3916

Organisation Pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal

09201

OMVS

O. M. V. S. Centre de Documentation SECRETARIAT

PROJET D'APPUI A LA PLANIFICATION DU DEVELOPPEMENT
No. 625-0621

ETUDE DE REPARTITION DES COUTS ET CHARGES ET REDEVANCES D'EAU

Rapport d'Achévement
Phase I

Dames & Moore
Utah State University

Agence Américaine pour le Développement International
USAID

TABLE DES MATIERES

Page

RESUME ANALYTIQUE 1

SOMMAIRE 6

ANNEXE I-LES BASES THEORIQUES DE LA REPARTITION DES COUTS . 31

OMVS 34

ANNEXE II-LES METHODES DE REPARTITION DES COUTS ET CHARGES 54

ANNEXE III 72

BIBLIOGRAPHIE 85

DEFINITIONS 87

ANNEXE IV - CALCUL DES COUTS SEPARABLES ET COUTS JOINTS ... 89

pour couvrir le service de la dette.

A cette fin, et conscient surtout de l'importance de la question, le Conseil des Ministres de l'OMVS par une série de résolution avait commandé une série d'études sur la répartition des coûts et charges.

En application de la résolution N°25/74/CM.S.D. du conseil des Ministres de l'OMVS, un contrat de consultation fut passé en 1974 avec Utah State University en vue d'étudier les diverses méthodes de répartition des coûts et charges par Service et par Pays. C'est ainsi que la programmation d'un "Modèle de répartition des coûts et charges du programme OMVS: FAMM"[1] fut initiée sur la base de la méthode "des Coûts Séparables-Bénéfices Restants" (SCRB). Cette méthode, mise au point aux Etats-Unis par les Agences d'Aménagement et de Gestion des Ressources en eau, sera pendant longtemps considérée comme la méthode la plus acceptable en matière de répartition des coûts et charges. Toutefois, en 1977 Laughlin (1977) proposa un ajustement à la méthode SCRB qui allait donner celle des Coûts Séparables Ajustés-Bénéfices Restants (ASCRB).

Cette dernière (ASCRB) fut recommandée au Conseil des Ministres et adoptée en 1981 (cf. Résolution N°143/CM/SN/D(81). En outre, elle fut utilisée dans le développement du Modèle FAMM qui a permis le calcul de la première clef de répartition des coûts et charges du programme entre les pays. Cette clef affecte la responsabilité de remboursement de la dette contractée en vue de la réalisation du programme de l'OMVS selon les pourcentages suivants: 46.36% pour le Sénégal, 36.95% pour le Mali et 16.96% pour la Mauritanie.

---

[1] La programmation d'un modèle de gestion et d'affectation des coûts (FAMM) fut initiée en 1974 dans le cadre du contrat de consultation ADO-Dakar/OMVS-3 signé entre l'OMVS et Boeing Services International Inc. Par la suite, le modèle fut présenté dans un rapport final daté Août 1978 et intitutlé "Variantes d'Affectation des Coûts pour le Programme d'Aménagement du Fleuve Sénégal".

En 1986, suite à la Résolution n°188/CM/MN/N(85) du Conseil des Ministres et en support à celle-ci, une étude financée[2] par le PNUD fut entreprise en vue d'évaluer et de présenter des scénarios de révision de la clef sur la base de données nouvelles et d'une nouvelle répartition de l'énergie hydroélectrique de Manantali. Le modèle FAMM fut élargi pour inclure les coûts liés à l'environnement et un module de gestion des Prêts. Il utilisait la même méthode de répartition sur la base de laquelle fut calculée une nouvelle clef qui sera adoptée par le Conseil des Ministres en sa 25e Session Ordinaire tenue à Dakar (Résolution 197/CM/SN/D(86)). L'étude avait aussi identifié les analyses complémentaires requises pour la reprogrammation du Modèle FAMM.

L'outil ainsi développé s'était cependant avéré insuffisant pour résoudre le problème de répartition des coûts et charges de l'OMVS et ceci compte tenu de son support informatique inapproprié, de ses contraintes d'utilisation et de l'insuffisance de sa base de données.

Ainsi, lors de sa 26e Session Ordinaire tenue à Dakar en Avril 1987, le Conseil des Ministres de l'OMVS a ordonné qu'une étude plus approfondie soit menée sur les méthodes de répartition des coûts et charges et que le modèle FAMM soit affiné et rendu opérationnel aux bureaux de OMVS à Dakar. Parallèlement, il a été demandé de procéder à une analyse des incidences d'une application rétroactive de la clef.

A cet égard, quatres types de méthodes pour la répartition des charges ont été identifiées, à savoir:

- Les méthodes basées sur l'utilisation physique des aménagements, qui ne tiennent pas compte des bénéfices tirés des services peuvent engendrer une certaine inefficacité économique et une iniquité (les coûts imputés pouvant dépasser les bénéfices escomptés). Ces méthodes sont cependant très simples et faciles à programmer sur micro-ordination (PC).

[2] L'étude fut financée par le PNUD dans le cadre de son projet RAF/81/059

- Les méthodes des bénéfices totaux dont la plus appropriée est celle des coûts Séparables Ajustés- Bénéfices Restants (ASCRB) déjà utilisée dans le modèle FAMM. Elle fait abstraction des bénéfices et des coûts marginaux, mais s'avère économiquement plus efficace et plus équitable pour répartir les coûts et charges du programme OMVS. Elle se prête également à la programmation dans un seul modèle d'utilisation simple.
- Les méthodes fondées sur le bénéfice marginal dont la plus appropriée est celle de l'Elasticité Inverse (IEP). Elle est théoriquement plus attrayante mais convient plus à la tarification qu'à la répartition des coûts et charges. Par ailleurs, elle requiert toute une combinaison de programmes informatiques complexes, un opérateur bien versé dans l'utilisation des PC et une base de données plus détaillée et plus précise.
- La méthode des Bénéfices Moyens (ARB). Elle constitue un compromis à la croisée des méthodes ASCRB et IEP et peut être programmée dans un seul modèle d'utilisation simple. Elle requiert un opérateur moins versé dans l'utilisation des PC et à peu près les mêmes données que le modèle FAMM couramment utilisé. Toutefois, il conviendra de noter que comparée à la méthode ASCRB, la clef produite à partir de l'ARB ne reflète mieux l'efficacité économique que de façon marginale dans la mesure où elle n'utilise que des bénéfices économiques moyens. En outre elle pourrait être inéquitable.

Sur la base de l'analyse comparative approfondie de ces différentes méthodes, seule la méthode ASCRB s'avère la plus appropriée pour répartir de façon équitable et efficace les coûts et charges du programme OMVS entre les états-membres.

Toutes ces trois méthodes permettraient le recalcul de la clef au fur et à mesure de l'évolution de la situation. La clef est un instrument de planification et d'aide à la prise de décisions et son application rétroactive ne saurait nullement être recommandée dans la mesure où elle ne se justifie pas eu égard aux dispositions des textes de base de

l'organisation (Conventions Relatives au Financement des Ouvrages de Base de l'Organisation) et son coût d'application dépasserait de loin les bénéfices escomptés. En outre, une telle application ne ferait qu'accroître les problèmes de comptabilité liés aux paiements compensatoires et à l'incertitude inhérente au processus de planification et de développement du bassin.

La reprogrammation du modèle FAMM devrait permettre d'insérer dans le modèle de base un modèle financier qui servira à analyser les incidences des obligations de remboursements sur les usagers des services et de déterminer pour chaque état-membre la proportion de ses recettes globales à affecter au remboursement de ses engagements ainsi qu'à la gestion des prêts effectues par OMVS au nom des divers états-membres. Toutefois, il conviendrait de noter que ledit modèle n'est nullement destiné à servir la comptabilité financière quotidienne de l'OMVS.

SOMMAIRE

Le principal objectif dans l'aménagement intégré d'un bassin fluvial international est d'utiliser de façon optimale les ressources disponibles afin de promouvoir un développement socio-économique durable. Dans le cas du bassin du fleuve Sénégal, un tel objectif ne peut être atteint que grâce à la mise en valeur conjointe de ces ressources, eu égard aux contraintes physiques de l'environnement et à la configuration hydrographique du cours d'eau. Cette mise en valeur en commun de ces ressources devrait permettre aux états-riverains de faire plus de bénéfices qu'il ne serait possible de réaliser en l'absence d'une telle coopération.

Toutefois, un tel processus requiert la résolution d'un certain nombre de problèmes fondamentaux parmi lesquels: la conception d'un programme d'infrastructure régionale, la gestion des ouvrages communs, la répartition des coûts et charges entre les états participants, et en définitive la détermination des quotas de remboursement relativement au service de la dette.

Le programme de mise en valeur du bassin du fleuve Sénégal a été conçu dans cette optique. Il est financé par différentes sources et offre plusieurs services utilisés à des degrés divers par les trois états-membres. Toutefois, la responsabilité du remboursement des prêts contractés pour le financement de ce programme n'incombe pas à l'Organisation (en l'occurrence l'OMVS) qui fut créée en vue de la planification et de la réalisation des projets du programme. Cette responsabilité, revient en définitive aux états-membres en tant que pays souverains. Par conséquent, il s'est avéré nécessaire de trouver une méthodologie assez simple et flexible pour déterminer les quotas qu'il revient à chaque pays d'honorer dans le cadre du remboursement du service de la dette.

De 1972 à 1978 une étude relative à la question de répartition des coûts et charges fut menée par Utah State University (USU) en vue d'assister l'organisation dans la planification et la prise de décision.

A cette fin d'étude, l'équipe de USU avait identifié les méthodes possibles de répartition des coûts afin d'aider le Conseil des Ministres, organe de supervision des activités de l'OMVS, dans le choix d'une méthodologie appropriée. Les résultats de cette étude sont exposés dans le Rapport N°1 (Utah State University 1978). Un modèle informatisé de répartition des coûts et charges (FAMM) fut également développé. Le modèle conçu pour application sur de grands systèmes informatiques disponibles à l'Université d'état de Utah, fut utilisé pour le calcul de la première clef adoptée par le Conseil des Ministres en 1981 (cf. Rapport N°5-USU, 1981)

En 1983-1984 le modèle FAMM fut adapté pour l'utilisation sur les ordinateurs Digital PDP 11/23 fournis à l'OMVS. Le programme imputait dans un premier temps les coûts du projet à ses services (irrigation, énergie et navigation) sur la base de la méthode ASCRB. Il affectait ensuite les coûts des services à chacun des pays au prorata du taux d'utilisation des services par les états. Le Rapport N°6 (Utah State University, 1984) présente les détails du programme ainsi que son mode d'utilisation.

En 1986, avec la mise à jour des données du modèle, ce dernier fut élargi pour inclure les coûts environnementaux ainsi qu'un module de gestion des prêts et c'est la même méthode répartition des coûts qui fut retenue. Une seconde clef fut calculée en 1986 (cf. Rapport 7-USU, 1987) pour tenir compte de la nouvelle répartition de l'énergie.

Cependant, le modèle de répartition des coûts et charges disponible (FAMM) n'a pas permis de satisfaire les besoins de l'OMVS (relativement à l'analyse de sensibilité et aux incidences micro-économiques des obligations de remboursement du service de la dette sur les usagers) et la question de répartition efficace et équitable des coûts et charges demeure un problème épineux.

Ainsi, lors de sa 26e Session Ordinaire (Avril 1987) et pour les besoins de l'élaboration d'une politique cohérente, le Conseil des Ministres a ordonné que soit menée une étude destinée à fournir des informations plus fiables sur les méthodes répartition des coûts aux pays, à affiner le modèle FAMM, et à examiner les implications d'une application rétroactive de la clef.

La présente étude de la répartition des coûts et des charges (PPD No. 625-0621), entreprise par USU dans le cadre du sous-contrat d' "Etude de répartition des coûts et charges et redevances de l'eau" de Dames & Moore, constitue une réponse à la requête du Conseil des Ministres. Elle vise à atteindre les objectifs identifiés:

- Etudier et recommander des méthodes répartition des coûts du programme aux états-membres en vue du calcul d'une "clef plus équitable",
- Reprogrammer le modèle FAMM sur micro-ordinateur IBM Système/2 tout en le rendant plus accessible au Personnel de l'OMVS, et
- Etudier les implications d'une application rétroactive de **la clef.**

Le rapport d'exécution de la phase I de l'étude, a été préparé en vue de fournir les bases permettant au Conseil des Ministres de choisir une méthode appropriée de répartition des coûts et charges entre les pays, et d'examiner la question de l'application rétroactive de la clef.

REPARTITION DES COUTS ET CHARGES ENTRE LES PAYS

Le premier objectif de ce rapport est de fournir à l'OMVS des informations plus précises sur les méthodes les plus appropriées de répartition des coûts et charges entre les états-membres. Cette répartition des coûts et charges est un des éléments clés de la réalisation des objectifs du programme OMVS. Ses implications politiques et socio-économiques font de la question un problème d'actualité dans le contexte actuel de conjoncture économique particulièrement difficile, marquée par des sécheresses cycliques et persistantes dans les états-membres.

En effet, dans le cas le cadre du programme de mise en valeur du Bassin du Fleuve Sénégal, certains secteurs bénéficiaires des services des barrages de Manantali et de Diama ne seraient responsable que d'une partie des coûts des projets. C'est ainsi qu'un pays pourrait opter en faveur du subventions de certains services grâce à un financement extérieur, et cela pour faire face à un programme national de développement ou pour

d'autres motifs tels que la redistribution des revenus, la nature de biens publics dans certains secteurs, etc... Or, la responsabilité de remboursement des coûts et charges doit être assignée à chacun des pays-membres en tant qu'état souverain. Dans un tel système la répartition des coûts et charges devra refléter l'efficacité économique et l'équité.

La "Nouvelle convention" de 1978 relative aux ouvrages communs (abrogeant et remplaçant celle de 1972) n'avait que partiellement élaboré les principes devant régir le règlement des questions liées à la responsabilité du remboursement de la dette contractée et donc la répartition des coûts et charges. A cet égard, la convention stipule: "les droits et obligations des états copropriétaires sont fondés sur les principes d'égalité et d'équité "(Article 11). "Les coûts d'investissement et les charges d'exploitation sont répartis entre les états copropriétaires sur la base des bénéfices que chaque état retire de l'exploitation des ouvrages communs; cette répartition des coûts et charges peut être réajustée périodiquement en fonction des résultats d'exploitation de l'ensemble du système d'infrastructure, et tout réajustement accepté de commun accord par les états copropriétaires n'a pas d'effet rétroactif sur les répartitions antérieures"(Article 12). En outre elle précise que, "les états copropriétaires garantissent le remboursement du principal, les intérêts et autres charges afférentes aux prêts contractés par l'Organisation en vue de la construction des ouvrages communs" (Article 13). Cependant, la convention ne précise aucune méthodologie particulière d'application de ces principes en vue de l'imputation des coûts du programme aux états-membres.

Cette nécessité de répartir les coûts et charges résulte du fait que la somme des coûts directement associés à chaque service n'est pas égale au coût total du programme, car tous les services du programme nécessitent au moins une portion des ouvrages communs.

Ces questions d'équité et d'efficacité économique dans l'utilisation des ressources du bassin posent le problème de base et de méthodes fiables permettant à chaque état d'apprécier à juste titre sa part ou son quota dans la responsabilité de remboursement du service de la dette. A cet égard, quatres options sont ouvertes à l'OMVS:

- Utilisation physique des aménagements
- Bénéfice Total
- Bénéfice Moyen
- Bénéfice marginal

Ces différentes options ainsi que leurs bases théoriques et méthodologiques et les procédures de calcul y afférents sont présentées de façon détaillée dans les Annexes I, II et IV.

- *Répartition sur base de l'Utilisation Physique d' Aménagement.* Parmi les variantes à cette méthode, celle du taux d'utilisation des services semble la plus acceptable et ceci sous hypothèse que les bénéfices sont les mêmes pour toutes les unités des services. Cette méthode avait été utilisée dans le premier modèle FAMM. La répartition des coûts des services n'est fonction que du taux d'utilisation du service concerné. Elle était appropriée par rapport aux hypothèses du modèle. Cependant, l'extension de ce dernier en vue de l'incorporation des variations en matière de productivité entre régions rend économiquement inefficace la répartition proportionnelle au degré d'utilisation. Les différences en matière de bénéfices pour les divers secteurs d'utilisation n'étant pas prises en compte.
- *Répartition sur base du Bénéfice Total.* Les bénéfices totaux résultant des services d'un projet sont utilisés comme base de répartition des coûts des services entre les pays. Trois variantes à la répartition des coûts et charges pourraient être envisagées dans le cadre de cette option: celle des bénéfices nets, celle des bénéfices restants (SCRB) et celle des bénéfices restants ajustés (ASCRB).

l'ASCRB a été reconnue comme étant la meilleure des trois variantes. Elle constitue une suite logique des méthodes d'imputation des coûts aux services telle qu'utilisées dans les études précédentes. Cependant, elle ne tient pas compte des bénéfices et coûts marginaux.

La répartition sur base des bénéfices totaux peut être appliquée au moyen d'un seul modèle informatique d'utilisation facile. Elle présente l'avantage de pouvoir être utilisée facilement par des personnes sans formation poussée dans le domaine de la répartition des coûts et charges et dans les techniques empiriques sophistiquées. Les besoins en matière de données seront considérables. Toutefois la manipulation de données complexes ne serait pas nécessaire.

- *Répartition sur la base du Bénéfice Marginal.* Deux variantes à la répartition des coûts et charges pourraient être envisagées pour cette option. La méthode de l'élasticité inverse (IEP) et celle de l'optimisation globale.

Cette option est fondée sur les mesures d'élasticité c'est-à-dire la sensibilité de la demande des utilisateurs des services aux variations des prix. Des courbes de demande devront être établies sur la base d'estimations statistiques ou d'optimisation. Ces courbes sont utilisées en vue de maximiser le bien être (gain au consommateur et plus-value au producteur) sous réserve de la contrainte que les revenus totaux générés par les services du programme soient égaux aux coûts totaux de ce dernier. C'est là un problème d'optimisation non linéaire qui doit engendrer des "prix" et des niveaux d'utilisation optimale pour chaque service et pour chaque pays. La clef ainsi établie se fonde alors sur ces valeurs optimales.

Quoique théoriquement attrayante, cette option convient plus à la tarification annuelle qu'à la répartition des coûts. Les valeurs optimales générées sous cette option sont des artifices car dans le programme OMVS les valeurs "optimales" ne représentent pas les niveaux actuels de l'utilisation. Par ailleurs, pour un seul et même service, la fixation de prix variant d'un pays à l'autre peut paraître inéquitable.

Pour le calcul de la clef et pour l'élaboration de courbes de demande, cette méthode requiert une combinaison de programmes statistiques (TSP, SASS, etc..) et d'optimisation mathématique. Les données devront être transférées d'un programme à

l'autre; ce qui exigerait de l'opérateur une certaine maîtrise des méthodes d'optimisation, des techniques de programmation et de l'analyse statistique.

Les besoins en matière de données sont nettement plus importants que pour les méthodes précedemment utilisées dans le modèle FAMM. A cet égard il conviendrait d'élaborer un grand nombre de comptes d'exploitation des usagers en vue de l'estimation de la valeur marginale de l'eau. La navigation présente un problème encore plus complexe. Les budgets prévisionnels des utilisateurs ou la disposition à payer relèvent beaucoup plus de la conjecture et sont basées sur des données moins brutes.

Les services de l'énergie et de la navigation étant utilisés pour la culture irriguée, les "prix" pour l'eau d'irrigation et pour l'eau d'irrigation et navigation seraient interdépendants dans le modèle. Des contraintes supplémentaires sur l'un ou l'autre des "prix" seraient nécessaires pour obtenir une solution réalisable. Par conséquent, il conviendrait de générer toute une gamme de solutions possibles.

Des subventions croisées entre pays pourraient résulter de l'application de ces méthodes au problème de répartition des coûts et charges du programme OMVS.

La méthode alternative est celle de l'optimisation complète. Le bénéfice total net est maximal. Les prix implicites sont établis. Ainsi, la valeur marginale de l'eau est obtenue.

Il serait impossible d'inclure chaque année de ce planning dans un modèle d'optimisation programmé sur micro-ordinateur. Les routines d'optimisation disponibles sur PC limitent considérablement la capacité du modèle (problème de dimension). Par conséquent il serait nécessaire d'utiliser des valeurs moyennes.

Pour les besoins de l'implantation du modèle sur PC, l'optimisation ne devrait considérer que des valeurs moyennes pour tous les prix et coûts ainsi que pour la disponibilité des ressources. Dans ces conditions moyennes, la valeur de référence de l'eau serait égale à zéro ou alors très proche de zéro. Une valeur de référence zéro signifierait que les transferts d'eau entre utilisateurs ou la fourniture d'unités supplémentaires d'eau ne changerait pas le montant total des bénéfices. Si les valeurs de référence sont nulles, elles ne pourraient être utilisées pour la répartition des coûts et charges.

De plus, le paiement des charges se fera automatiquement seulement si la somme des coûts marginaux des services inclue la totalité des charges du projet. Les coûts marginaux ne comprennent pas les charges communes dans les cas de production commune. Le modèle doit inclure une contrainte qui impose le remboursement de toutes les charges. Cette contrainte fera dévier les prix déterminés par l'optimisation totale de la valeur des coûts marginaux.

Les problèmes théoriques et expérimentaux associes a l'optimisation totale s'opposent au choix d'une telle option.

- *Répartition selon le Bénéfice Moyen.* Cette option constitue en quelque sorte un compromis entre la répartition sur base du bénéfice total et la répartition sur base du bénéfice marginal. Le bénéfice moyen restant est une approximation du point médian de la courbe de la demande pour un service donné dans un pays bien déterminé. Tandis que cette option reflète partiellement la valeur marginale des services dans chaque pays, elle ne garantit pas que les critères d'efficacité économique et d'équité sont satisfaits.

Elle peut être implantée avec un modèle informatique d'utilisation simple. Tous les calculs, y compris celui de la clef peuvent être effectués dans un seul modèle. Les données requises seront identiques à celles du premier modèle FAMM.

Conclusion

L'efficacité économique, l'équité et la facilité d'implantation sont les critères à considérer pour la sélection d'une option. A cette fin le Tableau 1 présente la liste des avantages et des inconvénients de chaque méthode.

L'analyse comparative nous amene a recommander la méthode ASCRB pour la répartition des charges du programme d l'OMVS par service et par pays.

Tableau 1: Avantages et Inconvenients des Differentes Methods.

METHODES DE REPARTITION	AVANTAGES	INCONVENIENTS
UTILISATION DES MENAGEMENTS - Egale entre les secteurs - Proportionnelle au degré d'utilisation des aménagements - Priorités	• Simple à programmer • Ne requiert aucune compétence particulière de la part de l'utilisateur • Nécessite une base de données minimales.	• Economiquement inefficace • Inéquitable et ne tient pas compte des différences de bénéfices entre utilisateurs • Ne tient pas compte des bénéfices et coûts marginaux
BENEFICE TOTAL - Dépenses Justifiables - Bénéfice net - SCRB - ASCRB	• Très facile a programmer. • Possibilité de rendre son modèle de base très simple et d'utilisation facile • Requiert un minimum de données • Satisfait les critères d'efficacité économique • Conforme aux méthodes de répartition précédemment utilisées • Mêmes avantages que SCRB et en plus équitable	• Economiquement inefficace et inéquitable • Ne tient pas compte des bénéfices et coûts marginaux • SCRB n'est pas équitable (totalité des économies portée en crédit des coûts communs) • Problèmes d'équité et de subventionnement croisés
BENEFICE MOYEN (ARB)	• Prend partiellement en compte les bénéfices marginaux • Peut être un modèle simple d'utilisation • Requiert un minimum de données	• Peut échouer aux tests d'efficacité • Néglige la plupart du temps les coûts marginaux
BENEFICE MARGINAL (IEP)	• Théoriquement efficace sur le plan économique • Prend en ligne de compte les bénéfices et coûts marginaux • Equitable	• Ne peut pas être inclût dans un seul modèle qui serait simple d'utilisation • Requiert une bonne connaissance des théories d'optimisation et de programmation • Ne convient pas à la répartition des coûts et charges
OPTIMISATION GLOBALE	• Economiquement efficace et équitable • Tient compte des bénéfices et coûts marginaux	• Très difficile à programmer sur micro-ordinateurs • Nécessite une base de données très extensive • Problème de dimensionnalité • Paiements inégaux aux coûts.

REPROGRAMMATION DU MODELE FAMM

La présente étude fut également initiée en vue de résoudre un certain nombre de problèmes rencontrés dans le cadre de l'exploitation du modèle FAMM dont les faiblesses ont été soulignées par de nombreux auteurs et sont exposées ci-dessus. Une description complète et une discussion du modelé FAMM suivent dans l'annexe III.

1. *Méthodes et Supports*

En effet, le modèle FAMM fut à l'origine un programme informatique mis au point en vue de l'application de la méthode ASCRB au programme de développement du bassin du Fleuve Sénégal. Le modèle était programmé en Fortran pour être exécuté à l'USU sur grands ordinateurs IBM et Digital Vax, de 1975 à 1976. Puis de 1976 à 1978, il a été utilisé de façon intensive pour effectuer des analyses de sensibilité de la répartition des coûts des trois services du projet: irrigation, énergie et navigation.

En 1982, le Conseil des Ministres de l'OMVS formula une requête aux termes de laquelle il souhaitait que le programme soit rendu opérationnel à Dakar et que la base de données soit améliorée. C'est ainsi que des ordinateurs "Digital" PDP 11/23 furent mis à la disposition de l'OMVS et le modèle FAMM fut reprogrammé en Fortran-DEC. Le rapport N°6 de USU donne une description complète du modèle. Au cours de sa programmation, le modèle fût élargi pour inclure les coûts environnementaux et un module de gestion des prêts. Par la suite, une autre amélioration du modèle FAMM fut financée en 1986 par le PNUD (Rapport N° 7, Utah State University, 1987) sur base de nouvelles données et d'une nouvelle répartition de l'énergie hydroélectrique de Manantali entre les trois états-membres.

2. *Faiblesses du Modèle*

Malgré ces diverses modifications apportées au modelé FAMM, l'analyse de GIBB/EDF/EC (1986) et d'autres présente un certain nombre de faiblesses, notamment:

- Le modèle ne s'appliquait pas à la situation (financière) réelle et le module de comptabilité ne pouvait s'appliquer que dans un contexte macro-économique. Cette observation est correcte. La documentation du

modèle n'était pas très explicite quant à l'utilisation de ce dernier. Le modèle était destiné à la répartition des coûts et charges et relève de l'analyse économique. La nature du module de gestion des prêts non plus n'avait pas été clairement explicite dans le guide d'utilisation. Il n'a été utilisé que pour déterminer les charges d'intérêt résultant des prêts et n'était pas destiné à servir de modèle de comptabilité pour l'OMVS. Il en a résulté une interprétation erronée de l'utilisation possible du modèle en tant qu'outil de gestion financière.

- Les explications contenues dans le guide d'utilisation étaient difficiles à comprendre et le modèle lui-même était très complexe. Ces problèmes résultent des contraintes inhérentes aux objectifs de programmation du modèle.
- Le modèle ne permettait pas un fonctionnement continu allant de la saisie des données jusqu'au calcul de la clef et n'a pas pu être doté de menu et d'instructions simples en français.
- La clef était calculée séparément du modèle et exigeait de l'utilisateur une saisie manuelle des données.
- Le modèle ne comportait explicitement aucune composante de bilan hydraulique. Le modèle FAMM n'imprimait pas les résultats du bilan hydraulique pour deux raisons: 1) Il faisait l'hypothèse d'une zone homogène s'étendant de Manantali en amont jusqu'à Diama en aval, et 2) des études hydrologiques effectuées par USU, GIBB/EDF/EC, l'ORSTOM et d'autres indiquaient que les provisions moyennes annuelles en eau suffisaient pour satisfaire l'ensemble des besoins en eau.
- Le modèle ne tenait pas compte des impacts micro des obligations de remboursement ainsi que de la capacité des usagers à faire face à ces obligations.

Solutions Proposées

Afin de pallier aux faiblesses du modèle et de l'adapter à l'évolution socio-économique du bassin, un certain nombre de solutions sont proposées à travers sa reprogrammation. Ces solutions sont exposées ci-dessus

- Changement de support informatique. Dans la mesure où les PDP 11/23 ne sont plus opérationnels, des micro-ordinateurs, PC-IBM système/2, ont été mis à la disposition de l'OMVS. Le nouveau modèle FAMM sera donc reprogrammé en vue de son utilisation sur ledits PC, qui, du reste sont compatibles avec l'équipement disponible à l'OMVS. Le nouveau langage de programmation (le Microsoft C) devra permettre une plus grande facilité de traitement et une refonte de la structure du modèle via une série de "menus" pour permettre à l'utilisateur de choisir ses options. Pour faciliter l'exploitation du programme et permettre une plus grande utilisation du modèle à l'OMVS et dans les états-membres, le modèle fonctionnera avec un menu en Français et son nouveau guide de l'utilisateur sera modulaire et également en Français.
- Bilan hydraulique explicite. Un bilan hydraulique explicite du fleuve Sénégal et de ses affluents sera incorporé au nouveau modèle. Ce bilan prendra en considération les dispenses du barrage de Manantali, les dérivations le long du fleuve, les consommations effectives, les écoulements restitués des zones amont vers les zones aval. Le modèle sera basé sur les valeurs moyennes annuelles pour rester conséquent avec le reste de l'approche en matière de répartition des coûts et charges. A cet égard, il ne semble pas, comme l'indique le rapport GIBB/EDF/EC (1987) que la disponibilité moyenne annuelle de la ressource en eau puisse constituer une contrainte pour les services.

- Nouveaux secteurs. Le nouveau modèle intégrera les nouveaux secteurs d'utilisation de l'eau tels les municipalités et les industries ainsi que les autres utilisations de l'énergie. Le modèle procédera également à une catégorisation des régions ainsi que des différents types d'exploitations agricoles. Les données relatives à la production animale seront ré-étudiées.
- Modèle financier. La critique généralement formulée à l'endroit du modèle FAMM et de sa méthodologie est qu'il ne tient pas compte des incidences micro obligations de remboursement du service de la dette et de la capacité des usagers à payer les services du projet. La répartition des coûts et charges ne relève pas de l'analyse financière mais de l'analyse économique. Cependant, bien que la répartition des coûts n'a pas pour objectif premier de fixer des tarifs, la détermination de la capacité des usagers à payer les services des projets est d'une importance capitale, eu égard aux difficultés financières auxquelles sont confrontées les états-membres.

Par conséquent, l'objectif du modèle financier à élaborer en Phase II de la présente étude sera de mettre au point et de tester les différentes approches à ce modèle, qui pourra être utilisé à des fins d'analyse micro-économique et de gestion des prêts.

Le modèle financier comporterait donc deux modules: un module micro-économique et un module de gestion des prêts. Le module financier devrait permettre de déterminer la capacité des usagers à payer les services sur la base de tarifs optimale. Pour ce faire, une application de la tarification optimale basée sur des données financières serait envisagée. Au cas où la base de données disponibles s'avérait limitée rendant ainsi difficile, voire impossible, l'application de cette approche, on aura recours à un modèle de simulation basé sur des procédures comptables.

Quant au module de gestion des prêts, il devrait permettre de fixer les conditions de remboursement dans chaque pays. L'écart entre les recettes générés à partir du module micro-économique et les remboursements à effectuer constituerait la contribution de chaque pays.

Quelle que soit l'approche choisie, il n'est pas certain que ce modèle soit "d'utilisation simple". Les précisions nécessaires à l'analyse ainsi que le mode de programmation et la base de données requis seront complexes.

L'APPLICATION RETROACTIVE DE LA CLEF

Lors de sa 26e Session Ordinaire tenue en Avril 1987 à Dakar, le Conseil des Ministres de l'OMVS a décidé "de convoquer une réunion ad hoc d'experts de l'OMVS et du Haut Commissariat dont les conclusions devront lui être soumises". En vue de la tenue de cette réunion, le Conseil a engagé le Haut Commissariat à approfondir l'étude portant sur les conséquences de l'adoption du principe de la rétroactivité de la clef de répartition des coûts et des charges des ouvrages communs, en prenant en compte tous les aspects liés notamment:

- Aux critères de modification de la clef,
- A la date d'effet de la rétroactivité,
- Aux conséquences, cadre et aux mécanismes et modalités pratiques des paiements compensatoires nécessaires,
- Aux impacts éventuels sur le développement du bassin, et
- Aux amendements à apporter aux textes de base de l'organisation.

Cette section sur la rétroactivité se veut une réponse à cette requête.

Il convient tout d'abord de rappeler que, jusqu'ici, toute nouvelle clef de répartition ne s'applique qu'à compter de sa date d'adoption puisqu'entre autres, le Convention relative aux Modalités de Financement des Ouvrages Communs stipule en son titre V traitant du réajustement de la clef de répartition (Article 21) que: "la quota part de la participation de chaque état-membre de l'OMVS aux coûts et charges des ouvrages communs peut être réajustée d'un commun accord entre les états-membres.

Dans ce cas, les sommes échues avant la date à laquelle le réajustement devient effectif restent dues par chaque état-membre. Seul le solde des emprunts payables aux échéances intervenant après cette date doit être modifié suivant la nouvelle clef de répartition des coûts et charges."

Auparavant, la même convention avait cependant bien précisé (Article 11) que "les contributions versées à l'Organisation par les états co-garants, au titre du service de la dette,

représentent des avances faites à l'Organisation par les états co-garants. Elles doivent être remboursées aux états co-garants dès que les ressources de l'Organisation le lui permettront."

A priori, on peut considérer suivant cette logique tout à fait cohérente et dans la mesure où les remboursements se feront en tenant compte de la durée des "avances" et des conditions (économiques, financières, etc...) effectives dans lesquelles elles ont été consenties que l'application du principe de la rétroactivité n'est donc pas indispensable lors de l'adoption d'une nouvelle clef; puisque chaque état-membre pourra être remboursé équitablement.

Cela dit, pour aboutir à une plus grande efficacité économique et à une équité et pour fournir également des incitatifs susceptibles de stimuler une coopération effective entre les états-membres, la clef devrait être recalculée périodiquement. La raison sous-jacente est que la part de chaque pays dans la responsabilité de remboursement sera plus précisément indiquée par une nouvelle clef. Etant donné que les investissements communs ont été effectués par les états-membres sur la base d'études de faisabilité se fondant sur des prévisions et des projections.

Or, les meilleures projections ne correspondent jamais tout à fait à la réalité. Ainsi les paramètres tels que les frais de fonctionnement et d'entretien, les prix des produits de base, les rythmes d'aménagement et le taux d'utilisation des services par les états-membres ne sont pas constants et peuvent présenter des variations considérables par rapport aux projections utilisées dans les études de faisabilité. Bien qu'une répartition des coûts fondée sur les projections d'études de faisabilité peut constituer une bonne base et le recours à un mécanisme d'ajustement et de correction de la base de répartition s'avère impératif.

1. Critères de Modification de la clef.

Théoriquement, seule la technologie informatique permet de limiter la fréquence du re-calcul de la clef. Toutefois, l'estimation d'une fréquence réaliste devra se fonder sur des considérations pratiques telles que la disponibilité de données statistiques et d'estimations économiques ainsi que d'information sur les coûts liés à l'application de la nouvelle clef au

processus du remboursement des prêts. A cet égard, il convient de noter qu'il serait difficile, voire impossible, d'établir à ce stade une estimation exacte de la fréquence du re-calcul de la clef. Néanmoins, l'on peut dire qu'elle se justifierait:

- Chaque fois que l'écart entre prévisions et données réelles dépasse un certain seuil pré-établi. La valeur d'un tel seuil serait déterminée après une étude minutieuse et son application devrait occasionner la mise en place d'un programme de suivi permanent ainsi que d'analyses de variance périodiques.
- Aussi souvent que nécessaire en fonction de certains nouveaux investissements susceptibles de modifier les flux de bénéfices revenant aux états-membres.
- Sur base d'une décision prise au niveau politique c'est-à-dire si le Conseil des Ministres demande à ce que la clef soit recalculée indépendamment des deux critères mentionnés ci-dessus.

Cependant, il importe de comprendre clairement la base du calcul utilisée pour la détermination d'une nouvelle clef.

Une fois calculée, la nouvelle clef doit refléter la période écoulée depuis le dernier calcul et par conséquent, doit être à même de mieux présenter l'évolution de la situation dans le bassin depuis le début du projet; Ce qui pose le problème de la rétroactivité. En d'autres termes, conviendrait-il d'appliquer de façon rétroactive une nouvelle clef qui reflète avec précision la situation économique des états-membres pendant une période bien déterminée et commençant par le début du projet? Dans l'affirmative, qu'elle devrait être la durée exacte d'une telle période? Conviendrait-il d'appliquer la nouvelle clef de manière rétroactive en remontant jusqu'à la date de démarrage du projet? ou alors son application ne devrait-elle couvrir que la période intermédiaire comprise entre la date du dernier calcul et celle du nouveau? Quelles en seraient les conséquences?

2. Date d'Effet de la Rétroactivité.

Parmi les choix possibles on pourrait noter:

- *Application rétroactive à partir de la date de l'investissement initial.* Avec l'application rétroactive de la clef à partir de cette date, la procédure suit

l'analyse sur la répartition des coûts, en ce sens que cette dernière tient compte de l'ensemble des flux de bénéfices et des coûts. Cependant, l'application rétroactive de la clef à partir de la date de démarrage du projet pose un certain nombre de problèmes d'ordre comptable et particulièrement en ce qui concerne les modifications de la clef pouvant intervenir vers la fin du planning. Dans des cas pareils, même des modifications mineures au niveau du quota de remboursement d'un état-membre pourrait donner lieu à des modifications relativement importantes au niveau du montant global de la charge du remboursement qu'il revient à cet état d'honorer. Le risque lié à la possibilité d'une telle occurrence dicterait aux états-membres soit de disposer de réserves suffisantes pour faire face à de tels aléas, soit d'effectuer des paiements compensatoires échelonnés. Toutefois, avec les paiements échelonnés on court le risque de voir la clef changer plus vite que l'amortissement des obligations compensatoires résultant des modifications précédentes. Les problèmes de comptabilité pourraient ainsi s'avérer de plus en plus complexes et lourds.

- *Application rétroactive à partir de la date de la dernière révision de la clef.* Le choix de l'application rétroactive à partir de la date de la dernière révision de la clef pourrait réduire la complexité des problèmes de comptabilité. Les modifications apportées à la clef s'appliquent à un horizon limité et dans le cadre d'un calendrier fixe. Les nouveaux quotas ainsi que les anciens quotas de remboursement déterminés par la clef sont multipliés par le total des remboursements annuels pour la période prise en considération et commençant à la date de la dernière modification de la clef; la différence entre les deux correspondant aux paiements compensatoires. Par ailleurs, si les paiements compensatoires déterminés à partir des calculs précédents de la clef (par exemple pour une période de 5 à 10 ans dans le passé) se

trouvaient toujours en souffrance, il se poserait entre états- membres une multiplicité de paiement.

- *Application rétroactive sur une durée couvrant deux ou plusieurs périodes de révision de la clef.* Comme pour les deux premiers cas, le problème de comptabilité lié à cet option serait assez lourd pour l'OMVS et pour les Bailleurs de fonds qui accepteraient de participer. En outre, plus la période couverte par l'application rétroactive est longue, plus le montant qu'un état membre pourrait avoir à payer sera important.

3. Conséquences de l'Application Rétroactive de la Clef

- *Complexité du processus comptable.* Comme exposé ci-dessus, la comptabilité liée à l'application rétroactive de la clef est relativement complexe. Plus les ajustements de la clef seront fréquents, plus les paiements compensatoires pour une période déterminée seront faibles. Cependant, étant donné la forte probabilité de chevauchement des obligations réciproques entre états la complexité de l'intérêt pourrait s'accentuer.
- *L'incertitude.* L'application rétroactive de la clef accroît sans doute le degré d'incertitude inhérent au processus de planification quant aux paiements déjà effectués. Etant donné que les quotas déterminés par la clef sont calculés en utilisant les ratios des bénéfices restants, aucun état-membre ne pourrait être certain que ses paiements seront adéquats. Même si les bénéfices d'un état-membre sont inférieurs aux projections utilisées pour l'ancienne clef, ses paiements pourraient s'accroître du fait que les bénéfices des autres états-membres pourraient être proportionnellement plus bas. Pour toute valeur des bénéfices attendus (les bénéfices déjà réalisés et les bénéfices escomptés), la variabilité des coûts est plus importante et équivaut à la variabilité des quotas relatifs aux paiements antérieurs.
- *Flexibilité limitée.* A cause de l'incertitude économique liée à l'application rétroactive de la clef, d'autres projets de développement potentiels pourraient

être compromis. Or, l'un des objectifs de la mise en valeur du basin fleuve Sénégal réside en la réalisation d'une croissance économique globale grâce à l'accroissement des ressources physiques et financières; Avec au moins une partie des ressources financières réservée aux paiements des imprévus, la croissance pourrait être retardée et les moyens financiers alloués de façon inefficace.

- *Non-applicabilité des coûts irréversible à la prise de décision relativement aux actions futures.* L'analyse économique considère généralement les coûts irréversibles (coûts qui ont été déjà encourus) comme inapplicables à la prise de décision relativement aux actions à venir. Ces décisions se fondent sur la maximisation des bénéfices dans le futur. Avec l'application rétroactive de la clef, chaque état membre devra non seulement considérer les bénéfices et coûts à venir mais aussi les effets des actions futures sur les remboursements déjà effectués.
- *Charge des coûts administratifs.* L'application rétroactive de la clef augmente considérablement la charge des coûts administratifs liés au programme d'aménagement. A cet égard, le Rapport du Conseil des Ministres réuni le 17 juillet 1987 à Bamako suggère une approche de base pour de tels calculs. Il stipule clairement qu'aucune pénalité de retard relativement au service de la dette d'un pays ne devrait faire l'objet d'une re-répartition. Toutefois, tout paiement compensatoire significatif devant intervenir entre états-membres serait probablement amorti selon les modalités à définir dans une convention inter-états. Les taux d'intérêt fixés dans une telle convention pourraient s'inspirer des taux d'intérêt des prêts en question. Les modifications pouvant intervenir dans les conditions des prêts (remise d'intérêt et/ou de capital) devront être portées dans la convention régissant les paiements compensatoires. Il importe que les dispositions d'une telle convention soient obligatoires pour la durée de la planification du programme en vue d'assurer

à ce dernier la plus grande stabilité possible. Il est à noter que les négociations peuvent s'avérer difficiles et longues. En outre, il va falloir faire face à une lourde charge administrative résultant de la collecte et du traitement des données requises en vue de l'application rétroactive de la clef.

- *Non acceptabilité pour les bailleurs de fonds.* Tandis que l'idée de modifier la clef a été acceptée dans le passé par certains bailleurs de fonds, aucun des ces derniers n'a accepté une application rétroactive d'une nouvelle clef. Le document No. ER/CM/88-2 de l'OMVS ainsi que les notes d'accompagnement traitent de cette question. Il semblerait que les bailleurs de fonds considèrent l'application rétroactive de la clef comme indésirable du point de vue de la stabilité du projet de l'assurance quant au remboursement des prêts et compte tenu du fait qu'elle s'inscrit en faux contre les pratiques courantes en matière de prêt.

4. *Impacts de la Rétroactivité sur le Développement du Bassin*

Si l'on part de l'hypothèse que les états-membres ont une aversion du risque (les politiques mises en place dans les états-membres confirment ce fait) il y a risque de favoriser la réduction des investissements dans le projet de développement en faveur d'investissements présentant moins de risque. En outre, si toutes ces incertitudes devraient être répercutées sur les secteurs d'utilisation (les agriculteurs par exemple) soit en procédant à une hausse des redevances, soit en limitant le développement à un secteur spécifique, les incitations à la participation pourraient se voir réduites. La mise en valeur des ressources en eau de chaque état riverain et la réalisation du programme du fleuve Sénégal en définitive, pourraient être compromises et/ou retardées de façon considérable.

Il est probable que les quotas déterminés à partir de l'application rétroactive de la clef puissent avoir des effets sur les services à haut rendement lorsque des montants disproportionnés de ces revenus sont utilisés par les décideurs économiques ou l'état pour faire face aux obligations de remboursement. L'application rétroactive de la clef pourrait

ainsi engendrer une inefficacité économique considérable en modifiant la répartition des incertitudes entre les différents services.

Chaque état pourrait être amené à essayer de réduire sa vulnérabilité aux coûts imprévus liés à l'application rétroactive de la clef. Tout pays qui connaîtrait un rythme de développement plus rapide que prévu risque d'avoir à payer des montants compensatoires en sus de ses obligations relativement au service de la dette. Un état pourrait être tenté de ralentir son rythme de développement afin de réduire son quota de remboursement (en supposant que les autres pays atteindront leurs rythmes de développement projetés). Ces incitations existent actuellement dans le programme en vue des remboursements futurs. Ils pourraient s'accentuer avec l'application rétroactive de la clef.

Si par exemple, un état-membre réduit son rythme de développement pour transférer une partie de la charge de sa dette (passée et à venir) aux autres états-membres, le revenu total du projet (par rapport aux projections) pourrait être réduit du fait d'une telle action, tandis que la charge totale de remboursement reste inchangée (ou même accrue). Par conséquent, des sommes importantes seront nécessaires pour faire face aux obligations. Cela pourrait engendrer une certaine instabilité économique qui à son tour diminue l'efficacité économique.

L'application rétroactive de la clef réduit non seulement l'efficacité économique mais également l'équité. Alors que le remboursement des prêts en fonction des bénéfices réels reçus est équitable, les charges de remboursement relatives aux bénéfices pourront être transférées soit par décision gouvernementale ou d'autres changements pouvant intervenir dans les rythmes de développement d'un état bien déterminé.

5. Amendements à apporter aux textes de base de l'Organisation

Vu ce qui précède, les textes de base de l'Organisation ne nécessitent pas de modification fondamentale. Le seul changement à y apporter consiste à substituer au terme "état co-garants" celui "d'état emprunteurs". Cette re-formulation est liée au fait que ce sont les états-membres qui se sont endettés pour rétrocéder les prêts à l'OMVS. Ces crédits s'accumulent selon un taux d'intérêt negocie pour chaque état-membre. Ils seront

rembourses, selon les conventions par OMVS quand les revenus seront suffisants. Ainsi, les changements dans la clef ainsi que les remboursements seront reflétés dans le total a rembourser par chaque état-membre. Néanmoins il serait préférable que le Conseil des Ministres considère une étude de la méthode la plus équitable afin de dextrine la répartition des profits une fois que toutes les dette sont réglées.

Conclusions

Comme indiqué plus haut, les études de réalisation, par définition, se fondent sur des prévisions et des projections. Elles servent de base de calcul pour la première clef. Le re-calcul de la clef s'effectue sur une base mixte et comprend des données historiques précises sur la période allant du début du projet jusqu'à la date du re-calcul. Il comprend également des prévisions et des projections pour le reste du programme. En outre, plus la période couverte par les prévisions est courte, plus les projections peuvent s'avérer exactes. En outre, il conviendrait de noter que toutes les clefs, aussi bien la nouvelle que les anciennes se fondent sur les meilleures informations disponibles au moment de leur calcul. Cependant, l'histoire ne se préoccupe pas du volume d'information qui nous est disponible et la plupart du temps, c'est "l'inconnu" résiduel qui influence le plus la clef.

La conclusion de ces considérations relativement à la validité d'une nouvelle clef est qu'elle ne devrait pas être appliquée de manière rétroactive. L'histoire est ce qu'elle est et aucune décision du présent ne saurait changer les événements passés. La clef constitue un instrument de décision en matière de gestion et ne devrait s'appliquer qu'au futur. Il existe également d'autres considérations d'ordre pratique qui militent contre l'application rétroactive de la clef, il s'agit notamment du temps et des efforts supplémentaires qu'elle exige, du coût total encouru chaque fois qu'il convient de recalculer les effets de la nouvelle clef sur des périodes déjà écoulées. En d'autres termes, l'application de la nouvelle clef aux paiements à venir constitue une entreprise onéreuse et son application rétroactive présente une double contrainte en ce qu'elle réduit le critère d'équité entre états-membres et peut gonfler davantage les coûts d'application. Ceci fut également le résultat des conclusions relatives à l'étude entreprise à la demande du Conseil des Ministres par le Haut Commissariat de l'OMVS. Finalement, selon les conventions décrites dans ce qui précède, il ne sera pas nécessaire d'appliquer la clef de façon rétroactive. Puisque tous les paiements effectues par les états-membres tout au long du programme seraient rembourses.

La validité de certaines des considérations ci-dessus présentées se trouve corroborée par le rejet de toute modification de la clef par la communauté des bailleurs de fonds. Les bailleurs de fonds auraient à supporter les mêmes coûts que l'OMVS relativement à toute modification. Au cas où le système présentait des iniquités du fait de circonstances historiques, l'OMVS et ses états-membres devraient être en mesure de convaincre la communauté des bailleurs de fonds sur la nécessité de modifier la clef et de supporter les coûts occasionnés par une telle modification; sous réserve toutefois qu'ils participent également à la détermination du seuil de re-calcul.

ANNEXE I-LES BASES THEORIQUES DE LA REPARTITION DES COUTS

LE PROCESSUS DE REPARTITION DES COUTS ET CHARGES

La mise en service des ouvrages communs du programme de OMVS a déjà mis et continuera à mettre à la disposition des usagers dans les trois états-membres de trois services (Approvisionnement en eau, Energie et Navigation) dont la rémunération devra assurer le remboursement des coûts de construction, d'opération et de maintenance dédits ouvrages.

Le processus qui consiste à affecter le total des coûts du programme aux divers usagers des services opérant dans les différents secteurs économiques des pays concernés s'appelle répartition des coûts et charges.

Les deux objectifs essentiels de cette répartition sont, d'une part de dégager les revenus excédentaires nécessaires au remboursement des coûts des ouvrages communs, et d'autre part de promouvoir l'efficacité économique de leur utilisation.

A cet égard, il convient de préciser que si l'analyse coûts-bénéfices fait apparaître "*globalement*" un excédent des bénéfices sur les coûts. La répartition des coûts devra allouer les coûts aux pays en fonction de ces bénéfices et déterminer "*individuellement*" leur quotas dans le cadre du remboursement de la dette contractée en vue de la réalisation du programme. Toutefois, la répartition des coûts et charges ne pourrait engendrer des prix de marche pour les services du projets. Dans le cas du programme du bassin du Sénégal, chaque pays établit ses règles pour la redistribution des produits du projet, des taxes, des subsides, et des prix fixes. Les conditions financières sont différentes a l'usager des services du projet. La répartition des coûts considère une vue globale des services, sans distinction de la distribution des bénéfices.

Tandis qu'on peut maximiser le bénéfice total d'un projet en maximisant les bénéfices générés par chacun des services du projet, la détermination de la responsabilité des coûts et charges engendrés par ces services n'est pas aussi évidente, car la somme des

coûts directement associés à chaque service n'est pas égale au coût total du projet. Tous les services du projet nécessitent au moins une portion des ouvrages communs.

Ainsi, selon la logique du processus, la répartition des coûts et charges se fait en deux étapes fondamentales:

1. L'imputation des coûts des deux barrages aux services sur la base d'une méthodologie appropriée .
2. L'imputation des coûts des services aux pays.

La figure 1 présente un diagramme opérationnel du processus de répartition des coûts et charges.

Ce processus apparemment très simple est en réalité complexe. La difficulté majeure liée à ce processus est **l'imputation équitable** des éléments de coût qui ne peuvent être directement affectés à un service ou à un pays donné. Il s'agit essentiellement des coûts joints (non séparables par service ou par pays). Ce ***problème d'imputation des coûts joints*** **(souvent appelés coûts liés) est un problème fréquent d'affectation des coûts pour lequel "il n'existe pas de solution théorique idéale mais seulement des solutions pratiques résultants de certains choix".**

Dans le cas particulier de l'OMVS, ce problème se complique davantage, par le fait qu'au delà de la rentabilité financière des investissements, le programme de mise en valeur répond à des objectifs politiques et socio-économiques. En effet, certains secteurs usagers ne peuvent réellement payer qu'une partie des coûts qui leur sont imputés. C'est ainsi qu'un pays pourrait opter en faveur des subventions de certains services grâce à un financement extérieur, et ceci pour faire face à un programme national de développement ou pour d'autres motifs tels que la redistribution des revenus, la nature de biens publics dans certains secteurs, etc. Or la responsabilité de remboursement des coûts doit être assignée à chacun des pays membres en tant qu'état souverain. Dans un tel système l'affectation devra refléter l'efficacité économique et l'équité.

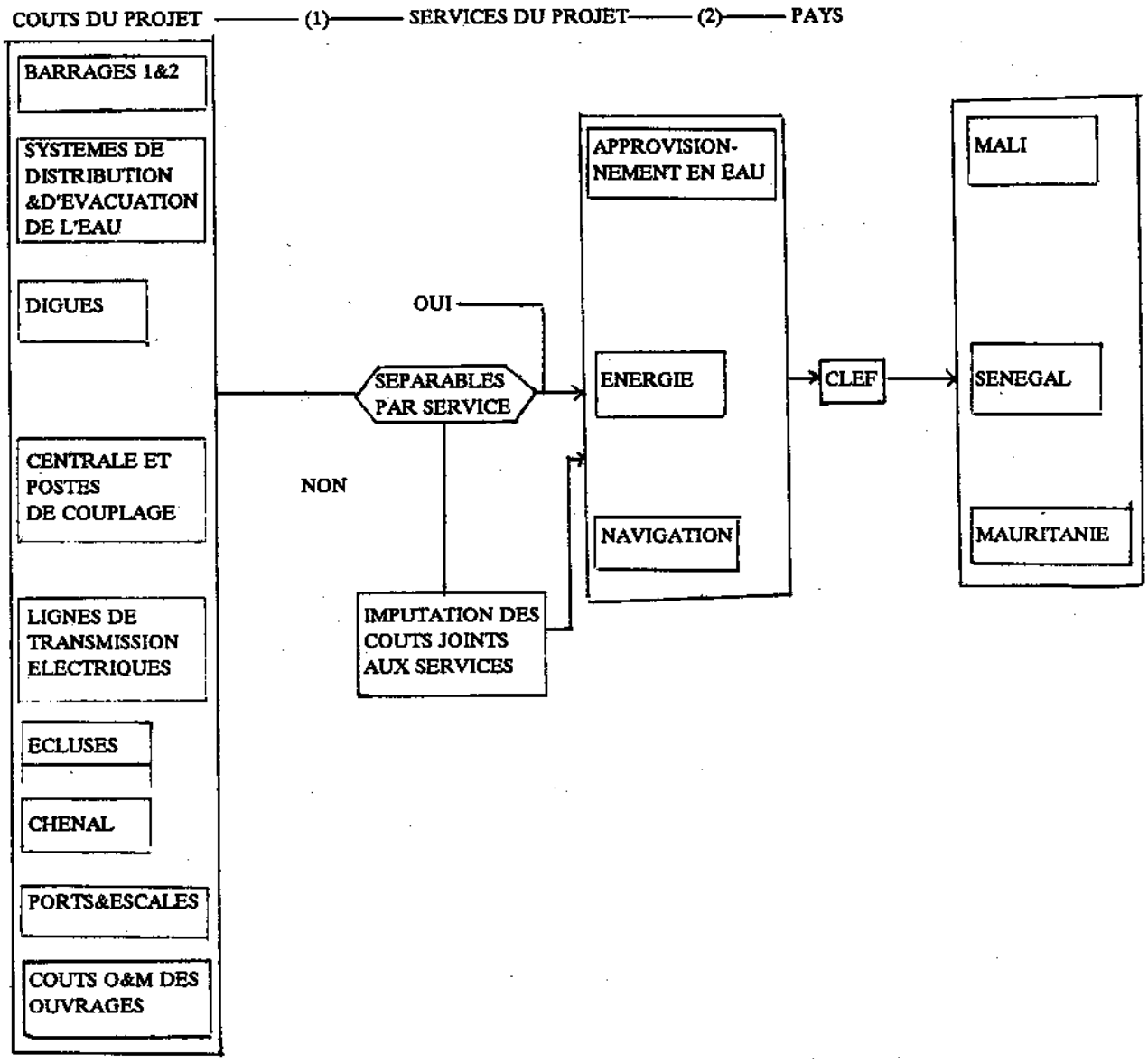

Figure 1: Diagramme opérationnel du processus de répartition.

(1) Procédure#1 Imputation des coûts des ouvrages communs aux services
(2) Procédure#2 Détermination de la clé et imputation des coûts des services aux pays

Ces questions d'équité et d'efficacité posent le problème de base et méthodologie fiables permettant à chaque état d'apprécier à juste titre sa part ou son quota dans la responsabilité de remboursement du service de la dette. Ces différents aspects de la problématique de répartition des coûts et charges seront examinés dans ce qui suit.

DEFINITION ET CATEGORISATION DES COUTS DU PROGRAMME OMVS

Toute évaluation de projet en vue de sa justification nécessite une estimation des coûts et bénéfices attendus. Cependant, dans le cas d'un projet multinational de mise en valeur de bassin fluvial, une fois que le projet est économiquement justifié, se pose le problème de répartition équitable des coûts des ouvrages communs entre les différents pays.

Le coût de substitution jouant un rôle important dans le choix des services ou des productions associées, une catégorisation s'impose. Pour les besoins de la présente étude, les coûts considérés englobent les coûts directs et les coûts indirects.

Les coûts directs s'identifient directement avec la conception du projet, la planification, le développement et la gestion. Dans ce rapport les coûts directs incluent: 1) Les coûts de planification et de construction du projet, 2) Les Charges annuelles d'exploitation, de maintenance et de remplacement. 3) Les charges d'intérêt.

Les coûts indirects qui quand bien même seraient indirectement liés aux différents projets peuvent être considérés comme éléments de coûts. L'exploitation du fleuve Sénégal a des fins industrielles et agricoles peut y altérer la navigabilité et la qualité des eaux. Ceci affecterait la santé publique et la stabilité écologique. Ces effets secondaires se traduisent en terme de coûts indirects. Ils doivent être inclus dans l'étude de la répartition des coûts. Il s'agit notamment:

- Des coûts des facteurs externes des charges directes: telles qu'une incidence accrue des maladies de l'eau ou l'inaccessibilité des zones traditionnelles de parcours aux éleveurs nomades
- Des coûts des facteurs externes des charges indirectes telles que l'augmentation des coûts du logement, les coûts sociaux liées aux mutations dans les traditions culturales.

Les catégories des charges inclues dans la répartition

Les catégories des charges sont des distinctions systématiques des coûts du projet. En application de la procédure logique de répartition des coûts du programme de l'OMVS, les coûts ainsi définis peuvent être décomposés en 4 grandes divisions ou catégories (tel que l'indique le diagramme ramifié de la figure 2: 1°) les coûts spécifiques 2°)Les coûts imputables 3°) les coûts séparables 4°) les coûts joints.

1. *Coûts Spécifiques:* Ce sont les coûts des éléments d'ouvrages communs (inputs) requis exclusivement par un service particulier. Le calcul de ces coûts est relativement facile. Ainsi, dans toute répartition équitable, le coût de toute composante de projet affecté exclusivement à la production d'un seul service est entièrement affecté à ce service. Les coûts spécifiques des trois services générés par les ouvrages communs sont donnés ci-dessus
2. *Coûts imputables:* Les coûts imputables sont les coûts différentiels résultant de l'addition d'un service particulier à un projet contenant tous les autres services. Il s'agit de n'importe quelle partie des coûts des barrages qui peut à juste titre être imputée à un service spécifique.
3. *Coûts Séparables:* Les coûts séparables correspondent à la somme des coûts spécifiques et des coûts imputables. Il s'agit, littéralement, des coûts que l'on peut séparer par service.
4. *Coûts joints:* Les coûts joints ou coûts liés sont coûts des inputs communs qui ne peuvent être affectés à aucun service spécifique. Les coûts joints sont obtenus en déduisant les coûts séparables des coûts totaux.

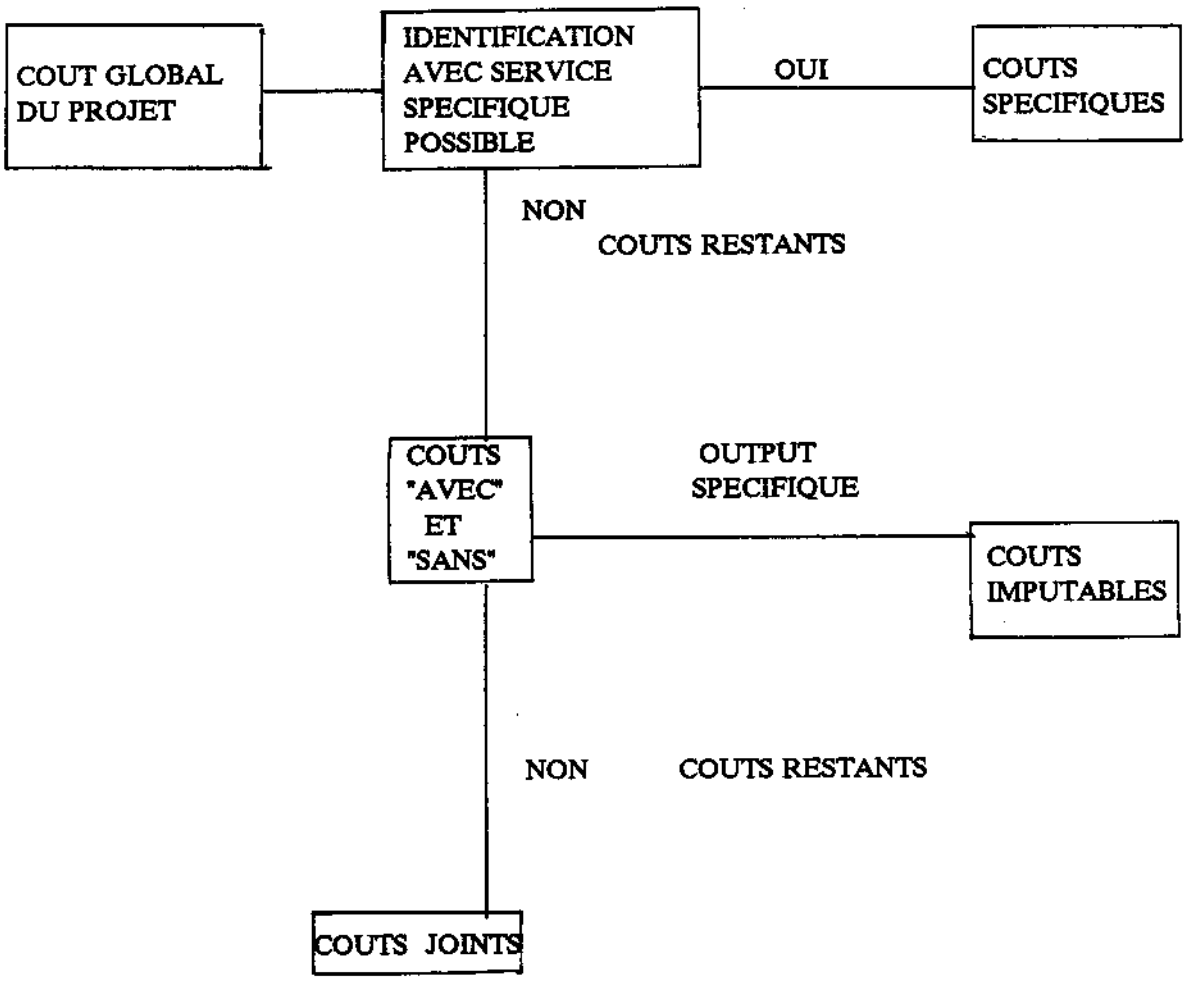

Figure 2: Calcul des coûts spécifiques, des coûts séparables et des coûts communs.

Le procédé logique de la répartition, les charges sont organisées par service et par pays:

- Coûts par service et par pays.
- Coûts par service mais non par pays.
- Coûts non par service, mais par pays (plutôt irréel)
- Coûts non par service, ni par pays.

Il existe d'autres types de coûts utilisés en matière de répartition des coûts et charges. Il s'agit des coûts alternatifs et des coûts justifiables qui servent de base de comparaison et de limite.

5. *Coûts alternatifs:* Il s'agit des coûts totaux des variantes de projet à objectif unique les plus économiques donnant les mêmes avantages que les éléments correspondants du projet à but multiple.
6. *Coûts justifiables:* Le coût justifiable pour un service donné correspondant soit au bénéfice généré par ce service, soit au coût de la variante la moins onéreuse de fourniture d'un tel service, la valeur la plus faible étant choisie.

Définition et catégories des coûts du programme de OMVS

Les types de charges du projet de OMVS pour les catégories définies sont présentés dans ce qui suit:

Les coûts spécifiques

Coûts spécifiques au service approvisionnement en eau:

- Des coûts d'aménagement de nouvelles surfaces agricoles
- Des coûts relatifs à l'équipement de pompage
- Des coûts de production, d'opération et de maintenance

Noter que ces coûts n'ont pas été utilises au passe comme coûts spécifiques puisque l'irrigation était considérée indépendamment pour chaque pays, et non une partie intégrale des travaux communs.

Les coûts spécifiques au service énergie englobent les éléments de coût relatifs à: L'équipement spécifiques de production d'énergie:

- Centrale
- Turbine et équipement connexe
- Générateurs
- Lignes de transmission (Est et Ouest)
- Stations de transformations
- Télécommunications
- Supervision et inspection des travaux
- Les conduites et autres installations.

Les frais d'opération et de maintenance (OM):

- O&M Génie Civil
- O&M Equipement
- Renouvellement partiel de l'équipement plus les coûts externes et internes.

Les coûts spécifiques au service navigation couvrent principalement des coûts relatifs aux stations portuaires et escales, au chenal de navigation, à la flotte, et à l'opération et la maintenance du système. Ses diverses composantes sont:

- Stations Portuaires
  - Port fluvio-maritime de Saint-Louis
  - Equipement
  - Port de Kayes
  - Les escales (Rosso, Richard Toll, Dagana, Podor, Boghé, Kaedi, Matam, Bakel, Gouraye, Ambidedi)
- Chenal de Navigation
  - Supports de navigation
  - Outillage, matériel et équipement
  - Bâtiments et Installation de réparation
- Flotte
  - Barges et cargos
  - Renouvellement de la flotte
- Opération et maintenance du système

Coûts Imputables

Au sein du programme du fleuve Sénégal, le barrage de Mantali constitue la pièce principale des travaux communs. Ses coûts sont imputables a l'aide des données suivantes.

Dans le cas de Manantali, un barrage avec un rôle régulateur avec une côte de retenue de 213 m est requis pour assurer tous les ans, même en période sèche, la production de 800 Gwh, l'irrigation complète de 255 000 ha et la navigation continue

moyennant un débit de 100 m^3/s spécifiquement pour ce secteur. Suite à une analyse des déficits et de leurs pénalités, il apparaît que l'équilibre entre la valeur présente des déficits et la réduction du coût du barrage se situe à peu près à la côte de retenue de 208m.

Un barrage de 192 m est requis pour satisfaire seulement les besoins d'approvisionnement en eau et de navigation (énergie exclue) tandis qu'un barrage de 189m sera suffisant pour assurer l'approvisionnement en eau seulement. Quant à la navigation, un barrage de 186m suffira pour produire uniquement ce service.

Les coûts imputables aux différents services sont donnés comme suit:

- Coût imputable au service approvisionnement en eau

  $Coût_{WS} = Coût_{(WS+N)}^{192m} - Coût_{(N)}^{186m}$

- Coût imputable au service énergie

  $Coût_{E} = Coût_{(E+N+WS)}^{208m} - Coût_{(N+WS)}^{192m}$

- Coût imputable au service navigation

  $Coût_{N} = Coût_{(N+WS)}^{192m} - Coût_{(WS)}^{189m}$

L'identification des coûts imputables n'est pas si évidente que cela. Par exemple un barrage de 208m est également requis pour produire uniquement le service énergie. En d'autre termes la hauteur nécessaire pour produire l'énergie uniquement (208m) est aussi suffisante pour la Navigation (N) et l'approvisionnement en eau (WS).

La hauteur du barrage ne peut donc pas être réduite pour éliminer l'un ou l'autre service (i.e navigation, ou approvisionnement en eau). Pour cette raison, il n'y a pas de coûts séparables des ouvrages de Manantali pour ces deux services selon la méthode traditionnelle et l'ensemble des coûts non spécifiques de Manantali peuvent être considérés comme coûts communs. En outre il convient de tenir compte des interdépendances entre les deux barrages. Ainsi lors de sa session tenue à Nouakchott en Mars 1981, le Conseil des Ministres de l'OMVS a choisi d'adopter cependant la procédure décrite précédemment pour identifier les coûts imputables.

Le barrage de Diama est destiné essentiellement à assurer l'approvisionnement en eau et dans une moindre mesure la navigation grâce à son écluse. Cependant la totalité des

coûts de Diama sont à affecter au service approvisionnement en eau dans la mesure où sans ce service il n'y aura pas eu de barrage et par conséquent d'écluse. Le coût imputable au service navigation équivaut a la différence entre le coût du barrage actuel et celui d'un barrage qui fournira uniquement le service approvisionnement en eau. Dans le cas particulier du programme de l'OMVS le débit de 300 m3/s à Bakel est largement suffisant pour maintenir un certain tirant d'eau dans le chenal. D'où le coût imputable à la navigation est nulle.

CRITERES DE REPARTITION DES COUTS

La répartition des coûts est fondée sur un ensemble de critères inhérents à ses deux objectifs fondamentaux à savoir l'efficacité économique et l'équité. L'identification de ces deux concepts clés en matière de répartition des coûts n'est pas toujours clairement réalisée dans l'esprit de tous. C'est pourquoi il semble nécessaire d'en rechercher la formulation la plus précise et aussi la plus utile possible. Ceci en procédant en trois étapes:

1. La définition des critères
2. La formulation de principes généraux d'application de ces critères
3. La formalisation de ces derniers ou leur traduction en règles précises

1. Définition de l'efficacité économique et de l'équité

L'efficacité: D'une façon générale, l'efficacité économique en matière d'investissement public concerne le niveau et la structure des prix à imputer aux services générés par le projet. Il s'agit de déterminer le niveau des prix permettant d'utiliser de façon optimale les ressources (maximisation des avantages nets provenant de l'utilisation de l'eau régularisée du fleuve et minimisation des pertes et gaspillage). Il y a utilisation optimale des services du projet, lorsque les bénéfices marginaux pour les services sont égaux aux coûts marginaux de ces derniers. Ceci implique que le prix du service doit être égal à la contribution apportée à l'augmentation de la production. C'est le prix d'efficacité souvent appelé également prix d'équilibre.

L'efficacité économique est un concept très complexe. Sa définition rigoureuse vient de la théorie néo-classique. Du point de vue strictement conceptuel l'efficacité économique est le produit de l'efficience technique (Technical efficiency) et de l'efficience d'allocation (pricing efficiency).

Dans la plupart des projets de développement des ressources en eau, les coûts marginaux de production des services ne sont pas inclus dans les coûts communs. Par conséquent l'approche type à l'efficience économique sera globale ("aggregate economic efficiency") et concerne les coûts et bénéfices totaux. En outre la fixation des prix marginaux se heurte à des difficultés, étant donné que certains services des projets sont supposés être des productions à des coûts décroissants, auquel cas l'imputation sur la base des coûts marginaux ne pourra pas couvrir tous les coûts.

L'équité: L'équité est un autre critère-objectif de la répartition des coûts et charges, car le prix optimal du point de vue économique, pourrait aller à l'encontre des autres objectifs de la répartition. Il faudra donc trouver d'autres critères pour calculer les charges qui ont une incidence équitable sur les revenus tirés du projet et qui permettent aussi d'en rembourser convenablement les coûts. Il faut également que les bénéficiaires potentiels puissent supporter les charges sans pour autant perdre leur désir de participer au projet.

Ce concept est cependant moins précis et plus difficile à définir car il couvre deux aspects: l'équité horizontale (traitement égalitaire) et l'équité verticale (critère sociétaire de redistribution des avantages totaux tirés du projet ou de ses opportunités).

Plus précisément, une répartition des coûts est équitable, si elle permet au moins un partage entre tous les utilisateurs des économies réalisées grâce à un projet à buts multiples plutôt qu'à une construction à but unique. Autrement dit le bénéfice net pour un pays donné résultant du "programme conjoint développement du bassin" doit au moins être égale a ceux qui peuvent être réalisés par des programmes indépendants. En outre, tout gain au dessus de ce seuil minimal devra être distribuée de façon telle que chaque pays puisse réaliser un avantage comparatif. Aucun pays ne devrait donc pas fournir des subsides à un autre.

Le sous-comité sur les bénéfices et les coûts de "Federal Interagency River Basin Committee", a mis l'accent sur la notion de "juste" répartition en ces termes: "l'objectif de toute répartition des coûts est d'imputer 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). On retrouve la même notion d'équité de la répartition des coûts dans le circulaire A-47 de "U.S.Bureau of Budget 1952.

Autres critères: La sélection d'une méthode pour l'allocation des charges communes dépend aussi d'un certain nombre de considérations. Elles comprennent la simplicité, la flexibilité aux situations variables, et l'admissibilité par les divers participants.

2. Principes généraux de la répartition des coûts et charges

Ainsi Toute répartition des coûts devrait satisfaire les quatre critères suivants:

- Assurer que des mesures adéquates d'incitation à la performance soient garanties à tous les participants au projet.
- Assurer équitablement l'affectation des coûts aux divers secteurs économiques et ainsi qu'aux états-membres. En effet, aucun pays, aucun secteur économique, aucune entreprise ou individu ne devrait être placé dans une situation moins avantageuse qu'avant la réalisation du projet tout en ayant à participer au remboursement de ses coûts.
- De garantir l'utilisation efficiente du capital et des autres facteurs de production requis. A cet égard, il conviendrait d'éviter que la méthode puisse comporter des éléments de pénalisation en ce qui concerne l'utilisation la plus efficace possible des services du projet. Les bénéfices réalisés dans le cadre de l'utilisation des services du projet devraient normalement être supérieurs aux coûts du même projet, les frais de remboursement compris.
- D'équilibrer la somme des coûts affectés et le coût total du projet.

3. Les critères spécifiques

- Chacun des services du programme, ou chacun des pays, doit équitablement contribuer à la réalisation des économies résultants de la réalisation des

projets à buts multiples. Aucun service, ni pays, ne doit être imputé des coûts supérieurs à la valeur des bénéfices du service ou des coûts en partie couverts par les bénéfices d'un autre service.

- Le coût minimum imputable à un service ou a un pays devra être le coût séparable à ce service (c'est-à-dire du coût qu'on peut à juste titre assigner à ce service). Ainsi, tous les coûts spécifiques à seul service devraient généralement être entièrement affectés à ce service.
- Le montant maximum des coûts imputables à un service quelconque ne doit pas dépasser les coûts justifiables. Ainsi, aucun service du projet ne doit être affecté de coûts supérieurs au coût de réalisation de ce service par la variante de projet à service unique la plus économique.
- Le montant des coûts affectés à la totalité des services doit être égal au coût total du projet.

Ces critères seront utilises pour étudier chacune des méthodes possibles a la répartition des coûts décrits dans l'annexe II, qui suit. Néanmoins, ces critères supposent une détermination des bénéfices du projet.

DEFINITION ET ESTIMATION DES BENEFICES

La répartition des coûts et charges, tout comme l'analyse coûts-bénéfices, nécessite une estimation fiable des bénéfices, afin que les coûts affectés aux pays soient fonction du montant relatif des bénéfices que le programme assure à ces derniers. Ceci explique le rôle important que joue la méthode adoptée pour l'estimation des bénéfices en matière de répartition des coûts et charges. Les bénéfices des projets de développement de bassin fluvial peuvent provenir soit d'un accroissement de la valeur des outputs du projet soit d'une réduction de coûts. Cependant, la forme selon laquelle ces bénéfices apparaissent n'est pas aussi évidente que cela et les problèmes d'estimation peuvent être extrêmement complexes.

Dans le cas particulier du programme OMVS, six méthodes de calcul des bénéfices ont été identifiées. Ces méthodes sont présentées au tableau 01 dans un ordre de

complexité et de fiabilité croissante. Les méthodes 1 à 4 ne concernent que le calcul des bénéfices directs (ou primaires), et ne comportent aucune estimation de l'incidence des aménagements sur d'autres secteurs économiques ou industries. Les méthodes 5 à 6, tiennent compte de l'effet multiplicateur des différents projets du programme et tiennent donc compte des bénéfices secondaires et tertiaires (ou indirects).

Les différentes méthodes (présentées au Tableau 01) sont décrites plus en détail dans les paragraphes qui suivent:

Méthode 1 - Calcul de l'output direct (physique). Avec cette méthode, les bénéfices sont considérés être directement proportionnels à l'utilisation des aménagements. Ainsi, l'accroissement de valeur de la production résulte d'une augmentation des niveaux de production. Toutefois, cette hypothèse n'est valable que lorsque les relations de prix et de marché (offre et demande) sont telles que cet accroissement de la production physique n'engendre pas une chute des prix. Cette méthode d'estimation des bénéfices avait été utilisée pour le rapport Boeing (Riley, 1974).

Méthode 2 - Valeur marchande des services. Elle part de l'hypothèse que chaque service peut être vendu sur le marché libre et que ses revenus bruts sont égaux à ses bénéfices. Autrement dit, l'estimation des bénéfices s'obtient en multipliant le prix de vente de chaque service par la quantité de service vendue. Elle ne donc être utilisée que si les prix de vente des services sont déterminés par un marché libre de toute contrainte. L'inconvénient de cette méthode est que les prix sont généralement imposés soit accidentellement soit délibérément dans le cadre d'une politique de subventionnement, dans la plupart des pays concernés. Par ailleurs, tandis qu'il existe des marchés pour certains services (par exemple électricité) il n'en existe pas pour d'autres (eau d'irrigation, navigation).

Méthode 3 - Coûts des variantes. Cette méthode n'utilise pas la vente directe comme moyen d'évaluation des bénéfices qui sont déterminés sur la base de la seconde variante la moins coûteuse pour la production des mêmes services. 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 du même output avec l'une et l'autre méthode de production correspond au bénéfice imputable à la centrale hydroélectrique.

Méthode 4 - Revenus primaires. Cette méthode est basée sur les *prix de marché de la production* des industries et autres utilisateurs directs des services générés par les projets. Les bénéfices représententles revenus que les usagers peuvent tirer de l'utilisation des services. Ainsi, plutôt que de prendre la valeur de l'output direct du projet (comme dans la 2e méthode), on considère les revenus générés par l'*utilisation finale* de cet output. Les trois variantes généralement acceptées d'estimation de ces revenus sont: 1°) la méthodes des revenus primaires bruts 2°) la méthode des revenus primaires nets 3°) et la méthode des bénéfices primaires nets.

Revenus primaires bruts. Ils constituent l'ensemble des revenus qu'un usager tire des services du projet. Les coûts de ces services, ainsi que de tout autre intrant à la production finale de l'usager, y compris le capital d'investissement, les frais d'amortissement et le coût de la main-d'ouvre, sont supposés être inclus dans le prix de vente des outputs finaux. C'est là une des approches permettant l'estimation de l'augmentation du Produit National Brut découlant de l'utilisation des aménagements.

Cette méthode soulève trois principaux problèmes:

Premièrement, La valeur de la production non commercialisée (ou problème de fixation du prix des outputs sectoriels non commercialisés). Il s'agit essentiellement des *Utilisations intermédiaires non commercialisées* (auto-fourniture: semences ou utilisation pour préparation alimentaire) et *des Utilisations finales non commercialisées* (autoconsommation et stockage dans les greniers familiaux) qui représentent une part importante de la production agricole dans la vallée du fleuve Sénégal. Deux approches sont possibles pour résoudre ce problème:

L'utilisation d'une valeur d'ombre (shadow price) basée sur le coût additionnel résultant d'une production de l'output par d'autres alternatives, par exemple le coût d'importation des produits agricoles. Cette approche n'est valable que 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 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.

L'utilisation des prix actuels du marché. Cette approche n'est possible qu'en cas de marché libre ou lorsque les estimations de l'offre et de la demande sont suffisamment précises pour permettre une extrapolation fiable. On peut utiliser les prix du marché mondial, notamment lorsque la production est vendue sur ce marché sous réserve que les prix s'entendent nets des frais de transport, c'est-à-dire les prix au lieu d'expédition. 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.

Le second problème posé par la méthode des revenus bruts est qu'elle exige une comptabilité basée sur le PNB. L'amortissement du capital aboutit à une surévaluation des bénéfices, car la valeur de la production tient à la fois compte de l'indice de dépréciation du capital et de l'output ayant provoqué cette moins-value. Dans le cas où il n'existerait aucune mesure adéquate d'amortissement toute forme d'ajustement serait arbitraire.

Finalement (et c'est là le point le plus important) les coûts de tous les inputs dans le processus de production finale sont pris en compte. L'utilisation des bénéfices bruts va permettre d'imputer la valeur (coût d'opportunité) de tous les inputs aux différents services du projet. A cet égard, il conviendrait de soustraire le coût d'opportunité des inputs autres que ceux des services du projet des bénéfices bruts en vue d'obtenir les bénéfices revenant aux seuls service du projet.

Revenus primaires nets. Les bénéfices correspondent aux revenus primaires moins les coûts de production. La méthode génère pour chaque secteur des profits à partir des services du projet. Il n'est probablement pas nécessaire de savoir les budgets individuels des usagers afin de déterminer les bénéfices nets. Les courbes de demande des services du projet représentent le profit marginal.

Par ailleurs, si les valeurs de référence (coût d'opportunité) de la main d'oeuvre agricole peuvent être utilisées comme coûts de production, les revenus primaires nets ne comprendraient aucun paiement à la main d'oeuvre en supplément de son coût d'opportunité. Dans ce cas, les revenus primaires nets pourraient, jusqu'à un certain degré, refléter la valeur ajoutée (méthode 5).

Bénéfices primaires nets. Cette méthode calcule les bénéfices sur la base des revenus additionnels ou accrus des utilisateurs par suite de la réalisation des aménagements. Les bénéfices correspondent aux revenus primaires nets moins la valeur nette de la production abandonnée, ou production primaire antérieure au projet.

Pour un secteur donné, cette méthode est équivalente à celle des revenus primaires nets, si ce secteur représente un nouvel aménagement ou si aucune production antérieure n'a été abandonnée du fait de la réalisation des projets.

Méthode 5 - Valeur ajoutée. La valeur ajoutée comprend les revenus primaires nets auxquels il convient d'ajouter les salaires. Du point de vue théorique, la valeur ajoutée est l'augmentation de la production nationale nette résultant du projet. Le Produit National Net est calculé par la valeur des ventes finales pour une période donnée, généralement un an. Les bénéfices nets (paiements pour les intrants fixes de la production) plus les paiements aux ménages pour la valeur de la main-d'oeuvre sont égaux à la valeur des ventes des produits finaux. Par conséquent, la somme des valeurs ajoutées pour tous les secteurs utilisant les services du projet peut constituer un moyen d'estimation de la valeur totale de l'accroissement de la production nationale nette attribuable au projet.

La valeur ajoutée a tendance à surestimer le bénéfice d'un projet si le revenu généré résulte des transferts des inputs des ménages d'une activité de production vers une autre. En réalité aucun gain n'est réalisé avec un tel bénéfice. Au cas où les inputs des ménages ne sont pas utilisés ou sous employés avant l'aménagement, alors, la valeur ajoutée représente bien une augmentation en termes de bénéfices pour l'économie.

Méthode 6 - Valeur ajoutée augmentée des bénéfices secondaires indirects. Les bénéfices correspondent à la valeur ajoutée augmentée d'une partie des bénéfices indirects c'est-à-dire les bénéfices secondaires. Ces bénéfices secondaires résultent des effets indirect

engendrés par le projet dans les autres entreprises qui peuvent se situer en amont (fournisseurs) et en aval (clients). Par conséquent, ils sont définis comme les bénéfices "induits par" (production amont des intrants) et "résultant d'une" (production avale de transformation) d'une plus grande activité économique dans les secteurs d'utilisation.

Les *bénéfices induits* sont les bénéfices accrus de l'activité économique résultant d'une demande plus forte ou modifiée d'inputs de production. L'expression "induit par" fait référence aux industries fournissant des inputs aux secteurs d'utilisation (processus communément appelé "backward linkages" ou bénéfices amonts). Par exemple, le développement du secteur des engrais chimiques peut avoir été provoqués par une augmentation des activités agricoles dont les effets s'ajoutent à ceux du projet.

L'estimation des bénéfices secondaires est une tâche ardue. Elle requiert une masse d'information considérable sur la structure de l'économie et une connaissance détaillée du marché des ressources. En outre, l'utilisation des coefficients multiplicateurs suppose que l'on dispose de données précises sur les structures des dépenses et des revenus des agents et une élasticité parfaite des productions aux effets de dépenses. Or le phénomène de multiplication s'arrête très vite.

Les paiements pour les ressources non employées ou sous-employées constituent le moyen d'estimation le plus sûr pour la détermination des bénéfices secondaires. Pour que les bénéfices secondaires puissent être générés, les secteurs liés devraient accroître la masse globale des profits économiques ou autres revenus des ménages. Les paiements effectués au titre des ressources entièrement employées ne sont pas considérés comme des bénéfices secondaires.

Les arguments en faveur d'une participation de l'état dans le développement des projets se fondent sur l'existence des bénéfices secondaires. Des bénéfices externes pouvant être générés par un projet (substitution aux importations et effets positifs sur la balance des paiements par exemple). Toutefois, il conviendrait de noter l'impossibilité d'amener les bénéfices secondaires à participer directement dans le remboursement des coûts du projet.

Le choix de la méthode la plus appropriée pour le calcul des bénéfices est déterminée par les limites en matière de données et le degré de sophistication dans

l'analyse et la validation des paramètres ou d'autres contraintes. Car plus une méthode est élaborée, plus elle est exigeante en matière de données. Le tableau 2 présente les diverses méthodes de calcul des bénéfices.

Tableau 2: METHODES DE CALCUL DES BENEFICES

METHODES	Méthode 1	Méthode 2	Méthode 3
SERVICES	Output Direct du Projet	Valeur de l'Output Direct	Coûts Comparatifs
Eau	Eau stockée ou (Utilisation de l'eau)	Prix unitaire multiplié par la quantité d'eau vendue	Coût de l'eau par/la meilleure variante d'aménagement agricole à but unique
Energie	Energie produite	Prix multiplié par Kwh vendu	Coût de l'énergie comparée à la secon-de meilleure alterna tive (e.g centrale thermique)
Navigation	Fret du à la régularisation du fleuve	Prix multiplié par tonnes - kilomètre de fret	Coût du transport fluvial comparée à la seconde meilleure alternative
METHODES	Méthode 4.1	Méthode 4.2	Méthode 4.3
SERVICES	Revenus primaires	Revenus primaires nets	Bénéfices primaires nets
Eau	Valeur des produits agricoles (prix des denrées sur le mar-ché fois quantité produite y compris autoconsommation	Revenus primaires moins coûts de production (y compris le capital)	Revenus primaires nets moins la valeur nette de la production abandonnée (e.g valeur de la production relative aux cultures de décrue)
Energie	Prix des produits industriels (miniers) fois quantité vendue	Revenus primaires moins coûts de production (y compris le capital)	Revenus primaires nets moins la valeur de la production abandonnée
Navigation	Prix de transport fois quantité de biens transportés	Revenus primaires moins' coûts de production (y compris le capital)	Revenus primaires nets moins la valeur de la production abandonnée (s'il en existait)
METHOES	Méthode 5	Méthode 6	
SERVICES	Valeur Ajoutée (VA)	Valeur ajoutée plus bénéfices Secondaires	
Eau	Revenus primaires nets plus les salaires payés	VA + VA fois un multiplicateur rapportant la VA à l'activité économique (inclu les effets de l'amé-lioration du revenu des ménages)	
Energie	Revenus primaires nets plus les salaires payés	VA + VA fois multiplicateurs emploi et production de biens et services	
Navigation	Revenus primaires nets plus les salaires payé	VA + VA fois multiplicateurs emploi et production de biens et services	

DONNEES ECONOMIQUES/DONNEES FINANCIERES

La répartition des coûts et charges se fonde sur l'analyse économique. L'imputation de la responsabilité du remboursement des coûts d'un projet devrait se faire sur la base de l'ensemble des bénéfices économiques générés par le projet (par opposition aux bénéfices financiers).

Les mesures économiques qui s'imposent concernent un ensemble type de conditions s'appliquant à tous les pays concernés. Les valeurs économiques sont définies en termes de coûts d'opportunité correspondant aux valeurs des inputs (intrants) ou outputs dans le cadre de leur utilisation en tant que seconde meilleure alternative.

Les valeurs financières sont les prix et les coûts en vigueur dans un pays donné à une période bien déterminée. Ces valeurs incluent tous les effets des interventions gouvernementales telles que les taxes et les subsides. Cependant la répartition des coûts et des charges implique une analyse économique des bénéfices totaux, quelle que soit la partie qui en profite.

Dans la théorie néo-classique, les prix du marché reflètent les coûts d'opportunité des biens et services. Cependant si les prix sont administrés (soit explicitement fixés ou restreints par une entité gouvernementale), les prix en vigueur ne reflètent pas les coûts d'opportunité.

Les coûts d'opportunité sont des instruments monétaires d'évaluation de la productivité marginale réelle des inputs ou de la valeur marginale réelle des biens dans une société. Lorsque les biens sont fournis sur le marché mondial, un prix mondial constitue la valeur économique locale (prix au producteur) devant être utilisée. Si les biens consommés proviennent du marché mondial, le prix local correspond au prix du marché mondial plus les frais de transport.

Là où il n'existe aucun marché mondial pour une ressource ou un bien particulier, la valeur économique est plus difficile à déterminer. Les prix du marché local peuvent représenter un moyen adéquat d'évaluation des coûts d'opportunité. Il est à noter toutefois que toute intervention sur ces marchés (exemple: taxes, subventions, prix fixés ou autre

politique gouvernementale) pourrait donner lieu à des distorsions. Dans ces conditions (qui sont très fréquentes), les prix locaux ne reflètent pas du tout les coûts d'opportunité.

A cet égard il est possible de recourir aux cours mondiaux de produits de substitution pour les denrées non commercialisables, qui peuvent refléter la valeur économique recherchée. Par ailleurs, il existe des publications du Fonds Monétaire International (F.M.I.) et d'autres agences qui donnent des informations sur les "valeurs de référence" (cours mondiaux) pour un certain nombre de biens et de services. Toutefois il peut s'avérer nécessaire de procéder à un ajustement de ces coûts d'opportunité ou valeur de référence dans le cas de certains biens ou services.

Dans le cadre d'un projet bien déterminé par exemple, les salaires payés à la main d'oeuvre qualifiée peuvent correspondre aux prix du marché mondial quand cette main d'oeuvre se fait rare dans le monde entier. Néanmoins aussi longtemps que la main d'oeuvre sera mobile les marchés mondiaux devront procéder à des réajustements des taux salariaux d'équilibre (coûts d'opportunité). Cependant pour ce qui est de la main d'oeuvre non qualifiée, la demande est en général satisfaite pour la plus grande partie de l'année, même dans des économies très développées. Le coût d'opportunité de la main d'oeuvre non qualifiée est tributaire des systèmes et structure d'emplois et de salaires. Gittinger (1982) recommande l'utilisation du coût d'opportunité de la main d'oeuvre non qualifiée engagée dans l'agriculture comme le moyen le plus adéquat pour l'évaluation des coûts d'opportunité de cette catégorie de travailleurs. Dans la plupart des cas, la main d'oeuvre non qualifiée n'est employée à temps plein que pendant une période de l'année (principalement au cours de la période des moissons ou des semis). Son coût d'opportunité correspondrait alors aux salaires payés pour les périodes durant lesquelles cette main d'oeuvre aura accusé une certaine pénurie. Une autre alternative consisterait à utiliser les prix du marché mondial comme référence pour l'évaluation du coût de la main d'oeuvre non qualifiée. A cet égard on peut recourir à d'autres sources et ajuster les données pour les conditions locales (c'est cette démarche qui a été adoptée par RONCO (1987) dans le cadre du bassin du fleuve Gambie).

Une autre forme d'ajustement s'impose lorsque la monnaie locale est sous-évaluée ou sur-évaluée. C'est le cas lorsque la monnaie locale est échangée à un taux officiel qui diffère de celui du marché mondial. Par exemple la parité entre le franc français et le franc CFA est fixe et s'établit à 50 FCFA pour 1 franc français. Le taux fixé par le marché monétaire international pourrait différer de ce taux fixe. Par ailleurs, si toutes les valeurs utilisées dans la répartition des coûts et charges étaient exprimées en dollar US qui fluctue beaucoup sur le marché des changes, un certain nombre de problèmes liés aux valeurs des devises pourraient ainsi être évités. Le taux de change du franc français par rapport au dollar US devra prendre en considération le taux de change entre le franc français et le franc CFA. Des informations sur la valeur des monnaies locales sont disponibles auprès du F.M.I, des banques centrales et auprès d'autres sources.

Finalement, il conviendrait de noter que tous les coûts et bénéfices économiques se situent dans le cadre d'un horizon de planning déterminé. Aussi bien les coûts que les bénéfices sont générés tout au long de la vie du projet dans une progression variable et pour les besoins de l'analyse économique, tous les coûts et bénéfices doivent être actualisés en fonction d'une année de référence. Le choix du taux d'actualisation est très important. Le taux d'actualisation économique correspond au coût d'opportunité du capital investi dans le projet.

ANNEXE II-LES METHODES DE REPARTITION DES COUTS ET CHARGES

Il existe deux grandes familles de méthodes pour la répartition des coûts et charges d'un projet à buts multiples: 1) La famille des méthodes fondées sur l'utilisation physique des aménagements (ou méthodes physiques), et 2) La famille des méthodes basées sur des mesures économiques des bénéfices et des coûts.

Méthodes physiques

- Identiquement entre services ou pays
- Proportionnellement au taux d'utilisation des structures physiques (réservoirs) ou des services
- Par ordre inverse des priorités dans la limite des bénéfices

Méthodes économiques

- Les Méthodes bénéfices totaux
  1. Proportionnellement aux bénéfices en excès des coûts séparables (bénéfices nets)
  2. Les coûts séparables des bénéfices restants (SCRB)
  3. Les coûts séparables des bénéfices restants ajustes (ASCRB)
- Les Méthodes des bénéfices marginaux
  1. Les prix par élasticité inverse
  2. Optimisation globale
- La méthode des bénéfices moyens

Chacune de ces Méthodes est présentée dans ce qui suit. Les évaluations sont basées sur les critères de l'annexe I.

LES METHODES PHYSIQUES DE REPARTITION DES COUTS ET CHARGES

Les trois grandes méthodes fondées toutes sur l'utilisation physique des aménagements ne tiennent pas compte des avantages tirés des services et partant peuvent engendrer une certaine inefficacité économique et une iniquité (les coûts imputés pouvant dépasser les bénéfices escomptés).

Répartition égalitaire. Cette méthode impute à chaque service une part égale des coûts communs du projet. Elle ne tient pas compte des bénéfices et par conséquent ne remplit pas les critères d'efficacité ou d'équité.

Répartition proportionnelle au taux d'utilisation des aménagements. Avec cette méthode, on suppose que les bénéfices sont directement proportionnels à l'utilisation des installations et par conséquent, l'imputation des coûts se fait en proportion directe du niveau d'utilisation des aménagements. Cette méthode ne remplit les critères d'efficacité économique que lorsque les bénéfices sont les mêmes pour toutes les unités de tous les services. Ce qui est rarement le cas. Autrement dit, les coûts de stockage de l'eau d'irrigation (une utilisation d'une valeur relativement faible) peuvent être plus élevés que ceux de l'eau destinée à d'autres utilisateurs (exemples de l'eau à usage municipal ou industriel qui présente une valeur nettement plus élevée). Par conséquent, les coûts imputés à l'eau d'irrigation pourraient être supérieurs à la valeur de ses bénéfices.

L'imputation intégrale des coûts aux services ou secteurs par ordre décroissant de priorité dans les limites des bénéfices réalisés. Cette méthode peut s'avérer inefficace et inéquitable du fait que les services prioritaires peuvent ne pas être directement concernés par les bénéfices. En effet, un service qui requiert une utilisation intense des aménagements, pourrait ne pas être le service qui génère le plus de bénéfices. En outre, la fixation des priorités pourrait être très arbitraire.

LES METHODES ECONOMIQUES DE REPARTITION DES COUTS ET CHARGES

Cette famille englobe trois types de méthodes: les méthodes basées sur le bénéfice total, les méthodes basées sur le bénéfice marginal, les méthodes basées sur le bénéfice moyen.

Les méthodes fondées sur le bénéfice total

Trois variantes à cette approche pourraient être envisagées dans le cadre de la répartition des coûts : celle des bénéfices excédentaires par rapport aux coûts séparables, celle des bénéfices restants (SCRB) et celle des bénéfices restants ajustés (ASCRB).

Répartition proportionnelle aux bénéfices excédentaires par rapport aux coûts séparables imputés. Dans cette méthode (souvent appelée méthode des bénéfices nets) la proportion des coûts joints imputés à un service est calculée en divisant les bénéfices nets de ce service par le total des bénéfices nets. Le terme "bénéfice net" désigne les bénéfices générés par un service moins les coûts séparables d'un tel service.

Tandis que cette approche se fonde sur les bénéfices, elle ne prend pas en ligne de compte la possibilité qu'il puisse exister d'autres alternatives susceptibles de fournir le même service à un coût moindre. C'est ainsi que les coûts imputés à un service donné pourraient être supérieurs à ceux de la variante d'un projet à but unique la moins onéreuse de production du même service. Elle s'inscrit donc en faux contre le critère N°3. Dans ce cas il n'y aurait aucun encouragement pour les usagers d'un tel service à participer au projet.

Cette méthode est très facile à programmer sur micro-ordinateur et requiert relativement peu de données.

Répartition proportionnelle aux bénéfices restants. Le calcul des bénéfices restants se fait généralement en soustrayant les coûts séparables des coûts justifiables. Les coûts justifiables sont le minimum des bénéfices ou des coûts de la variante a but unique la moins onéreuse. Il existe deux variantes pour cette méthode: La méthode alternative des dépenses justifiables et la méthode des coûts séparables-bénéfices restants (SCRB). Dans la première méthode les coûts spécifiques sont déduits des

Répartition proportionnelle aux bénéfices restants ajustés

En 1977 Laughlin (1977) avait proposé un ajustement à la méthode SCRB, qui devenait ainsi la méthode des profits déduction faite des coûts séparables ajustés (ASCRB). Cette méthode se justifie par le fait qu'elle ajuste les coûts séparables pour refléter l'imputation d'une partie des économies de coûts (dues aux interactions entre les différents services du projet) aux coûts séparables. Ceci permet de tenir compte des avantages d'un projet multi-objectif par opposition à des projets à objectifs uniques et par conséquent des économies qu'un service du projet procure aux autres services. La méthode s'adapte donc pour ajuster l'iniquité de la formule des coûts séparables-bénéfices restants en utilisant un facteur de correction qui est fonction de ces économies de coût.

Le coût séparable de chaque service est multiplié par son coefficient de correction; ce qui réduit les bénéfices restants pour chacun des services et modifie le ratio des bénéfices restants. Les services fournissant le plus d'économies de coût sont imputés, déduction faite des coûts joints. Les coûts totaux imputés correspondent toujours à la somme des coûts séparables non-ajustés et des coûts joints imputés.

Cette méthode est très facile à programmer sur micro-ordinateur et requiert relativement peu de données. Le processus de répartition des coûts s'effectue en 5 étapes:

Calcul selon la méthode ASCRB

Etape 1: Calcul des coûts justifiables. Cette étape est identique à celle de la méthode SCRB.

Etape 2: Calcul du facteur d'ajustement. Le facteur d'ajustement est calculé en divisant le minimum de la somme des coûts justifiables des autres services ou les coûts totaux du projet moins les coûts séparables du service en question, plus les coûts justifiables du service en question par le coût total des services. Les coûts séparables seraient multipliés par le facteur d'ajustement.

coûts justifiables pour obtenir les bénéfices restants. Dans la deuxième méthode, ce sont les coûts séparables qui sont déduits des coûts justifiables. L'utilisation des coûts séparables est la plus équitable.

Le processus d'imputation des coûts (SCRB) s'effectue en 4 étapes selon la méthode de SCRB. La figure 6 représente un schéma opérationnel de la méthode.

Calcul des coûts séparables, bénéfices restants

Etape 1: Calcul des coûts Justifiables. Les coûts justifiables pour chaque service/ou pays correspondent aux bénéfices minima ou aux coûts de la variante à but unique la moins onéreuse, la valeur la plus faible étant choisie.

Etape 2: Calcul du Bénéfice restant. Les coûts séparables pour chaque service/ou pays devraient être soustraits des coûts justifiables. Le résultat serait le bénéfice restant à chaque service. Les coûts séparables pour chaque service ne seront probablement composés que des coûts spécifiques.

Etape 3: Calcul de la base d'imputation. La base d'imputation est déterminée par le ratio suivant:

Etape 4: Calcul du coût total imputé. Les coûts joints seront imputés aux différents services/ou pays en fonction de la base d'imputation. La somme du coût joint imputé à un service/ou pays et des coûts séparables à ce service/ou pays donne le coût total imputé.

Toutes les deux méthodes remplissent les critères d'efficacité économique. Toutefois il se pose un problème d'équité dans la mesure où les services ne sont pas crédités des économies qu'ils procurent aux autres services, d'où la nécessité d'ajuster la méthode.

Etape 3: Calcul des bénéfices restants. Les coûts séparables "ajustés" sont déduits des coûts justifiables en vue d'obtenir les bénéfices restants

Etape 4: Calcul de la base d'imputation. La clef présentera la fraction du paiement total par service ou par pays.

La méthode ASCRB présente une imputation des coûts quelque peu plus équitable et remplit les quatre critères énoncés. Par ailleurs, tout comme la méthode SCRB, la ASCRB est basée sur des bénéfices non marginaux ou totaux.

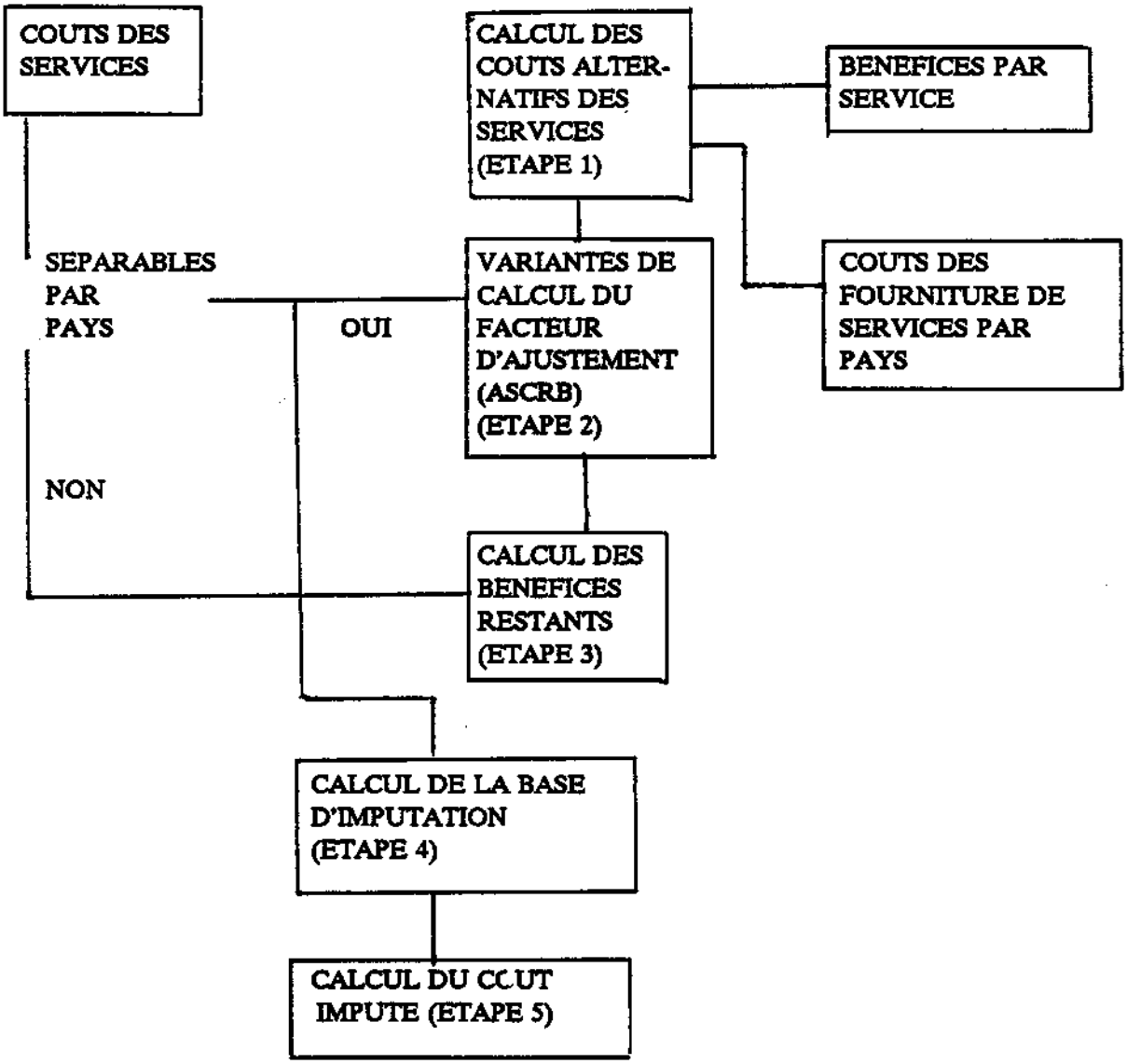

Figure 3: Répartition des coûts par les Méthodes ASCRB ou SCRB entre services/ou pays

Méthodes fondées sur le bénéfice marginal

Ces méthodes partent de l'hypothèse qu'on peut maximiser l'utilité collective U[S(1), S(i),..., S(I)] dérivée de l'utilisation des ouvrages communs et qui résulte de la satisfaction des besoins des usagers S(i) dans les pays concernés. Etant donné que la forme exacte des fonctions d'utilité est inconnue, voir même impossible à déterminer, la méthode part des transformations économiques marginales des quantités d'eau disponibles; c'est-à-dire l'optimisation du bénéfice économique escompté (gain au consommateur, plus value au producteur) de l'utilisation des aménagements. Autrement dit il s'agit de déterminer une structure des prix et quantités de service utilisées pour les différents niveaux de prix. Ce bénéfice peut être défini comme suit:

- j, l'indice des services à fournir par les aménagements j=1,2,...,J
- i, les différents usagers des services (ou pour plus de simplicité les pays)
- Q(j,i) la quantité du service j consommée par i i=1,2,...,I
- P(j,i) est le prix du service j dans le pays i
- $B(Q_{ij})i$ est le revenu ou bénéfice obtenu par i, dans le pays j, durant la période t.

Deux variantes à cette méthode peuvent être envisagées dans le cas de la répartition des coûts et charges du programme OMVS:

- La méthode de l'élasticité inverse
- La méthode de l'optimisation globale

La formulation mathématique de cette méthode suit:

$$\text{Max } \Sigma_t \, 1/(1+r)^t \;\; \Sigma_{ij} \, B(Q_{ij})_t$$

Etant donne, les contraintes physiques et économiques sur le projet et le système.

Deus variations peuvent être considérées : la méthode de l'élasticité inverse, et la méthode de l'optimisation totale.

Répartition selon l'élasticité inverse (IEP)

Tout changement dans l'utilisation d'un services j suite à un changement du prix de service dans un pays donné est déterminé par l'élasticité e(ij) du service j:

$$e(ij) = \frac{dQ(ij)}{Q(ij)} * \frac{P(ij)}{dP(ij)}$$ l'élasticité du service j dans i

L'élasticité est une mesure de la sensibilité de la demande aux variations de prix. Les demandes inélastiques sont très sensibles aux changements de prix (la quantité demandée varie très peu), tandis que les demandes élastiques sont relativement sensibles à ces fluctuations.

Ainsi pour chaque état de bénéfice B(i) on doit pouvoir établir un équilibre entre prix et quantités. Ces prix et quantités d'équilibre correspondent à des valeurs optimales (d'où l'appellation tarification optimale de la méthode).

La formalisation mathématique de la méthode est donnée par l'équation ci-dessus:

$$\underset{j}{\text{Max}}\ \Sigma_t\ \Sigma_i\ \{B_{ti}(Q_{ij}) = \{[\int_0^{qj} P_{ij}(Q_{ij}) - Cm(Q_{ij})]dQ_{ij} \text{ pour tous les t et i}\}$$

Sous contraintes que:

$$\Sigma_t\ 1/(1+r)^t\ \Sigma_i\ \Sigma_j\ P_{ij}Q_{ij} \geq \text{Coût total du projet}$$

$$\Sigma_t\ 1/(1+r)^t\ \Sigma_j\ P_{ij}Q_{ij} \geq \text{Coûts séparables}_j$$

$$\Sigma_t\ 1/(1+r)^t\ \Sigma_j\ P_{ij}Q_{ij} \leq \text{Coûts justifiables}_j$$

avec:

t = durée

r = taux d'actualisation

j= service

i= pays

Les résultats optimaux sont: P_{ij}^*, Q_{ij}^* pour tout i,j

Le coût total imputé à chaque pays est donné par: $\Sigma_j P_{ij}^* x Q_{ij}^*$ pour tout i.

La clef est donnée par $\Sigma_j P_{ij}^* Q_{ij}^*$/Coût total du projet pour chaque i

La fonction $P_{ij}(Q_{ij})$ est la plus difficile à obtenir. Par conséquent, en vue de l'application de cette méthode, les courbes de coûts marginaux et de demande pour chaque service doivent être connues. Ces courbes représentent la valeur du produit marginal des inputs ou la demande des consommateurs.

Les "prix" sont fondés sur la "le principe de l'élasticité inverse". A cet égard, il conviendrait de noter que le "prix" optimum pour un service diffère du coût marginal de ce service inversement à l'élasticité de la demande. Plus la demande pour un service est inélastique, plus le prix qui lui est fixé sera élevé. Les coûts séparables doivent être inclus dans les coûts marginaux du service ; le cas échéant, un subventionnement croisé pourrait intervenir. Le processus de répartition est décrit par la figure 4.

Etape 1&2: Estimation des courbes de demande. Des courbes de demande devront être établies sur la base d'estimations statistiques ou d'optimisation. Il existe deux approches permettant de déterminer les courbes de demande: l'approche statistique (économétrique) et l'approche fondée sur les comptes d'exploitation (optimisation). Tandis que la première nécessite des données sur la consommation des services à des coûts variables (ou prix de vente), la seconde requiert l'élaboration de compte d'exploitation pour les utilisateurs de ces services.

Etape 3: Optimisation. Une fois les courbes de demande connues ou estimées, les bénéfices totaux (la somme des gains aux consommateurs et aux producteurs) seraient maximisés sous réserve de la contrainte du remboursement des coûts des services. C'est là un problème d'optimisation non linéaire qui exige que les prix et quantités soient tous deux variables. Si les données indiquent que les coûts marginaux sont constants (ce qui est probable), les gains des consommateurs dans tous les services s'en retrouveraient maximisés (bien que ceci ne soit pas nécessairement le cas quand il s'agit d'un seul service). Un programme d'optimisation est utilisé pour déterminer les prix et les niveaux d'utilisation optimal pour un service donné dans chaque pays.

Etape 4: Détermination des prix et niveaux optimal des services. La méthode fixe des

prix (coûts d'opportunité) et des niveaux d'utilisation optimal des services. Les prix seront très élevés pour les courbes de demande dont la pente est raide, c'est-à-dire des courbes qui indiquent que la quantité de service consommée varie très peu en fonction des fluctuations de prix (demande inélastique). Les prix seront plus bas pour des courbes de demande plates, c'est-à-dire que la quantité de service consommée varie largement en fonction des fluctuations de prix. L'élasticité est donc une mesure de la sensibilité de la quantité achetée aux fluctuations des prix.

Etape 5: Imputation des coûts. Le coût total affecté à un seul service correspond au "prix" optimum multiplié par la quantité optimale. La clef est établie à partir de ces coûts de service affectés.

Cette méthode remplit les critères d'efficacité et d'équité.
Cependant, pour un seul et même service, la fixation de prix variant d'un pays à l'autre peut paraître inéquitable. Mais la tarification différentielle des services d'un projet est très fréquente dans le cadre des services publics.

Pour le calcul de la clef et pour l'élaboration de courbes de demande, cette méthode requiert une combinaison de programmes statistiques (TSP, SASS, etc..) et d'optimisation mathématique (avec des logiciels adaptés tels que LINDO, GAMS). Les données devront être transférées d'un programme à l'autre; ce qui exigerait de l'opérateur une certaine maîtrise des méthodes d'optimisation, des techniques de programmation et de l'analyse statistique.

Les besoins en matière de données pour la méthode de la l'élasticité inverse sont nettement plus importants que pour les méthodes précédemment utilisées dans le modèle FAMM. A cet égard il conviendrait d'élaborer un grand nombre de comptes d'exploitation agricole en vue de l'estimation de la valeur marginale de l'eau pour l'agriculture.

La navigation et l'énergie présentent des problèmes encore plus complexes. Les budgets prévisionnels des utilisateurs ou la disposition à payer relèvent beaucoup plus de la conjecture et sont basées sur des données moins brutes. Les services de l'énergie et de la navigation étant utilisés pour la culture irriguée, une tarification optimale devrait être

définie pour ces deux services. Les "prix" pour l'eau d'irrigation, pour l'eau d'irrigation et navigation et pour l'eau d'irrigation et énergie seraient interdépendants dans le modèle. Des contraintes supplémentaires sur l'un ou l'autre des "prix" seraient nécessaires pour obtenir une solution réalisable. Par conséquent, il conviendrait de générer toute une gamme de solutions possibles.

Des subventionnements croisés entre pays pourraient résulter de l'application de la tarification optimale au problème global de répartition des coûts. Par exemple, si un pays consommait la plus grande proportion de l'énergie produite tandis qu'un autre en faisait autant avec l'irrigation, le pays qui aura consommé l'énergie devrait se voir affecté une part du remboursement proportionnellement plus grande que celle du pays ayant utilisé l'eau d'irrigation.

Finalement, Les prix et les quantités optimales sont artificiels. Les usages dans chaque pays dépendent des conditions financières de ce pays. Les répartitions qui résultent de cette méthode représentent seulement des bénéfices marginaux et les coûts a des quantités optimales.

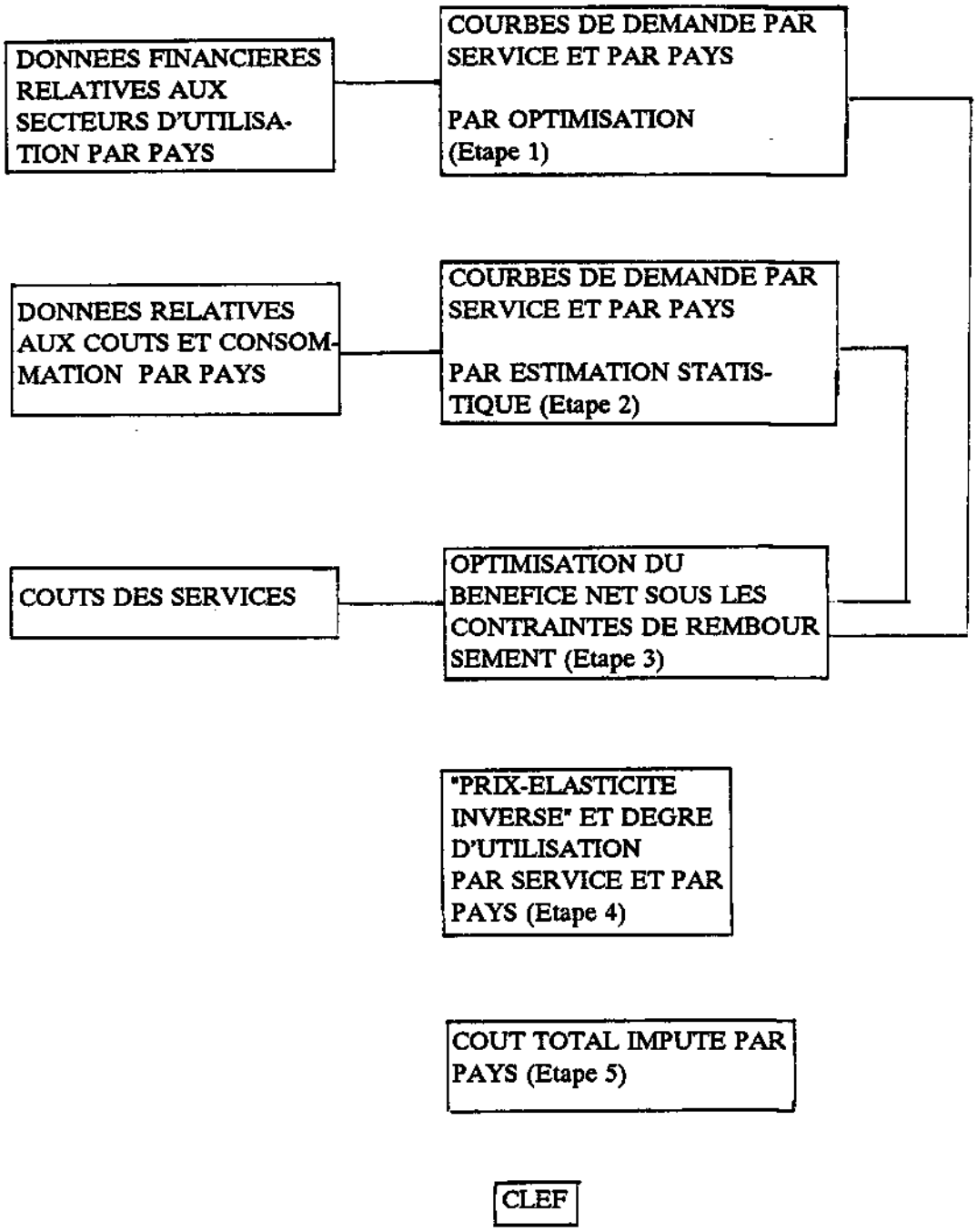

Figure 4: Répartition des coûts et charges par la méthode de l'Elasticité Inverse"

La méthode de l'Optimisation globale

Selon cette méthode, le modèle maximise le total des bénéfices nets et en déduit les prix des eaux. Ces prix constituent la valeur marginale de l'eau.

Toutefois, il serait impossible d'inclure toutes les années en vue dans un modèle d'optimisation pour les micro-ordinateurs et leurs logiciels. Ceux en existence ont des capacités limitées. Ainsi, il est nécessaire d'utiliser des données sommaires.

L'optimisation ainsi obtenue est fondée sur des valeurs moyennes des prix et des charges. Selon ces conditions moyennes, la valeur marginale de l'eau est pratiquement nulle. Ceci implique que le transfert de l'eau parmi les usagers ou des provisions additionnelles d'eau ne changeraient pas les bénéfices totaux. La Répartition des charges parmi les pays ne pourrait se baser sur de telles données.

D'autre part, et surtout pour les besoins de la Répartition des charges, le remboursement total des coûts du projet ne pourrait avoir lieu que si la somme des charges marginales inclue toutes les charges. Dans les cas de production commune, les coûts marginaux ne comprennent pas les lieux communs. Il faut ajouter au modèle une contrainte nécessitant le remboursement de toutes les charges. Cette contrainte produit un système de prix par élasticité inverse. Ces problèmes théoriques et pratiques à travers l'optimisation globale contre-indiquent le recours à de telles Méthodes.

Méthodes basées sur le bénéfice moyen

Il avait été demandé à l'équipe de USU de développer une méthode de répartition qui serait un compromis entre la méthode des Coûts Séparables Ajustés-Bénéfices Restants (ASCRB) et celle de l'élasticité inverse (IEP) afin de tenir compte des coûts marginaux tout en maintenant les exigences de programmation et les besoins en données à un minimum (comme dans la méthode ASCRB). La méthode ARB est une réponse à cette requête.

La répartition des coûts par la méthode des bénéfices moyens constitue donc un compromis entre la répartition des coûts par la méthode des bénéfices totaux et la répartition par la méthode de l'élasticité inverse. Le bénéfice moyen est une approximation du point médian de la courbe de la demande pour un service donné dans un pays bien déterminé[1]. Cependant, l'utilisation de cette valeur moyenne multipliée par la quantité de service utilisée pourrait ne pas donner suffisamment de revenus pour rembourser les coûts joints du projets. Par conséquent, le ratio du bénéfice moyen doit être utilisé que pour imputer les coûts joints entre les pays.

Il y a deux alternatives possibles pour effectuer cette imputation: Le rapport du bénéfice moyen pour un pays donné par le total des bénéfices moyens sera directement appliqué aux coûts joints, ou l'utilisation de ce rapport pour ajuster les bénéfices restants comme dans la méthode ASCRB.

Tandis que toutes les deux alternatives reflètent la valeur marginale de l'utilisation des services dans chaque pays, aucune d'elles ne garantit que les critères d'efficacité économique (Coûts imputés inférieurs ou égaux aux bénéfices restants) sont satisfaits. La figure 5 représente le diagramme schématique des deux alternatives de répartition des coûts par la méthode des bénéfices moyens.

Calcul par la méthode des bénéfices moyens

Etape 1: Calcul des coûts justifiables. Cette étape est identique à celle de la méthode SCRB.

Etape 2: Calcul des Bénéfices restants. Tout comme avec les méthodes SCRB et ASCRB , les coûts séparables sont déduits du total des coûts justifiables pour obtenir les bénéfices restants.

---

[1] Pour une fonction de demande linéaire, le bénéfice moyen se situe au point médian de la courbe de demande. Pour une courbe de demande non linéaire, il ne constitue qu'une approximation

Etape 3: Calcul du bénéfice moyen. Le bénéfice moyen est calculé en divisant le bénéfice total par le taux d'utilisation du service. Les services ayant enregistré les bénéfices moyens les plus élevés se verraient alors affecter une part plus importante des coûts totaux du service.

Etape 4: Imputation des coûts joints aux services/ou aux pays. Un test d'efficacité économique serait incorporé dans cette méthode: Si l'imputation échoue au test d'efficacité pour un service/ou un pays donné, le maximum d'imputation sera fait à ce pays (c'est-à-dire Coût Joint Imputé= Bénéfice Restant) le reste des coûts joints sera imputé aux autres services/ou pays. La procédure sera itérative et l'on continue les itérations jusqu'à ce que la totalité des coûts joints soit imputée.

Alternative 1: Les coûts joints sont multipliés par le ratio du bénéfice moyen pour un service/ou un pays.

Alternative 2: Le ratio du bénéfice moyen par le total des bénéfices moyens sera utilisé pour ajuster les bénéfices restants dans la méthode ASCRB.

Etape 5: Calcul du coût total imputé. (idem méthode ASCRB)

Etape 6: Détermination de la clef. La clef s'obtiendrait de la même manière qu'avec les méthodes SCRB et ASCRB.

Quelque soit la méthode choisie, une plus grande portion des coûts des services seront imputés aux pays ayant le plus grand bénéfice restant. La clef devra refléter, dans une certaine mesure, la valeur marginale des services dans chaque pays. La différence entre la clef déterminée par cette méthode et celle déterminée par la méthode ASCRB dépend des coûts et bénéfices spécifiques du projet.

La méthode des bénéfices moyens peut être programmée avec un modèle informatique d'utilisation simple. Tous les calculs, y compris celui de la clef peuvent être effectués dans un seul modèle. Les données requises seront identiques à celles du premier modèle FAMM.

Les besoins en matière se données sont les mêmes que pour la méthode ASCRB. Cependant, la programmation d'un modèle de répartition des coûts et charges sur base de

cette méthode sera un peu plus difficile, eu égard aux mécanismes de feedback pour comparer les coûts imputés aux coûts justifiables.

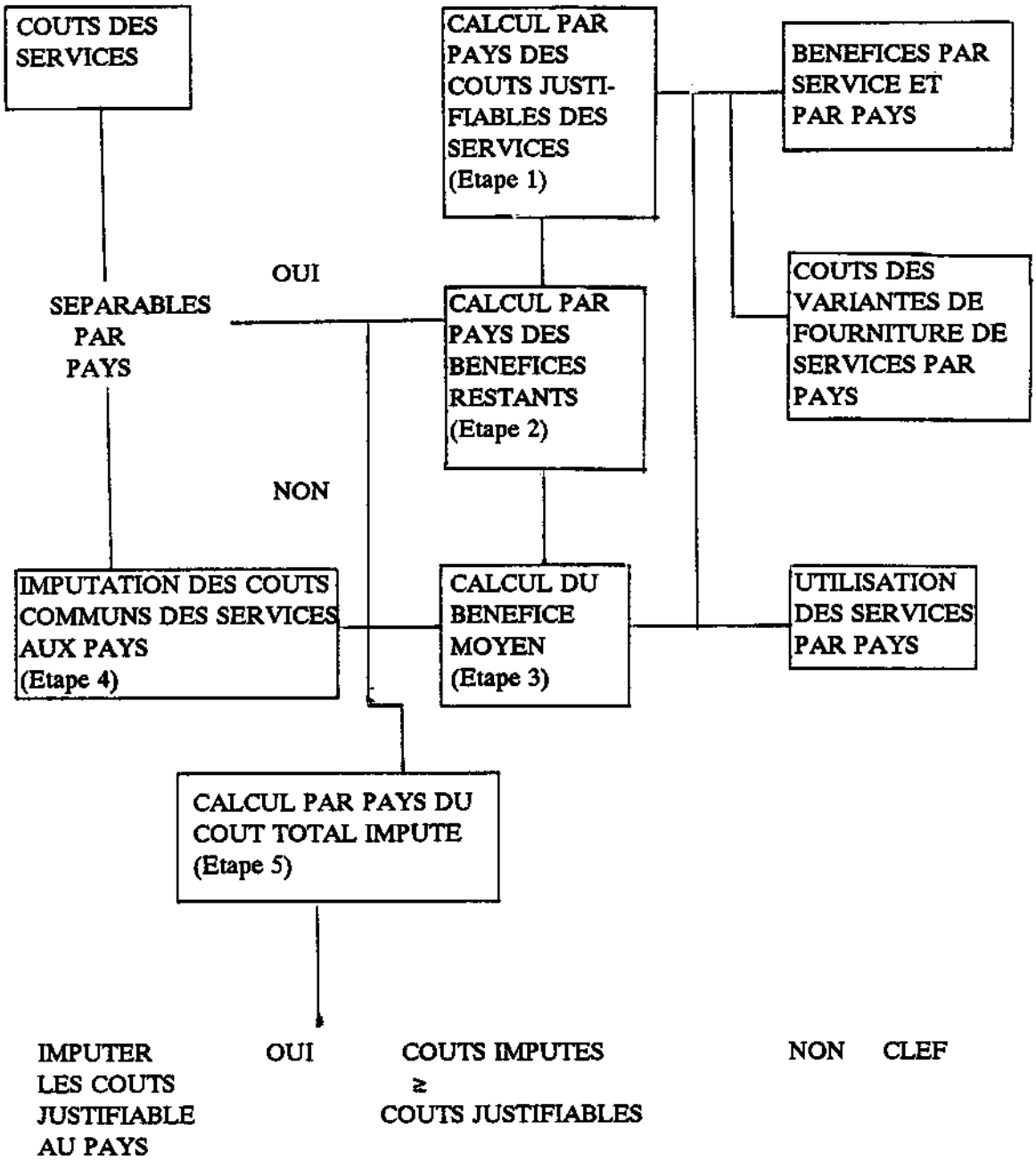

Figure 5: Répartition des coûts aux services/ou pays par la méthode des bénéfices moyens

TABLEAU 3: AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DIFFERENTES METHODES

METHODES DE REPARTITION	AVANTAGES	INCONVENIENTS
UTILISATION DES AMENAGEMENTS - Egale entre les secteurs - Proportionnelle au degré d'utilisation des aménagements - Priorités	• Simple à programmer • Ne requiert aucune compétence particulière de la part de l'utilisateur • Nécessite une base de données minimales.	• Economiquement inefficace • Inéquitable et ne tient pas compte des différences de bénéfices entre utilisateurs • Ne tient pas compte des bénéfices et coûts marginaux
BENEFICE TOTAL - Bénéfice net - Dépenses Justifiables - SCRB -ASCRB	• Très facile à programmer • Possibilité de rendre son modèle de base très simple et d'utilisation facile • Requiert un minimum de données • Satisfait les critères d'efficacité économique • Conforme aux méthodes de répartition précédemment utilisées • Mêmes avantages que SCRB et en plus équitable	• Economiquement inefficace et inéquitable • Ne tient pas compte des bénéfices et coûts marginaux • SCRB n'est pas équitable (totalité des économies portée en crédit des coûts communs) • Problèmes d'équité et de subventionnement croisés • Non basée sur des valeurs marginales
BENEFICE MOYEN (ARB)	• Prend partiellement en compte les bénéfices marginaux • Peut être un modèle simple d'utilisation • Requiert un minimum de données	• Peut échouer aux tests d'efficacité • Néglige la plupart du temps les coûts marginaux
BENEFICE MARGINAL -(IEP)	• Théoriquement efficace sur le plan économique • Prend en ligne de compte les bénéfices et coûts marginaux • Equitable	• Ne peut pas être inclu dans un seul modèle qui serait simple d'utilisation • Requiert une bonne connaissance des théories d'optimisation et de programmation • Ne convient pas à la répartition des coûts et charges
OPTIMISATION GLOBALE	• Economiquement efficace et équitable • Tient compte des bénéfices et coûts marginaux	• Très difficile à programmer sur micro-ordinateurs • Nécessite une base de données très extensive • N'assure pas un repaiement total • Problème de dimensionnalité

A cet égard, il est important de garder à l'esprit qu'un modèle de répartition des coûts n'est pas destiné à déterminer des tarifs spécifiques pour les services d'un projets à quelque moment que ce soit dans le temps. Son objet n'est autre que de définir la charge globale du remboursement pour chacun des pays concernés.

CONCLUSION

L'efficacité économique, l'équité et la facilité de programmation sont les critères à considérer pour la sélection d'une option. A cette fin le Tableau 02 présente la liste des avantages et des inconvénients de chaque méthode.

Mais au vu de ce qui précède, nous ne saurions recommander que la méthode ASCRB parce que:

1. Elle est consistante avec la méthode qui a été choisie par le Conseil des Ministres pour la répartition des coûts et charges entre les services;
2. Elle n'échoue jamais aux tests d'efficacité économique et d'équité;
3. Elle est facile à programmer et à utiliser sur microordinateurs PC.

ANNEXE III - LE MODELE FAMM

Le modèle FAMM a trois objectifs fondamentaux qui sont le calcul d'une clé de répartition des coûts et charges des ouvrages communs entre les services du programme (Irrigation, Energie et Navigation) d'une part, et entre les états-membres, d'autre part, afin d'affecter de façon équitable les obligations de remboursement du service de la dette aux les états-membres, la détermination des "droits d'usage" de l'eau pour l'irrigation, pour la production d'énergie et pour la navigation afin de faire supporter par chaque service les coûts et charges qui lui sont imputables, et l'élaboration d'une méthode de gestion de la dette de l'OMVS permettant une certaine prévision notamment pendant les premières années d'exploitation des ouvrages.

La suite de ce rapport procède à la présentation du modèle, à son évaluation eu égard aux objectifs, et aux solutions proposées pour sa re-programmation.

Description du Modèle FAMM

Le Modèle original FAMM

Méthode et Support Informatique. Le modèle FAMM fut à l'origine un programme informatique mis au point en vue de l'application de la méthode ASCRB au programme de développement du Bassin du fleuve Sénégal. Le modèle était programmé en FORTRAN pour être utilisé à l'USU sur ordinateurs IBM et Digital Vax Mainframe (grands systèmes). Trois services furent alors étudiés : l'irrigation, l'énergie et la navigation. Le modèle fait l'objet d'une description exhaustive dans le rapport n°1 (USU, 1978).

Base de Données. Pour les besoins de calcul des bénéfices une combinaison de plusieurs méthodes fût adoptée. C'est ainsi que la méthode 4 (celle des revenus primaires nets) fut choisie pour le secteur agricole, tandis que la méthode 3 (celle des coûts des variantes) a été utilisée pour l'énergie et la navigation, dans la mesure où peu

d'informations étaient disponibles sur les comptes d'exploitation des usagers ou secteurs d'utilisation ainsi que sur leur disposition à payer les services du projet.

Les données utilisées par le modèle furent collectées à partir d'un certain nombre de publications ainsi qu'au cours de visite sur le terrain (périmètres et stations de recherche) dans le bassin du fleuve Sénégal. L'ensemble des données fut converti en valeur économiques sur la base d'informations publiées par le F.M.I et par d'autres sources sur les cours mondiaux. Il conviendrait également de noter que le modèle prenait en ligne de compte la période de la crue artificielle et les bénéfices de l'irrigation furent ajustés pour tenir compte de ladite crue pendant la période de transition.

Les coûts de la main d'oeuvre dans le bassin du fleuve Sénégal furent évalués en fonction du revenu annuel moyen de l'ouvrier agricole non qualifié comme le suggérait Gittinger (1974 et 1982). Toutes les valeurs furent calculées sur la base du taux d'échange entre le dollars US et le franc CFA, et aucune tentative allant dans le sens d'un ajustement monétaire n'a été faite.

Ces données furent examinées et acceptées par le Conseil des Ministres de l'OMVS en 1977. Par ailleurs, du fait de l'agrégation des données, aucune variation n'aura été enregistrée au niveau des bénéfices moyens de l'irrigation pour les différents types d'exploitations agricoles (petits et grands périmètres). Les variations enregistrées au niveau des bénéfices agricoles des pays et telles qu'elles apparaissent dans le modèle résultaient des superficies aménagées et du rapport entre grands et petits périmètres. Les coûts de transport et de transmission de l'énergie furent calculés. L'examen de ces données a conduit à la conclusion que les bénéfices moyens des services de l'énergie et de la navigation ne devraient accuser que de faibles variations. Au vu de ce qui précède, il n'était nullement besoin de considérer les différences qui existent entre les régions situées le long du fleuve.

Une étude hydrologique approfondie du fleuve Sénégal (Rapport 1, USU 1978) a démontré que des approvisionnements moyens en eau suffiraient pour satisfaire l'ensemble des besoins, avec toutefois la contrainte d'une provision temporaire pour une forte crue

artificielle pendant les périodes d'étiage. A cet égard, il n'était pas nécessaire non plus d'inclure explicitement un bilan hydraulique dans le modèle FAMM.

Les coûts du service de la dette contractée dans le cadre du projet ont été pris en compte et des taux d'intérêt réels ont été utilisés. Par ailleurs, tandis que ces taux d'intérêt semblent souvent divergents de ceux pratiqués sur le marché mondial, il était clairement stipulé que les prêts ne sauraient être utilisés pour l'exécution d'autres variantes. Aucun effet n'était anticipé sur les marchés financiers des trois pays et le coût d'opportunité des prêts correspondait au taux d'intérêt appliqué par tous.

Tous les coûts et bénéfices ont été actualisés aux conditions économiques de 1977, soit un taux de (10 %). Le taux d'actualisation fut étudié et approuvé par le Conseil des Ministres de l'OMVS.

Première mise à jour du modèle FAMM

En 1982, le Conseil des Ministres de l'OMVS formulait une requête aux termes de laquelle il souhaitait que le programme soit rendu opérationnel à Dakar et que la base de données soit améliorée.

Changement de support informatique. C'est ainsi que des ordinateurs "Digital" P.D.P 11/23 furent mis à la disposition de l'OMVS par l'USU. Le modèle FAMM fut reprogrammé en Fortran DEC. Les algorithmes de base et les procédures de répartition des coûts et charges n'avaient pas été modifiés. Une description complète du modèle et de son guide est présentée dans le rapport 6 (USU, 1984, Volume II, guide de l'utilisateur).

Extension de la base de donnée. Au cours de cette re-programmation le modèle fut élargi pour inclure les coûts environnementaux et un module de gestion des prêts. Ce dernier avait pour fonction de déterminer l'échéancier de paiement des intérêts liés à chaque prêt de l'OMVS. Ces charges d'intérêt étaient utilisées dans le processus de répartition des coûts et charges. L'objet du module de gestion des prêts n'était nullement d'effectuer la comptabilité de l'OMVS. Il fut quand même utilisé dans le calcul des soldes

et coûts des prêts. Il est à noter que ces soldes étaient basés sur "des redevances moyennes". Il conviendrait également de noter à cet égard que l'analyse était économique et non financière.

Les coûts liés au problème de l'environnement proviennent de publications et de contacts personnels avec Gannett Flemming (1979). La plupart des coûts mentionnés dans cette étude étaient qualitatifs et ne pouvaient être utilisés dans le modèle FAMM. Une estimation a été faite relativement aux pertes occasionnées par le déboisement, la dégradation enregistrée au niveau des ressources halieutiques, et le déplacement des villages. Par ailleurs, les coûts relatifs aux autres aspects environnementaux tels les coûts sociaux et les coûts liés à la santé ne pouvaient être estimés et par conséquent, ne furent pas incorporés dans le modèle FAMM.

L'utilisateur du modèle avait la possibilité de faire varier le taux d'actualisation et au cas où il omettait de spécifier un taux d'actualisation bien déterminé celui de 5% intervenait automatiquement.

Les données utilisées par le modèle avaient été étudiées et approuvées par le personnel de l'OMVS au cours de la re-programmation du modèle en 1983 et 1984 à Dakar.

Le nouveau modèle FAMM était conçu de manière à présenter la plus grande flexibilité et comprenait 12 modules dont la plupart nécessitait une intervention de l'opérateur. Les résultats de chaque module pouvaient être étudiés séparément. Le modèle présentait la possibilité de faire varier les hypothèses quant aux rythmes d'aménagements et aux retards enregistrés en matière de construction, à la distribution de l'eau d'irrigation, à l'énergie hydro-électrique et à la navigation. La structure du modèle est telle que l'opérateur doit être assez versé dans les méthodes de répartition des coûts et charges et de programmation.

Deuxième mise à jour du modèle FAMM

Affinement de la base de données. Une autre amélioration du modèle FAMM fut financée en 1986 par le PNUD (Rapport 7[Utah State University, 1987]). Les coûts utilisés dans le modèle affiné étaient fondés sur les données présentées dans d'autres publications et sur des données de base recueillies pour les besoins de l'étude. Elle comprenait la plupart des données tirées des diverses publications (Beauchemin 1985; GIBB/EDF/EC, rapport 1 et 2, 1987; Groupement Manantali 1985; Ministère du Développement Rural, République du Sénégal 1986). Dans le secteur agricole les coûts et prix provenaient de différentes sources. Ces données n'étaient pas tout à fait différentes de celles utilisées dans le rapport 6 au moment. Tous les autres prix et coûts étaient alors réajustés par rapport au cours mondiaux (chaque fois que de besoin). Toutes les données utilisées dans les rapports 6 et 7 ont été examinées et approuvées par le personnel de l'OMVS en 1986.

Cependant cette nouvelle base de données n'avait pas été utilisée dans le re-calcul de la clef en 1986.

Procédures de Répartition des Coûts dans le Modèle FAMM

Dans le modèle FAMM, la répartition des coûts et charges était fondée sur des valeurs moyennes. L'imputation des coûts des ouvrages communs aux services était faite sur base de la méthode ASCRB. L'imputation des coûts des services aux pays était fonction du degré d'utilisation dédits services. Par conséquent la détermination de la clef se fondait également sur des valeurs moyennes. Cependant, l'application des redevances moyennes comme base de tarification fût rejetée.

La figure 6 représente un diagramme schématique de la méthodologie de répartition des coûts et charges dans le modèle FAMM. Il est base sur la description de la méthode ASCRB présentée dans l'annexe III.

Etape 1. Pour chaque service les bénéfices et les coûts des variantes ont été comparés pour obtenir les coûts justifiables .

Etape 2. Ensuite les coûts séparables ont été déduits des coûts justifiables.

Etape 3. Un coefficient d'ajustement a été appliqué aux coûts séparables et les bénéfices restants qui en ont résulté furent utilisés pour calculer la base d'imputation. Cette base fut utilisée pour imputer les coûts des ouvrages aux différents services.

Etape 4. Une fois que les coûts auront été imputés à chacun des trois services, une redevance moyenne par unité de service est calculée pour chaque service en divisant la valeur courante des coûts imputés par le taux d'utilisation de chaque service. La définition de ces redevances est assez limitée. Elles correspondent aux coûts moyens de chaque service. Ce calcul des redevances n'inférait nullement leur application par une agence de gestion commune ou d'un pays déterminé.

Etape 5. Chaque unité de "redevance" était multipliée par le taux annuel d'utilisation prévue de ce service par chaque pays . Le quota de chaque pays dans le cadre du remboursement de la dette fut alors déterminé en additionnant l'ensemble des obligations de remboursement pour chacun des services utilisés par ce pays. L'hypothèse des bénéfices moyens et constants générés par les services remplit les conditions de recours à la méthode d'imputation des coûts sur la base "du taux d'utilisation des aménagements" (méthode identifiée dans le mémorandum d'accord de 1954 op.cit). Le quota global de chaque pays dans le cadre du remboursement de la dette fut établi et exposé dans la clef".

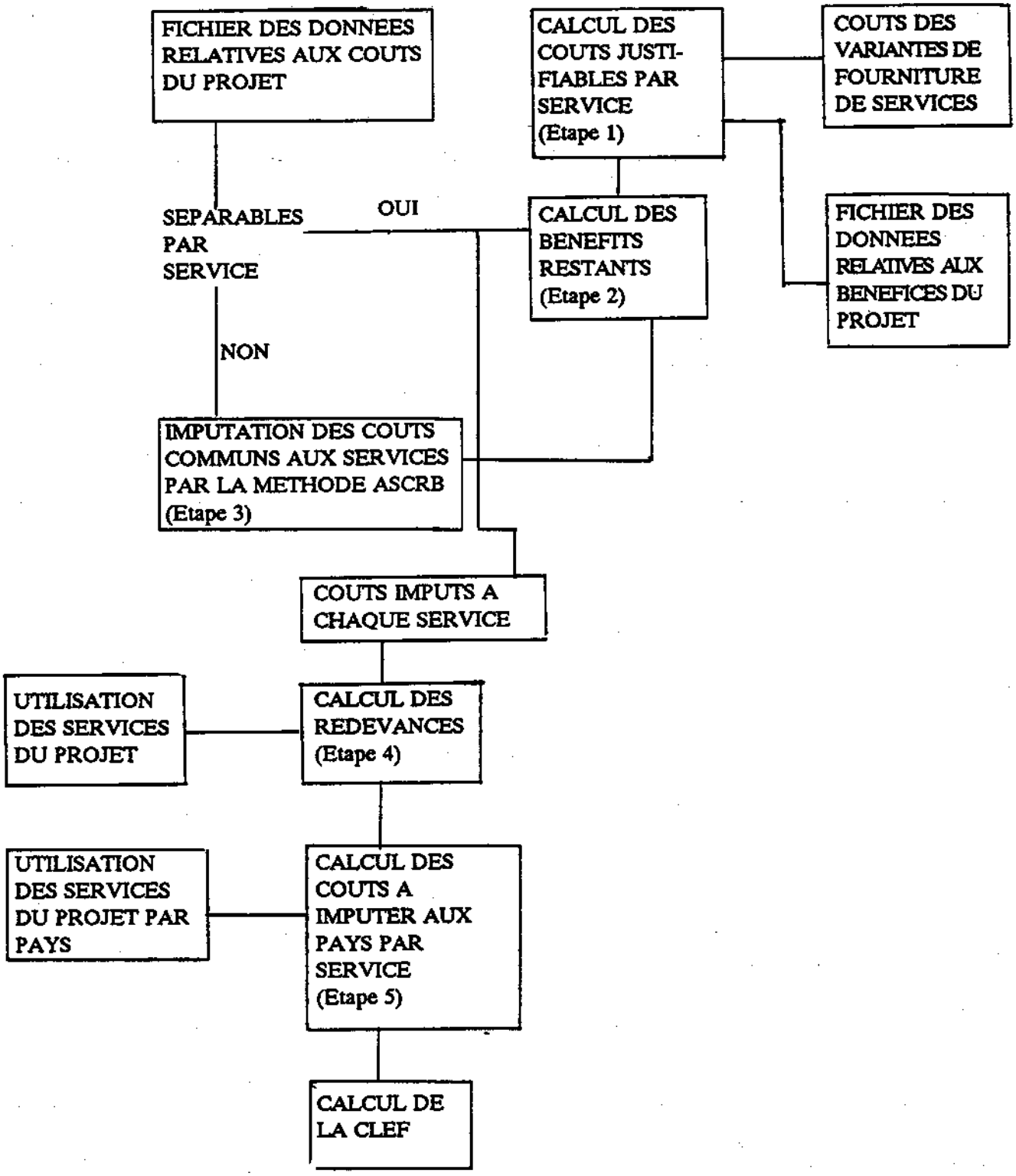

Figure 6: Le modèle FAMM

CRITIQUES DU MODELE FAMM

S'il est vrai que les trois objectifs précités du modèle (détermination d'une clé, de "droits d'usage indicatifs" et d'une méthode de gestion de la dette) ont été partiellement atteints, il n'en demeure pas moins vrai que beaucoup de choses restent à faire. Ceci eu égard aux faiblesses et critiques du modèle. Ces dernières qui émanent essentiellement de l'analyse faite par GIBB/EDF/EC (Rapport de démarrage, 1986) sont exposées ci-dessous:

- *Le modèle ne s'appliquait pas à la situation réelle et le module de comptabilité ne pouvait s'appliquer que dans un contexte macro-économique.* Cette observation est correcte. Le modèle était destiné à la répartition des coûts et charges sur une base économique. La fonction de "gestion des prêts" du modèle FAMM n'a été utilisée que pour déterminer les charges d'intérêt résultant des prêts. Elle n'était pas destinée à servir de modèle de comptabilité pour les besoins de l'OMVS. Cependant, la nature du module de "gestion des prêts" n'avait pas été clairement explicitée dans le guide de l'utilisateur. Il en a résulté une interprétation erronée des utilisations possibles du modèle.
- *Les explications contenues dans le guide de l'utilisateur étaient difficiles à comprendre et le modèle lui-même n'était pas d'utilisation facile.* Ces critiques sont pertinentes. Cependant, les problèmes rencontrés résultent des contraintes inhérentes aux objectifs de programmation du modèle.

Dans le souci d'être le plus exhaustif possible, l'objectif du guide de l'utilisateur était non seulement de fournir une théorie de la répartition des coûts et charges et un mode d'utilisation du modèle, mais aussi de présenter une étude approfondie de la programmation Fortran; objectif bien ambitieux qui allait malheureusement s'avérer trop long et trop complexe pour des utilisateurs insuffisamment formés et ne maîtrisant ni les procédures de répartition des coûts et charges, ni les techniques de programmation. S e voulant à la fois exhaustif et flexible, le modèle a tenté d'intégrer une gamme assez variée de scénarios grâce à un ensemble de modules; ce qui naturellement exigeait des transferts

de données d'un module à l'autre et par conséquent nécessitait une certaine compétence de la part de l'utilisateur.

Par ailleurs, il est à noter que la programmation avait omis de fournir des instructions simples en français et que certains des fichiers n'avaient pas de titres. La complexité du modèle FAMM conjuguée avec la trop grande mobilité du personnel de l'OMVS affecté au projet de "Répartition des Coûts et des Charges" a fait que le modèle aura été moins utile à l'OMVS qu'initialement prévu.

- *Le modèle ne permettait pas un calcul continu de la clef.* Par ailleurs, le modèle ne contenait pas de directions ou de menus en français. La complexité du modèle FAMM conjugués avec la trop grande mobilité du personnel de l'OMVS affecte au projet de "Répartition des coûts et des charges" a fait que le modèle aura été moins utile qu'initialement prévu par OMVS.
- *La clef fut calculée séparément du modèle et exigeait de l'utilisateur une saisie manuelle des données.* L'observation est pertinente et à cet égard.
- *Le modèle FAMM ne comportait explicitement aucune composante hydraulique explicite.* Les études hydrologiques effectuées par Utah State University, GIBB/EDF/EC, ORSTOM et d'autres indiquaient que la moyenne annuelle prévue pour la ressource en eau rendue disponible par le projet serait suffisante pour satisfaire les besoins de tous les services dans leur exploitation maximale. Il est à noter que des exceptions peuvent se produire de temps à autre pendant la période au cours de laquelle d'importantes crues artificielles sont opérées. Par ailleurs, dans la mesure où le modèle FAMM ne tient compte que des estimations de valeurs moyennes, les contraintes en matière d'utilisation de la ressource en eau apparaissent plutôt sans grande portée.

- *Impacts micro-économiques des obligations de remboursement.* La critique généralement formulée à l'endroit du modèle FAMM est qu'il ne tient pas compte des impacts micro des obligations de remboursement ainsi que de la capacité des usagers à faire face à ces obligations. Comme nous l'avions signalé tout au début, la répartition des coûts et charges ne relève pas de l'analyse financière mais de l'analyse économique. Cependant bien que la répartition des coûts et charges n'a pas pour objectif de fixer des tarifs, la détermination de la capacité des usagers à payer les services du projet est d'une importance capitale, a cause des difficultés financières et la crise économique auxquelles sont confrontés les états-membres.

Une analyse micro-économique avait été effectuée par GIBB/EDF/EC (1987) à la demande de l'OMVS pour la phase initiale du projet. Les tarifs utilisés dans cette analyse ont été calculés sur la base de données financières disponibles ou estimées et sur la base d'hypothèses de développement pour chaque pays. Il ressort de cette analyse qu'un tarif unique était appliqué à chaque unité de service. A première vue, l'analyse micro-économique semble être bien fondée, mais elle ne couvre que les deux premières décennies du projet.

RE-PROGRAMMATION DU MODELE FAMM

Afin de pallier aux faiblesses du modèle et de l'adapter à l'évolution socio-économique du bassin, un certain nombre de solutions sont proposées à travers sa re-programmation. Ces solutions sont exposées ci-dessus:

1. *Méthode et support informatique.* On propose que le modèle utilisera la méthode "Coûts Séparables Ajustés-Bénéfices Restants" (ASCRB). Cette méthode est considérée comme étant celle qui permet à la fois une répartition plus équitable des coûts communs et une programmation plus flexible sur micro-ordinateur.

   Le nouveau langage de programmation (le C) devra permettre une plus grande

facilité de traitement et une refonte de la structure du modèle via une série de "menus" pour permettre à l'utilisateur de choisir ses options.

En outre le modèle va être reprogrammé pour fonctionner avec un Menu en Français et pour être d'utilisation plus facile; ce qui devrait permettre une plus grande utilisation du modèle à l'OMVS et dans les états-membres. A cet égard, un nouveau guide de l'utilisateur sera élaboré pour faciliter l'utilisation du programme. Par ailleurs, dans la mesure où les PDP 11/23 ne sont plus opérationnels, des PC-IBM système 2 ont été mis à la disposition de l'OMVS. Le nouveau modèle FAMM sera donc reprogrammé en vue de son utilisation sur ledits PC, qui, du reste sont compatibles avec l'équipement disponible à l'OMVS.

2. *Extension du modèle.*

Bilan Hydrologique. Un bilan hydraulique explicite sera incorporé au modèle. Un tel bilan prendra en considération les lâchures du barrage de Manantali, les dérivations le long du fleuve, les utilisations consommatrices, les écoulements restitués et les écoulements des zones amont vers les régions situées en aval. Le modèle sera basé sur les valeurs moyennes annuelles pour rester conséquent avec le reste de l'approche en matière de répartition des coûts. A cet égard, il ne semble pas, comme l'indique le rapport GIBB/EDF/EC (1987) que la disponibilité moyenne annuelle de la ressource en eau puisse constituer une contrainte pour les services.

Nouveaux Secteurs. Il est à noter que le nouveau modèle prendra en ligne de compte les nouveaux secteurs d'utilisation de l'eau rendus possibles par les aménagements, tels que les municipalités et les industries, ainsi que les autres utilisations de l'énergie. Le modèle procédera également à une catégorisation des régions ainsi que des différents types d'exploitations agricoles. Les données relatives à la production animale seront ré-étudiées.

Les modèles financiers. Le modèle à mettre au point en phase II du projet devrait comporter deux principaux modules (ou sous-modèles): un module micro et un module de "gestion des prêts".

3. *Le modèle micro-économique.* Le niveau décisionnel pour lequel le modèle micro-économique aura été élaboré revêt une importance capitale. Cependant, la structure fondamentale des approches possibles en matière de modélisation nécessite une étude préliminaire. A cette fin deux approches seront étudiées:

L'analyse micro-économique proposée dans le cadre de ce rapport se fonde sur la capacité de l'usager à payer les services qu'il utilise. La méthode de tarification optimale qui utilise des données financières constitue à cet égard un choix évident en matière d'approche à la modélisation. Cette approche requiert que des courbes de demande et de coûts marginaux soient connues ou estimées pour les bénéficiaires de chaque service. La maximisation des gains à la consommation et à la production, soumise aux contraintes de remboursement constituerait une approche adéquate à l'optimisation et à la détermination des tarifs et des taux d'utilisation des services.

Là où les usagers se trouveraient dans l'impossibilité de faire face aux contraintes de remboursement, toute tentative de solution serait vouée à l'échec. Les conditions de remboursement devraient être adoucies jusqu'à ce que les usagers soient en mesure de payer les coûts imputés. Dans le même temps, il conviendrait d'encourager les mesures d'incitation à la performance et à l'utilisation des services. L'objet de la présente approche est d'aider à identifier les tarifs et les taux d'utilisation optimaux pour chaque service et pour chaque pays.

Une seconde approche à l'analyse micro-économique serait basée sur une approche globale de la comptabilité. Ladite approche sera ad hoc. Les tarifs seraient calculés sur la base des comptes d'exploitation des usagers ou des coûts des variantes permettant de fournir le même service (tel que décrit GIBB/EDF/EC.,1987). Un modèle informatisé qui permettrait de résoudre les problèmes de tarification de manière itérative pourrait être élaboré et constituerait une approximation de l'élasticité inverse.

Avec une approche globale, impliquant l'ensemble des pays concernés, il conviendrait d'établir des courbes de demande et de coûts pour chaque service dans chacun des

états-membres. Cela demanderait des données beaucoup plus détaillées et l'analyse refléterait les conditions locales.

Les contraintes d'ordre institutionnel, telle que la politique des prix pourraient faire l'objet d'une analyse. L'approche initiale peut étudier un ensemble limité de contraintes financières.

4. *Le modèle de gestion des prêts.* La deuxième partie de l'analyse, traite du module de gestion des prêts, module identique à celui élaboré pour le modèle FAMM (1983-1984), mais il n'utiliserait que des données financières (Pour une description du module de gestion des prêts, cf. Rapport N°6, Utah State University, 1984). En outre, il se prêterait à la détermination des conditions de remboursement des prêts pour toute période prise en considération. La différence qui existe entre ces conditions et les recettes générées à partir du modèle micro- économique déterminerait les contributions de chaque pays. Les différentes parties de ces contributions devant être considérées comme "des dépenses d'infrastructure économique et sociale" ainsi que la partie considérée comme subvention directe devraient faire l'objet d'une décision au niveau de chaque état-membre.

Quelle que soit l'approche choisie, il n'est pas certain que les premiers modèles soient "d'utilisation simple". Les précisions nécessaires à l'analyse ainsi que le mode de programmation requis seront complexes.

BIBLIOGRAPHIE

Beauchemin Beaton Lapointe - Swan Wooster. 1985. **Organisation Pour La Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS). Navigation project description.**

Gannett - Flemming. 1979. **Assessment of environmental effects of the proposed developments in the Senegal River Basin,** Final Report.

Gibb & Partners, Electricité de France International, and Euroconsult. 1986. **Etude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS, Rapport de démarrage.**

Gibb & Partners, Electricité de France International, and Euroconsult. 1986. **Etude de la gestion des ouvrages communs de L'OMVS, Rapport 3, 2D, English summary of report.**

Gittinger, J. Price. 1982. **Economic analysis of agricultural projects,** 2nd ed., Economic Development Institute of the World Bank.

_____. 1974. **Economic analysis of agricultural projects,** 1st ed., Economic Development Institute of the World Bank.

Groupement Manantali, 1985. **Centrale hydroélectrique de Manantali.** Edition Provisoire.

_____, 1979. **Etude d'exécution du barrage de Manantali.**

Keith, J. E. and T. F. Glover. 1988. **Secondary impacts and benefits of water reallocations in the Snake River Basion of Idaho.** Idaho Water Resources Research Institute, University of Idaho.

Laughlin, J. C. 1977. **The efficiency and equity of cost allocation methodes for multipurpose water projects.** Water Resources Research, Vol. 13, No. 1.

Ministère du Développement Rural, République du Sénégal. 1986. **Etude du secteur agricole.**

RONCO Consulting Corporation, 1987. **Planning for development options in the Gambia River Basin.**

Utah State University, 1986. **Report 7. Scenarios for cost allocation revisions based on new data.** Provisional Edition.

_____, 1984. **Report 6. Fiscal allocation responsibility: Senegal River Basin.**

_____, 1978. **Report 1. Cost allocation alternatives for the**
Alternative Costs

DEFINITIONS

Efficacité économique: Ce concept décrit le niveau et la structure des prix, tel que les bénéfices marginaux soient égaux aux coûts marginaux. Ainsi les bénéfices sont maximaux. Pour divers projets d'eau, l'efficacité économique est mesurée globalement par le rapport bénéfices/coûts.

Le mouvement des charges: Une série de valeurs des coûts sur une période de temps, pouvant atteindre plusieurs années.

Le mouvement des bénéfices: Une série de valeurs des bénéfices sur une perfide de temps, pouvant atteindre plusieurs années.

Les services: Les produits ou les résultats d'un projet de développement, tel les fournitures d'eau pour l'irrigation, l'hydroélectricité, et la navigation.

Les secteurs d'usage (ou secteurs économiques): Le marché d'un service (tel l'énergie électrique) assuré par le projet.

Les coûts specifiques: Les coûts des inputs physiques requis exclusivement par un service particulier (par exemple, les canaux pour l'irrigation, ou les turbines et les câbles pour l). Tous les coûts associes au barrage de Diama sont specifiques puisqu'ils se rattachent a la fourniture d'eau.

Les coûts imputables: Les coûts des travaux communs qui peuvent être attribués aux services spécifiques ou aux pays selon une comparaison des coûts.

Les coûts séparables: Ce sont les coûts specifiques augmentes d'une partie des coûts communs (tel le barrage) qui peuvent être légitimement attribues a des services specifiques.

Les coûts communs: Les coûts des inputs communs qui ne peuvent être attribues a un service particulier. Ce sont les coûts qui résultent quand les coûts séparables sont déduits des coûts totaux du projet.

Les coûts alternatifs: Les coûts du moindre projet a but unique qui assurera un service identique.

Les coûts justifiables: Le moindre des bénéfices qui reviennent par un service ou a un pays et des coûts alternatifs pour ce même service ou ce même pays.

l'équidé: La Répartition juste parmi les participants des coûts et des bénéfices d'un programme de développement des ressources d'eau.

La clef: Les valeurs qui représentent la part de chaque pays des responsabilisé de remboursement pour les coûts totaux des projets.

ANNEXE IV - CALCUL DES COUTS SEPARABLES ET COUTS JOINTS

Soit un programme de mise en valeur d'un bassin fluvial international axé autour de la construction d'un barrage à buts multiples et qui permet de générer trois services (Irrigation, Energie, Navigation). Ces trois services seront utilisés à des degrés divers par les trois pays riverains.

Le coût total du projet est de 700 unités de $ EU (ou 70 000 000) et sa durée de vie est de 30 ans.Le coût de construction du barrage à but multiple est de 450 et ses coûts annuels d'opération, de maintenance et de remplacement sont estimés à 3.253.

Le taux d'actualisation est de 5% par an.

Les coûts spécifiquement engendrés par la mise en oeuvre des services sont données comme suit:

- Le coût des canaux et autres ouvrages spécifiques à l'irrigation est de 5, et 0.325 pour les OM&R.
  - Le coût de construction de la centrale et des lignes de transmission est de 75; le coût annuel d'opération, d'entretien et de maintenance de ces installations est de 1.626.
  - Le coût de construction des barges et ports est de 50, avec un coût annuel d'opération, d'entretien et de maintenance de 2.602.

Les coûts des diverses variantes du barrage au même site sont:

- Le coût du barrage avec la navigation et l'approvisionnement de l'eau seulement au même site est de 300
- Le coût du barrage avec la navigation uniquement au même site est de 280
- Le coût du barrage avec l'approvisionnement de l'eau uniquement au même site est de 240

Les coûts des alternatives les moins onéreuses de projets à but unique permettant de produire les mêmes services sont:

- Le coût de la fourniture du service irrigation par l'alternative la moins onéreuse est de 200
- Le coût de fourniture de l'énergie par l'alternative la moins onéreuse est de 600.
- Le coût de fourniture du service navigation par l'alternative la moins onéreuse est de 200.

Calcul des coûts spécifiques et des coûts joints

(1) Coûts totaux = 700

(2) Coûts du barrage
- (2a) Investissement = 450
- (2b) Opération, Maintenance et Remplacement (OM&R) par an = 3.253
- (2c) Valeur actualisée des OM&R sur 30 ans = 50
- (2d) Coûts totaux du barrage = 500

(3) Coûts des variantes du barrage
- (3a) Coûts du barrage avec 2 services (Irrigation + Navigation)= 300
- (3b) Coûts du barrage avec Irrigation seulement = 240
- (3c) Coûts du barrage avec Navigation seulement = 280

(4) Coûts spécifiques

		Irrigation	Energie	Navigation
(4a)	Investissements	5	75	50
(4b)	OM&R par an	0.325	1.626	2.602
(4c)	Valeur actuelle OM&R		5	2540
(4d)	Coûts spécifiques (2a)+(2c)	10	100	90

(5) Coûts Imputables (Il s'agit des coûts différentiels)
- (5a) Coûts Imputables à l'énergie = (1) - (3a) = 500-300=200
- (5b) Coûts Imputables à l'approvisionnement en eau= (3a) - (3c) = 300 - 280 = 20
- (5c) Coûts Imputables à la navigation = (3a) - (3b) = 300 - 240 = 60

(6) Coûts Séparables	Irrigation	Energie	Navigation
(4d) + (5)	10+20=30	100+200=300	90+60=150

(7) Coûts Joints (Coûts liés) = (1) - ((5a)+(5b)+(5c)) = 700 - (30 + 300 + 150) = 700 - 480 = 220

IMPUTATION DES COÛTS AUX SERVICES

ENONCE DU PROBLEME

Irrigation

On suppose que le projet permet de produire du riz et qui procure aux paysans un revenu de 300 dollars EU par tonne (soit 0.30$/kg). Le rendement de la production du riz irrigué est de 4 tonnes par hectare (soit en valeur: 1 200$ par hectare).

La culture des riz remplace la production actuelle de sorgho qui procure aux paysans 252 dollars EU par tonne (soit 0.252$ par Kg). Le rendement moyen du Sorgho étant de 1.5 tonne par hectare (378$ par hectare).

Le projet permettra d'irriguer 791.363 hectares.

Le bénéfice net revenant au service irrigation équivaut à la valeur de la production annuelle du riz (1.200 $ * 791.363 = 949 635$) moins la valeur de la production annuelle abandonnée de Sorgho (378 $ * 791.363 = 299 135$); soit [(949 635$ - 299 135$)=650 500$] dont la valeur actualisée sur les 30 ans est de $10 000 000 (100 unités de 100 000 $ par unité). On suppose que tous les pays ont les mêmes types de sols et de coûts de production.

La quantité totale d'eau utilisée est 2 058 088.4 metres^3

Energie

On suppose que la méthode d'estimation des bénéfices générés par le service énergie est celle des variantes; et que la variante la moins onéreuse de production d'énergie dans les trois pays est l'énergie thermique, dont le coût varie par pays.

Le coût de l'énergie thermique est de: 0.2911 $/Kwh, dans le pays A, .2602 dans le pays B, 0.4337 dans le pays C.

La capacité de la centrale est de 1.5 mégawatts, qui, avec une efficience de 76%, fournit 1.14 mégawatts, ou 10 000 000 Kilowatts heure.

Les bénéfices annuels s'élèvent à:

Pays A: 4 500 000 kwhx.2911= 1 301 000 (13.01 unités);
Valeur Actualisée sur 30 ans = 200
Pays B: 2 500 000 kwhx.2602= 650 500 (6.505 unités);
Valeur Actualisée sur 30 ans = 100
Pays C: 3 000 000 kwhx.4337= 1 301 000 (13.01 unités)
Valeur Actualisée sur 30 ans = 200

Le valeur totale de la production est de 32.525 unités.

La quantité d'énergie utilisée est de : 135 000 000 pour le pays A, 7 500 000 pour le pays B et 90 000 000.

Navigation

Tout comme le service énergie, on utilise le coût de la variante la moins onéreuse pour estimer les bénéfices générés par le service navigation. Cette variante est supposée être le transport routier. Le coût de transport par tonne-kilomètre varie selon les pays et dépend de l'état des routes. Le coût de transport à la tonne kilomètre s'élève à: 0.32525 dans le pays A, 0.36592 dans le pays B et .34143 dans le pays C.

Le volume de transport annuel est de: 2 000 000 t-k dans le pays A, 1 333 000 dans le pays B et 3 333 300 dans le pays C. Les bénéfices annuels s'élèvent à:

Pays A: 2 000 000 x .32525= 650 500 (6.5 unités);
Valeur actualisée sur 30 ans = 100
Pays B: 1 333 000 x .36592= 487 890 (4.8789 unités)
Valeur Actualisée sur 30 ans = 75
Pays C: 3 333 333 x .34143= 1 138 000 (11.38 unités)
Valeur Actualisée sur 30 ans = 175

La somme des bénéfices annuels des trois services est de 22.764. La valeur actuelle de ces bénéfices est 250 unités.

L'utilisation annuelle du service est de 66.66333 unités.

Les valeurs actuelles sont de l'ordre 10 000 000, 7 500 000 et 17 500 000 respectivement pour les pays A, B et C.

Sommaire des Bénéfices, Coûts alternatifs et Coûts séparables

(Valeur exprimée en 100 000 $)

	Irrigation	Energie	Navigation
Bénéfices	100	500	350
Coûts alternatifs	200	600	200
Coûts séparables aux services	30	300	150

IMPUTATION DES COÛTS AUX SERVICES PAR LES METHODES ASCRB ET SCRB

		Irrigation	Energie	Navigation
(1)	Coûts Totaux = 700			
(2)	Bénéfices		100	500350
(3)	Coûts alternatifs	200	600	200
(4)	Coûts Justifiables min ((2),(3))	100	500	200
(5)	Coûts séparables	30	300	150
(6)	Coûts joints (liés) = 700 - 480 = 220			
(7)	Minimum absolu de Coûts Justifiables aux autres services Min (Somme (4) sans service en question ou (1)-(5))	670	300	550
(8)	Coûts Justifiables aux autres services (4)+(7)	770	800	750
(9)	Facteur d'ajustement (8)/(1)	1.100	1.14286	1.07143
(10)	Coûts Séparables ajustés (5)*(9)	33	342.857	160.714
(11)	Bénéfices Restants "ajustés" (ASCRB) (4)-(10)	67	157.143	39.286
(12)	Total des Bénéfices restants "ajustés" (ASCRB) = Somme (11) = 263.429			
(13)	Base d'imputation (ASCRB) (11)/(12)	.2543	.5965	.1491
(14)	Bénéfices Restants (SCRB) (4)-(5)	70	200	50
(15)	Total des Bénéfices Restants (SCRB) = Somme (14) = 70 + 200 + 50 = 320			
(16)	Base d'imputation (SCRB) (14)/(15)	.21875	.625	.15625
(17)	Coûts joints imputés (ASCRB) (6)*(13)	55.95	131.24	32.81
(18)	Coûts totaux imputés (ASCRB) (17)+(5)	85.95	431.24	182.81

(19)	Coûts joints imputés (SCRB) (6)*(16)	48.125	137.60	34.375
(20)	Coûts totaux imputés (SCRB) (19)+(5)	78.125	437.50	184.375

IMPUTATION DES COÛTS AUX SERVICES PAR LA METHODE ARB

Deux alternatives sont proposées pour la méthode ARB. Ces alternatives utilisent toutes les mêmes données que la méthode ASCRB.

		Irrigation	Energie	Navigation
(1)	Coûts Totaux = 700			
(2)	Bénéfices	100	500	350
(3)	Coûts alternatifs	200	600	200
(4)	Coûts Justifiables min ((2),(3))	100	500	200
(5)	Coûts séparables	30	300	150
(6)	Coûts joints (ou coûts liés) = 700 - 480 = 220			
(7)	Bénéfices annuels	6.505	32.525	22.764
(8)	Quantité des services utilisée par an	20.58088	100	66.66
(9)	Bénéfices annuels moyens (7)/(8)	.31607	.32525	.34146
(10)	Total des Bénéfices Moyens = .31607 + .32525 + .34146 = .98278			
(11)	Ratio Bénéfices $Moyen_j$ sur total des bénéfices moeyens (9)/(10)	.32161	.33095	.34744

Alternative N° 1

(12)	Coût joint imputé par ratio BM_j / Total des BM (6)*(11)	70.75	72.81	76.44
(13)	Coûts Totaux imputés (5)+(12)	100.75*	372.81	226.44*

* indique une imputation supérieure aux Coûts Justifiables (13) > (4).

(14)	Maximum de Coûts à imputer Critère 1	100	200	
(15)	Coûts Totaux Imputés	100	400	200

Alternative N° 2

(16)	Bénéfices Restants (4)-(5)	70	200	50
(17)	Ratio BM_j / Total des BM (11 avant)	.32161	.33095	.34744
(18)	Bénéfices Restants "Ajustés par Ratio" (16)*(17)	22.513	66.190	17.372
(18)	Total des bénéfices restants "ajustés" = Somme (18) = 106.075			
(19)	Ratio des Bénéfices restants sur le Total des Bénéfices Restants (17)/(18)	.2123	.6240	.1637
(20)	Coûts joints imputés (6)*(19)	46.71	137.28	36.01
(21)	Coûts totaux imputés (5)+(20)	76.71	437.28	186.01

IMPUTATION DES COÛTS DES SERVICES AUX PAYS

PAR LA METHODE DE L'UTILISATION DES SERVICES

(1) CONSOMMATION DES SERVICES PAR LES PAYS PAR AN (Donné)

Pays	Irrigation		Energie		Navigation	
	Montant	Pourcent	Montant	Pourcent	Montant	Pourcent
A	12.035	60	45	45	20	30
B	6.174	30	25	25	13.33	20
C	2.058	10	30	30	33.33	50
TOTAL	100	100	100	100	66.66	100

(2) COÛTS SEPARABLES PAR PAYS (Données)

Pays	Irrigation	Energie	Navigation
A	0	100	25
B	0	50	10
C	0	50	25

(3) Coûts imputés aux services par la méthode ASCRB - ligne (18)
- (3a) Irrigation = 85.95
- (3b) Energie = 431.24
- (3c) Navigation = 182.81

(4) IMPUTATION SUR BASE DE L'UTILISATION DES SERVICES (pourcentage d'utilisation multiplié par les coûts imputés à chaque service; ((1) en pourcent)*(3)

Pays	Irrigation	Energie	Navigation	Total	"CLEF"
A	51.57	194.06	54.84	300.47	42.92%
B	25.785	107.81*	36.56	170.155	24.31%
C	8.595	129.37	91.41	229.375	32.77%
TOTAL	85.95	431.24	182.81	700.00	100.00%

*imputation excédant les coûts justifiables

IMPUTATION DES COÛTS AUX PAYS PAR LA METHODE ASCRB

CALCUL DES BENEFICES

(1) Irrigation. A Noter que les bénéfices sont proportionnels à l'utilisation de l'eau, parce que les sols et les rendements sont supposés être identiques.

(1a) Pays A. (1) * (3) = 0.60 * 100 = 60
(1b) Pays B. (1) * (3) = 0.30 * 100 = 30
(1c) Pays C. (1) * (3) = 0.10 * 100 = 10

(2) Energie

(2a) Pays A: 4 500 000 kwhx.2911= 1 301 000 (13.01 unités);
Valeur actualisée sur 30 ans 200
(2b) Pays B: 2 500 000 kwhx.2602= 650 500 (6.505 unités);
Valeur actualisée sur 30 ans = 100
(2c) Pays C: 3 000 000 kwhx.4337= 1 301 000 (13.01 unités)
Valeur actualisée sur 30 ans = 200

(3) Navigation

(3a) Pays A: 2 000 000 x .32525= 650 500 (6.5 unités);
Valeur actualisée sur 30 ans = 100
(3b) Pays B: 1 333 000 x .36592= 487 890 (4.8789 unités)
Valeur actualisée sur 30 ans = 75
(3c) Pays C: 3 333 333 x .34143= 1 138 000 (11.38 unités)
Valeur actualisée sur 30 ans = 175

IRRIGATION - IMPUTATION D'UN COUT TOTAL DE 85.95

Les coûts des alternatives les moins onéreuses de fourniture du service irrigation sont donnés comme suit: 50 pour le pays A, 50 pour le pays B et 20 pour le pays C.

		Pays A	Pays B	Pays C
(1)	Coûts Totaux = 85.95			
(2)	Bénéfices	60	30	10
(3)	Coûts alternatifs	50	50	20
(4)	Coûts justifiables min((2),(3))	50	30	10

(5)	Coûts séparables	0	0	0 (pas besoin d'ajuster SCRB =ASCRB)
(6)	Bénéfices Restants (4)-(5)	50	30	10
(7)	Total des Bénéfices Restants = Somme (6) = 50 + 30 + 10 = 90			
(8)	Base d'imputation (6)/(7)	.556	.333	.111
(9)	Coûts joints = Coûts Totaux Irrig. - Somme des Coûts Séparables (1) - Somme(5) = 85.95			
(10)	Coûts joints imputés (8)*(9)	47.78	28.62	9.55
(11)	Test: Coût totaux (1) = Somme (10) = 85.95			

ENERGIE - IMPUTATION D'UN COUT TOTAL DE 431.24

Les coûts des alternatives les moins onéreuses de production d'énergie dans chaque pays sont donnés comme suit: 250 dans le Pays A, 150 dans le pays B, et 250 dans le pays C.

		Pays A	Pays B	Pays C
(1)	Coûts totaux = 431,24			
(2)	Bénéfices	200	100	200
(3)	Coûts alternatifs	250	150	250
(4)	Coûts justifiables Min ((2),(3))	200	100	200
(5)	Coûts séparables (Donnés)	100	50	50
(6)	Min absolu de coûts justifiables aux autres pays Min [(Somme (4))-(4); ou (1)-(5)]			
	Min [	300	400	300
		331.24	381.24	381.24]
	=	300	381.24	300
(7)	Coûts justifiables aux autres pays (6)+(4)	500	481.24	500
(8)	Facteur d'ajustement (7)/(1)	1.1594	1.1159	1.1594
(9)	Coûts séparables ajustés (5)*(8)	115.94	55.80	57.97

(10)	Bénéfices restants (4)-(9)	84.06	44.20	142.03
(11)	Total des Bénéfices Restants = Somme (10) = 270.29	0.3110	0.1635	0.5255
(12)	Base d'imputation (10)/(11)			
(13)	Coût joints = (1) - Somme (5) = 431.24 - 200 = 231.24	71.92	37.81	121.51
(14)	Coûts joints imputées (12)*(13)			
(15)	Coût total imputé (5)+(14)	171.92	87.81	171.51

NAVIGATION - IMPUTATION D'UN COUT TOTAL DE 182.81

Les coûts des alternatives les moins onéreuses de fourniture du service navigation dans chaque pays sont donnés comme suit: 80 dans le pays A, 70 dans le pays B, et 200 dans le pays C.

		Pays A	Pays B	Pays C
(1)	Coûts totaux = 182,81			
(2)	Bénéfices	100	75	175
(3)	Coûts alternatifs	80	70	200
(4)	Coûts justifiables Min ((2),(3))	80	70	175
(5)	Coûts séparables (Donné)	25	10	25
(6)	Min absolu des Coûts Justifiables aux autres services Min [(Somme(4)-(4)); (1)-(5)]			

	[Somme (4)-(4) ou	245	255	150	
	(1)-(5)	157.81	172.81	157.81	
=	157.81	172.81	150		
(7)	Coûts justifiables aux autres services (6)+(4)	237.81	242.81	325	
(8)	Facteur d'ajustement (7)/(1)	1.3010	1.3282	1.7778	
(9)	Coûts séparables ajustés (5)*(8)	32.52	13	13.28	44.45
(10)	Bénéfices restants (4)-(9) 47.48	56.72	130.55		
(11)	Total des Bénéfices Restants = Somme (10) = 234.75				
(12)	Base d'imputation (10)/(11)	0.2023	0.2416	0.5561	
(13)	Coût joints = (1) - Somme (5) = 182.81 - 60 = 122.81				
(14)	Coûts joints imputées (12)*(13)	24.84	29.67	68.30	
(15)	Coût total imputé (5)+(14)	49.84	39.67	93.90	

CLEF DETERMINEE PAR LA METHODE ASCRB

Pays	Irrigation	Energie	Navigation	Total	"CLEF"
A	47.78	171.92	49.84	269.54	38.51%
B	28.62	87.81	39.67	156.10	22.30%
C	9.55	171.51	93.30	274.36	39.19%
TOTAL	85.95	431.24	182.81	700.00	100.00%

IMPUTATION DES COÛTS AUX PAYS PAR LA METHODE ARB

Cet exemple utilise les calculs de bénéfices restants de la méthode ASCRB

IRRIGATION - IMPUTATION D'UN COUT TOTAL DE 85.95

		Pays A	Pays B	Pays C
(1)	Coûts totaux = 85.95			
(2)	Coûts Séparables	0	0	0
(3)	Utilisation	12.348	6.174	2.058
(4)	Bénéfices	60	30	10
(5)	Bénéfices annuels	3.903	1.952	0.6505
(6)	Bénéfices Restants	50	30	10
(7)	Bénéfices Annuels Moyens (4)/(3)	0.316	0.316	0.316
(8)	Total des Bénéfices Restants = Somme (6) = 90			

Alternative N° 1 - Imputation par les Bénéfices Moyens

(9)	Base d'imputation (4)/(5)	0.333	0.333	0.333
(10)	Coûts joints (1)-Somme(2) = 85.95			
(11)	Coûts joints imputés (10)*(9)	28.65	28.65	28.65*

* indique que les coûts imputés excèdent les bénéfices de 18.65 unités. Cette méthode échoue le test d'équité et d'efficacité économique car elle se porte en faux au critère N° 1.

Alternative N° 2 - Imputation par Bénéfices Restants Ajustées (BRA)

Cette alternative utilise le pourcentage BRA pour ajuster les bénéfices restants. Les pays dont les BRA sont élevés auront un accroissement de coûts imputés tandis que les pays dont les BRA sont faibles auront une moindre imputation.
Toutefois, il n'y aucune garantie que le coût imputé n'excède pas les bénéfices.

		Pays A	Pays B	Pays C
(12)	Bénéfices Restants Ajustées (6)*(7)	15.80	9.480	3.160
(13)	Total des Bénéfices restants ajustées = Somme (10) = 28.44			
(14)	Base d'imputation (12)/(13)	0.556	0.333	0.111
(15)	Coûts joints imputés (8)*(14)	47.75	28.65	9.55

ENERGIE - IMPUTATION D'UN COUT TOTAL DE 431.24

(1)	Coûts totaux = 431.24			
(2)	Coûts Séparables	100	50	50
(3)	Utilisation	45	25	30
(4)	Bénéfices Annuels	13.01	6.505	13.01
(5)	Bénéfices Restants	100	50	150
(6)	Bénéfices Annuels Moyens (4)/(3)	0.2911	0.2602	0.4337
(7)	Total des Bénéfices annuels moyens = Somme (6) = 0.9830			
(8)	Bénéfices Restants Ajustées (5)*(6)	29.11	13.01	65.05
(9)	Total des Bénéfices restants ajustées = Somme (8) = 107.07			
(10)	Base d'imputation (8)/(9) 0.2716	0.1214	0.6069	
(11)	Coûts joints (1)-Somme (2) = 431.24 - 200 = 231.24			
(12)	Coûts joints imputés (10)*(11)	62.81	28.08	140.35
(13)	Coûts totaux imputés (2)+(12)	162.81	78.08	190.35

NAVIGATION - IMPUTATION D'UN COUT TOTAL DE 182.81

(1)	Coûts totaux = 182.81			
(2)	Coûts Séparables	25	10	25
(3)	Utilisation	20	13.333	33.333
(4)	Bénéfices Annuels	6.505	4.8789	11.38
(5)	Bénéfices Restants	55	60	150
(6)	Bénéfices Annuels Moyens (4)/(3)	0.32525	0.36592	0.34134
(7)	Total des Bénéfices annuels moyens = Somme (6) = 1.03251			
(8)	Bénéfices Restants Ajustés (5)*(6)	17.888	21.955	51.201
(9)	Total des Bénéfices restants ajustés = Somme (8) = 91.044			
(10)	Base d'imputation (8)/(9)	0.1965	0.2411	0.5624
(11)	Coûts joints (1)-Somme (2) = 182.81 - 60 = 122.81			
(12)	Coûts joints imputés (10)*(11)	24.13	29.61	69.07
(13)	Coûts totaux imputés (2)+(12)	49.13	39.61	94.07

CLEF - METHODE ARB - Alternative No. 1

Pays	Irrigation	Energie	Navigation	Total	"CLEF"
A	45.95	151.61	52.65	250.21	35.74%
B	30.00	98.84	59.55	188.39	26.92%
C	10.00	180.79	70.61	261.40	37.34%
TOTAL	85.95	431.24	182.81	700.00	100.00%

CLEF- METHODE ARB - Alternative No.2

Pays	Irrigation	Energie	Navigation	Total	"CLEF"
A	47.75	162.81	49.13	259.69	37.10%
B	28.65	78.08	39.61	146.34	20.91%
C	9.55	190.35	94.07	293.97	41.99%
TOTAL	85.95	431.24	182.81	700.00	100.00%

IMPUTATION DES COÛTS PAR LA METHODE L'ELASTICITE INVERSE

La formulation mathématique complète de cette méthode est donnée par l'expression ci-dessous:

$$\underset{\forall j}{\text{Maximiser}} \Sigma_t \, 1/(1+r)^t \;\; \Sigma_i \int_{Qj} [P_{ij}(Q_{ij}) - \text{Coût Marginal}_{ij}(Q_{ij})] dQ_j$$

Sujet à :

$$\Sigma_t \, 1/(1+r)^t \, \Sigma_i \Sigma_j \, P_{ij} * Q_{ij} \;\geq\; \text{Coût Total du Projet}$$

$$\Sigma_t \, 1/(1+r)^t \;\; \Sigma_i \, P_{ij} * Q_{ij} \;\geq\; \text{Coûts Séparables}_j$$

$$\Sigma_t \, 1/(1+r)^t \;\; \Sigma_i \, P_{ij} * Q_{ij} \;\leq\; \text{Coûts Justifiables}_j$$

où:

t = temps
i = Pays
j = Service
r = facteur d'actualisation

Les résultats optimaux sont P_{ij}^*. Q_{ij}^* pour tout i, j

Le coût total imputé à un pays est $\Sigma_j P_{ij}^* Q_{ij}^*$ pour tout i

La clef est $\Sigma_j P_{ij}^* Q_{ij}^*$ / Coût Total du projet pour chaque i

Courbes de Demande de l'Irrigation

Pays A : QAI = 31.842 - 3.98 * PAI; or PAI = 8 - .25124 * QAI;
Pays B : QBI = 13.61 - 3.4025 * PBI; or PBI = 4 - .2939 * QBI;
Pays C : QCI = 6 - PCI; or PCI = 6 - QCI.

Courbes de Demande de la Navigation

Pays A : QAN = 37.895 - 4.737 * PAN; or PAN = 8 - .21111 * QAN
Pays B : QBN = 37.647 - 9.412 * PBN; or PBN = 4 - .10625 * QBN
Pays C : QCN = 70.588 - 11.765 * PCN; or PCN = 6 - .085 * QCN

Courbes de Demande de l'Energie

Pays A: QAE = 68.517 - 0.685 * PAE; or PAE = 100 - 1.4595 * QAE
Pays B: QBE = 38.527 - 0.771 * PBE; or PBE = 50 - 1.2978 * QBE
Pays C: QCE = 47.647 - 1.191 * PCE; or PCE = 40 - .8395 * QCE

Le modèle formaté pour le logiciel GINO, est donné comme suit:

MAXIMISER = 8 * QAI - .12562 * QAI ^ 2 + 6 * QBI - .1469 * QBI ^ 2 + 6 * QCI - .5 * QCI ^ 2 + 8 * QAN - .10556 * QAN ^ 2 + 4 * QBN - .05313 * QBN ^ 2 + 6 * QCN - .0425 * QCN ^ 2 + 100 * QAE - .7298 * QAE ^ 2 + 50 * QBE - .6489 * QBE ^ 2 + 40 * QCE - .41975 * QCE ^ 2 - PAIEMENT;

[SUJET A]

Contraintes de Remboursement du Coût total du Projet:

2) 8 * QAI - .25124 * QAI ^ 2 + 4 * QBI - .2939 * QBI ^ 2 + 6 * QCI - QCI ^ 2 + 8 * QAN - .211111 * QAN ^ 2 + 4 * QBN - .10625 * QBN ^ 2 + 6 * QCN - .085 * QCN ^ 2 + 100 * QAE - 1.4595 * QAE ^ 2 + 50 * QBE - 1.2978 * QBE ^ 2 + 40 * QCE - .8395 * QCE ^ 2 = 700 ;

Contraintes sur les Coûts Justifiables:

	Irrigation	Energie	Navigation
Pays A	50	200	80
Pays B	30	100	70
Pays C	10	200	175

3) 8 * QAI - .25124 * QAI ^ 2 < 50 ;
4) 4 * QBI - .2939 * QBI ^ 2 < 30 ;
5) 6 * QCI - QCI ^ 2 < 10 ;
6) 8 * QAN - .21111 * QAN ^ 2 < 80 ;
7) 4 * QBN - .10625 * QBN ^ 2 < 70 ;
8) 6 * QCN - .085 * QCN ^ 2 < 175 ;
9) 100 * QAE - 1.4595 * QAE ^ 2 < 200 ;
10) 50 * QBE - 1.2978 * QBE ^ 2 < 100 ;
11) 40 * QCE - .8395 * QCE ^ 2 < 200 ;

Contraintes sur les Coûts Séparables:

	Irrigation	Energie	Navigation
Pays A	100	25	
Pays B	0	50	10
Pays C	0	50	25

12) 8 * QAN - .211111 * QAN ^ 2 > 25 ;
13) 4 * QBN - .10625 * QBN ^ 2 > 10 ;
14) 6 * QCN - .085 * QCN ^ 2 > 25 ;
15) 100 * QAE - 1.4595 * QAE ^ 2 > 100 ;
16) 50 * QBE - 1.2978 * QBE ^ 2 > 50 ;
17) 40 * QCE - .8395 * QCE ^ 2 > 50 ;

Calcul des prix optimaux:

18) 8 - .25124 * QAI = PAI ;
19) 4 - .2939 * QBI = PBI ;
20) 6 - QCI = PCI ;
21) 8 - .21111 * QAN = PAN ;
22) 4 - .10625 * QBN = PBN ;
23) 6 - .085 * QCN = PCN ;
24) 100 - 1.4595 * QAE = PAE ;
25) 50 - 1.2978 * QBE = PBE ;
26) 40 - .8395 * QCE = PCE ;

Calculs des Paiements par pays et par service:

27) PAI * QAI = RAI ;
28) PBI * QBI = RBI ;
29) PCI * QCI = RCI ;
30) RAI + RBI + RCI = PAIEMENTI ;
31) PAN * QAN = RAN ;
32) PBN * QBN = RBN ;
33) PCN * QCN = RCN ;
34) RAN + RBN + RCN = PAIEMENTN ;
35) PAE * QAE = RAE ;
36) PBE * QBE = RBE ;
37) PCE * QCE = RCE ;
38) RAE + RBE + RCE = PAIEMENTE ;

39) PAIEMENTI + PAIEMENTE + PAIEMENTN = PAIEMENT ;
40) RAI + RAE + RAN = PAIEMENTA ;
41) RBI + RBE + RBN = PAIEMENTB ;
42) RCI + RCE + RCN = PAIEMENTC ;

Contraintes de supériorité sur les coûts séparables des services
43) PAIEMENTI > 30 ;
44) PAIEMENTE > 300 ;
45) PAIEMENTN > 150 ;

CALCUL DE LA CLEF:
46) PAIEMENTA / PAIEMENT = APART ;
47) PAIEMENTB / PAIEMENT = BPART ;
48) PAIEMENTC / PAIEMENT = CPART ;

SOLUTION :

VALEUR DE LA FONCTION OBJECTIF
1) 367.892678

VARIABLE	VALEUR	COUT REDUIT
QAI	8.540899	.000000
QBI	35.000000	.000000
QCI	10.000000	.000000
QAN	29.535385	.000000
QBN	31.918211	.000000
QCN	53.259528	.000000
QAE	2.062059	.000000
QBE	2.116244	.000000
QCE	5.676202	.000000
PAIEMENT	700.000000	.000000
PAI	5.854185	.000000
RAI	50.000000	.000000
PBI	.000000	13.856090
RBI	.000000	.000000
PCI	.000000	3.106321
RCI	.000000	.000000
PAIEMENTI	50.000000	.000000
PAN	1.764785	.000000
RAN	52.123607	.176064
PBN	.608690	.000000

RBN	19.428295	.000000
PCN	1.472940	.000000
RCN	78.448098	.263647
PAIMENTN	150.000000	.000000
PAE	96.990425	.000000
RAE	200.000000	.000000
PBE	47.253539	.000000
RBE	100.000000	.000000
PCE	35.234828	.000000
RCE	200.000000	.000000
PAIMENTE	500.000000	.000000
PAIEMENTA	302.123607	.000000
PAIEMENTB	119.428295	.000000
PAIEMENTC	278.448098	.000000
CLEF IEP		
APART	.431605	.000000
BPART	.170612	.000000
CPART	.397783	.000000

A noter que, aux "prix" générés, il y a une réduction substantielle des quantités générées pour chacun des services.

ANALYSE COMPARATIVE DES METHODES: COMPARAISON DES CLEFS

CLEF - METHODE DU TAUX D' UTILISATION DES SERVICES

Pays	Irrigation	Energie	Navigation	Total	"CLEF"
A	47.27	194.06	54.84	296.17	42.31%
B	30.08*	107.81*	36.56	174.45	24.92%
C	8.60	129.37	91.41	229.38	32.77%
TOTAL	85.95	431.24	182.81	700.00	100.00%

*indique une imputation excédant les coûts justifiables

CLEF - METHODE ASCRB

Pays	Irrigation	Energie	Navigation	Total	"CLEF"
A	47.78	171.92	49.84	269.54	38.51%
B	28.62	87.81	39.67	156.10	22.30%
C	9.55	171.51	93.30	274.36	39.19%
TOTAL	85.95	431.24	182.81	700.00	100.00%

CLEF- METHODE ARB - Alternative No.1 (échoue aux tests)

Pays		Irrigation	Energie	Navigation	Total	"CLEF"
A		45.95	151.61	52.65	250.21	35.74%
B	30.00	98.84	59.55	188.39	26.92%	
C	10.00	180.79	70.61	261.40	37.34%	
TOTAL		85.95	431.24	182.81	700.00	100.00%

CLEF- METHODE ARB - Alternative No.2

Pays	Irrigation	Energie	Navigation	Total	"CLEF"
A	47.75	162.81	49.13	259.69	37.10%
B	28.65	78.08	39.61	146.34	20.91%
C	9.55	190.35	94.07	293.97	41.99%
TOTAL	85.95	431.24	182.81	700.00	100.00%

CLEF - METHOD IEP

Pays	Irrigation	Energie	Navigation	Total	"CLEF"
A	50.00	200.00	52.12	302.12	43.17%
B	0.00	100.00	19.43	119.43	17.06%
C	0.00	200.00	78.45	278.45	39.78%
TOTAL	50.00	500.00	150.00	700.00	100.00%

RETROACTIVITE

L'exemple ci-dessous d'application de la rétroactivité utilise la méthode ASCRB et les calculs y afférent. Les paiements sont echelonnés sur 30 ans à un taux d'intérêt de 5%.

Pays	Total imputé	Paiement annuel	Total payé à la fin des 30 ans
A	269.54	17.534	526.02
B	156.10	10.155	304.64
C	274.36	17.848	535.42

TOTAL PAYE AUX BAILLEURS DE FONDS: 45.537 par an ou 1.366.11

Le Montant total payé à la fin des 10 ans est de:

Pays A 175.34 (dont 85.493 en intérêts)
Pays B 101.55 (dont 49.513 en intérêts)
Pays C 178.48 (dont 87.02 en intérêts)
Total 455.37 avec un montant 910.740 restant à payer.

A la fin des 10 premières années. une révision de la clef a eu lieu. donnant une nouvelle clef:

Pays A 45% ou un paiement annuel de 20.491 (.45 x 45.537)
Pays B 25% ou un paiement annuel de 11.384
Pays C 30% ou une paiement annuel de 13.661

Sans rétroactivité. ces paiements remplacerons les paiements précédents jusqu'à la prochaine révision de la clef.

Avec rétroactivité les différences entre les paiements réels et les paiements dus à la nouvelle clef seront calculées comme suit:

Pays A = 20.491 - 17.534 = 2.957 par an. ou un montant total de 37.19 y compris les 5% d'intérêt.
Pays B = 11.384 - 10.155 = 1.229 par an. ou un montant total de 15.46 y compris les intérêts.
Pays C = 13.661 - 17.848 = -4.187 par an . ou un total de -52.66 intérêts compris

Ainsi, les pays A et B devront payer au pays C les sommes ayant été l'objet d'un sous-paiement. Il est fort possible que de telles sommes ne soient pas immédiatement disponibles, ce qui pourra engendrer un certain retard dans les paiements compensatoires entre pays. Au terme des 10 ans et à un taux d'intérêt de 5%, les pays A et B paieront respectivement 4.82 et 2.00 par an au Pays C. A noter qu'il existe un certain encouragement pour les pays à ralentir leur rythme de développement. En outre. les pays ne pourront avoir aucune certitude que les paiement initiaux sont adéquats, par conséquent, il devront maintenir une certaine provision pour imprévu.

A la fin des cinq années suivantes, un investissement majeur a lieu dans le programme. Le recalcul de clef donne:

Pays A = 40% ou un paiement de 18.214 (.40 x 45.537);
Pays B = 20% ou un paiement de 9.107;
Pays C = 40% ou un paiement de 18.214.

Pour une seule période de rétroactivité:

Pays A = (18.214 - 20.491) = -2.277 par an ou -12.582;
Pays B = (9.107 - 11.384) = -2.277 par an ou -12.582;
Pays C = (18.214 - 13.661) = 4.554 par an ou 25.164.

Etant donné que des paiements compensatoires ont eu lieu sur les 10 ans et les 5 ans des montants restants dus, les paiement à effectuer pour les 5 années suivantes (pour 5 ans, 5% de taux d'intérêt pour l'application rétroactive de la clef) seraient de: C à A, 2.906 par an, C à B 2.906 par an. Les paiements net seraient de : A à C, 1.914 (4.81-2.906) par an et C à B, 0.906 par an (2.906-2.00).

Si l'on applique la rétroactivité à partir du début du projet, les sur et sous-paiement pour les 10 premières années devront également être calculés:

Pays A = (18.214 - 17.534) = 0.68 ou un total de 8.55 ; Toutefois, les intérêts des 5 années passées seront également dus sur ces montants, ce qui porterait les paiements du Pays A à 10.91
Pays B = (9.107 - 10.155) = -1.048 par an ou -16.82.
Pays C = (18.214 - 17.848) = .366 par an ou 5.88.

Cependant, les paiements effectués durant les 5 années précédentes devront également etre consideres, car des sommes qui ne sont pas dues ont ete payees, et des interets seront également débités. Puisque B a sur-payé au cours des deux périodes, ses paiement effectués à C durant les 5 années avant le recalcul de la clef devront également être repayés avec les intérêts, plus à peu près 29 que B doit à cause du recalcul. C devra compenser A pour son sur-paiement sur les premiers montants compensatoires s'élevant à 37.19 plus les intérêts.

Deux problèmes ont été démontré dans cet exemple d'application de la rétroactivité:

Premièrement, l'incertitude dans la répartition des coûts du projet.
Plus la période d'application de la rétroactivité est éloignée dans le temps plus grande est l'incertitude dans les paiements à effectuer par chaque pays. Des provisions pour imprévus devront être faites afin de pouvoir faire face au paiement de ces montants compensatoires.

Deuxièment, la comptabilité et le remboursement des charges administratives sera complexe et pénible, eu égard aux chevauchements des éventuels paiements compensatoires et intérêts y afférents. Plus la date d'application de la rétroactivité sera éloignée, plus difficile sera la comptabilité et la gestion des montants compensatoires.

Un troisièment problème, implicite, doit être mis en exercice: avoir un accroissement de quota de remboursement ne signifie nullement un accroissement de bénéfices. Cela signifie tout simplement les bénéfices d'un pays ont diminué par rapport à ceux d'un autre pays.