4,IT,2)=TAB2(4,IT,1)*DF(IT)
TAB2(12,IT,2)=TAB2(12,IT,1)*DF(IT)
IF(IMAC,EQ,1)GOTO 5820
TAB2(8,IT,2)=TAB2(8,IT,1)*DF(IT)
5820 CONTINUE
DO 5830 I=1,12
CT2(I)=0.
5830 CONTINUE
DO 5850 I=1,12
DO 5840 IT=1,NT
CT2(I)=CT2(I)+TAB2(I,IT,2)
5840 CONTINUE
5850 CONTINUE

C * PRINT ECONOMIC SECTOR DETAIL TABLES - MINING
ISECT=2
IF(IOUT,EQ,0)GOTO 6750
NC1=1
IF(IOUT,EQ,1)NC1=4
IF(IMAC,EQ,1)NC1=4
DO 6740 IC=NC1,4
IC1=IC
IF(IC,EQ,4)IC1=0
IT=0
IPAGE=0
JEFREQ=IMFREQ
IF(IMFREQ,GT,NT)JEFREQ=0
6600 IPAGE=IPAGE+1
ILINE=12

```

```

WRITE(NW,9800)(HJOB(I),I=1,12),(HRUN(I),I=1,12)
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9852)ISECT,IC1,IPAGE
WRITE(NW,9803)
WRITE(NW,9854)(ES(I,ISECT),I=1,4)
IF(IC.EQ.4)GOTO 6610
WRITE(NW,9805)(CTRY(I,IC),I=1,2)
GOTO 6620
6610 WRITE(NW,9813)
6620 WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9866)
WRITE(NW,9801)
IF(IT.GE.NT)GOTO 6725
6630 IT=IT+1
JEFREQ=JEFREQ+1
IF(JEFREQ.LT.IMFREQ)GOTO 6700
JEFREQ=0
DO 6650 IM=1,NM1
WRITE(NW,9858)(MN(I,IM),I=1,2),(TAB1(I,IT,1,IM,IC),I=1,8)
IF(IM.EQ.1)WRITE(NW,9855)ICR(IT)
WRITE(NW,9869)(TAB1(I,IT,2,IM,IC),I=1,8)
6650 CONTINUE
ILINE=ILINE+2*(NM+1)
GOTO 6710
6700 WRITE(NW,9858)(MN(I,NM+1),I=1,2),(TAB1(I,IT,1,NM+1,IC),I=1,8)
WRITE(NW,9855)ICR(IT)
WRITE(NW,9869)(TAB1(I,IT,2,NM+1,IC),I=1,8)
ILINE=ILINE+2
6710 IF(I.LT.ILINEE)GOTO 6720
WRITE(NW,9801)
GOTO 6600
6720 IF(IT.LT.NT)GOTO 6630
6725 WRITE(NW,9861)
WRITE(NW,9860)
DO 6730 IM=1,NM1
WRITE(NW,9871)(MN(I,IM),I=1,2),(CT1(I,IM,IC),I=1,8)
6730 CONTINUE
WRITE(NW,9801)
6740 CONTINUE
C * PRINT ECONOMIC SECTORS SUMMARY TABLE
6750 IT=0
IPAGE=0
6760 IPAGE=IPAGE+1
ILINE=12
WRITE(NW,9800)(HJOB(I),I=1,12),(HRUN(I),I=1,12)
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9872)IPAGE
WRITE(NW,9803)
WRITE(NW,9874)
WRITE(NW,9813)
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9876)
WRITE(NW,9801)
6770 IT=IT+1
WRITE(NW,9815)ICR(IT),(TAB2(I,IT,1),I=1,12)
WRITE(NW,9809)(TAB2(I,IT,2),I=1,12)

```

```

ILINE=ILINE+2
IF(I.LT.ILINEE)GOTO 6750
WRITE(NW,9801)
GOTO 6760
6780 IF(IT.LT.NT)GOTO 6770
WRITE(NW,9801)
WRITE(NW,9816)(CT2(I),I=1,12)
WRITE(NW,9801)

```

C \*\* PRINT CALCULATED PROJECT PRICES

```

PNA1=PNA1*CF
PNM1=PNM1*CF
PW1=PW1*CF
PP1=PP1*CF
IF(IPJC.EQ.0)WRITE(NW,9890)PNA1,PNM1,PW1,PP1

```

C \*\* PRINT CALCULATED BREAKDOWN OF JOINT COSTS BETWEEN PROJECT SECTORS

```

IF(IPJC.EQ.1)WRITE(NW,9891)CJN1,CJA1,CJP1

```

```

9500 STOP
END

```

```

SUBROUTINE MIN1(A,N,NR,IECH,M)
C**** TO READ 1D ARRAY
COMPLEX 8
DIMENSION A(M)
9901 FORMAT(2A5,7F10.0/(10X,7F10.0))
9951 FORMAT(1H ,2A5,7E10.3/(1H ,10X,7E10.3))
READ(NR,9901)B,(A(I),I=1,N)
IF(IECH.EQ.1)WRITE(6,9951)B,(A(I),I=1,N)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE MIN2(A,N1,N2,NR,IECH,M1,M2)
C**** TO READ 2D ARRAY
COMPLEX 8
DIMENSION A(M1,M2)
9901 FORMAT(2A5,7F10.0/(10X,7F10.0))
9951 FORMAT(1H ,2A5,7E10.3/(1H ,10X,7E10.3))
IF(NR.GT.0)GOTO 5
NR=-NR
M=N1
GOTO 7
5 N=1
DO 10 I1=N,N1
7 READ(NR,9901)B,(A(I1,I2),I2=1,N2)
IF(IECH.EQ.1)WRITE(6,9951)B,(A(I1,I2),I2=1,N2)
10 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE MIN3(A,N1,N2,N3,NR,IECH,M1,M2,M3)
C**** TO READ 3D ARRAY
COMPLEX 8
DIMENSION A(M1,M2,M3)
9901 FORMAT(2A5,7F10.0/(10X,7F10.0))
9951 FORMAT(1H ,2A5,7E10.3/(1H ,10X,7E10.3))
IF(NR.GT.0)GOTO 5
NR=-NR
M=N1
GOTO 7
5 N=1
DO 20 I1=N,N1
DO 10 I2=1,N2
READ(NR,9901)B,(A(I1,I2,I3),I3=1,N3)
IF(IECH.EQ.1)WRITE(6,9951)B,(A(I1,I2,I3),I3=1,N3)
10 CONTINUE
20 CONTINUE
RETURN
END

```

## Program Listing of PROG2

C\*\*\*\* PROGRAM TO SET UP DEVELOPMENT SCENARIO FILE FROM RAW DATA

COMPLEX D

```
COMMON/QTIES/QA(3,5,45),QM(3,45),QNA(3,45),QM(4,3,45),QP(4,3,45),
    QNM(4,3,45),QNAE(3,45),ORM(4,3,45)
COMMON/REVNU/RDISP(3,45),RAF(3,45)
COMMON/INVST/FIA(3,45),FIM(4,3,45),FIN(45)
COMMON/HARES/HAV(3,45),HAD(3,45),HATC(45),HAT(3,45),HAOMVS(3,45),
    HAREC(45),HADRY(45),HAAF(45)
COMMON/GENRL/CFV(5),CFD(5),YLD(5),PR(3),WREQV(5)
COMMON/COSTS/CJT(45),OMRP(45),OMRA(45),OMRN(45),CSP(45),CSA(45),
    CSN(45),CM(4,3,45),CA(3,5,45),CAPHA(3,5)
```

```
9800 FORMAT(8F10,0)
9801 FORMAT(2A5,7F10,0/8F10,0)
9802 FORMAT(2A5,7I10)
```

```
9850 FORMAT(1H ,10HQNA 76 BY5,8E10,3)
9851 FORMAT(1H ,2A5,10F10,2)
9852 FORMAT(1H,1,2A5,7I10)
9853 FORMAT(1H ,2A5,7I10)
```

C \*\* INITIAL INPUT

```
HEAD(5,9802)D,NR,NW,NC,NA,NT,NT1,NM
WRITE(6,9852)D,NR,NW,NC,NA,NT,NT1,NM
READ(5,9802)D,IMAC,ISEAS
WRITE(6,9853)D,IMAC,ISEAS
READ(NR,9801)D,(CFV(IA),IA=1,NA)
WRITE(6,9851)D,(CFV(IA),IA=1,NA)
READ(NR,9801)D,(CFD(IA),IA=1,NA)
WRITE(6,9851)D,(CFD(IA),IA=1,NA)
READ(NR,9801)D,(YLD(IA),IA=1,NA),YREC,YDRY,YAF
WRITE(6,9851)D,(YLD(IA),IA=1,NA),YREC,YDRY,YAF
READ(NR,9801)D,(PR(IC),IC=1,NC)
WRITE(6,9851)D,(PR(IC),IC=1,NC)
READ(NR,9801)D,WREQD1,WREQD2,WREQV1,(WREQV(IA),IA=1,NA)
WRITE(6,9851)D,WREQD1,WREQD2,WREQV1,(WREQV(IA),IA=1,NA)
```

C \*\* ONLY ONE SEASON IF ISEAS=1

```
IF(ISEAS.EQ.0)GOTO 200
NW=NW+10
CFV(1)=0.
CFD(1)=1.
```

C \*\* AREAS OF FARMING INPUT

C \* OMVS SCENARIO

```
200 DO 260 IT=1,NT1
    HAD(1,IT)=0.
    READ(NR,9801)D,HAD(3,IT),HAV(3,IT),HAD(2,IT),HAV(2,IT),HAV(1,IT),
```

```
WRITE(6,9851)D,HAD(3,IT),HAV(3,IT),HAD(2,IT),HAV(2,IT),HAD(1,IT),
    HAV(1,IT)
```

260 CONTINUE

```
DO 300 IT=1,NT
DO 280 IC=1,NC
HAOMVS(IC,IT)=HAV(IC,IT)+HAD(IC,IT)
IF(IT.GT.NT1)HAOMVS(IC,IT)=HAOMVS(IC,IT-1)
```

280 CONTINUE

300 CONTINUE

C \* DEVELOPMENT SCENARIO

```
IF(NW.EQ.13.OR.NW.EQ.23)GOTO 490
DO 480 IT=1,NT
HAD(1,NT)=0.
READ(NR,9801)D,HAD(3,IT),HAV(3,IT),HAD(2,IT),HAV(2,IT),HAV(1,IT)
WRITE(6,9851)D,HAD(3,IT),HAV(3,IT),HAD(2,IT),HAV(2,IT),HAD(1,IT),
    HAV(1,IT)
```

480 CONTINUE

490 DO 500 IT=1,NT

```
READ(NR,9801)D,HAREC(IT),HAAF(IT),HADRY(IT)
WRITE(6,9851)D,HAREC(IT),HAAF(IT),HADRY(IT)
```

500 CONTINUE

C \* QA-TONNES

```
DO 900 IT=1,NT
HATC(IT)=0.
900 CONTINUE
WREQDS=WREQD1+WREQD2
IF(ISEAS.EQ.1)WREQDS=WREQD2
DO 1000 IT=1,NT
DO 990 IC=1,NC
DO 980 IA=1,NA
QA(IC,IA,IT)=(HAV(IC,IT)*CFV(IA)+HAD(IC,IT)*CFD(IA))*YLD(IA)
980 CONTINUE
HAT(IC,IT)=HAV(IC,IT)+HAD(IC,IT)
HATC(IT)=HATC(IT)+HAT(IC,IT)
```

C \* QW-M\*\*3

```
QW(IC,IT)=(HAV(IC,IT)*CFV(1)+WREQV1+HAD(IC,IT)*CFD(1)+WREQDS)*1.E4
DO 985 IA=2,NA
QW(IC,IT)=QW(IC,IT)+HAV(IC,IT)*CFV(IA)+WREQV(IA)*1.E4
985 CONTINUE
990 CONTINUE
1000 CONTINUE
```

C \*\* QUANTITIES AND COSTS INPUT

C \* QNA-TONNE-KM

```
DO 1040 IC=1,NC
READ(NR,9800)QNA(IC,1),(QNA(IC,I),I=5,35,5)
WRITE(6,9850)QNA(IC,1),(QNA(IC,I),I=5,35,5)
DQ=(QNA(IC,5)-QNA(IC,1))/4.
DD 1010 I=2,4
QNA(IC,I)=QNA(IC,I-1)+DQ
1010 CONTINUE
DO 1030 J=1,7
JJ=(J+1)*5
```

```

DQ=(QNA(IC,JJ)-QNA(IC,JJ-5))/5.
J1=JJ-4
J2=JJ-1
DO 1020 I=J1,J2
QNA(IC,I)=QNA(IC,I-1)+DQ
1020 CONTINUE
1030 CONTINUE
DO 1035 I=36,NT
QNA(IC,I)=QNA(IC,35)
1035 CONTINUE
1040 CONTINUE
DO 1060 IT=1,NT
DO 1050 IC=1,NC
IF(HADMVS(IC,IT),LT,0.00001)GOTO 1045
QNA(IC,IT)=QNA(IC,IT)*HAT(IC,IT)/HADMVS(IC,IT)
GOTO 1050
1045 IF(HAT(IC,IT),LT,0.00001)QNA(IC,IT)=0.
1050 CONTINUE
1060 CONTINUE
C * QNAE-TONNE-KM
DO 1064 IT=1,15
DO 1062 IC=1,NC
QNAE(IC,IT)=2.5*HAT(IC,IT)*(145.+(IT-1)*7.5)
1062 CONTINUE
1064 CONTINUE
DO 1066 IT=16,NT
DO 1066 IC=1,NC
QNAE(IC,IT)=2.5*HAT(IC,IT)*(250.+(IT-15)*3.5)
1066 CONTINUE
1066 CONTINUE
C * QM-TONNE
IF(IMAC,EQ,1)NR=-NR
CALL MIN3(QM,NC,NM,NT,NR,1,4,3,45)
C * QP-KW-HR
IF(IMAC,EQ,1)NR=-NR
CALL MIN3(QP,NC,NM,NT,NR,1,4,3,45)
C * QNM-TONVE-KM
IF(IMAC,EQ,1)NR=-NR
CALL MIN3(QNM,NC,NM,NT,NR,1,4,3,45)
C * QRM-TONNE-KM
IF(IMAC,EQ,1)NR=-NR
CALL MIN3(QRM,NC,NM,NT,NR,1,4,3,45)
C * RDISP-CFA
DO 1080 IT=1,NT
DO 1070 IC=1,NC
R=HAT(IC,IT)/HATL(IT)
RDISP(IC,IT)=((130000.-HAREC(IT))*R*YPEC+(75000.-HADRY(IT))*R
*YDRY)*PR(IC)
IF(ISEAS,EQ,1)RDISP(IC,IT)=0.
C * RAF-CFA
RAF(IC,IT)=HAAF(IT)*R*YAF*PR(IC)
1070 CONTINUE
1080 CONTINUE
C * FIA-CFA*10**9
CALL MIN2(FIA,NC,NT,NR,1,3,45)
C * FIM-CFA*10**9
IF(IMAC,EQ,1)NR=-NR
CALL MIN3(FIM,NC,NM,NT,NR,1,4,3,45)
C * FIN-CFA*10**9
CALL MIN1(FIN,NT,NR,1,45)
C * CA-CFA/HA
CALL MIN2(CAPHA,NC,NA,NR,1,3,5)
DO 1200 IT=1,NT
DO 1180 IC=1,NC
DO 1160 IA=1,NA
CA(IC,IA,IT)=CAPHA(IC,IA)*(HAV(IC,IT)*CFV(IA)+HAD(IC,IT)*CFD(IA))
1160 CONTINUE
1180 CONTINUE
1200 CONTINUE
C * CM-CFA/TONNE
IF(IMAC,EQ,1)NR=-NR
CALL MIN3(CM,NC,NM,NT,NR,1,4,3,45)
DO 1500 IT=1,NT
IF(CM(3,1,IT),LT,0.01)GOTO 1500
CM(3,1,IT)=CM(3,1,IT)-1500.
1500 CONTINUE
C * CSN-CFA*10**9
CALL MIN1(CSN,NT,NR,1,45)
C * CSA-CFA*10**9
CALL MIN1(CSA,NT,NR,1,45)
C * CSP-CFA*10**9
CALL MIN1(CSP,NT,NR,1,45)
C * OMRN-CFA*10**9
CALL MIN1(OMRN,NT,NR,1,45)
C * OMRA-CFA*10**9
CALL MIN1(OMRA,NT,NR,1,45)
C * OMRP-CFA*10**9
CALL MIN1(OMRP,NT,NR,1,45)
C * CJT-CFA*10**9
CALL MIN1(CJT,NT,NR,1,45)
C ** WRITE DEVELOPMENT SCENARIO FILE
B='QA'
CALL MWR3(QA,NC,NA,NT,NM,3,5,45,8)

```

```

B=*QW *
CALL MWR2(QW,NC,NT,NW,3,45,B)
B=*QNA *
CALL MWR2(QNA,NC,NT,NW,3,45,B)
B=*QNAE *
CALL MWR2(QNAE,NC,NT,NW,3,45,B)
B=*QW *
IF(I*MAC,EQ,1)NW=-NW
CALL MWR3(QM,NC,NM,NT,NW,4,3,45,B)
B=*QP *
IF(I*MAC,EQ,1)NW=-NW
CALL MWR3(QP,NC,NM,NT,NW,4,3,45,B)
B=*QVM *
IF(I*MAC,EQ,1)NW=-NW
CALL MWR3(QVM,NC,NM,NT,NW,4,3,45,B)
B=*QV *
IF(I*MAC,EQ,1)NW=-NW
CALL MWR3(QV,NC,NM,NT,NW,4,3,45,B)
B=*ADISP *
CALL MWR2(RDISP,NC,NT,NW,3,45,B)
B=*RAF *
CALL MWR2(RAF,NC,NT,NW,3,45,B)
B=*FIA *
CALL MWR2(FIA,NC,NT,NW,3,45,B)
B=*FI *
IF(I*MAC,EQ,1)NW=-NW
CALL MWR3(FI,NC,NM,NT,NW,4,3,45,B)
B=*FIN *
CALL MWR1(FIN,NT,NW,45,B)
B=*CA *
CALL MWR3(CA,NC,NA,NT,NW,3,5,45,B)
B=*CM *
IF(I*MAC,EQ,1)NW=-NW
CALL MWR3(CM,NC,NM,NT,NW,4,3,45,B)
B=*CSN *
CALL MWR1(CSN,NT,NW,45,B)
B=*CSA *
CALL MWR1(CSA,NT,NW,45,B)
B=*CSP *
CALL MWR1(CSP,NT,NW,45,B)
B=*OMRN *
CALL MWR1(OMRN,NT,NW,45,B)
B=*OVRA *
CALL MWR1(OMRA,NT,NW,45,B)
B=*UMRP *
CALL MWR1(UMRP,NT,NW,45,B)
B=*CJT *
CALL MWR1(CJT,NT,NW,45,B)

STOP
END

```

```

SUBROUTINE MWR1(A,N,NW,M,B)
C**** TO WRITE 1D ARRAY
DIMENSION A(M)
9901 FORMAT(A5,5X,7E10.3/(10X,7E10.3))
9951 FORMAT(1H ,A5,5X,7E10.3/(1H ,10X,7E10.3))
WRITE(NW,9901)B,(A(I),I=1,N)
WRITE(6,9951)B,(A(I),I=1,N)
RETURN
END

SUBROUTINE MWR2(A,N1,N2,NW,M1,M2,B)
C**** TO WRITE 2D ARRAY
DIMENSION A(M1,M2)
9901 FORMAT(A5,5X,7E10.3/(10X,7E10.3))
9951 FORMAT(1H ,A5,5X,7E10.3/(1H ,10X,7E10.3))
IF(N1.GT.0)GOTO 5
NW=-NW
N=N1
GOTO 7
5
N=1
7
DO 10 I1=1,N1
WRITE(NW,9901)B,(A(I1,I2),I2=1,N2)
WRITE(6,9951)B,(A(I1,I2),I2=1,N2)
10
CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE MWR3(A,N1,N2,N3,NW,M1,M2,M3,6)
C**** TO WRITE 3D ARRAY
DIMENSION A(M1,M2,M3)
9901 FORMAT(A5,5X,7E10.3/(10X,7E10.3))
9951 FORMAT(1H ,A5,5X,7E10.3/(1H ,10X,7E10.3))
IF(NW.GT.0)GOTO 5
NW=-NW
N=N1
GOTO 7
5 N=1
7 DO 20 I1=N,N1
DO 10 I2=1,N2
WRITE(NW,9901)B,(A(I1,I2,I3),I3=1,N3)
WRITE(6,9951)B,(A(I1,I2,I3),I3=1,N3)
10 CONTINUE
20 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE MIN1(A,N,NR,IECH,M)
C**** TO READ 1D ARRAY
COMPLEX B
DIMENSION A(M)
9901 FORMAT(2A5,7F10.0/(10X,7F10.0))
9951 FORMAT(1H ,2A5,7E10.3/(1H ,10X,7E10.3))
READ(NR,9901)B,(A(I),I=1,N)
IF(IECH.EQ.1)WRITE(6,9951)B,(A(I),I=1,N)
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE MIN2(A,N1,N2,NR,IECH,M1,M2)
C**** TO READ 2D ARRAY
COMPLEX B
DIMENSION A(M1,M2)
9901 FORMAT(2A5,7F10.0/(10X,7F10.0))
9951 FORMAT(1H ,2A5,7E10.3/(1H ,10X,7E10.3))
IF(NR.GT.0)GOTO 5
NR=-NR
N=N1
GOTO 7
5 N=1
7 DO 10 I1=N,N1
READ(NR,9901)B,(A(I1,I2),I2=1,N2)
IF(IECH.EQ.1)WRITE(6,9951)B,(A(I1,I2),I2=1,N2)
10 CONTINUE
RETURN
END

```

```

SUBROUTINE MIN3(A,N1,N2,N3,NR,IECH,M1,M2,M3)
C**** TO READ 3D ARRAY
COMPLEX B
DIMENSION A(M1,M2,M3)
9901 FORMAT(2A5,7F10.0/(10X,7F10.0))
9951 FORMAT(1H ,2A5,7E10.3/(1H ,10X,7E10.3))
IF(NR.GT.0)GOTO 5
NR=-NR
N=N1
GOTO 7
5 N=1
7 DO 20 I1=N,N1
DO 10 I2=1,N2
READ(NR,9901)B,(A(I1,I2,I3),I3=1,N3)
IF(IECH.EQ.1)WRITE(6,9951)B,(A(I1,I2,I3),I3=1,N3)
10 CONTINUE
20 CONTINUE
RETURN
END

```

### Sample Input for PROG1

[MVS BASELINE						
I-O UNITS	6	5	13	13	5	
PROB DIMS	35	3	5	5	1976	
OCF+IN RTE	.1	.1	.1	.1		
P/JC OPTN	0	1.	1.E9	1		
WRDPR OPTN	1					
SEAS OPTN	0					
MINLP OPTN	1	4.92	0.			
SENS OPTN	0					
DUPT OPTN	0	1	2	100	55	45 100
PA C1 A	24250	15000	27500	16000	560	
PA C2 A	81500	20000	25000	25000	875	
PA C3 A	41500	15000	45000	35000	1225	
PM AC M	7600	0	0			
PRM AC M						
PNH	1.5	0.71				
JCET	0	0	0			
SCET	0.	0.	0.			
MCET	0.	1.				





CMM3 83-89							
CMM3 90-96							
CMM3 97-03							
CMM3 04-10							
CMM3 11-17							
CMM3 18-19							
CSN 76-82T	0.25	0.80	1.4	2.65	4.7	3.55	1.65
CSN 83-89T	0	0	0	0	0	0	0
CSN 90-96T	0	0	0	0	0	0	0
CSN 97-03T	0	0	0	0	0	0	0
CSN 04-10T	0	0	0	0	0	0	0
CSN 11-17T	0	0	0	0	0	0	0
CSN 18-19T	0	0	0	0	0	0	0
CSA 76-82T	0.34	0.16	2.25	3.00	3.00	2.25	0
CSA 83-89T	0	0	0	0	0	0	0
CSA 90-96T	0	0	0	0	0	0	0
CSA 97-03T	0	0	0	0	0	0	0
CSA 04-10T	0	0	0	0	0	0	0
CSA 11-17T	0	0	0	0	0	0	0
CSA 18-19T	0	0	0	0	0	0	0
CSP 76-82T	0	0	0	0.16	0.1	1.3	4.8
CSP 83-89T	3.5	1.0	0	0	0	0	0
CSP 90-96T	0	0	0	0	0	0	0
CSP 97-03T	0	0	0	0	0	0	0
CSP 04-10T	0	0	0	0	0	0	0
CSP 11-17T	0	0	0	0	0	0	0
CSP 18-19T	0	0	0	0	0	0	0
CMRN 76-82	0	0	0	0	0	0	0
CMRN 83-89	0	0	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
CMRN 90-96	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
CMRN 97-03	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
CMRN 04-10	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
CMRN 11-17	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
CMRN 18-19	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
CMRA 76-82	0	0	0	0	0	0	0
CMRA 83-89	0	0	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
CMRA 90-96	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
CMRA 97-03	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
CMRA 04-10	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
CMRA 11-17	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
CMRA 18-19	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055	0.055
CMRP 76-82	0	0	0	0	0	0	0
CMRP 83-89	0	0	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086
CMRP 90-96	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086
CMRP 97-03	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086
CMRP 04-10	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086
CMRP 11-17	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086
CMRP 18-19	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086	0.1086
CJT 76-82T	0.7	0.8	1.0	1.5	7.0	8.0	9.0
CJT 83-89	9.0	5.0	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
CJT 90-96T	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
CJT 97-03	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
CJT 04-10	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
CJT 11-17	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
CJT 18-19	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21