

RESEARCH ARTICLE

**Evaluation strategique hydroelectrique
en Guinee : cas du bassin du Konkoure**

AUTHORS

Karim Samoura

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

CONTRIBUTIONS MÉTHODOLOGIQUES À L'ÉVALUATION
ENVIRONNEMENTALE STRATÉGIQUE DE L'EXPLOITATION DU
POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE DES BASSINS CÔTIERS EN MILIEU
TROPICAL : CAS DU KONKOURÉ, EN GUINÉE

THÈSE
PRÉSENTÉE
COMME EXIGENCE PARTIELLE
DU DOCTORAT EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR
KARIM SAMOURA

JANVIER 2011

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de cette thèse se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.01-2006). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
LISTE DES FIGURES	xiv
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	xvii
RÉSUMÉ	xx
INTRODUCTION	1
PARTIE I	
MISE EN CONTEXTE – CADRE THÉORIQUE DE L’ÉTUDE – DÉMARCHE	
MÉTHODOLOGIQUE GÉNÉRALE.....	5
CHAPITRE I	
DESCRIPTION DU TERRITOIRE D’ÉTUDE	6
1.1 Caractéristiques des bassins côtiers en milieu tropical en Afrique de l’Ouest	6
1.1.1 Localisation et caractéristiques climatiques et hydrologiques	6
1.1.2 Potentiels hydroélectriques et besoins énergétiques en Afrique de l’Ouest.....	9
1.2 Contexte environnemental et énergétique de la République de Guinée	10
1.2.1 Localisation et caractéristiques hydroclimatiques.....	10
1.2.2 Bref aperçu sur le secteur de l’énergie	13
1.2.3 Ressources hydriques et potentiels hydroélectriques en Guinée	15
1.3 Cadre géographique et potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, en Guinée .	17
1.3.1 Localisation, hydroclimatologie et géomorphologie.....	17
1.3.2 Population, activités socioéconomiques et contexte social	20
1.3.3 Implication des populations dans la prise de décision.....	21
1.3.3 Description des principaux sites aménageables pour l’hydroélectricité.....	22
1.4 Particularités et fonctionnement des zones côtières	24
CHAPITRE II	
PROBLÈMES ET OBJECTIFS DE L’ÉTUDE.....	27
2.1 Problèmes abordés par l’étude.....	27
2.1.1 Problématique générale	27

2.1.2 Problématiques spécifiques liées à l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré.....	30
2.2 Objectifs de l'étude.....	35
2.2.1 Objectif général.....	35
2.2.2 Objectifs spécifiques.....	36
CHAPITRE III	
CADRE THÉORIQUE DE L'ÉTUDE.....	38
3. 1 Aide multicritère à la décision comme outil de mise en œuvre de l'ÉES et de la gestion intégrée des ressources.....	38
3.1.1 Compréhension du concept d'aide à la décision.....	39
3.1.2 Du paradigme de l'analyse monocritère à celui du multicritère pour l'aide à la décision.....	40
3.2 Aide multicritère à la décision (AMCD).....	41
3.2.1 Définition et utilité.....	41
3.2.3 Acteurs ou parties prenantes.....	44
3.2.4 Analyse des problématiques.....	45
3.2.5 Actions ou scénarios et élaboration.....	46
3.2.6 Identification des enjeux et construction des critères.....	47
3.2.7 Évaluation des actions.....	49
3.2.8 Agrégation.....	50
CHAPITRE IV	
ÉTAPES ET MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE.....	56
4.1 Approche méthodologique et démarche générale de l'étude.....	56
4.1.1 Justification de l'ÉES et cadrage de l'étude.....	56
4.1.2 Approche méthodologique de l'étude.....	58
4.1.2.1 Fondement de l'approche méthodologique.....	58
4.2 Collecte et gestion des données, structuration de la base de données dans le SIG.....	63
4.2.1 Identification des besoins en données et recherche documentaire.....	63
4.2.2 Enquête et observation dans le bassin et l'estuaire du Konkouré.....	64
4.2.3 Structuration des données dans un Système de gestion de base de données (SGBD).....	65

4.3 Méthodologie de l'étude de la vulnérabilité de l'estuaire du Konkouré aux impacts des aménagements hydroélectriques dans le bassin.....	67
4.4 Méthodologie d'évaluation comparative des scénarios d'exploitation hydroélectrique.....	68
4.4.1 Proposition d'une approche participative de structuration du problème.....	68
4.4.2 Évaluation de la performance des options d'exploitation hydroélectrique	68
4.4.3 Agrégation des performances et comparaison (rangement) des options	71
4.4.4 Exploitation et analyse des résultats.....	74
4.4.5 Formulation de recommandations	76
PARTIE II	
CONTRIBUTIONS MÉTHODOLOGIQUES : VERS UN MODÈLE D'AIDE À LA DÉCISION POUR L'ÉES EN CONTEXTE DE BASSINS CÔTIERS TROPICAUX.....	78
CHAPITRE V	
ANALYSE DES IMPACTS SUR L'ESTUAIRE	79
5.1 Contexte de l'étude.....	79
5.1.1 Mise en contexte sur l'objet de l'étude	79
5.1.2 Contexte géographique.....	81
5.2 Proposition méthodologique.....	83
5.2.1 Démarche de l'étude.....	83
5.2.2 Choix des indicateurs de suivi et méthodes de mesure	83
5.3 Résultats et discussions	84
5.3.1 Impacts du barrage de Garafiri dans l'estuaire du Konkouré.....	84
5.3.1.1 Modifications hydrologiques en aval du barrage et effets sur le fonctionnement hydrodynamique en estuaire	85
5.3.1.2 Évolution spatiale du contenu en sel des sols	86
5.3.2 Mise en évidence des effets cumulatifs et de la synergie entre les impacts des activités anthropiques sur la dynamique de la forêt de mangroves	90
5.4 Enseignements et éléments méthodologiques	93
5.4.1 Proposition de critères d'évaluation comparative de la performance des options d'exploitation hydroélectrique du Konkouré sur les impacts en estuaire.....	93
5.4.2 Éléments méthodologiques pour la mesure des paramètres nécessaires à l'évaluation des performances des options d'exploitation du Konkouré en estuaire	94

5.4.2.1 Calcul du débit restitué d'une option d'exploitation hydroélectrique.....	94
CHAPITRE VI	
DÉMARCHE PARTICIPATIVE D'AIDE MULTICRITÈRE À LA DÉCISION.....	103
6.1 Présentation de la démarche d'intervention.....	103
6.1.1 Pertinence des outils d'aide multicritère à la décision pour la gestion des ressources naturelles.....	103
6.1.2 Proposition d'une démarche d'ÉES basée sur une AMCD participative	105
6.2 Test de la démarche – Enseignement de l'application à l'ÉES de la baie de Sangaréya (Delta du Konkouré).....	108
6.2.1 Mise en contexte et objectifs du test de la démarche	108
6.2.2 Enseignements tirés de l'étude au plan méthodologique	108
6.3 Proposition d'une démarche participative de structuration des problèmes	110
6.4 Application de la démarche à l'ÉES du bassin du Konkouré : structuration de la problématique à partir des préoccupations des acteurs.....	113
6.4.1 Étapes du processus de consultation	113
6.4.2 Résultats du processus de consultation	115
6.4.2.1 Identification des parties prenantes au processus décisionnel	115
6.4.2.2 Enjeux et objectifs liés à l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré	115
6.4.2.3 Critères et indicateurs d'évaluation comparative.....	118
6.4.2.4 Prise en compte des jugements de valeur des acteurs : jeu de poids des critères.....	123
PARTIE III	
L'ÉES APPLIQUÉE À L'EXPLOITATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE DU BASSIN DU KONKOURÉ : RÉSULTATS ET ENSEIGNEMENTS.....	125
CHAPITRE VII	
ÉVALUATION COMPARATIVE DES OPTIONS D'EXPLOITATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE DU BASSIN DU KONKOURÉ.....	126
7.1 Options d'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré	126
7.1.1 Options traditionnelles	127
Les options déjà envisagées sont décrites ci-dessous :.....	127

7.1.2 Options écologiques	131
7.1.3 Options en coopération.....	134
7.2 Critères et indicateurs	137
7.3 Évaluation de la performance des options sur les critères	138
7.3.1 Performance des options sur les critères économiques	138
7.3.2 Performance des options sur les critères d'impacts de l'implantation des réservoirs	144
7.3.3 Performances des options sur les critères d'impacts en estuaire	147
7.3.4 Performances des options sur les critères sociaux, culturels et sanitaires	154
7.4 Choix des fonctions de préférences et des poids attribués aux critères	158
7.5 Résultats et discussion du processus décisionnel d'analyse comparative des options	161
7.5.1 Analyse des profils des options	161
7.5.1.1 Analyse de la performance des options classiques sur les critères d'évaluation	162
7.5.1.2 Analyse de la performance des options élaborées au cours du processus décisionnel	164
7.5.2 Analyse des rangements	167
7.5.2.1 Analyse des rangements sans pondération des critères	168
7.5.2.2 Rangements avec pondération des critères	170
7.5.2.2.1 Analyse des classements individuels	170
7.5.2.2.2 Synthèse des rangements individuels	176
7.5.2.3 Rangement du groupe multi-acteurs	180
CHAPITRE VIII	
SYNTHÈSE DES CONTRIBUTIONS ET ENSEIGNEMENTS.....	191
8.1 Principales contributions de l'étude.....	191
8.1.1 Contribution à l'amélioration de la planification de l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, en Guinée.....	191
8.1.2 Apports méthodologiques généralisables pour l'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical	193
8.2 Enseignements pour l'ÉES de l'exploitation hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical.....	195

8.2.1 De la diversité des enjeux liés à la construction et l'exploitation d'aménagements hydroélectriques dans les bassins côtiers en milieu tropical.	196
8.2.2 AMCD comme outil de planification évaluative à l'échelle des bassins versants	197
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	199
RÉFÉRÉNCES	203
ANNEXE I	
ÉLÉMENTS DU CADRE THÉORIQUE DE L'ÉTUDE	217
ANNEXE II	
CATÉGORISATION DES DONNÉES ET LEURS SOURCES LORS DE LA COLLECTE SUR LE TERRAIN.....	253
ANNEXE III	
RÉFÉRENCES DES SOURCES DES DONNÉES CARTOGRAPHIQUES ET D'IMAGES SATELLITALES UTILISÉES DANS L'ÉTUDE	256
ANNEXE IV	
EXEMPLES DE RÉSULTATS DU PROCESSUS D'AMCD DE L'ÉVALUATION COMPARATIVE DES OPTIONS D'EXPLOITATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE DU BASSIN DU KONKOURÉ : OUTPUT DU LOGICIEL DECISIONLAB 2000	263

AVANT-PROPOS

Les bassins versants regorgent de ressources vivantes et non vivantes, dont l'exploitation contribue au développement économique et social des sociétés. En particulier, les ressources hydriques sont considérées, de nos jours, comme une source d'énergie inépuisable. Leur exploitation pour des fins de production d'énergie électrique est un recours pour la plupart des pays développés comme pour ceux en développement, qui tendent à réduire leur dépendance aux sources d'énergie fossile (hydrocarbures, charbon, etc.). Cependant, l'exploitation des potentiels hydroélectriques des bassins versants soulève des enjeux majeurs d'ordres social, sanitaire, écologique et économique, dont la prise en compte nécessite l'utilisation d'outils d'aide à la décision, comme l'évaluation environnementale.

L'étude d'impacts sur l'environnement (ÉIE) des projets et l'évaluation environnementale stratégique (ÉES) des politiques, plans et programmes sont des formes d'évaluations environnementales qui contribuent à la prise en compte de l'environnement dans la construction et l'exploitation d'aménagements hydroélectriques dans les bassins versants. Toutefois, si la première est régulièrement utilisée pour tout projet d'aménagement hydroélectrique, le recours à la seconde est moins fréquent. Pourtant, dans un contexte de bassin versant, elle permettrait de mieux cerner un certain nombre de problèmes (justification du choix de la filière énergétique et de la série de projets d'aménagement formant une option, enjeux globaux et vulnérabilité particulière du milieu récepteur, effets induits ou cumulatifs, etc.) et favoriserait la participation des acteurs à la prise de décision plus en amont. Elle permettrait aussi de mieux encadrer et orienter les études d'impacts sur l'environnement, ce qui contribuerait à réduire les dépenses et à améliorer l'efficacité. C'est ce que la présente étude tente de démontrer en s'appuyant sur le cas du bassin du Konkouré, en Guinée.

L'étude est basée sur une approche transdisciplinaire qui permet de traiter à la fois des composantes physiques et biologiques du milieu, de la dimension sociale du fonctionnement des systèmes complexes et des outils d'aide à la décision. Elle apporte ainsi une contribution particulière à l'analyse de la chaîne des effets induits et cumulatifs des

projets et des plans d'exploitation du potentiel hydroélectrique sur les estuaires à mangrove. Elle contribue aussi à la mise en œuvre de l'ÉES dans un contexte de gestion intégrée des bassins. Elle propose pour cela une approche participative d'évaluation, qui permet de réduire le biais lié à la représentativité des catégories d'acteurs en améliorant la participation directe du public (introduction de focus group, de réunion techniques et de l'utilisation de fiche de consultation, etc.).

Ce projet de recherche intitulé Évaluation environnementale stratégique du potentiel hydroélectrique des bassins versants côtiers : cas du bassin du Konkouré, en Guinée, représente le couronnement de mes études doctorales à l'Institut des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Montréal. Sa réalisation n'aurait pu être finalisée sans la contribution des personnes qui, de près ou de loin, m'ont encadré, aidé, accompagné, encouragé et soutenu tout au long de mes recherches. Je tiens à remercier toutes ces personnes. Il s'agit, en premier lieu, de mon directeur de thèse, Jean-Philippe Waaub, professeur au Département de géographie (UQÀM) et directeur du Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional (GEIGER) qui a contribué, de manière notable, à ma formation d'enseignant-chercheur et de spécialiste en évaluation environnementale tout au long de mes études et de mes activités professionnelles de ces dernières années. En plus de sa qualité de directeur, son soutien, sa confiance et son amitié ont été pour moi une source d'énergie qui a permis de mener à terme ce projet de recherche. Ma reconnaissance va également à mon codirecteur, Michel Bouchard, pour sa contribution avisée à l'avancement et à l'achèvement de mes travaux.

Si ce travail a du mérite au plan scientifique, je le dois aussi à la rigueur et à des critiques constructives des autres membres de mon équipe d'encadrement. Il s'agit de Danielle Messier, conseillère en environnement à Hydro-Québec, et de Michel Raymond, professeur à l'Université du Québec à Montréal, aujourd'hui à la retraite.

Mes remerciements s'adressent également à tout le collectif professoral de l'Institut des sciences de l'environnement de l'UQÀM pour la qualité de la formation et le bon encadrement. C'est le lieu de remercier Madame Lucie Brodeur, assistance de la gestion du programme de doctorat en sciences de l'environnement, pour sa disponibilité, ses conseils

et son assistance dans l'accomplissement des formalités administratives nécessaires au programme de doctorat de l'Institut. Que les professeurs du département de géographie de l'UQÀM, ainsi que le personnel de soutien, dont André Parent et Bertrand Touchette, reçoivent mes remerciements sincères pour l'assistance technique et la logistique diverse mise à ma disposition. Mes reconnaissances vont également à l'Unité Équipement-Environnement d'Hydro-Québec, pour m'avoir donné l'occasion d'acquérir une expérience pratique de haut niveau sur les enjeux liés aux aménagements hydroélectriques au Québec et à la recherche de terrain, à l'utilisation d'outils de la Géomatique et à la rédaction de rapports. Ma reconnaissance va particulièrement à Jean Hébert et Claude Tessier.

Un remerciement spécial à l'ensemble des chercheurs du Centre de recherche scientifique de Conakry-Rogbané (CERESCOR), en Guinée, au bureau de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), à Conakry, et à l'Équipe de recherche du Projet impacts Garafiri (PIG), au personnel de l'ONG Univers-sel, à Dubréka (notamment Yasso Camara), dont le soutien a été déterminant pour la collecte des données utilisées dans cette thèse. De même, je remercie la Direction nationale de l'énergie, le Département planification de l'entreprise électricité de Guinée (EDG) et l'équipe du Projet intégré du Konkouré (PIK) du ministère des Mines et Géologie de la Guinée, dont la collaboration a permis une bonne connaissance des enjeux énergétiques du bassin du Konkouré et la simulation d'une table de concertation avec les acteurs concernés. Je remercie également le gouvernement guinéen et, plus particulièrement, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique de m'avoir libéré de mes charges de travail afin de me consacrer à mes études doctorales. C'est l'occasion pour moi d'exprimer ma gratitude à l'Agence canadienne de développement international (ACDI) et au personnel du Programme des bourses de la Francophonie (PBF), pour le soutien financier consenti pour ma formation. Je peux les rassurer que mon poste actuel de directeur général du Secrétariat international francophone pour l'évaluation environnementale (SIFÉE) me permet d'apporter, depuis plus de trois ans déjà, une contribution majeure à la promotion du développement durable et au renforcement des capacités en Afrique francophone, et particulièrement en Guinée. La formation acquise grâce à leurs appuis financiers me permet en effet de concevoir, planifier, rechercher des

financements et exécuter des projets de formation et des rencontres internationales dans les domaines des études d'impacts sur l'environnement.

Ce travail a été réalisé en compagnie de mes collègues Dan Lansana Kourouma, Aboubacar Djibo, Célestine Mengué, Marguerite Wotto, Fanta Mara, Jean Clément Millimono, Aissata Camara, Elhadj Malick Ndiaye, Anne-Laure Bouvier, Maman Djibo, Hassan D. Cissé, Souleymane Dembélé et Gisèle Belem, qui m'ont entouré par leur soutien constant. Il a aussi bénéficié de la lecture avisée d'amis de longue date, dont Martin Yelkouni et Georges Lanmafankpotin. Que tous trouvent tous ici l'expression de mes remerciements sincères. Enfin, j'exprime surtout ma profonde gratitude à mon épouse, Karima Oumarou, et à mes enfants qui ont mis tout en œuvre pour me faire oublier les soucis quotidiens de la vie académiques, et supporté les multiples contraintes liées à mes activités professionnelles et académiques. Qu'ils voient dans cette thèse, le fruit d'un effort commun. Je remercie également, dans ce cadre, tous mes amis, proches et parents au Canada, en Guinée et ailleurs en Afrique qui ont partagé ces moments difficiles avec moi.

DÉDICACE

En ces moments de couronnement de mes études doctorales, je me souviens d'un homme dont l'unique but dans la vie était de voir ses enfants accéder à la « classe des élites et des décideurs ». Je me souviens, avec les larmes aux yeux, de cet homme intelligent, cultivé, responsable, rigoureux et généreux qui n'avait pourtant pas fréquenté l'école française, mais qui accordait une valeur importante au savoir et à la culture plurielle.

Cet homme à qui je dédie cette thèse, Elhadj Ansoumane Samoura, était mon père. Il n'est plus parmi nous. Mais en mettant un point final à ce travail et en le défendant devant un jury de haut niveau, je l'entends me dire : « Je suis fier de toi, mon fils, car tu as accompli un de mes rêves ».

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1.1 Principaux aménagements hydroélectriques en exploitation ou en étude dans les bassins versants côtiers de l’Afrique de l’Ouest.....	9
1.2 Répartition du potentiel hydroélectrique par région naturelle et cours d’eau Source : DNE, 1996, cité par Samoura, 1999)	16
1.3 Cotes d’inondation possibles et largeurs de la vallée au site de Souapiti	23
3.1 Procédure d’agrégation selon les objectifs.....	53
5.1 Calculs des débits à Yékémato pour différents débits possibles à Kaléta, selon les options d’exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré	97
6.1 Intérêts et classification des parties prenantes de la table de concertation.....	116
6.2 Synthèse des enjeux et objectifs définis par la consultation des acteurs.....	117
6.3a Critères, indicateurs et échelles de mesure pour l’évaluation comparative des options d’exploitation hydroélectrique	119
6.3b Critères, indicateurs et échelles de mesure pour l’évaluation comparative des options (suite)	120
6.3c Critères, indicateurs et échelles de mesure pour l’évaluation comparative des options (suite)	121
6.3d Critères, indicateurs et échelles de mesure pour l’évaluation comparative des options (suite et fin).....	122
7.1 Synthèse des options retenues.....	136
7.2a Production d’énergie par les principales options d’aménagements des sites connus dans le bassin du Konkouré.....	139
7.2b Énergie réellement produite par les différentes options d’exploitation du Konkouré	140
7.2c Apport d’énergie au secteur minier par les options d’exploitation du Konkouré (horizon 2015)	140

7.3a	Coûts de construction des aménagements hydroélectriques	141
7.3b	Estimation des coûts (en cents \$/KWh) pour les options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré.....	142
7.3c	Indices de contrainte technicoéconomique pour les différentes options d'exploitation du bassin du Konkouré.....	143
7.4	Évaluation des stocks halieutiques par option	144
7.5a	Pertes de terres cultivables entraînées par les différents sites aménageables	147
7.5b	Pertes de terres cultivables entraînées par les différentes options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré.....	147
7.6a	Débits aval des options d'exploitation du Konkouré (Source : Coyne et Bellier, EDF (1989); OMVG (2007))	148
7.6b	Débits fluviaux et risque d'érosion des vasières en estuaire selon les différentes options ...	149
7.7	Limite de la remontée saline et perturbation de l'écosystème de mangroves dans l'estuaire du Konkouré selon les options d'exploitation hydroélectrique.....	150
7.8a	Échelle d'évaluation de l'importance du risque d'érosion.....	151
7.8b	Débits fluviaux et risque d'érosion des vasières en estuaire selon les différentes options ...	152
7.9	Estimation du nombre de personnes potentiellement déplacées selon les options d'exploitation	154
7.10	Estimation du nombre de personnes potentiellement exposées aux maladies hydriques selon les options d'exploitation	155
7.11a	Matrice d'évaluation de l'importance des pertes culturelles	157
7.11b	Importance des pertes culturelles selon les options d'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré.....	157
7.12	Fréquences d'occupation des rangs par les différentes options	178
7.13	Synthèse des rangements des options selon les acteurs	178
7.14	Performance de l'option GSKAm_Digues_Coop à différents pourcentages d'énergie concédés à l'interconnexion régionale.....	186

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
1.1	Carte des zones climatiques et des grands fleuves en Afrique de l'Ouest 8
1.2	Carte de localisation de la Guinée et bassin du Konkouré..... 12
1.3	Projection de la demande énergétique du Réseau Conakry-Kindia 14
1.4	Projection de la consommation d'énergie pour les grandes industries minières en Guinée. 14
1.5	Carte hydrographique de la République de Guinée 15
1.6	Carte hydrographique du bassin du Konkouré 17
1.6	Schéma de l'occupation de sol dans les vallées du Konkouré et de ses affluents. 19
4.1	Schéma de l'approche méthodologique 60
4.2	Carte de localisation des sites d'observation et d'enquêtes dans la zone de l'estuaire du Konkouré..... 66
5.1	Localisation (a) et subdivision (b) de l'estuaire dans le bassin du Konkouré 82
5.2 :	Débits moyens mensuels observés à la tête de l'estuaire à la station de Yékémato de 1998 à 2002 85
5.3	Évolution de la valeur moyenne du contenu en sel des sols 87
5.4	Utilisation des terres rizicoles et salicoles dans l'estuaire du Konkouré entre 1999 et 2003, tendance en 2005..... 89
5.5	Chaîne des impacts induits dans l'estuaire du Konkouré, entraînés par la gestion hydraulique du barrage de Garafiri 92
5.6a	Évolution des débits journaliers aux stations hydrométriques de Kaléta (K08) et de Yékémato (K11) entre 1996 et 2002 96

5.6b	Évolution des débits à Yékèmato (K11) et Kaléta (K08) pour les périodes de mi-novembre à mi-juin, de 1996 à 2002.....	96
5.7	Variation de la salinité maximale en fonction de l'éloignement des sites d'observation pour différents débits à Yékèmato (débits d'eau douce entrant en estuaire).....	99
5.8	Variation de la salinité maximale en fonction de l'éloignement des sites d'observation pour différents débits à Yékèmato (débits d'eau douce entrant en estuaire).....	100
6.1	Étapes d'une évaluation environnementale stratégique utilisant l'AMCD pour la planification participative dans un contexte de gestion intégrée.....	107
6.2	Schéma de la démarche participative de l'identification des enjeux et de la construction des critères.....	112
7.1	Carte de quelques éléments environnementaux menacés par les futurs réservoirs des options GK125_COOP et GSK_110.....	130
7.2	Carte de quelques éléments environnementaux menacés par le futur réservoir de l'aménagement hydroélectrique d'Amaria.....	131
7.3	Carte des endiguements sur le futur réservoir de Souapiti.....	133
7.4	Carte des endiguements sur le futur réservoir d'Amaria.....	134
7.5	Classification des terres agricoles et surfaces de terres fertiles inondables	146
7.6	Carte de localisation des éléments sensibles dans l'estuaire du Konkouré : principales vasières et frayères	153
7.7	Tableau de performances des options et des caractéristiques des préférences des acteurs	159
7.8	Poids attribués aux critères par les acteurs.....	160
7.9	Profils des options classiques.....	163
7.10	Profils des options élaborées lors du processus décisionnel	164
7.11	Plan GAIA des critères (situation poids égaux).....	167
7.12	Rangement complet des options sans prise en compte de la pondération des critères par les acteurs (situation de référence).....	168

7.14	Rangements des options selon les acteurs de la catégorie des promoteurs et planificateurs du secteur de l'énergie.....	171
7.15	Rangements des options selon les acteurs de la société civile	173
7.16	Rangements des options selon les acteurs de la catégorie des Experts	175
7.17	Rangements des options selon les acteurs de l'administration publique.....	176
7.18	Illustration des coalitions des acteurs par le Plan GAIA-acteurs	180
7.19	Rangement multi-acteurs selon PROMETHÉE II	181
7.20	Intervalle des stabilités des poids accordés aux critères pour l'acteur « Association des ressortissants de Kaléta.....	182
7.21	Profil de l'action GSKAm_Digues_Copp selon le poids du critère «Contrainte technicoéconomique.....	183

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ABN	Autorité du Bassin du fleuve Niger
AMCD	Aide MultiCritère à la Décision
BCDM	Bureau conseil en aide à la décision Multicritère
BCEOM	Bureau conseil français intervenant en ingénierie et en environnement
CEDEAO	Communauté Économique des États de l'Afrique de l'Ouest
CÉRE	Centre d'Étude et de Recherche en Environnement
CERESCOR	CEntre de REcherche Scientifique de CONakry-Rogbané
CILSS	Comité permanent Inter-États de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
CME	Commission Mondiale de l'Eau
CNSHB	Centre National des Sciences Halieutiques de Boussoura
DECISIONLAB	Logiciel d'analyse multicritère basé sur les approches PROMETHÉE et GAIA
DNH	Direction Nationale de l'Hydraulique
DNM	Direction Nationale de la Météorologie
DNE	Direction Nationale de l'Énergie
DNEF	Direction Nationale des Eaux et Forêts
EDG	Électricité De Guinée
EDF	Électricité De France
ENELGUI	Entreprise Nationale d'Électricité de GUinée

IRD	Institut de Recherche pour le Développement (anciennement ORSTOM)
GAIA	Geometrical Analysis for Interactive Assistance
GEIGER	Groupe d'Études Interdisciplinaires en Géographie et Environnement Régional
GIE	Groupement d'Intérêts Économiques
GWP	Global Water Partnership
MAEEEF	Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement, des Eaux et Forêts
MAEF	Ministère de l'Agriculture, des Eaux et Forêts
MEDD	Ministère de l'Environnement et du Développement Durable
MRNE	Ministère des Ressources Naturelles et de l'Énergie
NEPAD	New Partnership for African's Development
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économique
OMVG	Office de Mise en Valeur du fleuve Gambie
OMVS	Office de Mise en Valeur du fleuve Sénégal
ONG	Organisation Non Gouvernementale
ONU-DAES	Organisation des Nations Unies - Département des Affaires Économiques
PIG	Projet Impacts Garafiri
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
PROMETHÉE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
ROBVQ	Regroupement des Organisations de Bassin Versant du Québec
SIG	Système d'Information Géographique
SOGEL	Société générale d'électricité en Guinée (actuellement EDG)

UICN-BRAO	Union Internationale de Conservation de la Nature et Bureau Régional de l’Afrique de l’Ouest
UMQ	Union des Municipalités du Québec
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WATAC	West African Technical Advisory Committee
WCD	World Commission on Dams
WWV	World Water Vision

RÉSUMÉ

En milieu tropical, les enjeux environnementaux et socioéconomiques qu'entraînent les aménagements hydroélectriques sont plus importants du fait de la présence d'agglomérations humaines le long des cours d'eau, de la dépendance directe des populations rurales, de l'exploitation des ressources agricoles et forestières riveraines, mais aussi de la présence d'écosystèmes fragiles dans les zones côtières, comme les mangroves. Dans ce contexte, la construction et l'exploitation de nouveaux aménagements hydroélectriques dans un bassin côtier qui abrite déjà un ou plusieurs barrages engendrent des effets complexes et cumulatifs sur l'environnement, ainsi que des enjeux économiques et de gouvernance majeurs, difficiles à prendre en compte à travers les études d'impacts sur l'environnement des projets de barrages isolés. L'objectif de cette étude est, en s'appuyant sur le cas du bassin du Konkouré, en Guinée, de proposer des éléments d'une démarche méthodologique adaptée permettant de passer du processus décisionnel, traditionnellement dominé par des experts (évaluateurs) et l'État (décideur), à une démarche qui favorise l'implication des acteurs concernés et une vision holistique. Le bassin du Konkouré abrite plusieurs sites hydroélectriques aménageables (Garafiri, en exploitation depuis fin 1999, Kaléta, Souapiti et Amaria, à l'étude). L'étude propose la réalisation d'une évaluation environnementale stratégique (ÉES) basée sur une approche d'aide multicritère à la décision (AMCD) qui permet de construire une option consensuelle pour la mise en valeur de ces aménagements. Elle soulève cependant des défis d'ordre méthodologique, dont l'implication de tous les acteurs du bassin, la prise en compte des particularités liées à la vulnérabilité des estuaires à mangroves et la mise en évidence des effets cumulatifs. L'étude établit d'abord des démarches et outils méthodologiques pour l'analyse de la vulnérabilité de l'estuaire et la participation du public à un processus de planification basée sur l'aide multicritère à la décision. Ces éléments permettent d'alimenter par la suite le processus décisionnel relatif au choix du scénario de consensus pour l'exploitation du potentiel hydroélectrique dans son ensemble. Les principales étapes de cette approche sont : la structuration du problème; l'évaluation des impacts potentiels des différentes options; le rangement des options selon les approches PROMETHÉE et GAÏA, par l'utilisation du logiciel DECISIONLAB (DLAB) et la simulation de négociations pour la construction d'un consensus. Les résultats de l'étude de cas du bassin du Konkouré sont : l'identification de quatorze acteurs, l'élaboration de dix options, la construction des neuf critères avec leurs indicateurs et échelles de mesure, la réalisation d'une base de données dans un SIG, la simulation des inondations potentielles entraînées par les différentes options et le rangement des options selon chaque acteur et tout le groupe. L'analyse de ces résultats permet de tirer des enseignements sur les enjeux majeurs liés à l'exploitation des aménagements hydroélectriques dans les bassins côtiers en milieu tropical, ainsi que de discuter des effets cumulatifs en estuaire. Elle montre aussi la possibilité d'adaptation d'une AMCD participative, par l'intégration de techniques de participation publique déjà connues en Afrique subsaharienne.

Mots clés : bassin côtier, ÉES, hydroélectricité, aide multicritère, multi-acteurs, choix d'options, enjeux, critères, indicateurs, SIG, DLAB, impacts induits, déplacement de population, estuaire, mangrove, participation des acteurs.

INTRODUCTION

La connaissance des ressources en eau et la maîtrise des outils permettant leur gestion rationnelle en vue de la satisfaction des besoins fondamentaux des humains (alimentation, accès à l'eau potable, maintien de la santé, etc.) a conduit à l'innovation de formes d'approvisionnement, telles que les barrages de retenue d'eau, les canalisations et autres aménagements hydrotechniques réalisés à des fins d'irrigation, de navigation, d'approvisionnement en eau potable, de production électrique, etc. Ces aménagements contribuent pour une part importante au développement économique et social des sociétés, tant dans les pays développés que dans ceux en développement. Ils touchent cependant une ressource qui est au centre d'utilisations concurrentielles, voire conflictuelles.

En effet, les ressources en eau jouent un rôle vital dans l'économie, par leur usage dans l'agriculture, l'industrie et l'hydroélectricité, dans la santé, par l'approvisionnement des agglomérations urbaines et rurales en eau potable et par la satisfaction d'autres besoins domestiques, comme l'assainissement (Briscoe, 1993; Bah et coll., 1997; UNESCO, 2000). Elles sont aussi essentielles au maintien des habitats naturels, de la diversité biologique et de l'environnement (Easter et coll., 1992).

Les enjeux liés aux utilisations concurrentielles des ressources en eau au regard de leurs disponibilités (quantité et qualité), ainsi qu'à leurs capacités de renouvellement sont multiples (Burton, 2001; Ruth et coll., 2003). L'importance de ces enjeux, ainsi que la diversité des acteurs concernés justifient les efforts déployés pour la recherche de méthodes de gestion appropriées des ressources en eau et des bassins qui les abritent. Des avancées dans l'évolution des approches de gestion des bassins ont conduit au développement d'approches émergentes, dont la gestion intégrée des ressources en eau et l'approche par écosystème (Tchoué, 2002; Diagne, 2002; Paturel et coll., 1997).

Cependant, pour une meilleure prise en compte des effets négatifs de certains grands projets d'aménagements hydroélectriques, ces approches doivent être complétées par

des outils appropriés, comme ceux de l'évaluation environnementale (Adams, 2000 ; Niasse et coll., 2004a). En effet, la construction et l'exploitation des aménagements hydroélectriques ont des effets sur l'environnement local et régional qui soulèvent d'importants enjeux écologiques, sociaux et économiques. Ces enjeux se traduisent, d'une part, par des impacts positifs comme la fourniture d'électricité et l'augmentation du potentiel piscicole, et ses retombées économiques. D'autre part, ils se traduisent par des effets négatifs, dont la modification d'habitats naturels, les changements d'occupation et de structuration du territoire (déplacement des populations, perte de terres agricoles et d'élevage, etc.) et les problèmes de santé liés à la création de plans d'eau, observés dans l'environnement immédiat du site d'installation du barrage (Treabaol L., Chabal JP., 2003; Banque Mondiale, 1999b; Adams, 2000). L'étude d'impact environnemental (ÉIE) est reconnue pour sa capacité à identifier, décrire, évaluer et éviter ou atténuer les impacts de ces installations sur l'environnement (ÉIE) (Leduc et Raymond, 1999; Banque Mondiale, 1999a; André et coll., 1999). Elle contribue en effet à une meilleure prise en compte de l'environnement et à la réduction des coûts environnementaux et sociaux associés à la réalisation de grandes infrastructures d'aménagement des ressources en eau (Commission de la communauté européenne, 1990; Falque, 1995; CIDD, 1999; Lafont, 1999; Niasse, 2004). Toutefois, la pratique a montré que les ÉIE des projets interviennent tardivement pour certains choix d'ordre stratégique, et ont des limites pour la prise en compte de certains types d'impacts (impacts induits, globaux et cumulatifs) sur des grands territoires (Leduc et Raymond, 1999 ; André et coll., 1999 ; Lerond et coll., 2003). C'est le cas lorsqu'on s'intéresse à la prise en compte de l'environnement dans l'exploitation du potentiel hydroélectrique à l'échelle d'un bassin versant, notamment un bassin côtier en milieu tropical.

Dans les milieux tropicaux dont les zones côtières sont caractérisées par la présence de la mangrove, des modifications du fonctionnement hydrodynamique et sédimentaire peuvent entraîner des impacts indirects et synergiques sur l'intégrité des zones humides d'intérêt écologique (enjeux globaux) et sur la disponibilité des ressources (Sow, 2003 ; Diallo, 1993 ; Bertrand et coll., 1991 ; Rue, 1995). Par ailleurs, Burton (1999) mentionne l'importance et la diversité des activités humaines dans la gestion des ressources en eau à l'échelle des bassins. Ces activités, qui constituent en général des sources d'impacts

sur l'environnement, ajoutent des difficultés supplémentaires à celles déjà citées. L'utilisation de l'évaluation environnementale stratégique (ÉES) comme outil d'évaluation dans un processus de planification concertée à l'échelle du bassin serait la démarche appropriée pour la prise en compte de ces particularités.

L'utilisation de l'ÉES dans les pays en développement, dont ceux de l'Afrique, est peu fréquente encore. Les approches et outils utilisés dans les rares cas sont très proches de ceux des ÉIE. C'est pourquoi son utilisation comme outil d'évaluation participative dans un processus de planification concertée soulève des défis importants. Il s'agit de défis d'ordre méthodologique, qui concernent notamment :

- le choix de l'approche d'évaluation qui permettrait à l'ÉES de contribuer efficacement à la réalisation d'une planification concertée à l'échelle d'un bassin versant;
- l'adaptation des outils d'ÉES au contexte de la zone tropicale ouest africaine, caractérisée par un environnement naturel fragilisé, un contexte socioculturel peu ouvert à la participation publique, des moyens humains, techniques et financiers limités (Kourouma, 2003; Burdge, 1990; Appiah-Opoku, 2001).

C'est dans cette perspective de contribution méthodologique que se place cette étude la présente étude. Elle s'appuie sur la simulation de l'application de l'ÉES, basée sur l'approche d'aide multicritère à la décision (AMCD), comme outil d'évaluation comparative des options d'exploitation hydroélectrique d'un bassin versant côtier en milieu tropical humide. L'évaluation comparative doit réussir à prendre en compte à la fois les enjeux complexes en zone côtière, ceux liés à l'exploitation et à l'utilisation du potentiel hydroélectrique, ainsi que les particularités socioéconomiques et culturelles de l'Afrique subsaharienne.

Son intérêt au plan scientifique s'explique par le fait qu'elle vise, d'une part, l'amélioration des connaissances sur des impacts induits et synergiques en zone côtière, liés à l'exploitation des aménagements hydroélectriques et des activités d'exploitation des ressources. D'autre part, elle vise aussi à identifier les conditions d'une plus grande ouverture de la démarche évaluative multicritère à une représentation sociétale, par la participation de l'ensemble des acteurs du bassin versant. Utilisant un raisonnement dit « du particulier au

général », l'étude traite des enjeux liés à l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, en Guinée. Elle est structurée en sept chapitres, qui sont regroupés en trois parties.

La première partie comprend : (I) la description du territoire d'étude, qui présente le contexte régional et national, et la zone d'application (le bassin du Konkouré, en Guinée); (II) la présentation du problème à l'étude et les objectifs de l'étude; (III) la revue de littérature liée ou cadre théorique de la recherche, qui est centrée sur l'aide multicritère à la décision comme outils de mise en œuvre de l'évaluation environnementale stratégique (ÉES) dans un contexte de gestion intégrée des ressources. Cette revue de littérature s'appuie sur des réflexions portant sur des thématiques d'importance telles que la planification, la gestion par bassin versant, et l'évaluation environnementale stratégique, qui sont présentées dans l'annexe I; (IV) la présentation de la méthodologie générale de l'étude basée sur l'approche AMCD, les outils et les données utilisés. La deuxième partie regroupe deux chapitres portant sur le développement et la validation de démarches méthodologiques et d'outils d'évaluation, qui sont nécessaires à l'étude de cas du bassin du Konkouré. Ces chapitres sont : (V) les résultats sur la proposition d'éléments méthodologiques spécifiques à l'étude de la vulnérabilité des estuaires à mangroves aux effets des aménagements hydroélectriques; (VI) les résultats du test de la démarche méthodologique à partir de son application de la démarche de l'AMCD à la gestion de l'écosystème de mangroves dans le delta du Konkouré (baie de Sangaréya) : la proposition d'une démarche participative de structuration des problèmes et l'application pour l'évaluation comparative des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré. Enfin, la troisième partie présente le processus décisionnel proprement dit de l'analyse comparative des options d'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré, et les enseignements qui en découlent. Elle regroupe donc : (VII) la présentation et l'analyse des résultats de la simulation du processus décisionnel du choix de l'option consensuelle de l'exploitation hydroélectrique du Konkouré; (VIII) la synthèse des contributions et les enseignements de l'étude de cas du bassin du Konkouré, qui sont à généraliser pour l'amélioration de la planification de l'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical. Cette dernière partie présente aussi la conclusion générale de l'étude et les recommandations.

PARTIE I

MISE EN CONTEXTE – CADRE THÉORIQUE DE L'ÉTUDE – DÉMARCHE

MÉTHODOLOGIQUE GÉNÉRALE

CHAPITRE I

DESCRIPTION DU TERRITOIRE D'ÉTUDE

Le cadre géographique décrit le contexte environnemental et socioéconomique de la zone d'application de l'étude, à savoir le bassin du Konkouré, en Guinée. Il présente dans un premier temps la Guinée, en abordant brièvement le contexte hydroclimatique et les enjeux liés à l'exploitation du potentiel hydroélectrique du pays; ce qui permet d'introduire l'importance de l'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré. Il présente ensuite l'environnement du bassin continental et de l'estuaire du Konkouré, et met un accent particulier sur les enjeux économique, socioculturel, environnemental et institutionnel, liés au choix d'une option appropriée de mise en valeur de ce potentiel hydroélectrique.

1.1 Caractéristiques des bassins côtiers en milieu tropical en Afrique de l'Ouest

1.1.1 Localisation et caractéristiques climatiques et hydrologiques

La région de l'Afrique de l'Ouest comprend 17 pays et s'étend sur une superficie de 7 500 000 km². Elle abrite une population de 250 millions d'habitants, soit environ 30 % de la population africaine (CILSS, 2002; Niasse et coll., 2004b). Du sud au nord, on distingue deux grands ensembles écogéographiques : (i) le golf de Guinée, comprenant huit pays côtiers, dont le Bénin, la Côte d'Ivoire, le Ghana, la Guinée, le Libéria, le Nigéria, la Sierra Leone et le Togo, et (ii) le Sahel, comprenant neuf pays, dont le Burkina Faso, le Cap-Vert, la Gambie, la Guinée Bissau, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal et le Tchad¹. La région de l'Afrique de l'Ouest est constituée de quatre sous-ensembles hydroclimatiques (CILSS, 2002; Paturel et coll., 1997; Osborne, 2000; Oyebande et coll., 2002), illustrés par la figure 1.1. Ces quatre sous-ensembles sont, du sud au nord :

- *la zone tropicale de type guinéen* : correspondant à la partie la plus humide, avec de faibles variations de pluviométrie (10 à 15 %). La saison des pluies y couvre six à huit mois (entre les mois de mai et novembre), avec un total annuel pouvant atteindre plus de 4 000 mm (4 600 mm de pluie à Conakry);

¹ La Mauritanie et le Tchad ne font pas géographiquement partie de l'Afrique de l'Ouest. Toutefois, ces pays partagent avec ceux de la région de l'Afrique de l'Ouest de grands bassins versants, dont celui du fleuve Niger.

- *la zone tropicale de type soudanais* : caractérisée par des précipitations plus importantes que dans les suivantes, comprises entre 800 et 1 200 mm par an (1 000 mm de pluie par an à Bamako, et 890 mm à Ouagadougou, au Burkina Faso);
- *la zone tropicale de type sahélien* : caractérisée par la rareté et une forte variabilité dans le temps et l'espace des précipitations, l'intensité de l'évaporation et la précarité des ressources en eau. Les précipitations y durent quatre à cinq mois. Elles peuvent varier entre 650 à 220 mm (636 mm de pluie à Niamey, au Niger, et 578 mm à Dakar, au Sénégal);
- *la zone tropicale de type sahelio-saharien* : caractérisée par des pluviométries annuelles inférieures à 200 mm (170 mm de pluie à Nouakchott, en Mauritanie, et 160 mm à Tombouctou, au Mali) et par une sécheresse totale.

Cette étude concerne particulièrement la zone climatique dite « tropicale guinéenne », qui correspond à la partie humide, longeant les côtes de l'océan Atlantique. La zone dispose d'importants bassins côtiers internes et transfrontaliers. En effet, la plupart des principaux fleuves de la région prennent leurs sources dans cette zone soudano-guinéenne (à forte pluviométrie, comme le Fouta Djallon). Certains traversent ensuite la zone sahélienne, où les déficits pluviométriques sont chroniques (Niasse et coll., 2004b), puis reviennent se jeter dans l'Atlantique. D'autres, bien que formant des bassins côtiers importants aux plans hydrographique et géographique, sont des cours d'eau nationaux. Les régions tropicales humides en Afrique de l'Ouest sont caractérisées par un environnement dégradé et un niveau de vie souvent très bas. Les principales causes de la dégradation sont le défrichement de grandes étendues de végétation pour l'agriculture, la déforestation, la culture extensive sur des terres à faible rendement, l'utilisation de techniques agricoles inappropriées, etc. Ces conditions défavorables entraînent : (i) la présence d'agglomérations humaines dans les vallées des cours d'eau souvent inondables ; (ii) la dépendance directe des populations rurales de l'exploitation des ressources agricoles, forestières, animales et non biologiques ; (iii) la présence d'écosystèmes spécifiques dans les zones côtières, comme la mangrove (Cormier-Salem, 1999).

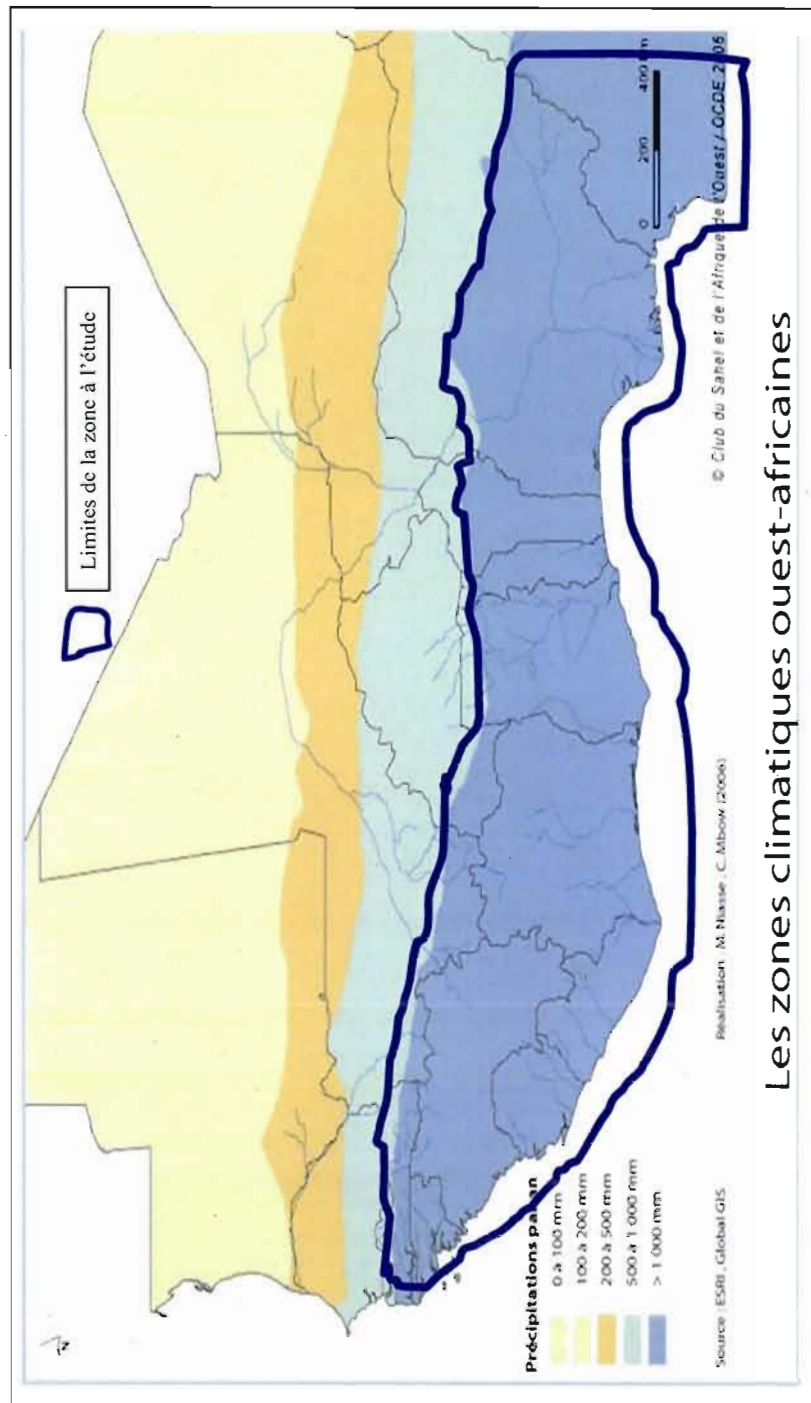


Figure 1.1 Carte des zones climatiques et des grands fleuves en Afrique de l'Ouest (Source : Niasse et Mbow, 2006)

1.1.2 Potentiels hydroélectriques et besoins énergétiques en Afrique de l'Ouest

La zone tropicale humide en Afrique de l'Ouest dispose de plusieurs bassins côtiers avec d'importantes ressources en eau partagées. Ces bassins offrent d'énormes potentiels hydriques qui font l'objet d'aménagement hydroélectrique depuis plusieurs décennies. Ainsi, selon GWP-WATAC, 2000, la région ouest africaine en général compte aujourd'hui près de 110 grands barrages, dont les fonctions sont surtout l'irrigation et la production d'énergie. La plupart de ces barrages sont dans des bassins côtiers. Le tableau 1.1 présente les principaux bassins côtiers avec des sites actuellement exploités ou en planification plus ou moins avancée. Le secteur énergétique de l'Afrique de l'Ouest se caractérise par un faible taux d'électrification, une faible disponibilité de capacité installée, une forte dépendance à la biomasse et une consommation par habitant en énergie électrique trois fois moins que la moyenne en Afrique subsaharienne.

Tableau 1.1 Principaux aménagements hydroélectriques en exploitation ou en étude dans les bassins versants côtiers de l'Afrique de l'Ouest

Bassins	Aménagements en exploitation ou en étude	Pays concernés	Pays abritant l'estuaire
Sénégal	Manantali, Diama (en exploitation)	Sénégal, Mali, Mauritanie, Guinée (observateur)	Mauritanie, Sénégal
Gambie	Sambangalou (en étude)	Guinée, Guinée Bissau, Sénégal, Gambie	Gambie
Cavally	Tiboto-Niaké (en vue)	Mali, Côte d'Ivoire, Burkina Faso, Ghana	Ghana
Comoé	Sourou, Comoé (en exploitation)	Burkina Faso, Ghana, Togo, Mali, Bénin, Côte d'Ivoire	Côte d'Ivoire
Volta	Akosongbo et autres barrages de petites tailles (en exploitation)	Benin, Nigéria, Togo	Ghana
Niger	Sélengué Jebba, Kainji (en exploitation); Fomi, Tossaye, Gambou, Dyodyonga, Kandadji (en étude)	Guinée, Mali, Côte d'Ivoire, Sierra Leone, Burkina Faso, Niger, Bénin, Cameroun, Tchad, Nigéria, Algérie	Nigéria
Mono	Nangbéto (en exploitation), Adjarala (en étude)	Togo, Bénin	Bénin
Konkouré	Garafiri (en exploitation), Kaléta, Souapiti, Amaria (en étude)	Guinée, pays de l'OMVG	Guinée
Cogon	Cogon (en étude)	Guinée	Guinée

Source : Niasse et Bossard, 2006

La région dispose pourtant d'un important potentiel en énergie primaire (30 % de la réserve africaine de pétrole, soit 3 017 millions de tonnes, 31 % de la réserve africaine de gaz naturel, soit 3 581 milliards de M3, un potentiel hydroélectrique et d'ensoleillement important). En effet, la région de l'Afrique de l'Ouest dispose d'une capacité hydroélectrique « équipable » de 23 900 MW, dont 91 % sont concentrés dans seulement 5 pays : Nigéria (37,6 %), Guinée (25,6 %), Ghana (11,4 %), Côte d'Ivoire (10,9 %) et Sierra Leone (5,2 %). Malheureusement, ce potentiel n'est encore exploité qu'à 16 %, dont l'essentiel au Ghana, au Nigéria et en Côte d'Ivoire (Diaw, 2004). Les difficultés de mobilisation de financement, l'étroitesse des marchés nationaux et les contextes macroéconomique et sociopolitique peu favorables sont les principales contraintes qui limitent la mise en valeur de ce potentiel.

Ces dernières années, l'augmentation de la demande d'énergie par rapport à l'offre, le coût de plus en plus élevé du pétrole et du gaz, le caractère « énergie propre » de l'hydroélectricité et la disponibilité des ressources en eau, dans la plupart des bassins côtiers, font que les politiques énergétiques dans tous les pays côtiers de la région privilégient la mise en valeur de ces bassins pour la production électrique. Dans cette perspective, plusieurs initiatives et projets de relance de ce secteur sont en cours. Ces initiatives sont centralisées par la Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), à travers le projet EEEOA (Système d'échange d'énergie électrique ouest africain), selon Diaw (2004). Dans la vision de ce projet, la Guinée occupe une place centrale dans les perspectives de développement énergétique de l'Afrique de l'Ouest, par, d'une part, sa position géographique, mais aussi, et surtout, d'autre part, son potentiel hydroélectrique non exploité. La République de Guinée dispose de 13 bassins versants, dont 6 côtiers, avec un énorme potentiel hydroélectrique, évalué à plus 6 GW. Toutefois, ce potentiel reste encore nettement sous-exploité, comme c'est le cas dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest.

1.2 Contexte environnemental et énergétique de la République de Guinée

1.2.1 Localisation et caractéristiques hydroclimatiques

La République de Guinée a une superficie de 245 857 km² et une population de 7 000 000 habitants en 1997. Avec un taux de croissance démographique de 3,1 %, cette

population serait de 9 821 000 habitants et environ de 10 900 000 habitants en 2010. Elle est limitée à l'ouest par l'océan Atlantique sur une côte de plus de 300 km, au nord par la Guinée Bissau, au nord-est par le Sénégal et le Mali, à l'est par la Côte d'Ivoire et au sud par le Libéria et la Sierra Leone. La Guinée est un pays de l'Afrique de l'Ouest, compris entre les 7°05' et 12°51' de latitude nord et les 7°30' et 15°10' de longitude ouest. Ainsi, le pays tout entier, dont le bassin du Konkouré (site d'application de la présente étude), se situe dans la zone tropicale humide (figure 1.2).

Les climats tropicaux qui règnent en Guinée ne sont pas uniformes. Les différences régionales résultent de la combinaison de trois facteurs : la position en latitude, l'exposition aux vents dominants et le relief. Le pays se partage entre le climat tropical avec alternance de deux saisons du 9° au 13° parallèle (au nord), et le climat subéquatorial du 9° au 7° parallèle (au sud). La durée de la saison sèche diminue du nord au sud, passant de six mois à la frontière du Mali à deux à trois mois en Guinée Forestière. Au plan hydrographique, la Guinée constitue une zone qui abrite la source de plusieurs cours d'eau qui alimentent la région de l'Afrique de l'Ouest, ce qui lui confère le rôle de « château d'eau de l'Afrique de l'Ouest ». En raison du relief accidenté et des variations saisonnières de la pluviométrie, de nombreux cours d'eau ont un écoulement temporaire : torrents en hivernage et vallées sans eaux de ruissellement en saison sèche (DNH, 1995). Généralement, les basses eaux pour les cours d'eau permanents sont enregistrées en avril, et les hautes eaux au cœur de l'hivernage, en août ou septembre.

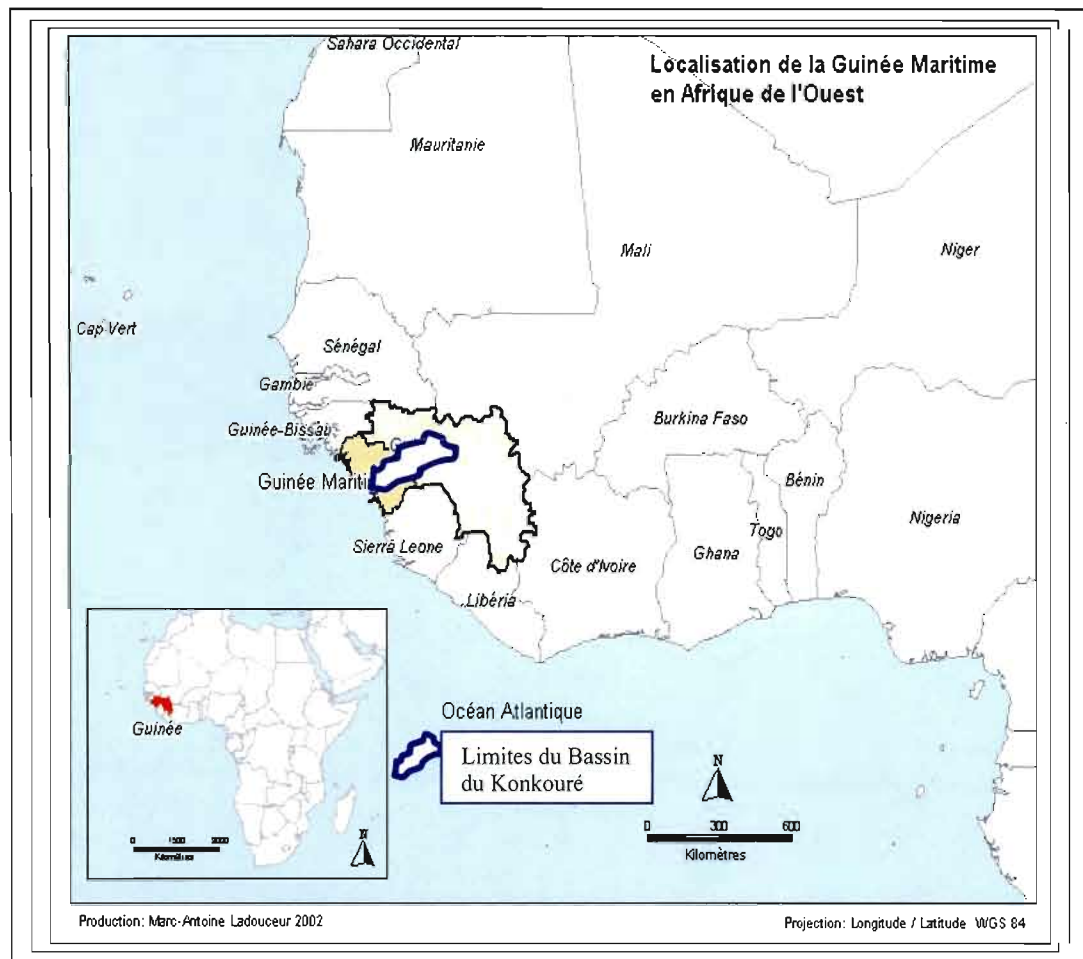


Figure 1.2 Carte de localisation de la Guinée et bassin du Konkouré (Source : Kourouma D. L., 2005).

1.2.2 Bref aperçu sur le secteur de l'énergie

La République de Guinée appartient encore à la classe des pays qui sont les moins desservis en électricité au monde. Sa situation énergétique reste encore caractérisée par (Samoura, 1999; DNE, 1996, cité par Kourouma, 2005) :

- un faible niveau de consommation d'énergie par habitant,
- une importance des énergies traditionnelles dans le bilan énergétique (plus de 85 % en général et 95 % de la consommation des ménages),
- un poids relativement élevé des hydrocarbures au sein des énergies conventionnelles,
- un faible taux de couverture du pays en électricité. En effet, seuls les axes (Conakry-Kindia, Mamou-Labé, Faranah-Kouroussa-Dinguiraye), appelés réseaux interconnectés, les enclaves minières (Kamsar, Sangarédi, Fria et Débélé) et quelques centres urbains sont électrifiés. En conséquence, près de 70 % des habitants n'avaient pas accès à l'électricité en 1995. Ce chiffre est encore valable de nos jours,
- un potentiel hydroélectrique (6,1 GW), exploité à moins de 2 %.

Sa production énergétique en 1998 était de l'ordre de 250 GWh pour une puissance installée de 102 MW, ce qui était nettement insuffisant pour satisfaire la demande estimée à 470 GWh en 1994 et à 690 GWh en 2000. Avant l'année 2000, l'apport de la production hydraulique, versus la production thermique, dans le réseau interconnecté du pays était de 275 059 MWh, soit 55,74 %. Avec la mise en fonction de l'aménagement hydroélectrique de Garafiri (75 MW) en fin 1999, la production hydraulique dans le réseau interconnecté s'établit à 490 524 MWh depuis 2000, soit 83,66 % du total produit par ce système. Dans l'ensemble au pays, la production hydraulique a atteint, en 2000, 82,68 % de la production globale, avec 496 960 MWh contre 55,32 %, soit 281 973 MWh en 1999 (SOGEL, 2001, cité par Kourouma, 2005). Si la situation énergétique actuelle du pays se traduit par la prédominance du poids de l'hydroélectricité dans la production d'énergie depuis la mise en fonction du barrage de Garafiri, elle n'améliore pas la fourniture d'électricité, étant donné l'état vétuste du parc des centrales thermiques du pays et de l'accroissement des besoins en énergie. En effet, la production thermique a vu sa part dans la production globale passer de 222 089 MWh en 1999 à 98 083 MWh pour 2000, soit un recul de 55,84 %. La part du

thermique dans le réseau interconnecté est passée à 44,26 % en 1999 (soit 95 826 MWh) à 16,34 % en 2000 (soit 218 375 MWh). Elle est encore plus faible à ce jour. La projection de la demande énergétique pour la consommation domestique (dans le Réseau Conakry-Kindia) (figures 1.3) et celle du secteur minier (figure 1.4) montre une importante augmentation d'année en année.

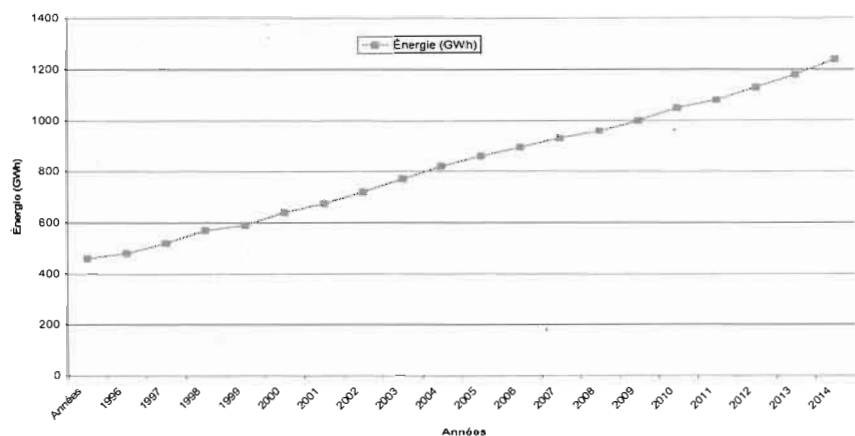


Figure 1.3 Projection de la demande énergétique du Réseau Conakry-Kindia (Source : SOGEL, 2001, cité par Kourouma, 2005)

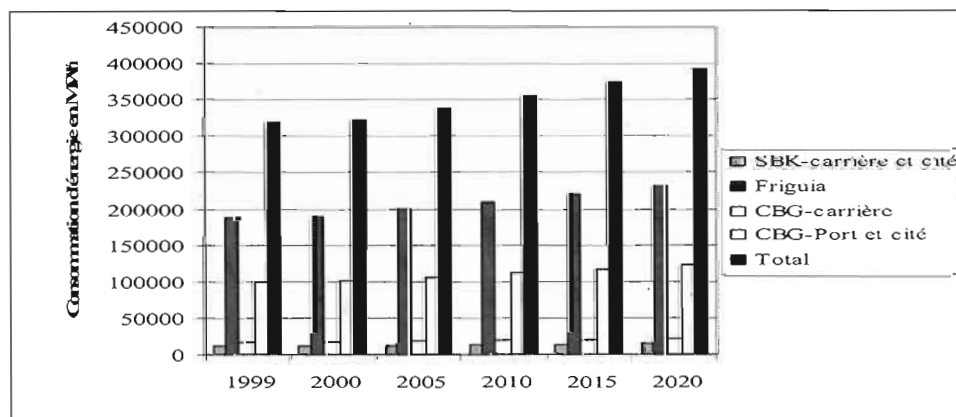


Figure 1.4 Projection de la consommation d'énergie pour les grandes industries minières en Guinée (Source : SOGEL, 2001, cité par Kourouma, 2005).

Tableau 1.2 Répartition du potentiel hydroélectrique par région naturelle et cours d'eau
Source : DNE, 1996, cité par Samoura, 1999)

Région naturelle	Rivières	Sites	Puissance (MW)	Situation	Potentiel par région naturelle
Guinée Maritime	Système de Samou	Donkèa	42,8	En exploitation	2,8 GW (46 %)
		Grandes chutes Banéah			
	Cogon	Tiopo	92	En étude	
	Tinguilinta	Belidima	13		
	Fatala	Korafindi	100		
		Diolol	80		
	Kambo Konkouré	Yelaba			
		Fansiya	18		
		Amaria	120	En étude avancée	
		Kaléta	80		
Moyenne Guinée	Kinkon	Souapiti	412		2,6 GW (43 %)
		Garafiri	75	En exploitation	
	Kakrima	Kakrima	3	En exploitation	
	Kakrima	Kakrima II	15		
		Kakrima V	25		
	Sala	Natibali	34		
	Ouessegoule	Ouessegoule	29		
	Komba	Gaoul	49		
	Gambie	Madina kouta	67		
	Fetore	Fetore	124		
Haute Guinée	Kaaba	Kassa	135		0,5 GW (8,9 %)
	Tinkisso	Tinkisso	1,5	En exploitation	
		Fouguia-Banko	5		
		Kourougnan	34		
	Milo	Frankonedou	24		
	Baoulé	Kamarato	17,5		
	Niandan	Fomi	87	En étude	
Guinée Forestière	Makona	Singueya	12		0,1 GW (2 %)
		Nongoa	8		
	Diani	N'Zébélé	28		
		Gozoguezia	20		

1.3 Cadre géographique et potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, en Guinée

1.3.1 Localisation, hydroclimatologie et géomorphologie

Le bassin du Konkouré (figure 1.5) s'étend sur une superficie de 17 250 km² (PIG, 2003), partagé entre la Moyenne Guinée (au nord-ouest du pays) et la Guinée Maritime (à l'ouest). Il est compris entre les préfectures de Témélé, Kindia, Fria, Dubréka et Conakry. Il est constitué par les contreforts du massif du Fouta Djallon, dans sa partie est et nord, par les versants des monts Balandougou et Bendéguelen, à l'ouest, et par une partie de la baie de Sangaréya, au sud.

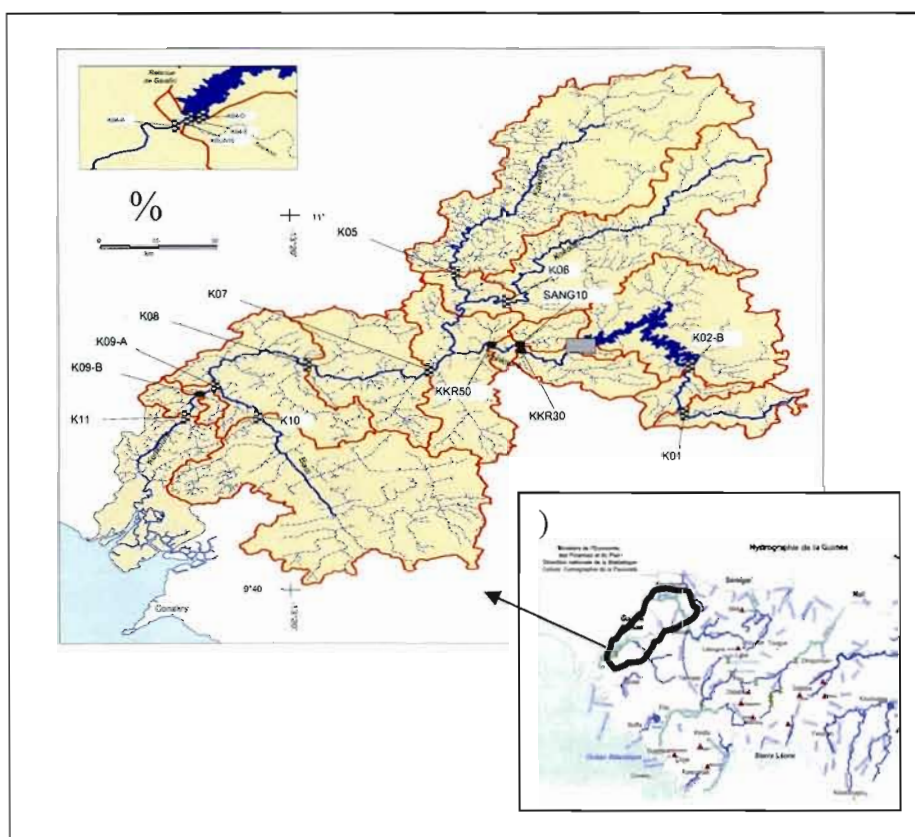


Figure 1.6 Carte hydrographique du bassin du Konkouré (Sources : PIG, 2003 ; www.srp-guinnee.org)

Au plan climatique, le bassin du Konkouré est soumis à un climat de type tropical de transition, caractérisé par une température moyenne annuelle de 24,4 °C et une pluviométrie de 2 060 mm/an, en moyenne, concentrée sur les six mois que dure la saison hivernale (de début mai à fin octobre). Au cours de cette période, la mousson engendre des précipitations importantes, dont 66 % qui tombent entre les mois de juillet et septembre. La faiblesse du couvert végétal face à cette pluviométrie fait que le bassin du Konkouré est caractérisé par un coefficient de ruissellement relativement important, qui y entraîne une forte érosion, selon BECEOM (1990). Pendant la saison sèche, qui dure de novembre à avril, il ne pleut pratiquement pas, à l'exception de quelques pluies d'orages au début du mois de novembre. De décembre à avril, on enregistre en général moins de 50 mm de pluie.

Aux plans de la géologie et de la pédologie, le bassin a connu une morphogénèse complexe (BECEOM, 1990) qui a conditionné la distribution et les caractéristiques de ses sols. Schématiquement, on y rencontre trois grands types de sol plus ou moins évolués : (i) les lithosols : fortement érodés et appauvris en éléments nutritifs, situés dans les zones de plateaux appelés bowés ou les curasses ferrallitiques; (ii) les sols ferrallitiques : qu'on retrouve sur les versants et les coteaux de vallée dont les pentes sont comprises entre 10 et 30 %. Ce sont généralement des sols argilo-limoneux profonds et très pauvres en phosphore, notamment; (iii) les sols alluviaux : il s'agit de sols peu profonds que l'on retrouve dans les vallées. Les sols de bas de pente sont en général acides et chimiquement pauvres, alors que les sols de plaines sont souvent très mal structurés, très acides et peu riches en matières organiques décomposées. Ainsi, on observe de façon générale dans le bassin du Konkouré la présence de bowés, de zones de cultures, de lambeaux de forêt et de galeries forestières (figure 1.6). On distingue essentiellement trois types de formation dans la partie continentale du bassin du Konkouré :

- (i) les forêts galeries, qui longent les cours d'eau et qui sont en général réduites à un rideau d'arbres le long des berges de part et d'autre des cours d'eau, avec une largeur très variable, soit entre 2 et 30 m;
- (ii) la savane guinéenne, qui s'étend sur les pentes entre les rivières et les plateaux (bowés);

- (iii) la savane herbeuse, qui se caractérise par l'absence ou la rareté d'arbres et d'arbustes (BECEOM, 1996). La végétation y est composée essentiellement de graminées de la famille des poacées, qui colonisent en général les plateaux cuirassés ou bowés. La figure 1.5 présente l'utilisation du sol dans les vallées du Konkouré.

La faune dans le bassin est variée et comprend entre autres des grands mammifères, des pantroglodytes (chimpanzés). On y dénombre dans le fleuve et les cours d'eaux secondaires plusieurs espèces aquatiques et semi-aquatiques appartenant aux classes des amphibiens, des reptiles et des mammifères. Des études réalisées par l'IRD (anciennement appelé ORSTOM) ont permis de recenser 88 espèces de poissons, qui sont des espèces d'eau douce (dulçaquicoles), mixtes et marines. Parmi ces 88 espèces, 9 sont endémiques (Paugy et coll., 1994).

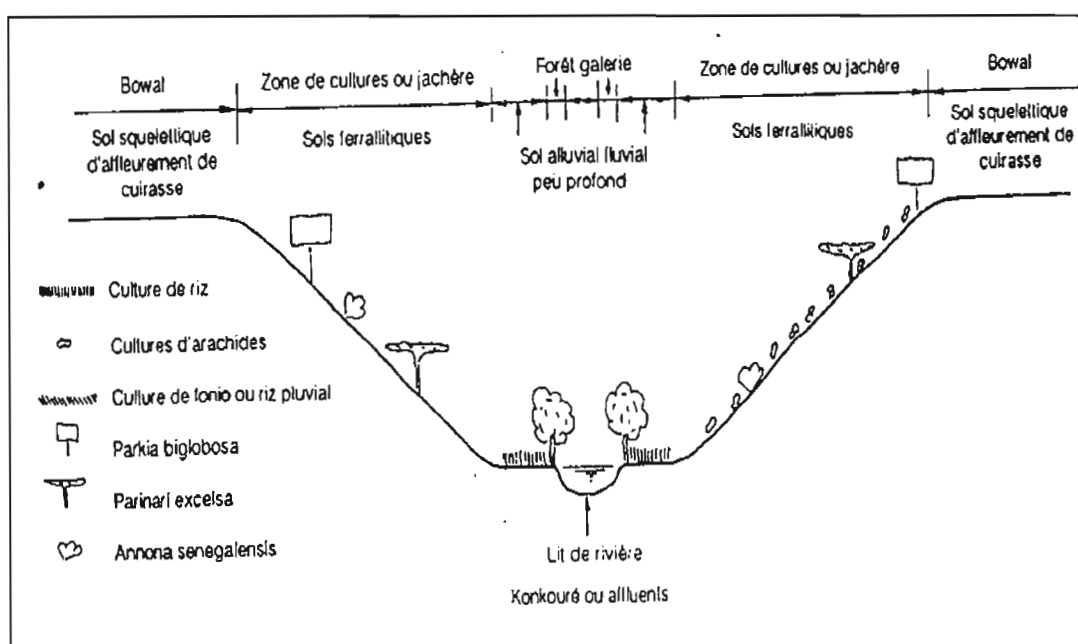


Figure 1.6 : Schéma de l'occupation de sol dans les vallées du Konkouré et de ses affluents.
Source : PIG-IRD, 2001

1.3.2 Population, activités socioéconomiques et contexte social

Des extrapolations faites dans le cadre de la présente étude à partir des données de recensement de 1997 et du taux d'accroissement de la population (3,8 %) permettent d'estimer la population à 56 513 habitants pour l'ensemble du bassin continental. Deux ethnies dominent la population du bassin : les Peulh dans la partie continentale (nord-est) et les Soussous vers la partie côtière (sud-ouest).

De façon générale, l'ensemble du bassin est caractérisé par la présence d'activités agropastorales et industrielles, qui ont des effets sur son environnement. L'agriculture et l'élevage sont pratiqués par une proportion de près de 85 % de la population, qui est essentiellement rurale. Cependant, les sols connaissent une baisse de leur fertilité liée aussi bien à une érosion physique différentielle qu'à une dégradation de leur structure physicochimique. Les pentes et les bowés qui dominent dans le bassin s'étendent rapidement par décapage. Seules les tapades et les fonds de vallée présentent des possibilités réelles d'agriculture de rente. Ainsi, les cultures qui se font au pied et le long des vallées sont temporaires, avec une alternance de deux ans de culture pour cinq à huit ans de jachère suivant la fertilité des sols. Le potentiel en terres cultivables est de 800 000 ha, dont plus de 450 000 ha sont cultivés chaque année (Coyne et Bellier, 1998). Le nord-ouest de cette zone (plaines de Gaoual et Koundara) présente les plus grands effectifs de bovins grâce aux pâturages humides de moyennes vallées. Quelques industries minières évoluent dans la région depuis plusieurs années, autour desquelles se sont développées de grandes agglomérations dont la ville de Fria. Enfin, depuis la mise en place de la retenue d'eau de l'aménagement hydroélectrique de Garafiri, en 1999, la pêche est devenue l'une des principales activités économiques dans la partie nord du bassin, à cause de l'important stock halieutique de la retenue d'eau créée (Coyne et Bellier, 1998; PIG-IRD, 2003).

Au plan social, le document de stratégie du lutte contre la pauvreté en Guinée (SP-RSP/MEFP, 2007) mentionne que depuis 2003, la pauvreté s'est fortement aggravée en Guinée. En effet, l'incidence de la pauvreté a atteint 50% en 2003, 50,1% en 2004 et 53,6% en 2005. Les indicateurs suivants pour décrire la situation sociale en Guinée :

- régression de l'incidence de la pauvreté au niveau national, qui est passée de 49,2% en 2002 à 53,6% en 2005;
- dégradation de l'accès à l'éducation et aux soins de santé (en 2005, plus d'un enfant sur cinq (21%) n'avait pas encore accès à l'éducation primaire, le taux de mortalité infanto - juvénile s'élevait à 163‰, le taux de mortalité maternelle à 980 pour 100.000 naissances).

Cette situation de pauvreté constitue un facteur aggravant de la vulnérabilité des populations locales à toute perturbation de son environnement biophysique et humain, surtout en milieu rural.

1.3.3 Implication des populations dans la prise de décision

En matière d'implication des populations dans la prise de décision, l'ensemble du pays, y compris de la zone d'étude, reste encore caractérisé par l'influence d'un passé politique qui favorisait la centralisation du pouvoir et la limitation des libertés individuelles. Toutefois, le processus de décentralisation entamée dans les années 90, l'accès aux médias et l'effet de la mondialisation, permettent de plus en plus aux acteurs de développement de s'organiser pour devenir des acteurs clés du développement au niveau local. C'est dans ce contexte que plusieurs projets ponctuels, réalisés dans le cadre de la gestion des ressources naturelles et de l'aménagement des bassins versants, ont contribué à l'amélioration de l'implication des populations dans leur milieu et à favoriser l'émergence de nouveaux acteurs de développement (associations professionnelles, organisation de jeunes et de femmes, associations de ressortissants, etc.).

Par ailleurs, le secteur de l'énergie est connaît des Conflits inter institutionnels, entre d'une part, la direction nationale de l'énergie, chargée de la planification du secteur, les sociétés nationales en charge de l'exploitation du patrimoine et de la commercialisation de l'énergie et ; d'autre part, les acteurs du secteur des mines, grands utilisateurs de l'énergie électrique. Ces conflits qui sont exacerbés par le manque de coordination des actions du gouvernement dans le secteur, constituent une contrainte majeure à une prise de décision cohérente.

1.3.3 Description des principaux sites aménageables pour l'hydroélectricité

Il existe plusieurs sites aménageables du point de vue hydroélectrique dans le bassin du Konkouré. Les plus importants identifiés sont ceux de Garafiri, Souapiti, Kaléta et Amaria (Coyne et Bellier, EDF, 1989).

L'aménagement hydroélectrique de Garafiri visait deux objectifs majeurs : la production de 75 MW pour améliorer la fourniture du courant électrique à Conakry et dans le système de Kinkon; la régularisation du débit du Konkouré à son aval, pour augmenter le potentiel hydroélectrique au site de Kaléta (Coyne et Bellier, EDF, 1990). Les caractéristiques de son réservoir sont présentées dans le schéma ci-dessous : cote d'exploitation maximale égale à 350 IGN et minimale à 335 IGN, cote de restitution égale à 287,1 IGN² (BECEOM, 1990; Coyne et Bellier, EDF, 1990). Cet aménagement qui est fonctionnel depuis novembre 1999 produit annuellement une énergie ferme de 227 GWh/an (PIG-IRD, 2003). L'usine hydroélectrique de Garafiri est équipée de 3 turbines de 25 MW, avec un débit minimal restitué de 60 m³/s (PIG-IRD, 2003).

Le site de Souapiti, dont les coordonnées géographiques sont : 10°25' Nord et 13°15' Ouest, se trouve sur le cours moyen du Konkouré, à environ 135 km de l'embouchure. Selon Coyne et Bellier, 1999, le Konkouré présente à ce site trois cotes possibles correspondant à des largeurs différentes de la vallée (tableau 1.3). La cote maximale d'exploitation qui est à 230 m IGN semble être la plus intéressante au plan de la production d'énergie, selon les études de faisabilité réalisées par les mêmes auteurs. La cote de restitution peut être à 110 ou 150 IGN; le premier cas de figure étant plus intéressant (énergie ferme : 2 265 GWh/an, puissance installée : 412 MW). Une autre possibilité d'aménagement de ce site consisterait à implanter une retenue à Souapiti (cote 230 IGN), qui serait reliée par un tunnel de conduite d'eau de 6 km à une centrale située au pied de la chute de Kaléta, à la cote 58 IGN (Coyne et Bellier, EDF, 1997). L'énergie ferme produite dans ce cas est 3 095 GWh/an, soit une puissance installée de 525 MW. L'aménagement du site de Souapiti à la cote 230 correspond à une surface totale inondable de 65 200 km² et un volume d'eau de 17 288 hm³.

² L'IGN est une unité d'altitude utilisée par l'Institut géographique nationale et correspond au mètre.

Tableau 1.3 Cotes d'inondation possibles et largeurs de la vallée au site de Souapiti

Cote (m)	Largeur de la vallée (m)
110	200
150	550
230	1 050

L'aménagement hydroélectrique de Kaléta est situé à 115 km au nord-est de Conakry et à 130 km en amont de l'embouchure du fleuve Konkouré. Il est situé juste à l'aval de l'élargissement de la vallée. Il est constitué d'un seuil de grande largeur de l'ordre de 700 m, en un fond de lit avec une chute naturelle de 40 m de hauteur. La cote à l'amont de ce site est comprise entre 100 et 130, pour une restitution aux environs de la cote 60. Deux possibilités d'exploitation du site de Kaléta sont mentionnées dans l'étude de faisabilité (Coyne et Bellier, EDF, 1997) : (i) la première correspond au niveau maximum d'exploitation, qui se situe à la cote 125 IGN. À cette cote, la superficie de la retenue atteint 950 ha, avec un volume de 142 hm³. La puissance installée est de 356 MW, pour une énergie ferme de l'ordre de 2 183 GWh/an ; (ii) la seconde correspond à une cote maximale à 110 m. À cette cote, la retenue de Kaléta s'étend sur une superficie de 200 ha, avec un volume d'eau de 30 hm³. L'énergie ferme produite est de 957 GWh/an, soit une puissance installée de 157 MW.

Le site d'Amaria est le moins documenté en matière d'études de faisabilité. Les études réalisées par le groupe cité plus haut, montrent que l'aménagement de ce site est optimal à la cote 60, pour une puissance installée de 205 MW et une énergie ferme de 1 068 GWh/an (Coyne et Bellier, EDF, 1989). L'exploitation de ce site, situé non loin de l'estuaire du Konkouré, présenterait des menaces importantes pour l'environnement, les infrastructures et les implantations humaines en zone côtière. C'est pourquoi sa réalisation est rarement envisagée par les autorités guinéennes. Pour ce site, aucune estimation des superficies inondables n'a été trouvée dans la littérature consultée. Dans le cadre de la présente étude, cette superficie sera estimée par analyse spatiale à l'aide du SIG.

1.4 Particularités et fonctionnement des zones côtières

Les régions côtières, en tant qu'interface mer-terre, bénéficient des apports terrigènes à travers les eaux de ruissellement et les cours d'eau, des apports d'humus par la végétation et des apports de matières en suspension par les submersions périodiques des plaines côtières par la marée. Ces apports sont à la base de l'enrichissement des eaux côtières et des estuaires en éléments nutritifs, entraînant l'augmentation de la productivité biologique des eaux côtières, de la diversité des niches et des habitats pour plusieurs espèces de poissons et d'oiseaux migrateurs ; et la forte capacité de régénération des sols des plaines côtières et estuariennes.

Cependant, l'inondation régulière des terres par des eaux salées introduit, en zone côtière, deux contraintes majeures pour les espèces biologiques, à savoir : (i) des sols fréquemment soumis aux marées, qui deviennent *halomorphes* (par l'accumulation de sel) et finissent par présenter une certaine toxicité, et *asphyxiés* (du fait des inondations périodiques, réduisant la disponibilité d'oxygène); (ii) un substrat instable : du fait de son hydromorphie importante et permanente, entraînant des problèmes de fixation pour les espèces végétales.

Ainsi, soumises, d'une part, à des amplitudes variables des marées (vives-eaux, mortes-eaux, marée d'équinoxes...) et, d'autre part, à un régime des inondations venues du continent et à des vents d'origines diverses, les zones côtières connaissent des fréquences de submersion et salinités variables dans le temps et d'un site à l'autre. Cette situation favorise le développement de diverses conditions écologiques dynamiques. C'est pourquoi les régions côtières abritent une grande partie des écosystèmes les plus riches, les plus complexes et les plus productifs de la planète, comme le mentionne Bazzo (1991).

Les zones côtières se subdivisent en deux milieux typiques. En effet, Therrien et Robert (2001) y distinguent l'estuaire d'une part, la zone littorale et marine, d'autre part. Ils définissent l'estuaire comme l'embouchure plus ou moins évasée d'un cours d'eau, caractérisée par la prédominance des phénomènes marins sur les phénomènes fluviaux. D'après le même auteur, l'estuaire s'étend de l'embouchure à la limite maximale de l'intrusion saline. Quant à la zone littorale et marine, Tarlet (1985) la subdivise en trois zones, en fonction de la nature des activités. Cette subdivision comprend : la partie terrestre

(variant en moyenne de 10 Km de largeur du côté terrestre), la frange littorale (de 500 m environ de part et d'autre de la ligne de rivage), la partie marine, qui est composée du plateau continental et du talus continental.

L'une des caractéristiques marquantes de la région ouest africaine est la longueur de sa façade maritime. Celle-ci s'étire sur 15 000 km de long et est dominée par des forêts de mangroves³, qui couvrent une superficie de 21 000 km² (Cormier-Salem, 1999; PNUE, UNESCO, ONU-DAESI, 1985).

En République de Guinée, la zone côtière est caractérisée par la présence de plages sableuses, de vastes étendues de plaines, avec une végétation luxuriante de forêts de mangroves qui constituent des frayères, des éclosiers et des niches pour une gamme variée d'espèces marines, selon Rossi et coll. (2001) et Rue (1995). Elle joue un rôle important dans le développement de la riziculture, l'approvisionnement en bois d'énergie et de service, etc. Elle comprend aussi une grande superficie de vasières, soit 305 km². Ces dernières constituent des aires de repos, des zones d'alimentation, des lieux de reproduction potentiels, des zones de nidification et d'hivernage pour un très grand nombre d'espèces d'oiseaux rares, selon Bah et coll. (2002) et Samoura et Waaub (2008). Les principaux estuaires qu'on le long de la zone côtière guinéenne sont : l'estuaire du Cogon, l'estuaire du Tinguilinta, l'estuaire de la Fataha, l'estuaire du Konkouré, l'estuaire du Bofon et de Méllakoré (Bah et coll., 2002).

L'un des plus grands de ces estuaires est celui de Konkouré, qui fera l'objet d'attention dans cette étude. En effet, plusieurs enjeux liés à l'exploitation et à la conservation de cet écosystème fragile dans la zone côtière du bassin du Konkouré feront l'objet d'analyse dans les études d'application présentées plus loin (chapitres 5 et 6).

³ La mangrove, une végétation particulière aux milieux côtiers en régions tropicales, colonise la partie terrestre des zones côtières en Afrique de l'Ouest. Elle se compose de plantes qui supportent des concentrations élevées de sels par filtration ou par extraction selon les espèces (formation végétale halophile), des inondations prolongées et des substrats instables grâce à des racines bien adaptées. En termes de distribution à l'échelle du globe, les forêts de mangroves sont circumterrestres, c'est-à-dire qu'elles sont présentes sur toutes les longitudes, mais leur dispersion phytogéographique est limitée en latitude. Luxuriante en climat équatorial humide, la mangrove est une formation végétale presque intertropicale. On en distingue deux groupes distincts du point de vue phytogéographique, à savoir (i) la mangrove orientale : plus ancienne et plus riche, avec une quarantaine d'espèces végétales; (ii) la mangrove occidentale : qui ne se compose que d'une dizaine d'espèces seulement.

Conclusion partielle

Les régions tropicales humides en Afrique de l'Ouest sont caractérisées par la présence de bassins versants côtiers qui recèlent un important potentiel hydroélectrique encore sous exploité. Les principales activités qui y sont développées (agriculture et élevage extensifs, aménagements hydrotechniques souvent mal adaptés au contexte) accélèrent la dégradation de son environnement, qui subit aussi des effets d'une aridification progressive. La zone se caractérise aussi par le niveau de vie souvent très bas de ses populations, dont la majorité qui vit en milieu rural dépend directement de l'exploitation des ressources agricoles, forestières, animales et minières. Elle connaît, par ailleurs, la présence d'écosystèmes spécifiques dans les zones côtières, comme la mangrove, dont l'importance écologique et le rôle économique ont été démontrés dans ce chapitre.

Dans ce contexte, la construction et l'exploitation d'aménagements hydroélectriques font émerger des enjeux environnementaux et socioéconomiques, dont le déplacement involontaire des populations et la prolifération d'agents vecteurs de maladies hydriques. Particulièrement en zone côtière, la modification des apports liquides et solides due à la construction et la mise en fonction d'aménagements hydroélectriques pourrait influencer, dans les zones côtières, des paramètres qui constituent les facteurs déterminants du fonctionnement de l'écosystème de mangroves. Il s'agit de la salinité, des courants, de la fréquence de submersion des eaux et de la concentration des matières en suspension.

Dans le cas du bassin du Konkouré, en Guinée, des problèmes semblables pourraient survenir avec des effets plus importants. Une attention particulière doit donc être accordée à son exploitation, de manière à mieux prendre en compte les enjeux d'ordres environnementaux et socioéconomiques. Le cas particulier de l'estuaire du Konkouré est à mentionner, compte tenu de son importance écologique et de son rôle de grenier pour les populations de la baie de Sangaréya, voire de l'ensemble de la partie centrale de la Basse Guinée (Dubréka, Coya, Conakry et Boffa).

CHAPITRE II

PROBLÈMES ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

La problématique de l'étude, présentée dans ce chapitre, est abordée à deux échelles : un premier niveau d'ordre général qui permet de poser les questions théoriques ; un second niveau, spécifique à la zone d'application, qui est le bassin du Konkouré, en Guinée. Ensuite, ce chapitre expose les enjeux et les objectifs de l'étude. Il se termine par une brève synthèse qui apporte une justification aux éléments abordés dans le cadre théorique.

2.1 Problèmes abordés par l'étude

2.1.1 Problématique générale

Les bassins côtiers en Afrique tropicale, caractérisés par un climat humide ou semi-humide, une précipitation annuelle comprise entre 1 000 mm au nord et plus de 3 000 mm près des côtes (Paturel et coll., 1997; Niasse et coll., 2004b), ont connu ces dernières années une augmentation significative du nombre d'aménagements hydroélectriques, en exploitation ou en étude.

La construction et l'exploitation de barrages hydroélectriques et agricoles, dans ce contexte, constituent l'une des sources de pression importantes sur l'environnement et les ressources dans les bassins versants (Sadar, 1996; Niasse, 2002). Elles entraînent, en effet, l'augmentation du niveau de prélèvement des ressources en eau et la perturbation du fonctionnement des cours d'eau, voire de leurs bassins versants. Les impacts des barrages dans l'environnement naturel des cours d'eau sur lesquels ils sont construits sont souvent importants : perturbation de la migration des poissons, destruction d'habitats naturels, ralentissement de la vitesse des écoulements, changement de la charge sédimentaire et de la température de l'eau, inondations, déplacement de populations riveraines, pertes de terres agricoles et forestières, pertes de biodiversité, développement d'activités économiques induites, exposition des populations aux maladies hydriques, dégradation des mœurs, augmentation de la prévalence de maladies sexuellement transmissibles et le SIDA,

modification de l'écologie des zones côtières (Banque Mondiale, 1999b; Sadar, 1996; OMVS, 1999; WCD, 2000; Adams, 2000).

Aussi bien dans les pays développés que ceux en développement, la réalisation systématique d'études d'impacts sur l'environnement (ÉIE) des projets d'aménagements hydroélectriques, imposée par des dispositifs législatifs et réglementaires dans la plupart des pays, permet de réduire ces effets négatifs ou d'y proposer des mesures d'atténuation ou de compensation appropriées (WCD, 2000). Cependant, certains enjeux sont encore peu pris en compte dans ces études ÉIE, notamment lorsqu'il s'agit de la réalisation de nouveaux barrages dans un bassin qui en abrite déjà. Dans ce contexte, des impacts induits pourraient se manifester à des endroits éloignés des sites d'implantation des aménagements, ou encore des effets cumulatifs pourraient résulter des interactions entre les impacts des différents aménagements implantés et déjà existants.

Les estuaires à mangroves, situés en aval et loin de ces aménagements, constituent l'un des lieux où se manifestent le plus souvent des impacts induits et cumulatifs, à cause de la fragilité du milieu récepteur, d'une part, et des interactions possibles entre les impacts de ces aménagements et ceux des activités d'exploitation des ressources en mangroves (riziculture, saliculture, exploitation de bois de mangrove, etc.), d'autre part. L'approche d'exploitation par projet reste encore celle privilégiée pour l'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins versants. La prise en compte de l'environnement dans ce cadre consiste en général à la réalisation d'ÉIE de projets spécifiques, qui pourrait s'avérer insuffisante pour prendre en compte certains enjeux à l'échelle du bassin. En effet, plusieurs auteurs dont OCDE (1996), Leduc et Raymond (1999), Saint-Amant (2002), Lerond et coll., (2003), André et coll. (2010) et OCDE (2008) sont unanimes à noter que l'ÉIE des projets ne permet pas d'évaluer et de prendre en compte suffisamment les impacts de types induits et cumulatifs, d'où la nécessité de réaliser une planification préalable à l'échelle du bassin versant, permettant une évaluation de type stratégique.

En outre, dans le cas de la construction et l'exploitation de nouveaux aménagements hydroélectriques dans un bassin côtier qui abrite déjà un ou plusieurs autres barrages, le gestionnaire est confronté au choix entre plusieurs options d'aménagement,

chaque option comprenant un ensemble d'aménagements avec sa puissance énergétique et ses impacts environnementaux différents de ceux des autres. L'évaluation comparative de ces options, du point de vue des impacts environnementaux, nécessite la prise en compte des considérations économiques, écologiques, socioculturelles et politiques dans les parties continentales et côtières du bassin, mais aussi la mise en place d'un processus décisionnel impliquant les acteurs concernés à l'échelle du bassin, voire au-delà. Il ne s'agit pas, dans ce cas, de l'analyse des variantes d'un projet, telle que traditionnellement réalisée lors des ÉIE. Il s'agit plutôt de l'évaluation comparative des options qui viserait le choix du scénario de compromis, prenant en compte la diversité des systèmes de valeurs des parties prenantes à l'échelle du bassin, pour laquelle une évaluation environnementale stratégique (ÉES) est mieux appropriée (Sadler, 1996; Leduc et Raymond, 1999; André et coll., 2003).

En effet, l'ÉES permet, entre autres, le repérage des effets cumulatifs, induits, synergiques et globaux, et la rationalisation des ÉIE des projets spécifiques (Sadler, 1996; Komov et coll., 2000; Jacobs et Sadler, 1998; Gauthier et coll., 1999). Rapportant cela à la gestion des bassins versants, Saint-Amant (2002) mentionne que l'ÉES comme outil d'évaluation comparative s'intègre bien au processus de planification pour l'établissement des priorités et l'aide à la décision. À ce titre, elle est appropriée pour un examen des solutions de rechange permettant de déterminer la façon de réduire les impacts environnementaux sur l'ensemble ou une partie d'un bassin versant et de mieux prendre en compte les préoccupations des différents acteurs concernés (Prévil et coll., 2004). Toutefois, la complexité des problèmes rencontrés dans la gestion des bassins versants exige d'une telle démarche d'évaluation de tenir compte de la multiplicité des facteurs et de la diversité des intérêts des parties prenantes (Ruth et coll., 2003; Burton, 1999). Cela exclut le recours aux méthodes économiques d'évaluation comparative, qui sont généralement basées sur le paradigme monocritère. Les méthodes d'évaluation comparative basées sur l'approche monocritère, dont la méthode coûts et avantage, ne permettent pas de procéder à des choix objectifs lorsqu'il s'agit de la comparaison des options au plan environnemental, à cause de la difficulté de recourir à une échelle de mesure pertinente et commune aux différents enjeux (Martel et Rousseau, 1993).

Ces dernières années, l'utilisation du paradigme multicritère pour la prise en compte des considérations environnementales lorsqu'il est question de faire des choix, des tris ou des rangements, comme c'est souvent le cas dans les ÉES, est de plus en plus répandue, selon Maystre et coll. (1993). Pour étayer cette affirmation, citons les études de Joerin et Musy (2006); Hydro-Québec (1993); Merwe et Lohrentz (2001); Bourret et coll. (2003); Martin et coll. (1999), qui démontrent l'utilité et la pertinence des méthodes d'aide multicritère à la décision (AMCD) pour des études visant la gestion des ressources dans les bassins versants. Cependant, comparées à l'ÉIE, l'ÉES et l'AMCD restent peu utilisées, notamment dans le contexte africain. L'utilisation de l'analyse multicritère dans une planification à l'échelle du bassin versant implique l'identification de critères d'évaluation comparative à la fois pertinents et acceptés par les principaux acteurs du bassin. Cela introduit le défi de la mise en place d'une démarche adaptée au contexte africain pour l'élaboration de critères dits « socioconstruits », en s'appuyant sur des méthodes participatives connues des acteurs locaux. De plus, lorsqu'il s'agit de la planification de l'exploitation du potentiel hydroélectrique d'un bassin côtier en milieu tropical, la prise en compte des particularités liées à la présence d'écosystèmes de mangroves en aval des aménagements devient un enjeu supplémentaire, dont la maîtrise nécessite la mise en place d'une démarche méthodologique adaptée.

En somme, l'exploitation du potentiel hydroélectrique d'un bassin côtier en milieu tropical soulève à la fois des problèmes particuliers liés aux impacts potentiels induits en estuaire et à l'adaptation des outils aux contextes socioéconomique, culturel et politique.

2.1.2 Problématiques spécifiques liées à l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré

Le bassin du Konkouré est l'un des plus grands bassins côtiers guinéens. Il abrite les plus importants sites hydroélectriques du pays : le site de Garafiri, en exploitation depuis fin 1999 (75 MW), les sites Kaléta, Souapiti et d'Amaria, en étude. Selon l'étude d'impacts et le suivi des impacts environnementaux du barrage de Garafiri, la construction et l'exploitation du barrage de Garafiri ont entraîné la perturbation du milieu naturel dans le bassin, notamment en inondant des terres et en modifiant le débit du fleuve en aval. Cette inondation a touché 25 villages, dont 19 déplacés (soit une population de 1 719 habitants), la

perte de 7 500 ha de savane et 150 ha de forêt galerie, ainsi que d'énormes superficies de terres cultivables (Coyné et Bellier, 1998). Dans l'estuaire du Konkouré, les études de suivi réalisées entre 1998 et 2003 (PIG-IRD, 2001 ; PIG-IRD, 2003) ont permis d'établir que les impacts du barrage de Garafiri sont significatifs en estuaire supérieur en période d'étiage. Cependant, la vision analytique qui a dominé l'étude du suivi n'a pas permis de mettre en évidence la synergie entre les effets du barrage de Garafiri et ceux des activités d'exploitation des ressources, comme le démontrent Samoura et coll. (2006). Toutefois, les enseignements du suivi des impacts du barrage de Garafiri sont édifiants sur la complexité, le caractère induit et cumulatif des effets sur les milieux biophysique et humain, tant dans le bassin continental que dans la zone estuarienne. Ceci laisse présager que l'aménagement de nouveaux barrages en aval de Garafiri pourrait entraîner des perturbations plus complexes et plus significatives. Or, les études environnementales réalisées pour les futurs aménagements hydroélectriques, notamment les projets de Kaléta et de Souapiti, n'abordent que très superficiellement :

- les impacts potentiels des modifications hydrauliques sur l'écosystème de mangroves et l'exploitation des ressources dans l'estuaire du Konkouré ;
- les préoccupations réelles des populations riveraines et de la plupart des acteurs concernés par l'utilisation du territoire et des ressources dans l'ensemble du bassin, dans un contexte caractérisé par la prépondérance du rôle de l'État et des experts dans la prise de décision.

Les enjeux particuliers à mentionner dans le bassin du Konkouré, justifiant une analyse stratégique à l'échelle du bassin, sont : (i) la gestion et l'utilisation de l'énergie produite, ainsi que les contraintes technico-économiques et de mobilisation de financement; (ii) ceux concernant la prise en compte des impacts environnementaux, socioéconomiques et culturels dans l'ensemble du bassin versant; (iii) la vulnérabilité de l'écosystème de mangroves de la baie de Sangaré, situé à l'embouchure du fleuve Konkouré. L'analyse de ces enjeux est présentée en trois points ci-dessous.

2.1.2.1 Enjeux liés à la gestion et à l'utilisation de l'énergie à produire

L'exploitation du potentiel hydroélectrique de ce bassin soulève des enjeux particuliers d'ordres énergétique, économique et institutionnel, qui influencent la

mobilisation de financement pour sa mise en valeur et l'utilisation de l'énergie électrique produite. En effet, l'exploitation de ce potentiel reste l'espoir de plusieurs secteurs d'activités pour assurer leur approvisionnement en électricité. Depuis les années 1960, la République de Guinée a entrepris plusieurs démarches de mobilisation des ressources financières nécessaires à la réalisation de différents projets hydroélectriques dans le bassin. Les différentes options envisagées pour l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré sont :

- le complexe Garafiri-Kaléta-Souapiti-Amaria, dont l'étude de faisabilité est confiée au Projet intégré du Konkouré (PIK), mis en place par le ministère des Mines et Géologie;
- les projets Garafiri-Kaléta, Garafiri-Kaléta-Souapiti ou Garafiri-Souapiti avec tunnel, initiés par le gouvernement guinéen à travers la Direction nationale de l'énergie;
- les projets d'aménagements hydroélectriques des sites de Kaléta et de Souapiti, isolement pris par les partenaires régionaux dont l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie, la Coopération guinéo sénégalaise, etc.

Ces options sont développées par les groupes de promoteurs qui ont évolué pendant longtemps en vase clos, avec très peu de concertation ou de coordination. Cela pose jusqu'à présent un problème institutionnel caractérisé par des interférences, voire des concurrences, entre les ministères responsables de l'énergie et des mines pour le contrôle du potentiel hydroélectrique du Konkouré.

Malgré des études approfondies sur la rentabilité économique des différents projets et les efforts de recherche de financement pour leur mise en valeur jusqu'en 2008 (date de référence de cette étude), seul le barrage de Garafiri a pu bénéficier des fonds nécessaires à sa réalisation. Des difficultés liées à la mobilisation des fonds pour la réalisation des aménagements hydroélectriques des sites de Souapiti, de Kaléta et d'Amaria subsistent encore avec une ampleur aussi forte que par le passé, quelle que soit l'option envisagée. De plus, force est de reconnaître que le contexte financier international actuel et la position de la Guinée face aux bailleurs traditionnels n'est pas de nature à rassurer l'observateur sur un possible changement immédiat de cette situation.

En réalité, la question de mobilisation des fonds est indissociable de celle du choix des promoteurs, liée à l'utilisation potentielle de l'énergie à produire. En effet, l'établissement des priorités pour l'affectation de l'énergie produite en vue de la satisfaction de différents besoins en énergie (consommation domestique, besoins du secteur minier guinéen, participation à la coopération énergétique en Afrique de l'Ouest) oppose les principaux acteurs étatiques, paraétatiques et privés. Dans ce cadre, une enquête effectuée auprès des promoteurs potentiels, dont le Projet intégré du Konkouré (PIK), la Direction nationale de l'énergie et la Société d'électricité de Guinée, ressort que la question fondamentale reliée à l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré est le choix entre deux objectifs :

- (i) la résorption de déficit énergétique national, notamment en ce qui concerne la demande sociale en énergie et le soutien au développement de l'industrie minière guinéenne;
- (ii) la participation à l'alimentation de réseaux régionaux interconnectés.

Par ailleurs, les coopérations bilatérales et sous-régionales sont devenues, de nos jours, des créneaux importants pour la mobilisation des ressources financières en vue de la réalisation de grands projets. Depuis la mise en place de l'initiative du NEPAD (Nouveau partenariat pour le développement en Afrique) et la dynamisation des organismes de bassin comme l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG), regroupant la Guinée, la Guinée Bissau, la Gambie et le Sénégal, les bailleurs traditionnels sont de plus en plus intéressés par les projets d'aménagements hydroélectriques dans le bassin du Konkouré, à condition qu'ils soient réalisés en coopération avec les pays limitrophes.

C'est pourquoi l'analyse des solutions doit permettre de répondre à la question suivante : comment profiter des possibilités offertes par la coopération internationale pour accélérer la mobilisation de financement permettant la mise en valeur du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, sans reléguer au second plan la satisfaction du besoin énergétique pressant au plan national?

2.1.2.2 Enjeux liés à la prise en compte des modifications biophysiques et de leurs impacts économiques, sociaux et culturels

Compte tenu des enjeux soulevés par la gestion des ressources en eau dans le bassin du Konkouré, le choix du scénario consensuel d'exploitation du potentiel hydroélectrique dans ce bassin doit tenir compte des impacts négatifs à minimiser, ainsi que des préoccupations et jugements de valeur des différentes catégories d'acteurs concernés par ces impacts. Or, le processus décisionnel actuel ne fait pas suffisamment référence aux enjeux écologiques et sociaux dans le choix des projets à réaliser. Ainsi, en plus de la possibilité de réaliser un aménagement dont la présence constituerait une contrainte à l'exploitation d'autres sites qui pourraient s'avérer plus intéressants à l'avenir, il existe une forte probabilité de se retrouver dans quelques années avec plusieurs sites aménagés dans un schéma dont les effets de chacun des aménagements et leurs interactions entraînent des impacts imprévus plus importants sur les milieux naturel et humain. C'est pourquoi, en plus de sensibiliser les décideurs aux enjeux soulevés par les aménagements hydroélectriques du bassin du Konkouré sur ce milieu, il est urgent de se doter d'outils appropriés pouvant aider au choix d'un scénario d'exploitation par un processus décisionnel participatif. Pour ce faire, il est plus qu'urgent d'orienter les réflexions vers la question suivante : comment optimiser l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré en assurant la prise en compte simultanée des dimensions économiques, environnementales, socioculturelles et politiques, et la participation des acteurs concernés au processus décisionnel?

2.1.2.3 Enjeux liés à la vulnérabilité de l'écosystème de mangroves en estuaire

Dans la plupart des bassins côtiers de la région ouest africaine, plusieurs installations hydroélectriques sont réalisées ou prévues sans que des mesures appropriées ne soient mises en place pour la prise en compte des effets cumulatifs et induits au niveau des estuaires. Les études de Coyne et Bellier (1998), par exemple, considèrent que ces estuaires étant déjà perturbés par le fonctionnement du barrage en activité, la construction et l'exploitation de nouveaux barrages n'aggravent que très peu les modifications en cours. Or, les menaces pour les écosystèmes de mangroves, situés en aval de ces barrages, sont potentiellement en augmentation et soulèvent de plus en plus d'inquiétudes. En effet, les répercussions des modifications hydrauliques qu'engendrent les barrages hydroélectriques entraînent des perturbations dans les transports liquides et solides en aval. Il est bien connu que la modification des apports d'eau en estuaire qui en découle entraîne des variations

permanentes de la salinité. Ces variations ont souvent des impacts sur le fonctionnement des écosystèmes de mangroves qui caractérisent ces estuaires : la salinisation et l'acidification des basses terres, l'érosion des berges, la modification de la distribution spatiotemporelle des ressources biologiques et non biologiques. Elles entraînent aussi la modification de l'utilisation du territoire (Treabaol, 1999; Coyne et Bellier, 1998; Réseau d'expertise E7 pour l'environnement global, 2003; Treabaol et Chabal, 2003; Biswas et Tortajada, 2001; PNUE, UNESCO, ONU-DAESI, 1985). Ces types d'effets sont parfois minimisés, surtout lorsqu'un premier barrage hydroélectrique est déjà en exploitation dans le bassin et que l'étude d'impacts concerne un nouveau barrage. Il devient nécessaire dès lors d'approfondir la réflexion pour la mise au point de démarches pouvant permettre une meilleure prise en compte de l'environnement côtier dans la construction et l'exploitation de barrages hydroélectriques. Ceci est particulièrement nécessaire dans le cas des projets de la mise en valeur de multiples sites hydroélectriques dans un même bassin côtier. Dans ce cadre, comment identifier et évaluer les impacts induits de ces types de projet sur l'écosystème de mangroves en zone côtière ?

Cette étude vise l'élaboration de démarches méthodologiques et d'outils appropriés à la résolution de ces problèmes particuliers. Elle se veut donc une contribution méthodologique visant l'adaptation des outils d'évaluation environnementale à des particularités biogéographiques et socioculturelles.

2.2 Objectifs de l'étude

2.2.1 Objectif général

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la prise en compte de l'environnement dans les processus de planification et d'exploitation hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical par le développement d'une démarche adaptée d'évaluation stratégique. Cette démarche doit intégrer des méthodes spécifiques pour l'évaluation des impacts en estuaire et l'implication des acteurs du bassin comme parties prenantes dans les processus de planification de l'exploitation de leurs potentiels hydroélectriques. Concrètement, l'étude consiste à simuler un processus de planification participative permettant de faire l'évaluation comparative des scénarios envisagés pour l'exploitation

hydroélectrique du bassin du Konkouré. Ce processus vise à sélectionner un scénario de consensus qui soit à la fois optimal pour la production d'énergie, efficace pour la protection de l'environnement et l'amélioration du bien-être des populations riveraines.

2.2.2 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de l'étude de cas du bassin du Konkouré, en Guinée, sont :

- proposer une démarche méthodologique qui permet de mieux mettre en évidence la chaîne des impacts entraînés dans la zone de l'estuaire et d'en identifier les composantes, d'une part ; intégrer cette démarche comme prérequis à un processus décisionnel d'évaluation comparative de scénarios d'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré, d'autre part ;
- concevoir et tester (par simulation) une approche multicritère participative adaptée pour l'analyse comparative des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré ;
- proposer les éléments d'une démarche méthodologique d'ÉES de plans ou programmes d'aménagements hydroélectriques (projets multiples) dans un bassin côtier en milieu tropical, dans un contexte de gestion intégrée.

Conclusion partielle

Traiter de la prise en compte de l'environnement dans l'exploitation du potentiel hydroélectrique d'un bassin côtier en milieu tropical revient à procéder à l'analyse comparative de scénarios d'exploitation en fonction d'enjeux environnementaux, économiques et socioculturels à l'échelle du bassin. Il s'agit donc de mettre en place une évaluation environnementale stratégique pour réaliser une planification à l'échelle d'un bassin versant dans lequel les particularités des zones côtières sont à prendre en compte, tout en favorisant l'implication des parties prenantes à travers une démarche participative multicritère.

Puisqu'il s'agit d'une problématique décisionnelle, nous suggérons qu'elle puisse s'appuyer sur un outil tel que la MÉTHODE PROMETHÉE, dont le résultat est le classement

des scénarios. Une telle démarche exige, comme préalable, la connaissance des impacts de la construction et l'exploitation des aménagements sur les environnements biophysique et humain dans l'ensemble du bassin, particulièrement sur l'écosystème de mangroves en estuaire. En outre, elle nécessite la mise en place d'une démarche participative permettant la construction de critères d'évaluation comparative. Pour ce faire, il convient d'abord de cerner les concepts clés comme : (i) l'évolution des méthodes de gestion des bassins et de planification, ainsi que l'analyse de leur application en Afrique de l'Ouest; (ii) l'arrimage des outils d'évaluation environnementale à différentes échelles du bassin versant, dont l'étude d'impacts sur l'environnement (ÉIE) des projets et l'évaluation environnementale stratégique (ÉES); (iii) l'utilisation des méthodes d'aide à la décision, dont l'aide multicritère à la décision (AMCD) et les systèmes d'informations géographiques comme outils de planification et d'évaluation stratégique. Les chapitres qui suivent abordent ces questions dans une vision analytique, permettant de tirer des enseignements en vue d'alimenter l'approche méthodologique de l'étude.

CHAPITRE III

CADRE THÉORIQUE DE L'ÉTUDE

Ce troisième chapitre, qui présente une partie de la revue de littérature sur les principaux concepts concernés, est consacré essentiellement à l'approche de l'aide multicritère à la décision (AMCD). La revue de littérature a en effet, porté par ailleurs, sur le bilan et l'analyse critique de la gestion des bassins côtiers en Afrique de l'Ouest (Annexe I.1). Il s'agit d'une discussion analytique qui conduit à des propositions de pistes de réflexion pour la valorisation des acquis de la pratique de la gestion intégrée des ressources dans la zone d'étude, en vue de l'amélioration des outils d'évaluation dans un contexte de planification participative dans les bassins versants. La revue de littérature a aussi permis de faire un état des lieux des connaissances sur l'ÉES (Annexe I.2). Dans ce cadre, dans une perspective d'amélioration de la prise en compte de l'environnement dans l'exploitation des ressources des bassins, l'utilisation de l'évaluation environnementale stratégique, est discutée comme un outil de planification participative. L'état des lieux sur l'ÉES permet de présenter le système d'évaluation environnementale en général et les études d'impacts sur l'environnement en particulier, dont on mentionne les avantages et les limites. Il discute ensuite des définitions et des objectifs de l'ÉES, ainsi que des méthodologies qui existent en regard des approches théoriques de la planification. Cette discussion permet de positionner notre étude du point de vue de la démarche méthodologique adoptée. En s'appuyant sur ces réflexions, ce troisième chapitre traite de l'aide multicritère comme outils d'aide à la décision et de mise en œuvre de la gestion intégrée des bassins, mais aussi et surtout comme démarche d'évaluation pour l'ÉES des plans ou programmes d'exploitation d'une ressource donnée dans un bassin versant. La revue de littérature ainsi effectuée permet une discussion sur les liens entre gestion intégrée et évaluation environnementale stratégique, d'une part, d'autre part, elle identifie les enseignements tirés de la pratique de la gestion intégrée des bassins pour améliorer la démarche d'utilisation de l'AMCD lors de la réalisation d'une ÉES dans un bassin versant. Ces enseignements concernent notamment l'implication des parties prenantes dans le processus décisionnel.

3. 1 Aide multicritère à la décision comme outil de mise en œuvre de l'ÉES et de la gestion intégrée des ressources

Après une présentation du concept d'aide à la décision, l'Aide multicritère à la décision (AMCD) est abordée en tant qu'outil d'aide à la décision, utilisé dans la planification participative dans une perspective d'évaluation environnementale stratégique

(ÉES). Pour ce faire, une discussion est réalisée sur l'amélioration de la participation publique dans l'application de l'AMCD en vue de réduire les biais liés à la représentativité des catégories d'acteurs et de favoriser une meilleure prise en compte des préoccupations des acteurs dans la construction des critères et des actions. La discussion aborde aussi son utilisation comme outil de gestion intégrée des ressources dans un bassin versant. Les enseignements des sections précédentes et de cette discussion sont ensuite mis à profit pour proposer une démarche appropriée, répondant à nos objectifs de recherche et adaptée au contexte d'application.

3.1.1 Compréhension du concept d'aide à la décision

Faire de l'aide à la décision consiste généralement à comparer deux ou plusieurs solutions à un problème donné ou pour l'atteinte d'un objectif donné. Plusieurs auteurs, dont Maystre et coll. (1993), mentionnent que l'aide à la décision contribue à construire, à asseoir et à faire partager des convictions. Selon ces derniers, il existe deux démarches d'élaboration possible des modèles d'aide à la décision, qui sont :

- une démarche descriptive dans laquelle le modèle d'aide à la décision, en faisant l'hypothèse qu'il existe dans l'esprit des intervenants pour qui s'exerce l'aide, est un système de référence qu'il s'agit d'appréhender de la manière la plus fidèle possible, sans le perturber;
- une démarche constructiviste dans laquelle on considère que les préférences des intervenants sont souvent conflictuelles, peu structurées, appelées à évoluer au sein du processus de décision et influencées du fait même de la mise en œuvre du modèle.

S'inscrivant dans la logique de l'approche constructiviste, Roy (1985), cité par Brans et Mareschal (2002), mentionne, dans sa définition de l'AMC, les éléments clés suivants : existence de modèles clairement explicités, possibilité d'aider à obtenir des éléments de réponses aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, nécessité d'accroître la cohérence entre l'évolution du processus, les objectifs des décideurs et les système de valeurs des acteurs concernés. L'approche constructiviste de l'aide à la décision est donc celle appropriée pour élaborer des systèmes de références dans lesquels des

actions sont comparées en prenant en compte des intérêts et opinions divergents, voire conflictuels.

Selon Maystre et coll. (1993), il s'agit d'une approche qui tolère les hésitations et les incomparabilités. Ces auteurs argumentent en faveur de la conception d'une science de l'aide à la décision, qui consisterait à élaborer des concepts, des modèles, des procédures et des résultats qui devraient constituer un ensemble structuré et cohérent pouvant jouer le rôle clé pour agir en conformité avec des objectifs et des valeurs. Une telle science permettrait de mettre en place des concepts rigoureux et modèles bien formalisés pour éclairer et accompagner scientifiquement les processus décisionnels, selon eux, « [...] notamment en faisant ressortir ce qui est objectif et ce qui l'est le moins, en séparant les conclusions robustes de celles fragiles, en contribuant à dissiper certaines formes de malentendus dans la communication et en mettant en évidence des résultats non controversables une fois compris ».

3.1.2 Du paradigme de l'analyse monocritère à celui du multicritère pour l'aide à la décision

Jusqu'à récemment, la majeure partie des outils d'analyse des problèmes de décision était constituée à partir de modèles qui stipulent l'existence d'une fonction ayant un objectif unique. Cela ramenait les problèmes de décision le plus souvent à l'optimisation d'une fonction économique, selon Maystre et coll. (1993). Pour Martel et Rousseau (1993), on admet dans cette vision implicitement que, pour aider à mieux décider, une règle générale ou un objectif s'impose aux yeux de tous, pour caractériser la bonne direction dans laquelle il convient de faire évoluer le système auquel on s'adresse. C'est ce schéma que Roy (1985) désigne par paradigme monocritère, du fait qu'il est articulé autour de l'optimisation d'un critère directeur. Pour Maystre et coll. (1993), cette approche qui avait le mérite de déboucher sur des problèmes mathématiquement bien posés, n'était pas toujours représentative de la réalité, du fait, qu'entre autres, la comparaison des actions possibles se fait rarement avec un seul critère. En effet, dans le domaine de la gestion de l'environnement, en particulier, Martel et Rousseau (1993) mentionnent que, quelle que soit la manière dont on envisage d'apporter des éléments de réponse à des questions ayant pour objectif d'éclairer une décision, il est nécessaire de s'intéresser aux conséquences qu'entraînent l'exécution de chacune des actions potentielles. Ces conséquences sont en général multiples et s'apprécient parfois en des termes

variés : d'argent, de confort, de prestige, de pollution, de services écologiques et socioculturels, etc. C'est seulement en prenant en compte l'ensemble de ces conséquences qu'on peut obtenir une évaluation plus ou moins réaliste des actions et de pouvoir, par la suite, les comparer en termes de performance. Ainsi, les critères uniques, souvent monétaires, ne semblent plus suffisants pour appréhender la globalité des systèmes dynamiques que constituent les phénomènes environnementaux. De plus, les outils économiques ont déjà montré leurs limites en matière d'évaluation des services écologiques des éléments, services environnementaux et sociaux. C'est en s'appuyant sur ces arguments que Martel et Rousseau (1993) concluent que le modèle d'interprétation de la réalité et d'intervention sur celle-ci, qui découle du paradigme multicritère, semble mieux approprié que celui du paradigme monocritère.

Afin de caractériser le paradigme multicritère, Roy (1985) considère que, dans ce schéma de pensée, pour comprendre et agir sur un système, on considère que plusieurs critères sont à l'œuvre pour construire le système ou guider son évolution. Ces critères sont, au moins localement, conflictuels. Ils tendent à faire se succéder des compromis ou invitent à procéder à un arbitrage. Les compromis ou arbitrages ont pour objet de conférer aux critères, des valeurs compatibles avec certaines formes d'équilibre, et s'il y a succession, cela tient au caractère transitoire de l'équilibre atteint. L'aide multicritère à la décision ou l'analyse multicritère, approche centrale de la présente étude, s'inscrit dans ce paradigme.

3.2 Aide multicritère à la décision (AMCD)

3.2.1 Définition et utilité

La démarche de l'AMCD vise à fournir aux décideurs des outils permettant de progresser dans la résolution d'un problème de décision où plusieurs points de vue, souvent contradictoires, doivent être pris en compte. Pour ce faire, elle fait recourir à différents critères, basés sur différents points de vue (Simos, 1990). C'est donc une démarche qui permet de donner une vision globale à un processus décisionnel, tout en mettant en évidence les éléments qui ont servi à la décision, ainsi que l'importance accordée à ces éléments. Également appelée analyse multicritère, l'AMCD implique que des acteurs diversifiés soient inclus dans le processus d'aide à la décision afin de légitimer la décision et d'en assurer

l'appropriation collective nécessaire à sa mise en œuvre (Risse, 2004). Ces caractéristiques (multicritères et multiacteurs) permettent de prendre en compte l'hétérogénéité des utilisateurs et la diversité des dimensions dans la gestion par bassin versant, comme le mentionne Raj (1995). Simos (1990) définit l'aide multicritère à la décision comme une activité qui se traduit par une démarche qui construit, asseoit et fait partager des convictions dans une recherche de solutions. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision basé sur la recherche d'une solution acceptable par tous (consensus), qui s'oppose à la recherche d'un optimum unique, possible et objectif (convaincant, mais sujet à controverse, car un système de valeurs n'est pas toujours transparent ni partagé).

En somme, toute méthode d'aide multicritère a comme principale caractéristique qu'elle formalise ou modélise la préparation de la décision, selon Maystre et coll. (1993). Pour eux, ces méthodes présentent deux avantages : elles améliorent la transparence du processus et elles définissent, précisent et mettent en évidence la responsabilité du décideur.

3.2.2 Principales étapes d'une démarche multicritère

La démarche de l'analyse multicritère structure le processus décisionnel en quatre phases, au cours desquelles les questions suivantes sont analysées, selon Roy et Bouyssou (1993) :

- Niveau 1 – Définition de l'objet de la décision et de l'esprit de la recommandation : il consiste à répondre aux questions comme : sous quelle forme convient-il de modéliser la décision? Comment différencier les différentes possibilités d'action? Quelle forme doit prendre les recommandations ?
- Niveau 2 – Analyse des conséquences et élaboration des critères : il sous-entend les questions suivantes : quelles sont les conséquences des décisions possibles susceptibles d'interférer avec les objectifs et systèmes de valeurs d'un intervenant quel qu'il soit? Parmi les conséquences ainsi explicitées, lesquelles doivent être formalisées et comment? Jusqu'à quel point chacune d'elle est discriminante pour éclairer la décision? Comment construire les critères capables de prendre en compte ces conséquences et facteurs?

- Niveau 3 – Modélisation des préférences globales et approches opérationnelles pour l'agrégation des performances : les questions soulevées sont, entre autres : parmi les variétés qui s'offrent pour définir les critères, comment sélectionner celles qui permettent d'appréhender « au mieux », en vue de l'aide à la décision, la totalité des conséquences? Que convient-il d'exiger d'une telle famille de critères pour qu'elle joue son rôle dans le travail d'étude proprement dit, tout en constituant une base de dialogue acceptable par les divers intervenants? Comment convient-il, dans le cas d'une analyse multicritère, d'agréger les performances d'une action sur les divers critères pour la déclarer bonne ou mauvaise, meilleure ou pire qu'une autre? Quelles informations ayant trait, par exemple, à l'importance des critères est-il opportun de faire intervenir, et comment?
- Niveau 4 – Procédure d'investigation et élaboration de la recommandation : ce dernier niveau consiste à savoir comment partir du travail qui a été fait aux niveaux précédents pour fournir des réponses, voire élaborer des recommandations.

Essentiellement, Martel et Rousseau (1993) regroupent ces niveaux du processus de l'AMCD en trois phases : 1- l'intelligence du problème, 2- sa description, 3- la recherche d'éléments de réponse aux questions que se pose le décideur. Ces phases s'articulent autour des sept étapes suivantes de l'AMCD, selon Roy et Bouyssou (1993), Martin et coll. (1999) et Kourouma (2005) : (i) la recherche active d'acteurs; (ii) l'exploration du domaine des actions (options ou scénarios d'actions) possibles quant aux objectifs visés; (iii) l'identification et la construction des enjeux sous forme de critères; (iv) l'évaluation des critères (information intracritère, choix des indicateurs, échelles de mesure, structures de préférence); (v) la formalisation des systèmes de valeurs (information intercritère, pondération des critères); (vi) l'agrégation des performances et la modélisation des systèmes de préférences globales, en tenant compte des convergences et des divergences exprimées par les acteurs dans le processus décisionnel, et en respectant les possibilités d'incomparabilité, d'indifférence et de préférence d'une action par rapport à une autre; (vii) la construction d'un groupe robuste de solutions (analyse de sensibilité et de robustesse):

3.2.3 Acteurs ou parties prenantes

Traitant de l'évaluation environnementale en général, Lerond et coll. (2003) définissent l'acteur comme un détenteur d'un pouvoir d'action significatif à l'échelle du territoire où se situe le plan, le programme ou le projet à l'étude. Pour lui, un acteur est dit acteur concerné lorsque son intérêt est manifesté. Cette définition, ramenée à un contexte de prise de décision, nous renvoie à la définition de l'acteur, proposée par Roy (1985). En effet pour celui-ci, un individu ou un groupe d'individus est acteur d'un processus de décision si, par son système de valeur, il influence directement ou indirectement la décision. Il précise que, pour qu'un groupe d'individus (corps constitué ou collectivité) soit identifié comme un seul et même acteur, « il faut que, relativement au processus, les systèmes de valeurs, systèmes informationnels et réseaux relationnels des divers membres du groupe n'aient pas à être différenciés ». Cette définition fait référence aux systèmes de valeurs et à l'ensemble des éléments qui influencent la façon de raisonner d'un individu (types et sources d'information, environnement socioprofessionnel, etc.). Selon Maystre et coll. (1993), l'acteur est un élément dans les modèles qui permet une représentation de l'observateur. Ces auteurs identifient les types d'acteurs suivants dans un processus d'AMCD :

- décideur : personne à qui s'adresse l'aide à la décision. Il désigne l'entité qui, en dernier ressort, apprécie « le possible » et les finalités du processus, exprime les préférences et est censé les faire prévaloir dans l'évolution du processus.
- intervenants : il s'agit des personnes qui cherchent à influencer le décideur dans l'une des phases du processus décisionnel, en raison de la nature de ses valeurs et donc en fonction de son système de préférences. On distingue en général quatre catégories d'intervenants, dont : les organismes de l'administration publique responsables de la gestion de l'environnement et des domaines concernés par la décision, la société civile (organisations non gouvernementales et associatives), les experts (institutions universitaires et de formation, bureaux de consultants nationaux et internationaux, etc.) et le secteur privé (investisseurs et organismes privés ou parapublics tirant profit de l'exploitation des produits et services concernés par la décision).

- **agis** : personnes ou catégories de personnes concernées par les conséquences de la décision et intervenant directement dans le processus par l'image que d'autres se font de leurs valeurs ou plus particulièrement de leurs systèmes de préférences. Appelés aussi **acteurs concernés**, on les retrouve dans les différentes catégories d'intervenants citées plus haut.
- **acteurs fantômes ou latents** : il s'agit d'acteurs qui interviennent dans le processus, bien qu'ils ne soient pas concernés par les conséquences de la décision, comme c'est le cas d'une personnalité politique importante.

Maystre et coll. (1993) distinguent par ailleurs plusieurs types d'intermédiaires qui contribuent à l'encadrement ou à la conduite du processus décisionnel. Il s'agit de l'analyste, du conseiller, du négociateur, du médiateur, de l'arbitre ou le juge et, de l'informateur. Dans un processus d'analyse multicritère, il importe d'identifier les acteurs concernés ou les agis et les intermédiaires de façon appropriée. Ainsi, chaque acteur ou catégorie d'acteurs jugés concernés est représenté dans le processus par une personne. Ces représentants, dont le choix est justifié, sont identifiés en début du processus, ce qui leur permet de participer à toutes les étapes. Dans cette étude, la classification des acteurs est faite en considérant les catégories d'acteurs suivantes : promoteur, société civile, administration publique, et experts. L'appui technique est fourni par le responsable de l'étude, qui joue le rôle de l'**analyste**. En s'appuyant sur les données d'enquêtes et autres réalités de terrain, l'analyste simule des négociations pour explorer les capacités techniques de l'outil d'analyse et les différentes solutions envisageables pour les problèmes analysés.

3.2.4 Analyse des problématiques

Il est indispensable de clarifier l'esprit dans lequel l'aide à la décision est envisagée; c'est-à-dire de préciser ce qui est attendu du processus décisionnel. Dans cette optique, Roy (1985) distingue quatre types de problématique qui peuvent être la finalité du processus de l'analyse multicritère :

- la problématique de la description, qui consiste à la description des actions potentielles (options ou scénarios) et leurs conséquences;

- la problématique du choix, qui consiste à poser des questions en termes de « meilleur choix », c'est-à-dire déterminer la meilleure solution;
- la problématique du rangement, qui consiste à classer les actions par ordre de préférence, lorsque plusieurs actions potentielles doivent être classées selon leur intérêt relatif;
- la problématique du tri, qui est appropriée pour trier les actions en diverses catégories. Comme montré plus loin, la problématique analysée dans la présente étude rejoint celle du rangement des options selon l'ordre de préférence, c'est-à-dire de la meilleure à la moins bonne.

3.2.5 Actions ou scénarios et élaboration

Il s'agit de l'ensemble des solutions envisageables par le décideur ou jugées provisoirement possibles par un intervenant, pour permettre l'atteinte des objectifs ou de solutionner des problèmes. Elles sont formulées par l'analyste, qui devra s'appuyer sur la littérature, l'expérience et l'expertise disponibles en vue de proposer des actions potentielles réalistes. Dépendamment de l'approche méthodologique utilisée pour une évaluation environnementale stratégique, le processus d'élaboration des actions potentielles peut être participatif (implication des parties prenantes), ou rester l'apanage du seul décideur et de son analyste. Il nous semble important de rappeler quelques concepts théoriques sur les types d'actions. Ainsi, en plus des actions potentielles, on définit :

- les actions efficaces : action potentielle qui n'est pas dominée. En considérant les $a_1, a_2, a_3 \dots a_i, a_j$ comme une série d'actions possibles définies selon une série de critères $(1, 2, 3 \dots i, j)$ et « $f(a_i)$ » et « $f(a_j)$ » comme la fonction de dominance de l'action « a » sur le critère « i » et « j », la relation de dominance est basée sur le fait qu'une action a_i domine une action a_k sur un critère si et seulement si $f(a_i)$ est supérieur à $f(a_k)$ pour ce critère (Brans et Mareschal, 2002; Simos, 1990).
- l'action de référence : action qui sert de référence dans l'étude et par rapport à laquelle les actions potentielles sont évaluées.

3.2.6 Identification des enjeux et construction des critères

On définit les critères comme une expression quantitative et qualitative de points de vue, d'objectifs, d'aptitudes ou de contraintes relatives au contexte réel, qui permettent d'apprécier les alternatives (Simos, 1990). Selon Maystre et coll. (1993), une telle expression est qualifiée de critère lorsqu'elle est utile et fiable pour le problème considéré. La construction des critères ne consiste pas uniquement à produire des critères; il s'agit d'une famille de critères acceptés par tous les intervenants et dont l'analyse permet de cerner les différents aspects de la problématique étudiée. Dans la démarche de l'analyse multicritère, la construction des critères suit les étapes décrites ci-dessous :

- identification des enjeux majeurs : l'enjeu désigne la valeur prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu au regard des préoccupations écologiques, économiques, sociologiques, patrimoniales, de qualité de vie et de santé (Lerond et coll., 2003). Il s'agit donc des biens, services, valeurs et fonctions environnementales dont la perte ou la dégradation n'est pas acceptable pour un ou plusieurs acteurs. Afin de cerner la problématique étudiée dans sa globalité, l'identification des enjeux s'appuie souvent sur la prise en compte des dimensions du développement durable (dimensions environnementales, économiques et sociales). Les enjeux les plus préoccupants, dits enjeux majeurs, sont analysés pour produire une liste d'impacts potentiels ou d'objectifs visant à éviter ou à réduire ces impacts, ou encore à bonifier les retombées positives. Deux démarches d'identification des enjeux sont possibles et peuvent être complémentaires :
 - les enjeux peuvent être identifiés par l'analyste qui s'appuie pour ce faire sur la revue de littérature (recherche documentaire) et utilise la méthode du jugement d'expert. Dans ce cas, les enjeux sont documentés, puis discutés en prenant en compte les réalités de la zone d'étude ;
 - une démarche participative peut aussi permettre d'identifier l'ensemble des préoccupations des parties prenantes après une consultation publique élargie ou ciblée. Les préoccupations soulevées par les différentes catégories d'acteurs sont ensuite synthétisées pour produire une liste restreinte d'enjeux qu'il est possible de documenter et de discuter en tenant compte de la

littérature existante et des expériences pertinentes dans le domaine concerné.

Le processus de consultation peut permettre aussi d'identifier et de hiérarchiser les impacts potentiels et les objectifs qui permettent d'expliciter les enjeux.

- formulation des critères : la formulation des impacts potentiels ou la transformation des objectifs en critères est du ressort de l'analyste. Elle prend en compte les exigences suivantes (Roy et Mousseau, 1996; Brans et Mareschal, 2002; Risse et Waaub, 1999) :
 - bien décrire l'objectif ou l'impact qui est concerné,
 - être discriminant pour les actions potentielles à l'échelle considérée,
 - être mesurable par des méthodes scientifiquement reconnues.
- élaboration des indicateurs et de l'échelle de mesure du critère : pour chaque critère ainsi élaboré, un ou plusieurs indicateurs sont identifiés. Les indicateurs sont des paramètres mesurables qui permettent de décrire essentiellement l'évolution des actions en fonction du critère considéré. Pour chaque critère, une échelle de mesure est élaborée, en valeur ordinale (mesure qualitative) ou cardinale (mesure quantitative).
- vérification de la cohérence de la famille de critères : pour s'assurer d'avoir une famille cohérente de critères, Roy (1985) mentionne que les exigences suivantes doivent être vérifiées :
 - le secteur énergétique de l'Afrique de l'Ouest se caractérise par un faible taux d'électrification, une faible disponibilité de capacité installée, une forte dépendance à la biomasse et une consommation par habitant en énergie électrique trois fois moins que la moyenne en Afrique subsaharienne.
 - l'exhaustivité : ne pas oublier de critères pertinents, c'est-à-dire s'assurer que tous les éléments d'appréciation ont été pris en compte à travers la famille des critères retenus;

- la cohérence : être cohérent dans la démarche de l'analyse des performances locale (par critère) et globale (après agrégation). C'est-à-dire s'assurer que si une action a une performance égale à celle d'une autre action sur tous les critères sauf un sur lequel elle est plus performante, elle est donc globalement plus performante que l'autre action ;
- la non-redondance : éviter d'avoir un critère qui se duplique. C'est-à-dire ne pas avoir plus de critères que nécessaire, tout en s'assurant que la suppression d'un critère ne compromet pas la cohérence de la famille des critères.
- pondération des critères : il s'agit de traduire les préférences relatives d'un acteur pour les différents critères en tenant compte de son système de valeurs. Dans les processus décisionnels habituels, même s'il arrive que plusieurs critères soient pris en compte (multicritère), la pondération des critères est faite seulement par le décideur. Or, il est clair que, dans un contexte multiusage des ressources et du territoire, notamment dans le cas d'un bassin versant, les intérêts des acteurs concernés peuvent être divergents, voire contradictoires. Ces acteurs n'ont donc pas toujours les mêmes objectifs, ou bien ils n'appréhendent pas les différents objectifs de la même façon. Donc, leurs préférences pour les différents critères ne sont pas forcément les mêmes. C'est pourquoi une analyse multicritère dans un contexte multiacteur doit permettre à chaque acteur impliqué dans le processus de disposer de la possibilité de faire sa pondération des critères.

3.2.7 Évaluation des actions

L'évaluation consiste à juger chaque action ou option en fonction de chacun des critères. Il s'agit concrètement d'évaluer les impacts potentiels de chaque action potentielle ou scénario suivant des méthodes scientifiquement reconnues. La littérature distingue plusieurs types d'impacts, dont les impacts directs, indirects, induits, cumulatifs et globaux (Banque Mondiale, 1999; Leduc et Raymond, 1999; André et coll., 2003; Lerond et coll., 2003). Les plus concernés par l'évaluation environnementale stratégique sont les impacts

directs, induits et cumulatifs⁴. L'ensemble des évaluations (de toutes les actions en fonction de tous les critères) est présenté par la suite sous forme d'un tableau à double entrée, appelé tableau des performances. Chaque ligne du tableau des performances représente une action et chaque colonne, un critère.

3.2.8 Agrégation

Elle permet d'obtenir des informations sur la performance globale des actions potentielles à partir d'informations sur les performances selon les critères individuellement pris. Une fois l'évaluation des performances terminées et le tableau des performances ou la matrice des évaluations remplies, il revient à l'analyste de procéder à l'agrégation des critères, selon une approche qu'il aura identifiée en tenant compte du résultat attendu du processus décisionnel. Ce résultat peut être le choix, le tri, le rangement ou la description des actions.

3.2.8.1 Différentes approches d'agrégation multicritère

Au plan opérationnel, on distingue trois approches d'agrégation multicritère :

- l'approche du critère unique de synthèse : qui consiste en une agrégation complète, évacuant toute solution d'incomparabilité et explicitant une règle (fonction d'agrégation), qui apporte une réponse synthétique, exhaustive et définitive au problème d'agrégation des performances (Roy, 1985). Scharlig (1985) parle de méthodes d'agrégation complète transitive. Elle permet de passer du multicritère au monocritère. Selon Martel et Rousseau (1993), l'exemple le plus simple et de pratique courante en évaluation environnementale est la somme pondérée; où l'on transforme plusieurs notes, ou évaluation, en une seule sur laquelle s'appuie ensuite la décision. Cette approche est dite de l'école américaine.

⁴ Les impacts directs traduisent les conséquences immédiates du projet, dans l'espace et dans le temps. Ils regroupent les impacts résultant des effets structurels dus à la construction même du et de ceux résultant des effets fonctionnels liés à l'exploitation et à l'entretien de l'équipement. Les impacts induits résultent d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct du projet. Ils peuvent concerner des territoires éloignés du projet ou apparaître dans un délai plus ou moins long, mais ils peuvent être aussi importants que les impacts directs. Il s'agit notamment des impacts en chaîne, qui se propagent à travers plusieurs compartiments de l'environnement sans intervention particulière de nouveaux acteurs de l'aménagement, les impacts découlant des actions ou interventions destinées à corriger les effets directs du projet. Les effets cumulatifs : la notion d'effets environnementaux cumulatifs est définie comme étant un ou des effets qui englobent les impacts des diverses activités combinées et qui donnent lieu à un jeu d'interaction pour produire un impact. Il s'agit donc du résultat du cumul et de l'interaction des impacts résultant de plusieurs effets directs et indirects générés par un ou plusieurs projets dans le temps et l'espace et pouvant conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux.

Cette approche autorise, en quelque sorte, toute possibilité de compensation entre les critères. Cela signifie que la mauvaise performance d'une action sur un critère peut être compensée par une bonne performance sur un autre critère (Roy et Bouyssou, 1993).

- l'approche du surclassement de synthèse (ou de Condorcet) : qui consiste en une agrégation partielle, acceptant ainsi l'incomparabilité, adoptant un système référentiel de préférence fondé sur la notion de surclassement et explicitant une règle (test de surclassement) qui apporte une réponse synthétique, exhaustive et définitive au problème d'agrégation des performances. Selon Martel et Rousseau (1993), cette approche consiste à comparer les scénarios deux à deux de façon à établir une relation binaire de surclassement, tout en considérant qu'aucune transitivité n'est imposée. La relation peut être de trois types : préférence, indifférence ou incomparabilité. Plus clairement, on cherche à déterminer, à l'aide des performances sur les différents critères, si les arguments en faveur d'une action sont suffisants pour qu'il soit admis que celle-ci est au moins aussi bonne qu'une autre action (on parle ainsi de concordance), sans qu'il n'y ait de raison importante de refuser cette affirmation (on parle de niveau de discordance). L'approche de surclassement de synthèse introduit également la notion de pouvoir discriminant des critères, conduisant à l'introduction de seuil de discrimination. Le seuil de discrimination peut être un seuil de préférence stricte, d'indifférence, etc. (Roy et Bouyssou, 1993). Dans cette logique, il ne suffit plus qu'une action soit plus performante qu'une autre sur un critère donné, il faut en plus que la différence de performance soit significative. Selon Martel et Rousseau (1993), c'est donc ces différents seuils de discrimination qui font en sorte que les méthodes de l'approche de surclassement de synthèse ne soient pas totalement compensatoires, comme le sont celles de l'approche du critère unique de synthèse. Parmi les méthodes d'analyse multicritère qui s'apparentent à cette approche, il convient de citer les méthodes ELECTRE, mais aussi la méthode PROMETHÉE (qui sera abordée plus loin comme exemple de méthode d'agrégation et de rangement).
- l'approche de jugement local interactif : les approches interactives sont les plus récentes. Elles proposent des méthodes qui alternent des étapes de calculs, permettant de fournir des compromis successifs et de dialogues avec le décideur, qui alimentent la décision par de nouvelles informations sur les références. Les informations demandées au décideur sont

utilisées en vue de déterminer les meilleures solutions à chaque itération. Ces approches exigent donc un maximum d'informations, qui sont généralement qualitatives, puisque la production d'informations quantitatives est plus difficile alors que la démarche n'exige pas de réponse précise, car on admet que le décideur peut changer d'avis.

- les approches interactives se distinguent donc de deux premières approches par le fait que le dialogue constitue le principal outil d'investigation qu'elles utilisent. En plus, elles ne font pas explicitement usage d'une procédure d'agrégation (vice-présidence environnement Hydro-Québec, 1993). Elles sont surtout adaptées à la problématique lorsque le nombre d'actions potentielles est élevé et qu'il n'y a qu'un seul décideur (Roy et Bouyssou, 1993). Ce dernier construit ainsi sa décision sur la base d'un processus dynamique d'échange avec toutes les parties prenantes.

3.2.8.2 Procédure d'agrégation et de rangement

Selon Maystre et coll. (1993), l'agrégation consiste en une opération permettant d'obtenir des informations sur la préférence globale entre les actions potentielles, à partir d'informations sur les préférences par critère. C'est là que les données des évaluations des scénarios, des seuils des critères et des poids des critères sont intégrées au logiciel d'analyse multicritère et traitées. La procédure d'agrégation des critères dépend donc de la problématique de l'étude. Le tableau ci-dessous présente les procédures à adapter en fonction des objectifs et résultats attendus du processus de décision.

Tableau 3.1 Procédure d'agrégation selon les objectifs

Objectifs du processus	Type de résultat	Procédure d'agrégation
Choix d'un sous-ensemble contenant les actions « les meilleures » ou, à défaut, « satisfaisantes »	Choix	Sélection
Tri par affectation des actions à des catégories prédéfinies	Tri	Affectation
Rangement des classes équivalentes composées d'actions, ces classes étant ordonnées de façon complète ou partielle	Rangement	Rangement
Description, dans un langage approprié, des actions et leurs conséquences	Description	Cognition

Source : Maystre et coll. (1993)

En effet, si l'on considère « a » et « b » comme des actions parmi lesquelles nous devons effectuer un choix, les lettres « P », « I », « R » et « S » exprimant respectivement les symboles de la « Prédominance », l'« Indifférence », l'« Incomparabilité » et le « Surclassement », la comparaison entre les deux actions « a » et « b » amène le décideur à réagir de trois façons :

- il peut préférer une action à l'autre, on écrira : « aPb » ou « bPa »;
- il peut être indifférent à l'une comme à l'autre, on écrira : « aIb »;
- il peut refuser de comparer (incomparabilité), on écrira « aRb ».

Ces trois relations constituent les préférences de « a » sur « b », selon Vincke (1989). La comparaison des deux actions « a » et « b » peut être entièrement caractérisée par une relation de surclassement « S ». Dans ce cas, « a » surclasse « b » (« aSb ») si « aPb » ou « aIb ». Le résultat est un rangement des scénarios pour chaque acteur, selon ses préférences. Il peut être aussi un rangement global de l'ensemble des acteurs. Au-delà de ces rangements, le résultat ressort les performances intrinsèques des actions sur les différents critères.

Conclusion partielle :

Nous avons vu plus haut que la gestion intégrée et l'ÉES consistent, d'une part, en des processus d'aide à la décision basés sur une approche résolutive et sociétale, qui suppose l'existence de plusieurs rationalités autres que celle de l'expert, donc la présence de diverses logiques d'acteurs. Cela nécessite l'implication des représentants des diverses catégories d'acteurs concernés par les processus décisionnels de gestion des ressources et de l'environnement dans les bassins. D'autre part, elles prônent la prise en compte de la globalité, qui réfère inévitablement à celle des divers critères d'évaluation d'ordres économique, social et environnemental. Selon Schlaepfer (1997), les méthodes multicritères sont souvent recommandées pour la recherche de consensus sur le choix des priorités. Aussi, en donnant la possibilité d'utiliser des critères qualitatifs et quantitatifs, l'analyse multicritère permet de prendre en compte la diversité systémique et d'aborder la complexité sans complication (Waaub, 2005), offrant ainsi la possibilité de prendre en compte les exigences de la gestion intégrée et d'une ÉES interactive. En effet, l'analyse multicritère peut permettre (Waaub, 2005; Martel et Rousseau, 1993) :

- la prise en considération de plusieurs choix d'actions ;
- le traitement des questions environnementales et sociales, en plus des considérations économiques, à travers la pluralité des critères de la possibilité de prise en compte de diverses unités de mesure ;
- l'implication de plusieurs acteurs, s'il n'est pas utilisé comme une « boîte noire » aux mains d'experts, notamment pour la mise en place de processus de décision négociée ou de médiation dans un contexte multi-acteurs et multi-objectifs ;
- la mise en évidence des modes d'agrégation des évaluations, et ce, aussi bien pour des données qualitatives et quantitatives ;
- la décentralisation, la démocratisation et la concertation entre les usagers, avec la possibilité de prise en compte des intérêts marginaux ;
- la prise en compte de la vision globale du territoire, ainsi que des problèmes particuliers ou contraintes au projet qui peuvent faire l'objet de négociation.

Toutefois, les critiques à l'application de l'AMCD dénoncent la longueur du processus et son coût élevé (en temps et en ressources humaines). Sans vouloir s'opposer à cette affirmation, nous pensons que, dans une logique d'adaptation au contexte, il est possible de réaliser un processus d'AMCD avec moins de temps et argent dans une zone qui connaît déjà l'application de la gestion intégrée (acteurs de bassin déjà initiés à la démarche participative). En effet, les principes d'acceptation de la participation des acteurs au processus décisionnel, de vision globale basée sur la prise en compte des dimensions du développement durable et des principes de l'approche par écosystème y sont déjà des acquis.

L'AMCD peut être donc considérée comme un outil d'évaluation comparative utilisable pour la mise en œuvre de l'évaluation stratégique, incluant un volet environnemental, en particulier dans un contexte de gestion intégrée des bassins versants. Au plan opérationnel, la conduite normale de cette démarche exige une information et une formation complémentaire des acteurs impliqués sur la démarche de l'AMCD. Cette diffusion d'information doit se faire dans une vision d'apprentissage collectif et d'adaptation des outils utilisés à différentes étapes du processus, tout en respectant les principes de base de ce dernier. C'est dans cette vision que s'inscrira l'approche méthodologique utilisée pour cette étude. Il s'agira donc d'une approche évaluative, multicritère et participative.

CHAPTRE IV

ÉTAPES ET MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE DE L'ÉTUDE

Ce chapitre présente la démarche méthodologique générale de l'étude (justification et cadrage de l'étude, étapes de sa réalisation). La démarche méthodologique utilisée est celle d'une évaluation environnementale stratégique basée sur l'approche de l'aide multicritère à la décision. Le chapitre présente ensuite la description des données, le protocole de leur collecte, ainsi que les étapes de traitement, à savoir l'évaluation des impacts et le rangement des options. Elle présente, enfin, les outils et matériels utilisés à différentes étapes de l'étude.

4.1 Approche méthodologique et démarche générale de l'étude

4.1.1 Justification de l'ÉES et cadrage de l'étude

Rappelons que la finalité de cette étude est le choix d'un scénario de consensus pour l'aménagement hydroélectrique d'un bassin versant côtier en milieu tropical. Ce choix s'appuie sur différents critères qui traduisent les enjeux majeurs que soulève un aménagement hydroélectrique, tant dans le bassin continental qu'en zone côtière. Il s'agit donc de mettre en place un processus décisionnel qui prend en compte des enjeux complexes et la diversité des acteurs (ou décideurs), ayant des valeurs différentes et des intérêts divergents, voire conflictuels.

Le bassin du Konkouré sert de lieu d'application de l'étude. Il abrite les plus importants sites hydroélectriques de la Guinée (Garafiri, Kaléta, Souapiti, Amaria), dont la mise en valeur constitue une priorité pour les autorités de ce pays. Il n'existe pas, à notre connaissance, de document officiel de plan ou de programme de mise en valeur du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré dans son ensemble. Cependant, il est possible de reconstituer, à travers les différents projets et objectifs affichés, un ensemble d'actions à

considérer comme des options ou scénarios parmi lesquels les autorités doivent faire un choix. Face à une situation énergétique caractérisée par l'accroissement sans cesse des besoins et la baisse de la capacité de production, la mise en valeur du potentiel hydroélectrique du Konkouré est considérée par la Guinée comme la solution à tous les problèmes de développement du pays. Pendant longtemps, l'analyse des possibilités d'exploitation de ce potentiel par le gouvernement guinéen et ses partenaires, n'a tenu compte essentiellement en compte que de l'objectif de production énergétique pour le pays, notamment dans le but de soutenir le développement minier. Les préoccupations environnementales et socioéconomiques locales apparaissent souvent comme des contraintes à banaliser pour éviter le blocage des projets. Toutefois, ces dernières années, forts de l'expérience de l'exploitation du barrage de Garafiri dans le même bassin, les décideurs du secteur de l'énergie semblent mieux sensibilisés à la nécessité d'une meilleure prise en compte de l'environnement dans les projets d'aménagement hydroélectrique du Konkouré. Cependant, la nécessité de saisir toute opportunité de financements des projets d'aménagements hydroélectrique, compte tenu de l'urgence énergétique, favorise encore la pratique d'une approche par projet et peu coordonnée.

Un processus de planification intégrant une évaluation environnementale stratégique permettrait de construire et de comparer ces options en prenant en compte différents objectifs : l'optimisation de l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, la réduction des impacts environnementaux et socioculturels, la participation effective des parties prenantes à la prise de décision. La mise en place d'un tel processus se justifie par l'importance des enjeux d'ordre stratégique, aussi bien :

- au plan environnemental : par l'existence des impacts cumulatifs et induits en estuaire, l'importance des menaces sur l'intégrité de l'écosystème de mangroves de l'estuaire du Konkouré et de la baie de Sanagréya, qui sont des sites Ramsar (enjeux globaux);
- au plan social : par plusieurs déplacements involontaires et successifs de populations dans le même bassin (vision élargie de l'utilisation du territoire) et par la nécessité d'élargir le processus décisionnel à d'autres parties prenantes, dont les principaux acteurs du bassin;

- au plan technicoéconomique : par le risque de faire des choix d'aménagements inappropriés au plan énergétique ou sécuritaire.

4.1.2 Approche méthodologique de l'étude

4.1.2.1 Fondement de l'approche méthodologique

Une approche réaliste et efficace d'ÉES s'appuierait à la fois sur la planification communicationnelle et la planification stratégique, en reprenant quelques avantages de la planification traditionnelle comme le maintien du rôle de l'expert et en simplifiant la démarche de participation des acteurs (passant de la démocratie participative à la démocratie représentative). Ainsi, un juste milieu est à rechercher entre :

- d'une part, la place à accorder à l'expert qui, tout en étant considéré comme un acteur parmi tant d'autres, doit contribuer à encadrer le processus décisionnel par l'utilisation d'outils de participation appropriée et le respect des principes scientifiques et techniques, dont les méthodes de mesures et les connaissances établies sur la base d'expériences antérieures ou reconnues par la littérature. Cet encadrement consisterait, par exemple, à intégrer l'utilisation de questionnaires (basés sur les connaissances scientifiques établies et les expériences pertinentes sur la problématique concernée) pour orienter et structurer l'expression populaire;
- d'autre part, la place du public dans un processus limité en temps et qui doit conduire à des décisions stratégiques est une source de controverses. Étant située stratégiquement (programme, plan, politique), la participation directe du public à une ÉES rend le processus décisionnel plus complexe. C'est pourquoi ces processus privilégient en général la représentation des différentes catégories d'acteurs concernés par la problématique étudiée, par des individus. Pour ce faire, il convient de trouver les outils et moyens appropriés pour une meilleure prise en compte des connaissances traditionnelles et préoccupations du public. Toutefois, l'analyse de plusieurs études de cas et l'expérience de terrain montrent qu'il convient de porter l'attention sur les questions suivantes, afin de réduire le biais dans le processus de prise de décision : qui participe au processus d'ÉES et à quelle étape? Quelles catégories d'acteurs doivent être représentées dans le processus et par qui? Ces éléments seront mis de l'avant dans l'étude de cas présentée dans la partie 2,

qui consiste à un essai de planification participative de l'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré, en Guinée.

4.1.2.2 Étapes de l'étude

La démarche générale de l'étude comprend les principales étapes suivantes :

- recherche documentaire en vue de la proposition d'une approche méthodologique d'ÉES basée sur l'approche de l'aide multicritère à la décision;
- application de la démarche proposée à l'étude de cas de l'aménagement de la mangrove de la baie de Sangaréya, en Guinée, en vue d'une proposition d'éléments d'amélioration (proposition d'une démarche participative de structuration du problème);
- application de la démarche participative proposée à l'étude dans le cas de l'ÉES de l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré;
- acquisition des données et structuration dans un système de gestion des bases de données (SGBD), construction du Système d'information géographique (SIG) et production de cartes thématiques et de cartes de synthèse : cartes de simulation de l'inondation et de l'occupation du territoire dans le bassin continental, cartes de localisation des éléments sensibles dans l'estuaire du Konkouré;
- analyse des impacts du barrage de Garafiri sur l'environnement dans l'estuaire du Konkouré, en vue d'une proposition d'outils pour l'évaluation de la vulnérabilité de l'écosystème de mangroves aux modifications introduites par les futurs aménagements sur le fleuve du Konkouré. Ces outils sont utiles pour l'évaluation de la performance des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin;
- réalisation du processus de l'analyse multicritère pour l'évaluation comparative des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré;
- formulation des principaux enseignements sur les enjeux et méthodes à généraliser.

La démarche méthodologique est présentée à la figure 4.1. Certaines de ses étapes constituent des volets de l'étude (cases en bleu), dans lesquelles des modèles sont proposés et testés par simulation ou par utilisation de données existantes, afin de proposer des modèles à utiliser dans la suite de la démarche.

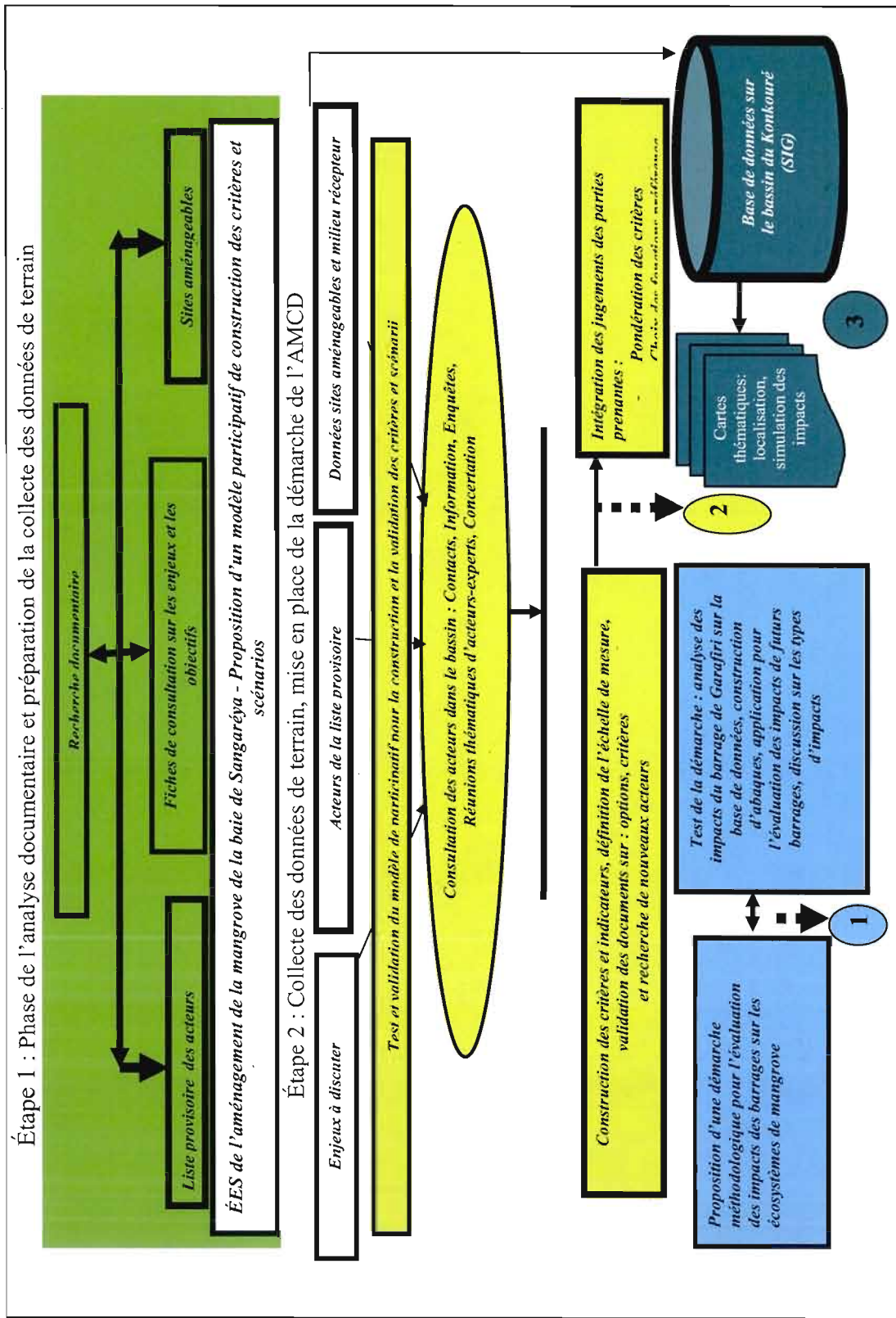


Figure 4.1 Schéma de l'approche méthodologique

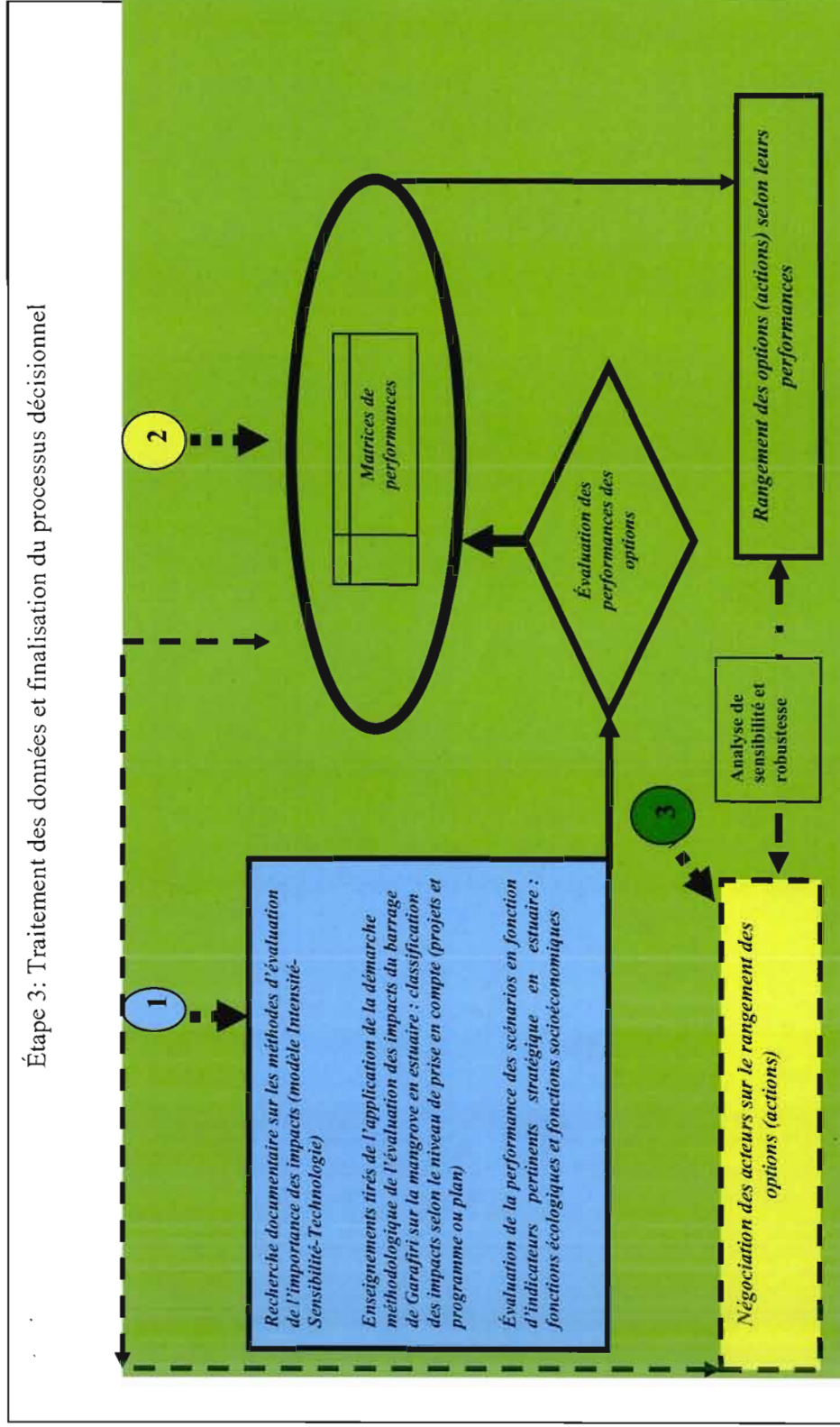


Figure 4.1(suite) Schéma de l'approche méthodologique

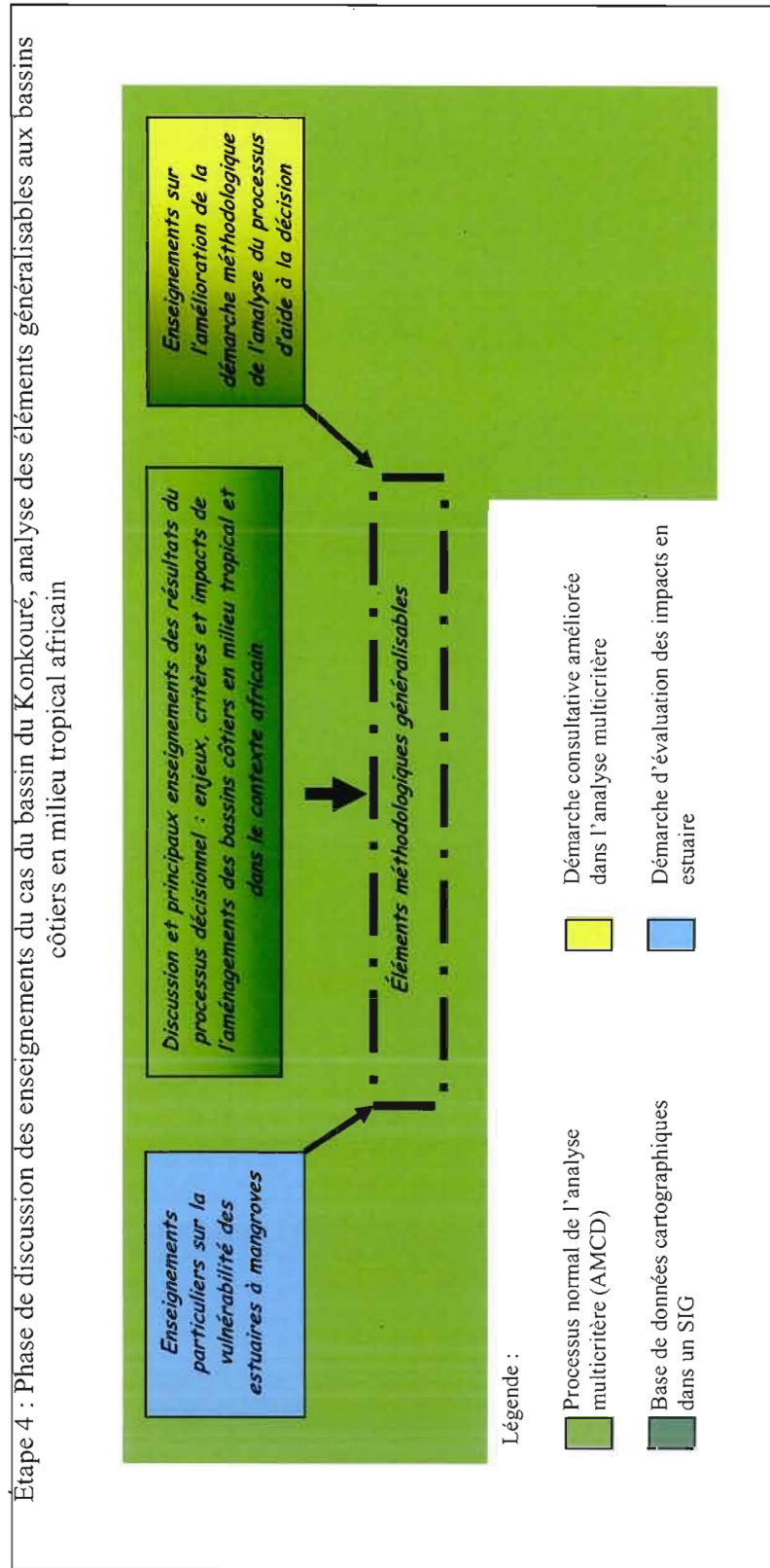


Figure 4 (suite) Schéma de l'approche méthodologique

4.2 Collecte et gestion des données, structuration de la base de données dans le SIG

L'objectif visé par la collecte et la gestion des données est de réaliser le portrait de la dynamique environnementale du bassin du Konkouré, notamment dans sa partie estuarienne. Elles s'appuient sur une base de données à références spatiales dans un Système d'information géographique (SIG), qui permet une représentation cartographique des différents éléments du milieu et l'analyse spatiale et la simulation des impacts de différents scénarios.

4.2.1 Identification des besoins en données et recherche documentaire

4.2.1.1 Besoins de données

Une recherche documentaire visant la collecte d'informations sur les données nécessaires à l'étude est réalisée. Elle a permis de faire une classification de la documentation directement à rechercher sur le terrain. Les données nécessaires à l'étude se subdivisent en plusieurs catégories (voir l'annexe A1). D'abord, ce sera les données descriptives des options d'aménagement hydroélectriques. Ensuite, ce sera les données sur les éléments sensibles du bassin du Konkouré (milieux naturel et humain). Enfin, ce sera la prise en compte des préoccupations et jugements de valeurs des acteurs, les enjeux et critères utilisables pour l'évaluation comparative des scénarios.

4.2.1.2 Collecte de données documentaires et cartographiques

Des données d'observation sont disponibles pour le bassin du Konkouré (voir l'annexe A1). Il s'agit de données sur les débits à différentes stations hydrométriques et des données météorologiques couvrant l'ensemble du bassin (PIG, 2003), de diverses cartes d'utilisation du territoire (potentialité agricole, localisation de sites touristiques et autres) contenues dans l'Atlas cartographique de la Guinée (Dux et coll., 2002), de données numérisées sur les subdivisions administratives de la Guinée (base de données du CÉRE, Université de Conakry). Pour l'estuaire, il existe des données numériques sur le niveau d'eau et la salinité, des données cartographiques sur l'occupation du sol (DNEF, 1999), des photographies aériennes et des images « spots » (Rossi et coll., 2000), des données d'enquêtes sur les activités socioéconomiques et leurs pressions sur la mangrove (PIG-IRD,

2003; Petit, 1999). Ces données ont été localisées, collectées, actualisées (dans certains cas) et structurées en vue de leur intégration à la base de données.

Pour compléter les données nécessaires à notre analyse géographique, des données de satellites suivantes ont été utilisées (voir l'annexe A2) : images « spots » (DNEF, 1999), Landsat (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>), BMNG ou Blue Marble Next Generation : les images satellite MODIS (http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=7107), SRTM ou Shuttle Radar Topography Mission : le modèle numérique de terrain (<http://srtm.usgs.gov/ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/>), NGA_GNS ou National Geospatial Intelligence Agency ou GEOnet Names Server : toponymes (http://earth-info.nga.mil/gns/html/cntry_files.html#N), VMAP0 ou objets géographiques (hydrographie, limites administratives, etc., à l'échelle 1 : 1 000 000 (http://geoengine.nga.mil/muse-cgi-bin/rast_roam.cgi)). Ces données ont été obtenues dans le cadre d'un stage pratique effectué à Hydro-Québec – Équipement.

4.2.2 Enquête et observation dans le bassin et l'estuaire du Konkouré

La visite des sites a permis l'observation de leur environnement et la réalisation de relevés de données sur les emplacements des futurs aménagements hydroélectriques, les stations hydrométriques et la réalisation d'enquêtes auprès de personnes-ressources. Les localités suivantes ont été visitées : Kindia, Garafiri, Fria, site de Souapiti, Kaléta et Yékémato (site de Amaria). Les activités suivantes y sont réalisées : la localisation au GPS, la description et la photographie des sites potentiels d'aménagement hydroélectrique dans le bassin du Konkouré, les entretiens réalisés avec les élus des localités qui abritent les sites identifiés.

Par ailleurs, des enquêtes visant à actualiser les données socioéconomiques ont porté sur l'évolution des rendements de l'exploitation du riz et du sel dans l'estuaire du Konkouré. Il s'agit d'enquêtes ciblées, orientées vers les personnes-ressources identifiées. Les fiches d'enquêtes et la liste des personnes interrogées sont semblables à celles utilisées par le Projet impacts Garafiri (PIG), dans le cadre du suivi des impacts environnementaux du barrage Garafiri (PIG, 2003). De cette manière, les données à collecter seront comparables à celles déjà disponibles au PIG. De plus, des réunions en *focus group* ont été réalisées pour favoriser

la sensibilisation des populations aux impacts des futurs barrages, la collecte de nouvelles informations sur l'évolution des activités d'exploitation des ressources et les stratégies d'adaptation aux changements en cours, depuis la mise en fonction du barrage de Garafiri.

Dans l'ensemble, les données d'enquêtes et d'observations ont fortement contribué à l'élaboration du schéma de la chaîne des impacts en estuaire. Les sites d'observation et d'enquêtes en estuaire sont localisés sur la figure 4.2.

4.2.3 Structuration des données dans un Système de gestion de base de données (SGBD)

Il s'agit de gérer un ensemble de données référencées spatialement dans le bassin du Konkouré. Cet ensemble permet de formuler des requêtes favorisant des décisions plus éclairées en matière de prise en compte de l'environnement dans le plan d'aménagements hydroélectriques. Les principales étapes dans l'élaboration de ce SIG sont : la saisie des données descriptives (statistiques et autres) dans un format Excel, la numérisation des cartes pour constituer la Géobase, l'appariement de la base descriptive et de la Géobase (choix d'objets adéquats et attributs représentant les informations sur les couches distinctes), le traitement et l'analyse des données, la création de cartes dérivées et de graphiques avec MapInfo (Joerin et Musy, 2000).

Avec la participation d'un spécialiste en géomatique (Hydro-Québec), des cartes thématiques sur l'ensemble du bassin du Konkouré et sur l'estuaire du Konkouré ont été élaborées. Des cartes synthèses sont élaborées par superposition de cartes thématiques. La figure 4.2 est un exemple de carte synthèse, qui montre la localisation des sites d'observation en estuaire, une image « spot » présentant l'occupation sol, des cartes de sites rizicoles et salicoles, des données de toponymie et de limites administratives.

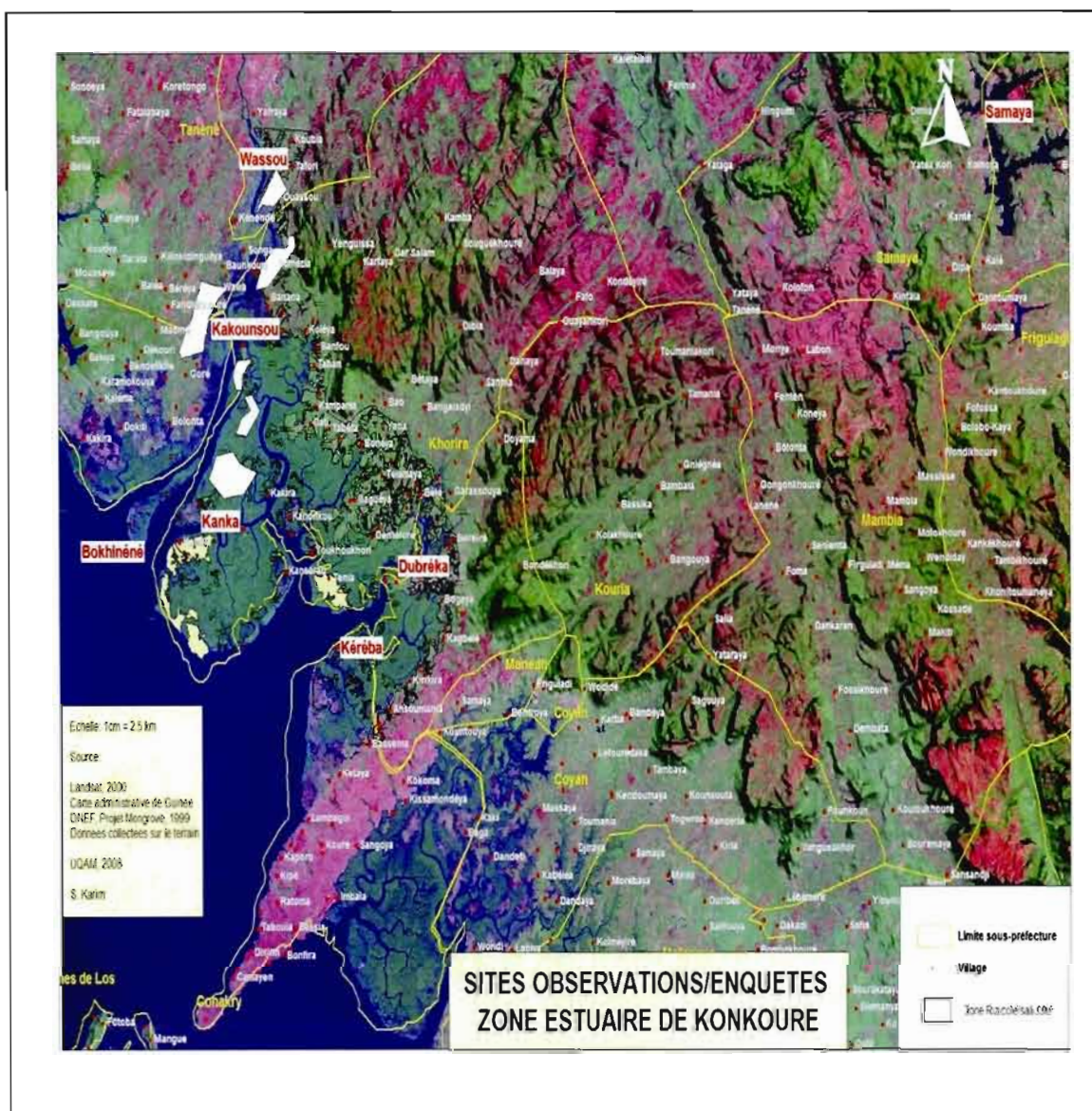


Figure 4.2 Carte de localisation des sites d'observation et d'enquêtes dans la zone de l'estuaire du Konkouré

D'autres cartes synthèses, élaborées à partir de la superposition des biefs des futurs barrages à l'occupation du sol et à la carte administrative de la zone, sont aussi produites. Leur analyse permettra d'identifier les éléments environnementaux potentiellement touchés selon les scénarios d'exploitation hydroélectrique du bassin (chapitre 7).

4.3 Méthodologie de l'étude de la vulnérabilité de l'estuaire du Konkouré aux impacts des aménagements hydroélectriques dans le bassin

La démarche de l'étude consiste en une recherche documentaire conduisant à la proposition d'une méthodologie basée sur l'approche par écosystème, présentant des indicateurs de suivi des milieux physique, biologique et socioéconomique. Cette approche est validée par l'utilisation des données produites pendant cinq ans d'études réalisées par le Programme impacts Garafiri (PIG, 2001; PIG, 2003), puis actualisées par des données collectées dans le cadre de la présente étude. Cette application permet de produire des abaques (débit et recul du front salin) et un modèle d'analyse des impacts en chaîne en estuaire. Ces modèles sont utilisables pour prédire les impacts potentiels des futurs barrages des milieux biophysique et humain dans l'estuaire du Konkouré. Leur application permet de discuter des impacts potentiels du projet d'aménagement hydroélectrique de Kaléta, par exemple, mais aussi d'identifier les critères pertinents pour une évaluation stratégique.

Les données de terrain ont été collectées à partir d'enquêtes et observations directes, d'échantillonnage et d'analyse des échantillons en laboratoire. Ces données ont fait l'objet de traitement et de validation avant d'être analysées. Notons qu'une part importante de ces données a été collectée dans le cadre de l'étude du suivi environnemental des impacts du barrage de 1998 à 2003. Ce travail a été réalisé par l'Institut de recherche de développement (IRD, France), en collaboration avec des partenaires scientifiques guinéens (CERESCOR, CNSHB, DNH et DNM). En 2005, lors des travaux de collecte de données sur le terrain, des activités d'enquête et d'observation de terrain ont été réalisées dans l'estuaire du Konkouré en vue de valider certaines données.

4.4 Méthodologie d'évaluation comparative des scénarios d'exploitation hydroélectrique

Selon l'approche de l'AMCD, les étapes de ce volet sont : la proposition d'une approche participative de structuration du problème, l'évaluation de la performance des options d'exploitation hydroélectrique, l'agrégation des performances et comparaison (rangement) des options, l'exploitation et l'analyse des résultats, la formulation de recommandations.

4.4.1 Proposition d'une approche participative de structuration du problème

La démarche méthodologique consiste à proposer et à tester une démarche participative définissant les étapes et techniques d'identification et d'implication des parties prenantes au processus décisionnel à mettre en place. Cette démarche participative correspond à l'étape de la problématisation dans l'approche de l'aide multicritère à la décision. Elle vise l'identification et la participation des acteurs au processus, l'élaboration de scénarios et de critères socio-construits. Sa particularité est de produire des scénarios et critères, avec une forte implication de tous les acteurs concernés, ce qui augmente la transparence et accroît leur adhésion à la décision.

Les résultats attendus de l'application de cette démarche sont : liste descriptive des acteurs impliqués, liste des actions ou scénarios, liste des critères et indicateurs, tableau de pondération des critères. Ces éléments sont utilisés par la suite pour procéder à l'évaluation comparative des scénarios.

4.4.2 Évaluation de la performance des options d'exploitation hydroélectrique

4.4.2.1 Évaluation de l'importance des impacts des options

Nous devons évaluer la performance des options en fonction des critères déjà explicités en plusieurs indicateurs avec des échelles de mesure. En effet, ces critères se réfèrent à plusieurs enjeux environnementaux, économiques, techniques et socioculturels, dont on doit apprécier le niveau de prise en compte dans les options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré.

Les options étant composées d'un ou de plusieurs aménagements hydroélectriques, il s'agit d'évaluer les impacts potentiels des aménagements selon les indicateurs retenus. Ces indicateurs correspondent à des impacts (positifs ou négatifs). La différence entre l'importance des impacts des différentes options permet ensuite de faire une estimation relative de la performance des options selon ce critère. Ainsi, chacune des options, y compris l'option tendancielle de référence (situation actuelle ou statu quo), est évaluée par rapport à chaque indicateur.

Pour évaluer l'importance des impacts de chaque option, nous avons adapté le modèle générique d'impacts élaboré par Kourouma (2005). Ce modèle tient compte de l'effet relié au critère ou l'intensité de l'impact, de la sensibilité du milieu, ainsi que de la technologie ou la filière énergétique en jeu. L'intensité de l'impact se réfère à l'ampleur des modifications affectant le dynamisme ou la productivité d'un habitat, d'une espèce, d'une communauté ou l'utilisation d'une composante touchée par la source d'impact. Elle se réfère aussi à l'étendue, qui correspond au rayon d'action de l'impact. Elle est évaluée en fonction de la proportion spatiale de la composante qui sera affectée par une ou plusieurs sources d'impact. Cette intensité est, enfin, liée à la durée, qui traduit la période pendant laquelle l'impact se fait sentir. Ainsi, selon Kourouma (2005), pour les indicateurs mesurés par une échelle de mesure cardinale, l'impact total d'une option « i » selon le critère « j » est donné par l'expression suivante :

$$I(i, j) = \sum_{f=1}^{f(n)} \sum_{p(f)=1}^{q(f)} \sum_{x(j)=1}^{p(j)} E_{(p(f), x(j))} * M_{p(f)} * Tech(f, j)$$

Où :

$E_{P(f), X(j)}$ = mesure de l'effet relié aux critères ou effet d'un projet (P) sur le milieu X(j) pour le critère Cj –
 $M_{p(f)}$ = indice de sensibilité du milieu X(j) affecté par l'impact
 $Tech(f, j)$ = caractéristique reliée à la technologie de la filière qui traduit l'indice d'intensité de l'impact selon la filière technologique f(n) et le critère Cj - f(n) = filière énergétique (constituée de sites potentiels à aménager ou d'équipements à installer) variant de 1 à n (n = 1, car seule la filière hydroélectrique est considérée)
 $P(f)_q$ = projet énergétique variant de 1 à q(f) - $X(j)_{p(f)}$ = milieu associé au critère Cj variant de 1 à p(j).
 Les paramètres $M_{p(f)}$ et $A(Xj)$ permettent de moduler l'impact en fonction du milieu et de la filière utilisée.

Le modèle ci-dessus permet de discriminer l'importance de l'impact en considération de la sensibilité du milieu. Pour mieux l'adapter à notre étude, nous considérons les postulats suivants : (i) les options sont composées d'aménagements hydroélectriques (une même filière énergétique), le facteur qui traduit l'influence du type de « technologie ou à la filière énergétique » est considéré égal à 1; (ii) la sensibilité du milieu intègre à la fois le niveau de vulnérabilité du milieu pour le critère considéré et l'existence des facteurs d'atténuation pour l'impact potentiel. À titre d'exemple, l'existence d'un centre de santé ou d'un hôpital dans une zone où l'implantation d'une retenue d'eau entraîne une augmentation de risques de maladies hydriques est un facteur d'atténuation à prendre en compte; (iii) à l'échelle stratégique, l'évaluation comparative de certains enjeux complexes est possible en se limitant à l'analyse des modifications appréhendées.

4.4.2.2 Simulation, identification et mesure des effets par le SIG et MapInfo

Pour la plupart des critères, la mesure de l'effet est déduite d'une analyse cartographique basée sur l'utilisation d'un Système d'information géographique (SIG). Ces effets sont qualifiés en impacts à partir d'une information supplémentaire relative à la sensibilité du milieu, puis pondérés par l'existence d'installations permettant d'accroître la résilience des éléments valorisés du milieu.

Le SIG est un outil informatique conçu pour l'analyse et la modélisation de la distribution spatiale des phénomènes (Malczewski, 2006; Molines et Chevallier, 2001). Il peut servir, selon Risse (2004), à localiser dans l'espace les enjeux environnementaux d'une politique, d'un plan ou d'un programme donné. En effet, au-delà de la simple représentation cartographique, les outils SIG permettent l'adaptation des représentations pour la mise en évidence des éléments sensibles du milieu récepteur et intègrent facilement les changements et leurs impacts. En tant qu'outils de modélisation, le SIG permet le traitement d'une importante quantité d'informations et de comparer rapidement des options ou scénarios en évaluation. De plus, le SIG facilite une simulation cartographique, permettant ainsi d'avoir une perception de l'organisation et de la répartition spatiale d'une variable considérée (critères ou indicateurs) (Prévil et coll., 2003).

Dans le cas de cette étude, l'utilisation du SIG permet de superposer plusieurs informations : emplacement des barrages et limites des terres potentiellement inondées par les futurs plans d'eau selon chaque option, photographie aérienne, carte d'occupation du territoire, données sur le découpage administratif, etc. Cela permet de générer des cartes présentant l'occupation du territoire selon différentes options, simulant ainsi les modifications potentielles et mettant en évidence les enjeux majeurs, voire l'intensité des impacts potentiels, comme les superficies inondées. Les données cartographiques, combinées à d'autres données descriptives, permettent aussi de renseigner sur la vulnérabilité du milieu (fragilité, capacité de charge, etc.), sur ses potentialités et sur l'importance des activités d'exploitation des ressources. Ces informations sont utiles pour l'estimation de la sensibilité du milieu, qui doit être définie pour chaque indicateur.

4.4.2.3 Tableau de performance des options selon les critères

Le tableau des performances est une matrice à deux entrées (options, critères), qui présente la synthèse des évaluations des options en fonction de chacun des critères.

4.4.3 Agrégation des performances et comparaison (rangement) des options

Nous disposons, à ce stade, des acteurs bien identifiés dont les préoccupations ou intérêts sont connus, de critères validés auxquels chaque acteur a donné des points relatifs qui traduisent son jugement de valeur et des options dont les performances ont été évaluées. L'étape suivante consiste à l'agrégation des performances.

4.4.3.1 Approche méthodologique

L'agrégation des performances consiste à passer des performances selon chaque critère à la performance globale, d'une part, du rangement individuel au rangement de groupe, d'autre part. En général, une telle agrégation se fait en trois étapes, selon Martel et Rousseau (1993, p. 25) : (i) l'agrégation des performances des différentes options de façon à refléter les préférences individuelles de chacun des acteurs; (ii) la synthèse de l'ensemble des préférences des acteurs pour un même secteur d'intérêts; (iii) l'agrégation des intérêts des différents secteurs de façon à représenter un système de préférences globales à partir duquel des recommandations sont élaborées.

Dans cette étude, l'approche d'agrégation à privilégier doit permettre à la fois :

- d'être comprise par les acteurs impliqués, qui doivent être convaincus de la transparence du processus décisionnel;
- de donner la possibilité de prise en compte des jugements de valeurs de ces acteurs (perceptions et préférences).

Parmi les approches opérationnelles pour l'agrégation multicritère, l'approche du surclassement de synthèse est la plus adéquate pour les problèmes de gestion de l'environnement (Simos, 1990; Martel et Rousseau, 1993; Côté et Waaub, 1997; Martin et coll., 1999). Les méthodes PROMETHÉE, qui appartiennent à cette approche, représentent un moyen efficace d'agrégation des performances et d'intégration des préoccupations et des valeurs des acteurs dans l'évaluation des impacts des options (Brans et Mareschal, 2000). Elles reposent sur trois étapes, à savoir (Kourouma, 2005) : (i) l'enrichissement de la structure de préférence du décideur et l'introduction de la notion de critère généralisé; (ii) l'enrichissement de la relation de dominance par la relation de surclassement; (iii) l'exploitation des flux de surclassement pour l'aide à la décision, en rangeant les options selon PROMETHÉE I et II, comme l'indiquent Brans et Mareschal (2002). Les méthodes PROMETHÉE I et II sont complétées par la méthode GAIA, qui est descriptive. La combinaison de ces méthodes permet d'effectuer une analyse comparative qui vise plus à ressortir les avantages et les conséquences des possibilités, à faire un rangement qui renseigne sur les meilleures options et à alimenter une table de concertation en vue de la construction d'un compromis (Brans et Mareschal, 2000).

4.4.3.2 Outils utilisés

L'approche préconisée est basée essentiellement sur l'utilisation du logiciel d'analyse multicritère appelé DECISIONLAB. Ce logiciel permet de faire des traitements et analyses de données selon les méthodes PROMETHÉE I et II et GAIA (Marinoni, 2005; Brans et Mareschal, 2002; Brans et Mareschal, 2000). D'autres outils, comme le MapInfo, sont aussi utilisés pour la production de cartes thématiques et l'analyse spatiale (Prest, 2007; Molines et Chevallier, 2001). Enfin, des analyses de corrélation simple sont effectuées dans Excel. Ces outils permettent de : (i) mieux présenter les enjeux en simulant les impacts des différentes

options qui font l'objet d'analyse comparative; (ii) restituer les rangements individuels qui sont établis en prenant en perceptions les préférences de chaque partie prenante et un classement du groupe, qui résulte de l'agrégation des rangements individuels.

Les résultats sont produits dans les formats illustratifs et compréhensibles par tous (schémas, graphiques, cartes), ce qui favorise l'adhésion des parties prenantes à la concertation. L'utilisation du logiciel DECISIONLAB 2000⁵, choisi pour le rangement des options, suit les étapes décrites ci-dessous :

- le choix des fonctions de préférence pour chaque critère : un type de fonction de préférence et les seuils correspondants sont déterminés pour chacun des critères. Les fonctions de préférence permettent de produire de l'information plus riche concernant les situations d'indifférence, de préférence faible et stricte. Les six types de fonction de préférence rencontrés dans la pratique sont présentés en annexe A4.
- la construction de la matrice de performance dans DECISIONLAB, qui consiste à : (i) la saisie des informations sur la description des catégories (de critères, d'acteurs ou d'actions), des critères, des actions (options) et des scénarios (acteurs), comme indiqué dans le document sur l'utilisation du logiciel; (ii) la saisie des valeurs des performances dans la matrice du logiciel DECISION LAB 2000 : les données d'évaluation correspondent à l'importance relative des impacts des actions (valeurs relatives données aux différentes actions après leurs évaluations en fonction d'un critère donné). Les valeurs sont saisies directement dans le tableau qui apparaît à l'écran.
- la génération des classements provisoires des actions pour chaque acteur et pour le groupe à partir du logiciel DECISION LAB 2000 (Brans et Mareschal, 2000) : le résultat généré consiste à classer les actions en se basant sur la comparaison des flux. En effet, le flux positif d'une action indique dans quelle mesure cette action domine (ou est préférée) des autres actions. Il s'agit d'un nombre compris entre 0 et 1. Une action est d'autant meilleure que son flux

⁵ Ce logiciel permet essentiellement de classer les actions à l'aide de PROMETHÉE I et II, d'analyser les données à l'aide du plan GAIA et d'autres outils de visualisation des données et résultats, ainsi que de réaliser des analyses de sensibilité (Brans et Mareschal, 2000).

positif est grand. Le flux négatif d'une action montre dans quelle mesure les autres actions sont préférées à elle. Sa valeur est comprise entre -1 et 0. Une action est d'autant meilleure quand son flux négatif est petit. Quant au flux net d'une action, c'est la différence entre les flux positifs et négatifs, et sa valeur est comprise entre -1 et +1. Une action est d'autant meilleure quand son flux net est grand. D'autres résultats sont générés avec plusieurs outils, qui permettent chacun d'apporter des informations supplémentaires lors de l'interprétation (Brans et Mareschal, 2000) :

- les rangements PROMETHÉE I et II : le premier fournit un classement partiel qui met en lumière les incomparabilités (lorsque les options sont très différentes pour permettre une décision) ou les indifférences (lorsque les performances des options sont très proches). Le second produit un classement complet des options, de la meilleure à la moins bonne. Ces rangements se présentent sous forme de schémas.
- le plan GAIA : il consiste à la représentation géométrique de la matrice de performance. Il permet de mettre en évidence les conflits entre critères, d'identifier les compromis possibles et d'aider à fixer les priorités.
- les profils des actions : ils fournissent les forces et les faiblesses de chaque option sur les différents critères.

4.4.4 Exploitation et analyse des résultats

Les résultats générés à la suite de l'application des méthodes PROMETHÉE sont des classements des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré selon les préférences des acteurs (Brans et Mareschal, 2000). Nous distinguons les classements individuels, propres à chaque acteur, et le classement de groupe. Il ne s'agit cependant pas d'un choix de la meilleure option, qui élimine les autres options, mais plutôt d'une analyse comparative qui permet d'identifier une série d'options préférées, à comparer entre elles (dans différentes conditions) en vue de construire l'option ou les options acceptées par tous les acteurs. Cela permet une interprétation enrichie des résultats.

Pour enrichir l'interprétation des résultats, il est important de réaliser des analyses de sensibilité et de robustesse, qui permettent d'examiner la stabilité des résultats en fonction de la variation de certains paramètres utilisés (poids des critères, seuils de préférence ou d'indifférence) pour décrire le processus.

4.4.4.1 Analyses de sensibilité et de robustesse

Les démarches d'aide multicritères et multi-acteurs relèvent d'une perspective constructiviste, au cours de laquelle les acteurs confrontent leurs points de vue et leurs valeurs. Ces derniers peuvent rester constants ou procéder à des modifications de leurs jugements, après les échanges avec d'autres parties prenantes. Dans ce contexte, l'analyse de sensibilité revêt une grande utilité. En effet, comme le mentionnent Maystre et coll. (1993), l'analyse de sensibilité consiste à répéter l'analyse multicritère en faisant varier les valeurs attribuées aux différents paramètres utilisés (poids des critères, seuils de préférences, etc.), qui sont des valeurs empreinte d'arbitraire. Il s'agit de voir concrètement quels sont les paramètres pour lesquels une petite variation de la valeur peut entraîner des changements importants dans la solution. Selon Brans et Mareschal (2002), les analyses de sensibilité sont importantes pour deux raisons : s'assurer que des modifications légères n'entraîneront pas un bouleversement des résultats obtenus et étudier facilement les conséquences de modifications importantes des paramètres sur la sensibilité des résultats. À cet égard, Kourouma (2005) note que c'est en cheminant que les acteurs construisent leur démarche, en sachant que tout changement dans les considérations d'un critère est supposé entraîner un changement dans les résultats. Ainsi, les acteurs, en acceptant d'apporter des modifications aux poids qu'ils ont accordés aux différents critères, modifient leurs classements individuels et le classement de groupe. Par ce mécanisme, ils participent à un processus de négociation qui peut aboutir à la construction d'une solution consensuelle basée sur des compromis. Pour simuler cet exercice, les fonctions suivantes sont utilisées dans le logiciel DECISIONLAB 2000 :

- les intervalles de stabilité des poids, qui donnent une indication sur les critères à considérer dans les analyses de sensibilité;
- les *Walking Weights*, qui permettent de visualiser l'influence des modifications apportées aux poids sur le rangement des options.

Cet exercice, qui simule la négociation multiacteur, permet à chaque acteur ou décideur d'améliorer sa propre compréhension du problème ou celle des autres acteurs. Cette amélioration se fait à travers une meilleure perception des positions des autres acteurs et un questionnement de soi-même sur la pertinence des poids relatifs accordés aux différents critères (Kourouma, 2005). Cela peut conduire à la remise en question de son propre rangement des options, lorsque celui-ci ne lui convient plus.

Dans cette étude, les analyses de sensibilité sont effectuées en faisant varier les poids accordés aux critères pour les acteurs ayant des rangements opposés ou très différents. Pour ces acteurs, les analyses sont réalisées uniquement pour les critères qui se sont révélés sensibles, selon le tableau des intervalles de stabilité. Il s'agit des acteurs locaux, d'une part, et de ceux du secteur de l'énergie, d'autre part. Une autre analyse de sensibilité a porté sur les seuils d'indifférence et de préférence. Pour cela, nous avons considéré les critères qui semblent être assez discutables en termes de niveau de tolérance ou de préférence des acteurs, à savoir : le « nombre de personnes déplacées », le « coût de réalisation des options » et la « perturbation de l'écosystème de mangroves ».

4.4.4.3 Négociation multi-acteurs

Elle vise la recherche de consensus tant sur les classements individuels des acteurs que sur le classement final du groupe. La négociation consiste en une table ronde des acteurs ayant participé à la concertation réelle et utilisant un classement préliminaire, du fait que l'évaluation des actions (options d'aménagement) n'est qu'indicative (Prévil et coll., 2004). Au cours de cette activité, les acteurs discutent, entre autres, de leurs classements et de ceux des autres, des enjeux particuliers et des points de divergence. La discussion peut viser ainsi la révision des systèmes de valeurs des acteurs (pondération des critères). Dans ce cas, les justifications des acteurs sur leurs positions respectives et leurs commentaires sur les actions et le classement de groupe, sont notés et intégrés dans l'analyse des résultats.

4.4.5 Formulation de recommandations

Les recommandations formulées visent à aider les gestionnaires et autorités concernées, pour l'aménagement hydroélectrique du bassin du Konkouré, à prendre des décisions justifiées et consensuelles, tout en respectant les avis minoritaires ou marginaux.

Au-delà de l'étude de cas, les enseignements tirés notamment de l'application des modèles proposés devraient apporter une contribution permettant une meilleure utilisation de la démarche méthodologique de l'ÉES dans la gestion des ressources dans les bassins versants côtiers.

Les chapitres à venir traiteront des résultats de l'étude, en deux parties :

- la partie II (chapitres V et VI) contient les résultats de l'application de certains outils à la zone de l'estuaire du Konkouré et de la baie de Sangaréya, en Guinée, en vue : (i) d'avoir une meilleure compréhension des impacts de la construction des barrages sur l'estuaire du Konkouré; (ii) de proposer une démarche d'aide multicritère participatif adaptée à la zone d'étude. Les résultats obtenus sont utilisés dans l'ÉES au cas du bassin du Konkouré.
- la partie III (chapitres VII et VIII) présente les résultats de l'étude de cas proprement dite, à savoir l'ÉES de l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré. Elle fait aussi la synthèse des contributions et enseignements de l'étude en général.

PARTIE II

CONTRIBUTIONS MÉTHODOLOGIQUES : VERS UN MODÈLE D'AIDE À LA DÉCISION POUR L'ÉES EN CONTEXTE DE BASSINS CÔTIERS TROPICAUX

CHAPITRE V

ANALYSE DES IMPACTS SUR L'ESTUAIRE

Ce chapitre porte sur l'analyse de la démarche méthodologique utilisée pour l'évaluation des impacts du barrage de Garafiri sur l'estuaire du Konkouré, en Guinée. Cette analyse s'appuie sur des données d'observations et d'enquêtes de terrain réalisées de 1998 à 2005, et sur des séries d'observations hydrométriques dans le bassin du Konkouré. Les résultats obtenus concernent les modifications hydrologiques et hydrodynamiques en estuaire liées à la gestion hydraulique du réservoir du barrage de Garafairi et leurs répercussions sur les milieux biologiques et humains. L'analyse de ces résultats dans la perspective de la construction des futurs barrages hydroélectriques dans le bassin du Konkouré met en évidence la vulnérabilité de l'écosystème de mangroves. Elle permet aussi d'élaborer des modèles hydrologiques simplifiés et de proposer des schémas de chaînes d'impacts en estuaire, qui mettent en évidence les liens entre les effets des barrages et les activités d'exploitation des ressources de la mangrove. Ces modèles et schémas permettent ensuite de discuter des impacts potentiels des futurs barrages sur l'estuaire du Konkouré.

5.1 Contexte de l'étude

5.1.1 Mise en contexte sur l'objet de l'étude

L'exploitation d'un ou de plusieurs barrages dans les bassins côtiers engendre des impacts sur l'environnement, avec des effets particulièrement complexes sur les estuaires en milieu tropical (Biswas et Tortajada, 2001). La perturbation de l'écosystème de mangroves constitue un enjeu à prendre en compte dans l'analyse comparative des options d'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré.

Jusqu'à la fin des années 90, comme le montre plusieurs études réalisées, la prise en compte des enjeux environnementaux et socioéconomiques liés à la construction et

l'exploitation des barrages hydroélectriques en Afrique de l'Ouest est intervenue plus dans les évaluations ex-poste, au lieu de l'être lors des études d'impacts (OMVS, 1999; Coyne et Bellier, EDF, 1999; BCEOM, 1990; Baglo, 1980). Des études d'impacts récentes dans la même région montrent un effort croissant en termes de la prise en compte des enjeux en zone côtière dans cette région (OMVG, 2007; Teabaol et Chabal, 2003). Ces efforts sont cependant limités par l'absence de démarches méthodologiques appropriées. Pour surmonter cette contrainte, un travail de fond reste à faire pour capitaliser les expériences antérieures et tirer des enseignements des études de suivi environnemental et d'évaluation ex-poste existantes. Dans cette perspective, l'exploitation des données et informations accumulées dans le cadre du suivi des impacts du barrage de Garafiri, en Guinée, constitue une chance à saisir pour tirer des enseignements utiles. Cette partie de l'étude, qui s'inscrit dans ce cadre, vise à proposer une démarche méthodologique pour l'analyse des performances des options (scénarios) d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré liées aux impacts des barrages en estuaire. Son objectif est de :

- construire des modèles hydrologiques et hydrodynamiques permettant de prédire les modifications de débits et de salinités consécutives à la construction et l'exploitation de futurs barrages sur le fleuve Konkouré (Kaléta, Souapiti et Amaria);
- proposer des modèles schématiques permettant de discuter de la synergie entre les effets de ces barrages et les activités d'exploitation des ressources en zones côtières (riziculture, saliculture, bûcheronnage, pêche et fumage de poissons);
- mettre en évidence la vulnérabilité des écosystèmes de mangroves aux modifications qu'entraîneraient la construction et l'exploitation des futurs aménagements hydroélectriques en milieu tropical.

En utilisant l'approche Forces-Faiblesses-Possibilités-Contraintes (mieux connue sous son vocable anglais SWOT, pour *Strengths and Weaknesses, Opportunities and Threads*), l'étude fait une évaluation ex-post des impacts du barrage de Garafiri sur l'estuaire du Konkouré, en Guinée. Elle tire ensuite des enseignements, qui facilitent l'évaluation des performances des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin Konkouré sur les critères d'impacts en estuaire.

5.1.2 Contexte géographique

Le barrage de Garafiri, qui a pour objectif l'alimentation en électricité de la Guinée Maritime et de la Moyenne Guinée, est situé sur le bassin versant du Konkouré, entre les contreforts du massif du Fouta Djalon. Il contrôle un bassin versant de 2 460 km², soit 14 % de celui du Konkouré ($\approx 17\,250$ km²) (BECEOM, 1990). Le barrage de 75 MW de capacité installé est opérationnel depuis le début de l'année 2000. Depuis cette date, le fleuve Konkouré est soumis aux effets de son fonctionnement, avec l'évacuation d'un débit moyen journalier d'environ 60 m³/s en aval des turbines. Ce fonctionnement a entraîné des modifications de débits dans le bassin aval, qui varient suivant les saisons (PIG-IRD, 2003). De ce fait, la zone de l'estuaire du Konkouré (cf. figures 5.1a et 5.1b) connaît des changements significatifs, qui affectent son écosystème de mangroves, déjà fragilisé par les pressions anthropiques (Bazzo, 1991; Diallo, 1993; Cormier-Salem, 1994).

Compte tenu du fait que les modifications de débits liées au fonctionnement du barrage sont significatives essentiellement en saison sèche, notre analyse se focalisera sur les impacts en estuaire en cette période. En effet, les débits restitués du barrage de Garafiri, de l'ordre de 60 m³/s, sont insignifiants par rapports aux apports naturels en saison des pluies (influence de la grande pluviométrie en zone côtière), pouvant atteindre 2 000 m³/s (PIG-IRD, 2003).

5.2 Proposition méthodologique

5.2.1 Démarche de l'étude

La nécessité d'utiliser une méthode adaptée aux particularités des écosystèmes de mangroves nous a conduits à effectuer l'analyse des séries de données hydrologiques collectées à différentes stations hydrométriques dans le bassin du Konkouré. En effet, celle-ci permet de faire une estimation des modifications de débits à la tête de l'estuaire. Ces valeurs de débits sont corrélées avec des données de salinité mesurées en estuaire à la même période. On peut ainsi simuler les modifications des apports d'eau en estuaire, leurs impacts sur la variation de la salinité et le fonctionnement de l'écosystème de mangroves. L'interprétation des résultats est faite en suivant une approche analytique (par discipline scientifique), suivie d'une approche systémique, permettant d'analyser les interrelations entre les différentes composantes de l'écosystème de mangroves. Cela permet de mieux comprendre la chaîne des impacts observés. La mise en évidence des effets cumulatifs est réalisée en prenant en compte uniquement la composante « forêt de mangroves ». Les données ont été collectées à partir d'enquêtes, d'observations directes, d'échantillonnages et d'analyse des échantillons en laboratoire de l'étude du suivi environnemental des impacts du barrage de 1998 à 2003 (PIG, 2001; PIG, 2002; PIG, 2003), réalisée par l'Institut de recherche pour le développement (IRD, France), en collaboration avec des partenaires scientifiques guinéens (CERESCOR, CNSHB, DNH et DNM). Ces données sont complétées par d'autres obtenues en 2005, lors des travaux de validation et de consolidation des données. Des activités d'enquête et d'observation de terrain ont été réalisées dans l'estuaire du Konkouré. Certaines données produites dans le cadre du Projet de gestion de la mangrove de la baie de Sangaréya de 1992 à 1999 (SAGETIM, 1954; DNEF, 1999; Bah. et coll., 2002; Camara et coll., 2003; Samoura et coll., 2007) ont aussi été utilisées pour décrire l'évolution de l'estuaire en conditions naturelles.

5.2.2 Choix des indicateurs de suivi et méthodes de mesure

Selon la littérature, trois facteurs conditionnent la colonisation des mangroves par les espèces biologiques (Sow, 2003; Baglo, 1980) : la salinité des eaux et la toxicité des sols liée à son contenu en sel; la fréquence de submersion par la marée, qui détermine le risque d'asphyxie; la nature du substrat et l'intensité des courants, qui influencent la fixation des espèces (Therrien et Robert, 2001; Leite et coll., 2002; Baglo, 1980; Imorou,

1996; Bazzo, 1991). La prise en compte de ces facteurs repose sur la connaissance de variation de la salinité et de l'intensité des courants, dont l'évolution peut être influencée par la modification des apports d'eau douce à l'estuaire. Ainsi, les indicateurs pour cerner l'évolution des modifications du milieu physique et des ressources en estuaire, pour un projet d'aménagement hydroélectrique, sont les suivants :

- débits d'eau douce à la tête de l'estuaire (station de Yékémato), évalués en fonction des débits restitués des barrages (quantité d'eau en m³/s mesurée à l'aval immédiat de l'usine hydroélectrique), selon que $\frac{2}{3}$ ou toutes les turbines sont en fonction, et des apports d'eau en estuaire;
- vitesse et direction des courants et salinité en estuaire (déplacement du front salin), évaluées selon des mesures bimensuelles (marées de vives eaux et de mortes eaux), et semestrielles (crue et étiage);
- nature du sol des sites d'extraction de sel, évaluée en fonction de la densité et du contenu en sel. Les densités sont mesurées au moyen d'un densimètre;
- dynamique de la végétation de mangroves, évaluée à partir de l'impact direct sur les peuplements herbacés qui colonisent les basses terres et qui constituent ainsi un indicateur écologique fiable pour l'étude de l'effet de variations de salinité, et de l'impact indirect sur la forêt de mangroves, liés aux changements d'affectation des terres en sites rizicoles et salicoles;
- production du riz et du sel, évaluée selon les surfaces cultivées, les productions annuelles et les changements de rendements observés entre 1998 à 2003;
- modification de l'utilisation du territoire en zone rizicole et salicole, évaluée selon l'évolution spatiale et temporelle de l'usage des sols.

5.3 Résultats et discussions

5.3.1 Impacts du barrage de Garafiri dans l'estuaire du Konkouré

La modification des apports fluviaux a entraîné des changements dont l'ampleur varie suivant les conditions fluviales et tidales (marées). Ces changements concernent aussi bien les composantes physiques et biologiques de l'écosystème de mangrove que l'exploitation des ressources et le niveau de vie des populations en estuaire.

5.3.1.1 Modifications hydrologiques en aval du barrage et effets sur le fonctionnement hydrodynamique en estuaire

Le fonctionnement de l'usine hydroélectrique de Garafiri a entraîné des modifications de débits dans le bassin aval, dont l'importance varie suivant les saisons et l'éloignement des stations d'observation. En saison sèche, les débits restitués (50 à 60 m³/s) sont nettement supérieurs aux débits naturels en aval du barrage (5 m³/s). L'effet de la gestion hydraulique du barrage de Garafiri engendre des apports d'eau douce en estuaire, qui sont deux à trois fois plus importants en saison sèche que ceux avant la mise en fonction du barrage. Cette variation des débits est illustrée par la figure 5.3. L'augmentation des apports d'eau douce en estuaire a des effets notables sur la variation des courants et de la salinité en estuaire. En effet, le débit soutenu pendant l'étiage atteint 90 m³/s, comparativement au débit d'étiage naturel dans des conditions de marée comparables, qui était de l'ordre de 30 m³/s. En conséquence, on observe une intensification des courants de jusant, notamment en estuaire supérieur et médian. Cela entraîne un rallongement de la durée du jusant, de plus de 1 heure à Wassou (Km 32) où l'écoulement vers la mer devient quasi permanent, d'environ 30 minutes à Kakounsou (Km 24) (PIG-IRD, 2001).

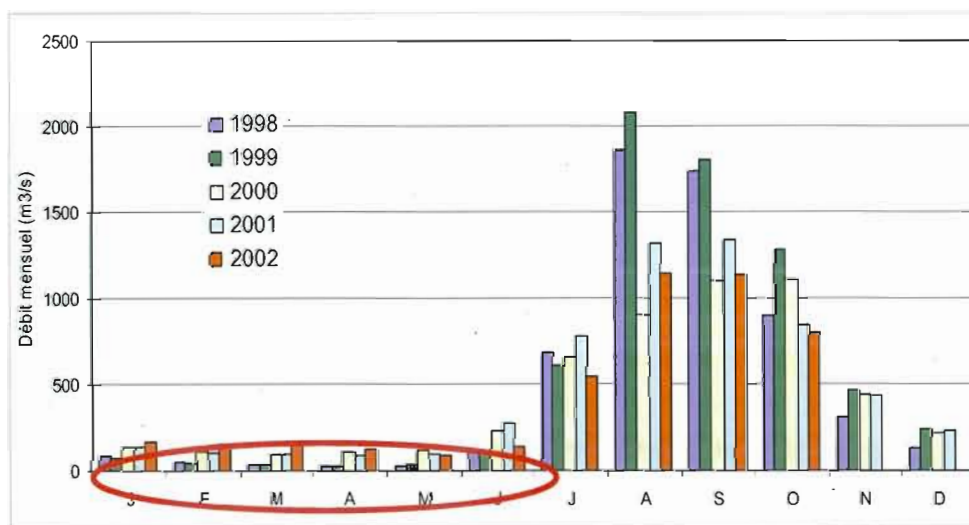


Figure 5.2 : Débits moyens mensuels observés à la tête de l'estuaire à la station de Yékémato de 1998 à 2002 (Source : PIG, 2003)

L'évolution de la salinité en fonction des débits à Yékèmato et des amplitudes de marée, avant et après la mise en fonction du barrage de Garafiri, montre une diminution significative des salinités maximales et minimales au Km 32. La diminution est moindre au Km 18. De même, le front salin (eau douce et eau salée) ne remonte plus au-delà du Km 32. En condition naturelle, ce front atteignait par moment les rapides, au Km 44. En revanche, en estuaire inférieur, la prédominance des conditions marines persiste. Ainsi, les impacts les plus significatifs du barrage de Garafiri se manifestent en estuaire supérieur en période d'étiage, où la baisse de la salinité des eaux s'accompagne du recul du front salin. Cela pourrait avoir des conséquences sur le contenu en sel des sols dans les plaines et sur les tannes.

5.3.1.2 Évolution spatiale du contenu en sel des sols

Les résultats d'analyses d'échantillons d'eau et de sols prélevés sur les aires d'extraction de sel sont illustrés par la figure 5.4. Ils montrent que la baisse du contenu en sel dans les tannes est très importante au-delà du Km 18. Entre les Km 10 et 18, cette baisse est moins importante, mais elle semble être progressive dans le temps, depuis la mise en fonction du barrage de Garafiri en fin 1999. En effet, les enquêtes et observations de terrain montrent qu'elle est devenue assez significative en 2005. Par contre, le contenu en sel reste inchangé sur les tannes situées à moins de 10 km de l'embouchure du Konkouré. La baisse de la salinité des eaux, entraînée par l'augmentation de l'apport d'eau douce en estuaire après la mise en fonction du barrage de Garafiri, serait le principal facteur responsable de ces modifications.

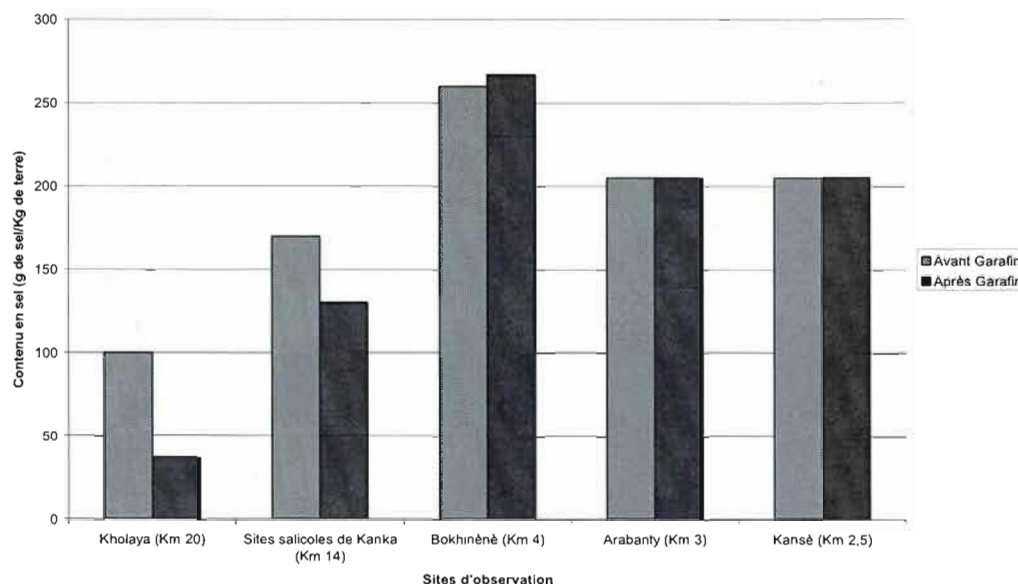


Figure 5.3 : Évolution de la valeur moyenne du contenu en sel des sols
(Sources : Camara et coll. (2003); PIG (2003); données collectées sur le terrain dans le cadre de la thèse (2005))

5.3.1.3 Modifications écologiques en milieu terrestre : évolution de la végétation herbacée des basses terres

L'importance des modifications subies par les peuplements herbacés qui colonisent les basses terres en mangrove dépend essentiellement de la prédominance des conditions marines ou fluviales, de la morphologie des chenaux et de la nature du sol. En estuaire inférieur, les plaines sont essentiellement colonisées par deux espèces typiques des sols de mangroves (*Sesuvium portulacastrum* et *Paspalum vaginatum*) (Samoura et Waaub, 2008). Cette situation est identique à celle observée par les études antérieures sur la dynamique de mangroves en Guinée (SAGETIM, 1954; Bazzo, 1991; DNEF, 1999; Bah et coll., 2002). En estuaire médian (entre les Km 10 et 24), le *Sesuvium*, plus sensible à la baisse de salinité, tend à être remplacé par le *Philoxerus vermiculatus*. Au-delà du Fanyékhouré (Km 24), le *Philoxerus* disparaît en raison de l'adoucissement prononcé des eaux de submersion. Nous observons alors la prolifération de *Paspalum vaginatum*, une espèce plus tolérante à la baisse de la salinité. Au-delà du Km 24, la prolifération de divers adventices caractéristiques des milieux d'eau douce dans la zone depuis l'année 2000 confirme la prédominance des influences fluviales (PIG-IRD, 2003).

5.3.1.4 Impacts sur l'évolution de la production du riz et de l'extraction de sel, et répercussions sur l'utilisation du territoire

La riziculture, la saliculture, la pêche et le fumage, ainsi que la coupe de bois constituent les principales activités d'exploitation des ressources. Les études de Camara et coll. (2003) et de PIG-IRD (2003) sur le suivi des impacts du barrage de Garafiri sur les colonies d'huîtres dans l'estuaire du Konkouré ont montré que la baisse de la salinité des eaux se traduirait par le refoulement des colonies d'huîtres vers la zone marine. Elles ont permis de constater la disparition de colonies d'huîtres sur 8 km, le long du bras unique du Konkouré en estuaire supérieur. L'analyse des données d'enquêtes montre que, dans la zone de l'estuaire supérieur, entre les Km 26 et 32, le rendement moyen de la production du riz a connu une augmentation de plus de 65 % depuis l'année 2000.

En estuaire médian, notamment entre les Km 10 et 26, l'augmentation du rendement de la riziculture est de l'ordre de 50 %. Ces augmentations de rendement s'expliqueraient par la baisse de la toxicité des sols et la suppression du risque de « coups de sels », provoqués par les surcôtes qu'entraînent la combinaison des marées de vives eaux et les crues aux mois de septembre et octobre. Ces facteurs constituaient les principales causes de la perte de rendement de la riziculture de mangroves (DNEF, 1999). Par contre, les activités d'exploitation de sel ont totalement cessé depuis 2000 à Kholaya (entre les Km 18 et 24). Dans cette zone, la production annuelle de sel par *pani* (méthode traditionnelle), de l'ordre de 1,5 tonne avant 1999 (DNEF, 1999), est tombée à 0,5 tonne en 2000. Selon les résultats d'enquêtes, l'extraction de sel est carrément impossible sur ce site depuis 2001. Une diminution croissante du rendement de la production du sel est constatée de 2000 à 2003 sur les sites salicoles de Kanka, entre les Km 10 à 15. Cette tendance est confirmée par les enquêtes réalisées en 2005. Cette situation s'expliquerait par l'augmentation de la fréquence de submersion et la baisse drastique de la salinité des eaux de submersion. La modification des rendements de l'exploitation des ressources a des impacts sur l'occupation du sol et la dynamique de la mangrove en estuaire. En effet, la conséquence de l'abandon de l'extraction de sel dans les zones situées au-delà du Km 18 est la migration temporaire des producteurs de sel vers les sites salicoles de Bokhinènè, Arabanty et Kansè (de février et mai). Ceci entraîne l'augmentation du nombre de producteurs de sel sur un territoire plus petit, entraînant également l'augmentation des pressions sur la mangrove en estuaire inférieur (bois de cuisson). Toutefois, les terres des sites salicoles abandonnés sont réaffectées à la riziculture,

réduisant la pratique des défrichements pour l'extension des terres agricoles. Les figures 5.5a et b montrent les nouvelles tendances de la dynamique de la mangrove en estuaire médian et inférieur.

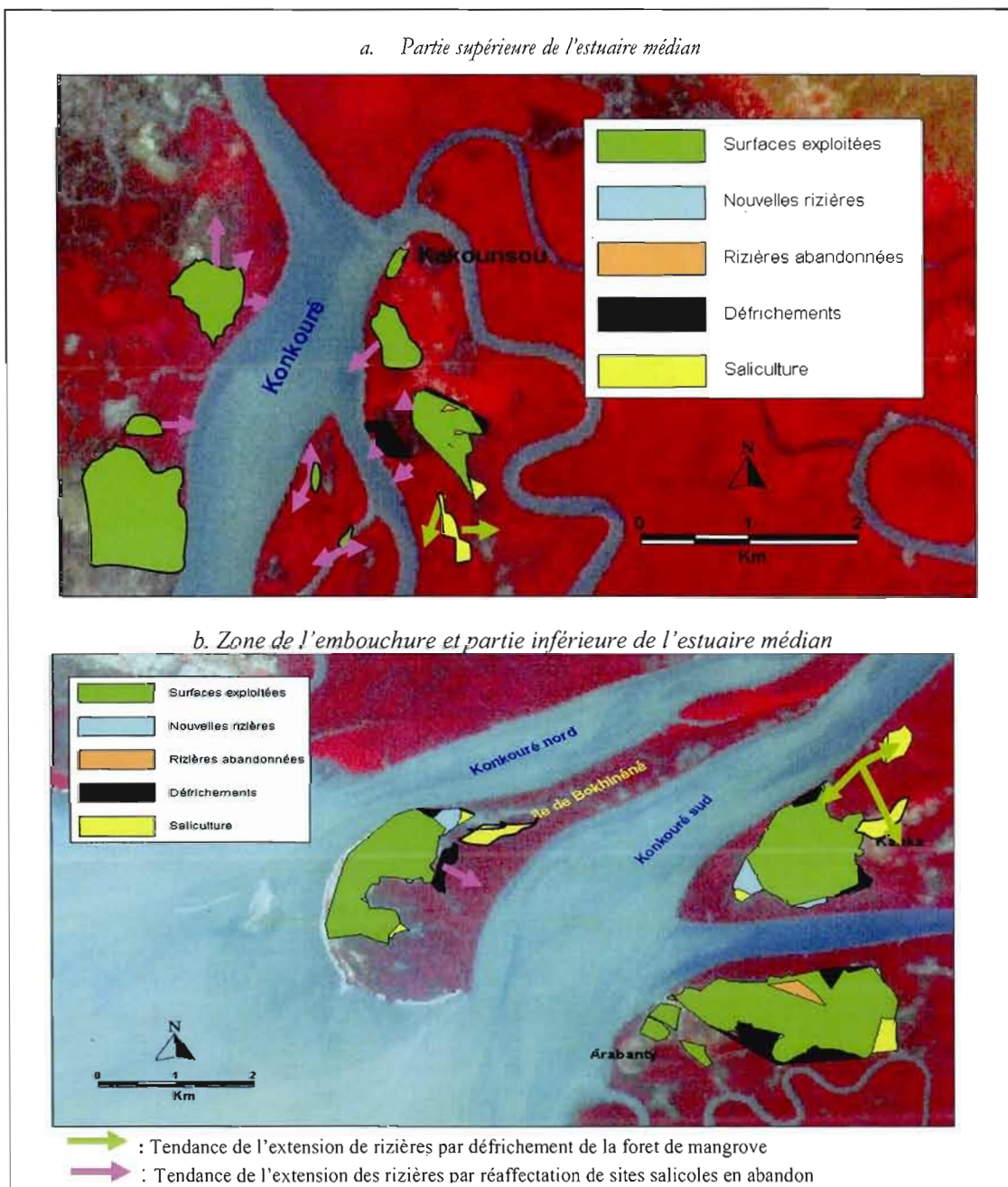


Figure 5.4 Utilisation des terres rizicoles et salicoles dans l'estuaire du Konkouré entre 1999 et 2003, tendance en 2005

5.3.2 Mise en évidence des effets cumulatifs et de la synergie entre les impacts des activités anthropiques sur la dynamique de la forêt de mangroves

Deux types d'effets cumulatifs sont à mentionner :

- l'effet de la baisse de salinité des eaux estuariennes sur la salinité du sol, qui s'expliquerait par la combinaison de la réduction de la remontée capillaire des sels et du lessivage continu en surface par des eaux moins salées. Il a pour conséquence la réduction progressive dans le temps du contenu en sel du sol dans l'ensemble de l'estuaire. La répercussion sur la distribution des espèces biologiques en estuaire se traduit par la prédominance progressive (dans le temps) des espèces dulçaquicoles (animales et végétales) sur celles marines, notamment en estuaire supérieur.
- les extensions et abandons de surfaces rizicoles et salicoles, liés indirectement au fonctionnement du barrage de Garafiri, constituent de nouveaux facteurs pouvant entraîner une modification de la dynamique du couvert végétal dans l'estuaire. En effet, l'extraction de sel consomme 7 860 m³ de bois (3 kg de bois par kg de sel), soit une perte de superficie boisée de 274 ha/an, alors que la riziculture détruit un volume de 630 m³ de bois, soit 22,1 ha/an (DNEF, 1999).

La figure 5.6 montre qu'un effet indirect important est le changement d'affectation des terres, qui touche l'ensemble de l'estuaire. Cela influence l'importance des pressions des activités d'exploitation des ressources (riziculture, saliculture, coupe de bois, fumage de poissons) sur la mangrove. Cependant, il est difficile d'estimer l'importance des pertes ou gains en superficies boisées, ou encore de déterminer la part réelle de chaque source d'impacts dans cette perturbation. Néanmoins, certains changements observés dans l'exploitation des ressources concernées permettent de prédire la tendance des pressions sur la forêt de mangroves.

Les changements favorables à la réduction des pressions sur la mangrove sont :

- l'abandon de l'exploitation du sel en estuaire médian, qui se traduit par la réduction de la quantité de bois de mangroves nécessaire à la production de sel et l'abandon de 10 à 15 aires de grattage (sites salicoles), qui sont recolonisées par des repousses des peuplements d'*Avicennia* ou reconverties en rizières;

- la baisse des rendements de la pêche en estuaire supérieur, liée en partie à l'effet de refoulement des poissons marins (économiquement plus valorisés) vers l'estuaire inférieur, réduit considérablement le besoin en bois de mangroves (*Rhizophora*) prélevé pour le fumage des poissons.

Les changements incitant à l'augmentation des pressions sur la mangrove sont :

- la migration saisonnière des extracteurs de sel de l'estuaire médian vers l'estuaire inférieur, après l'abandon des sites salicoles en estuaire médian. Cela entraîne une augmentation du prélèvement de bois de chauffe pour la cuisson de la saumure et de nouveaux défrichements pour l'installation de nouvelles aires de grattage;
- l'extension des superficies rizicoles pour des raisons liées, en partie, à la mise en fonction du barrage de Garafiri;
- l'intensification de la coupe de bois, réalisée dans le but de compenser les pertes de revenus enregistrées en saliculture et en pêche.

Il apparaît que la résultante des modifications observées, qui est différente de la somme des effets des impacts pris séparément, est difficile à évaluer étant donné la complexité des mécanismes de dégradation. L'analyse menée permet néanmoins de cerner la chaîne des impacts en estuaire, illustrée par le schéma de la figure 5.5. Ce schéma met en évidence une chaîne de modifications des milieux physiques et biologiques, des impacts sur les fonctions écologiques, économiques et sociales de l'écosystème de mangroves de l'estuaire du Konkouré. Son analyse montre que la perturbation de l'écosystème de mangroves est un enjeu majeur à prendre en compte dans l'évaluation comparative des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin amont. Dans ce cadre, une question à se poser est la suivante : quelle serait la tendance des effets en estuaire, dans le cas de la mise en exploitation de nouveaux barrages?

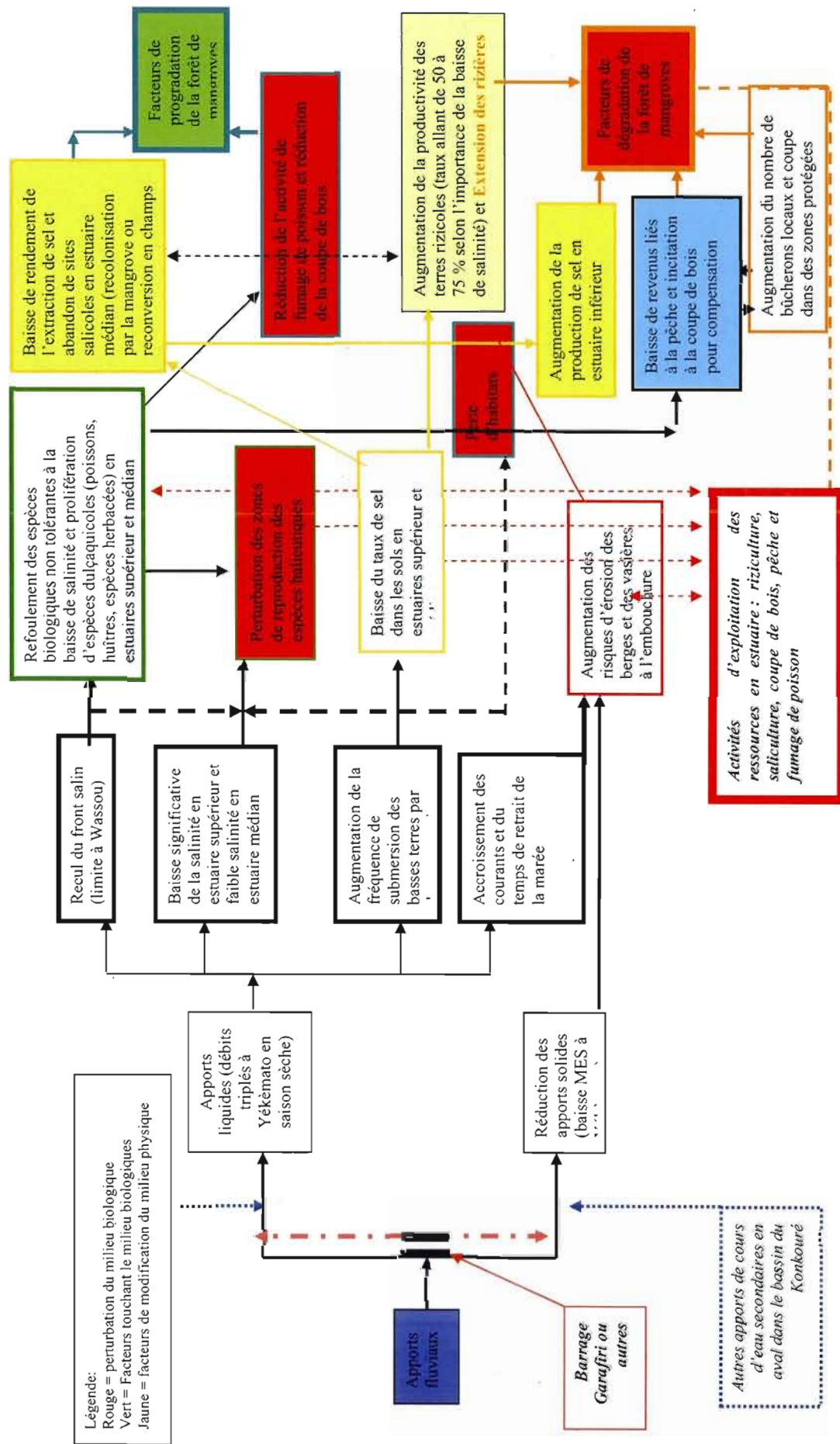


Figure 5.5 Chaîne des impacts induits dans l'estuaire du Konkouré, entraînés par la gestion hydraulique du barrage de Garafiri

5.4 Enseignements et éléments méthodologiques

5.4.1 Proposition de critères d'évaluation comparative de la performance des options d'exploitation hydroélectrique du Konkouré sur les impacts en estuaire

L'analyse réalisée a montré que l'augmentation des apports d'eau douce en estuaire (débits à la station de Yékémato), est directement fonction de celle du débit restitué du barrage de Garafiri. On peut en déduire que pour les options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré, le débit à la station de Yékémato dépend du débit de l'option dans son ensemble. Les modifications physiques qu'entraînerait leur gestion hydraulique pourraient perturber le fonctionnement de l'estuaire. L'importance de cette perturbation dépend de l'importance des débits à Yékémato et de la baisse de salinité provoquée (Samoura et Waaub, 2008 ; Annexe A3.1).

Dans une analyse stratégique, l'évaluation des effets des options d'exploitation hydroélectrique du bassin sur l'estuaire doit se faire sur des critères qui traduisent des enjeux majeurs, de types global ou synergique. Dans l'estuaire du Konkouré, ces enjeux sont : (i) le maintien des fonctions écologiques et socioéconomiques de l'écosystème de mangroves; (ii) la préservation des habitats des oiseaux migrateurs.

- le maintien des fonctions écologiques qui consiste à éviter ou réduire la perte de biodiversité due au refoulement des espèces biologiques qui ne tolèrent pas la baisse de salinité et la perturbation des zones de reproduction des poissons (frayères). Les fonctions socioéconomiques couvrent les services économiques et socioculturels liés à l'exploitation des ressources (riz, sel, bois de mangroves, poisson), et à l'existence d'espèces, d'espaces et de forêts qui sont souvent valorisés par la société. La perturbation de ces fonctions se résume à la modification de l'écosystème de mangroves. Le schéma des impacts en chaîne en estuaire (cf. figure 5.5) montre l'influence de la salinité sur la distribution des espèces biologiques, des ressources non vivantes et leurs exploitations. Donc, l'ampleur de la modification de l'écosystème de mangroves, après les effets d'une option d'exploitation du potentiel hydroélectrique, dépendra en grande partie de l'importance de la baisse de la salinité en estuaire. Le recul de la limite supérieure de la remontée saline dans l'estuaire est l'indicateur qui traduit la variation spatiale de la salinité. L'importance de cette remontée

est inversement proportionnelle à l'ampleur de la perturbation de l'écosystème de mangroves.

- la préservation des habitats des oiseaux migrateurs, protégés par la convention de Ramsar : qui consiste à réduire les facteurs pouvant entraîner la perte des vasières et bancs de sable dont les superficies peuvent être fortement réduites par l'érosion. Le risque d'érosion en estuaire, qui dépend de l'importance des courants (influencés par les débits), est le critère qui permet de décrire cet enjeu.

En somme, la connaissance des débits entrants dans l'estuaire (débits à la station de Yékèmato) et l'évolution de la limite supérieure de la remontée saline en fonction des options sont les paramètres dont la connaissance facilitera l'analyse des impacts des différentes options sur l'estuaire du Konkouré.

5.4.2 Éléments méthodologiques pour la mesure des paramètres nécessaires à l'évaluation des performances des options d'exploitation du Konkouré en estuaire

Pour l'analyse de l'ampleur des perturbations que pourraient entraîner les futurs barrages sur l'estuaire du Konkouré, la démarche ci-dessous peut être suivie : (i) connaître le débit restitué de l'option analysée; (ii) établir une corrélation entre les débits au site considéré et ceux de Yékèmato (station hydrométrique à la limite supérieure de l'estuaire du Konkouré), estimer les débits à Yékèmato; (iii) estimer l'éloignement du front de salinité par rapport à l'embouchure (Pk0) en fonction des débits à Yékèmato; (iv) discuter des impacts potentiels de l'option selon l'enjeu ou l'impact analysé, en tenant compte d'autres facteurs physiques, biologiques et humains.

5.4.2.1 Calcul du débit restitué d'une option d'exploitation hydroélectrique

Le débit restitué d'une option comprenant un ou plusieurs aménagements hydroélectriques correspond à celui du barrage situé le plus en aval dans l'option. Pour ce dernier barrage, le débit restitué dépend de la puissance installée, de la différence entre ses cotes d'inondation et de prise d'eau, et de son facteur d'utilisation. Il est calculé à partir de la formule suivante, en considérant que toute la quantité d'eau turbinée pour la production d'énergie est restituée dans le cours d'eau aval (Grégoire, 1983).

$$Q \text{ (m}^3\text{/s)} = P * 1/(H * g * c)$$

Q(m³/s) : le débit turbiné restitué, P (kW) : la puissance installée, H (m) : la hauteur de chute, qui est la différence entre la cote d'inondation et celle de la prise d'eau, g : l'accélération de la pesanteur, qui exprime l'effet de gravité (g = 9,81 m²/s), C : une constante qui exprime le facteur d'utilisation

5.4.2.2 Proposition d'abaques adaptés pour la détermination des débits à la station de Yékémato

L'élaboration du modèle simplifié permettant de déterminer les débits à la station hydrométrique de Yékémato en fonction des différents sites aménageables s'appuie sur une analyse de corrélation à partir des séries de données d'observation sur les débits aux différents sites concernés (voir l'annexe A5).

Pour les besoins de la présente étude, nous nous limiterons à l'analyse de l'évolution des débits de Yékémato en fonction de débits à la station de Kaléta. L'évolution des débits journaliers observés pour ces sites, entre 1996 et 2002, est présentée à la figure 5.6a. L'analyse de cette figure montre, de façon générale, que les courbes d'évolution des débits aux deux stations suivent la même tendance, surtout pour les valeurs inférieures à 700 m³/s. Pour des débits plus importants, observés pendant la saison des pluies, les valeurs enregistrées à Yékémato atteignent des pointes élevées, sans être suivies par celles enregistrées à Kaléta. La grande différence entre les quantités de pluies observées à la station de Yékémato, située à la limite de la zone côtière (3 000 à 4 000 mm/an) et à Kaléta (environ 1 500 mm/an) expliquerait cette différence.

Étant donné que l'analyse des impacts dans cette partie de l'étude se focalise sur la saison sèche, notre analyse de corrélation porte donc sur la période de novembre à juin. L'évolution des débits pendant cette période est illustrée par la figure 5.6b. La valeur légèrement élevée des débits de Yékémato par rapport à ceux de Kaléta est due à la présence de quelques apports secondaires entre les deux stations. Toutefois, il apparaît que ces apports restent faibles en saison sèche. La figure 5.7c présente le nuage des points pour la représentation des débits de la station de Yékémato en fonction de ceux de Kaléta.

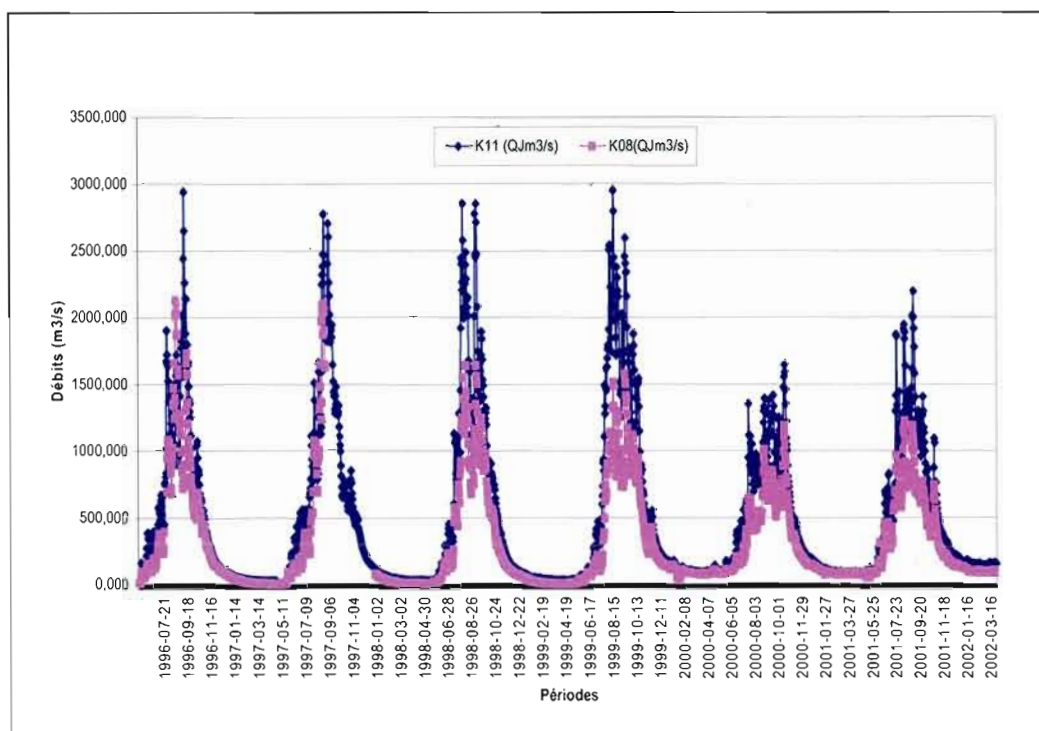


Figure 5.6a Évolution des débits journaliers aux stations hydrométriques de Kaléta (K08) et de Yékèmatò (K11) entre 1996 et 2002

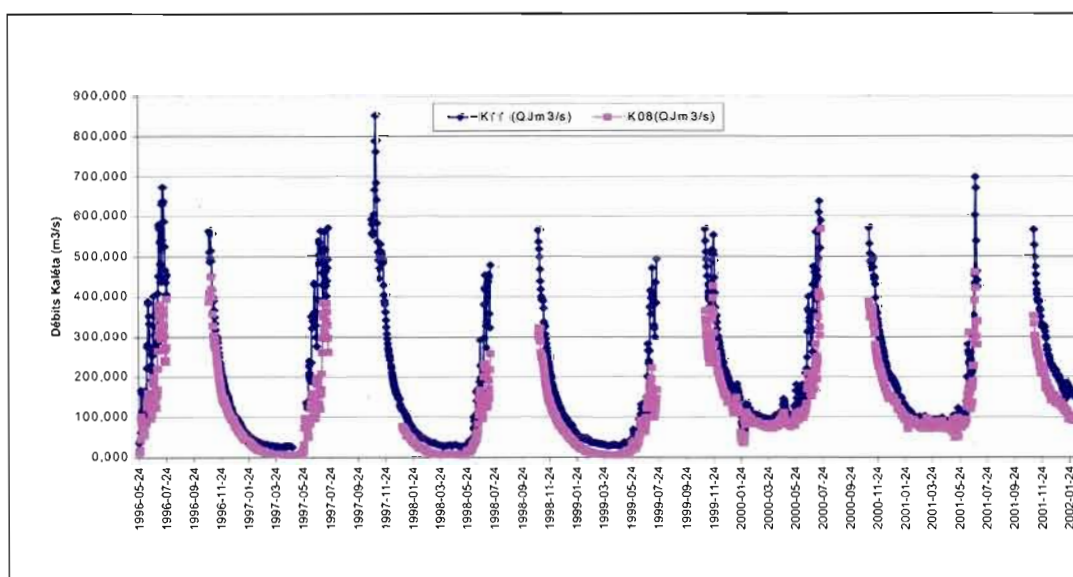


Figure 5.6b Évolution des débits à Yékèmatò (K11) et Kaléta (K08) pour les périodes de mi-novembre à mi-juin, de 1996 à 2002

En considérant uniquement les données journalières des débits aux deux stations en saison sèche, on obtient un nuage des points assez denses. L'équation de tendance qui en découle de la corrélation des valeurs de débits aux deux sites, est une fonction linéaire avec un coefficient de corrélation 0,87. Ainsi, l'équation permettant de calculer les débits à la station de Yékèmato (à la tête de l'estuaire), en fonction de ceux observés ou prévus à Kaléta, se présente comme suit :

$$Q_Y (\text{m}^3/\text{s}) = 1,441 * (Q_K) + 14,197$$

Où Q_K est le débit à la station restitué prévu de Kaléta, selon les options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré

Les débits à Kaléta et à Yékèmato (tableau 5.1) sont calculés pour les différentes options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré pour lesquels le site de Kaléta est le barrage le plus en aval. Ces calculs sont basés sur les deux formules ci-dessus mentionnées.

Tableau 5.1 Calculs des débits à Yékèmato pour différents débits possibles à Kaléta, selon les options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré

Options	Puissance totale de l'option (MW)	Hauteur de chute à Kaléta (m)	Puissance produite à Kaléta (MW)	Débits restitué Kaléta (m^3/s)		Débits à Yékèmato (m^3/s)	
				maxima	minima	maxima	minima
GKaléta	325	65	250	461,25	346	453	321
GSouap-Kal Tunnel	700	172	525	366,05	275	361	256
GSouap-Kal 110	644	50	157	376,57	282	371	263

5.4.2.2 Proposition d'abaques pour l'estimation de l'éloignement du front de salinité par rapport à l'embouchure (Pk0) en fonction des débits à Yékèmato

L'évolution spatiale de la salinité est présentée sur la figure 5.7 pour des différents débits d'eau douce entrant en estuaire (débit à la station de Yékèmato). À l'abscisse de cette figure sont présentées les valeurs maximales de la salinité et, à l'ordonnée, les distances entre les sites d'observation et l'embouchure du Konkouré (Pk0). Les données sur la salinité sont observées en période de vives eaux (amplitudes de marée comprises entre 3,5 et 4 m à la station de référence du port de Conakry) pour différents débits de Yékèmato ($70 \text{ m}^3/\text{s}$, $160 \text{ m}^3/\text{s}$, $220 \text{ m}^3/\text{s}$, $460 \text{ m}^3/\text{s}$, $500 \text{ m}^3/\text{s}$ et $800 \text{ m}^3/\text{s}$). Les courbes de la figure 5.7 montre qu'en général, la variation de la valeur maximale de la salinité est directement liée à l'importance des débits observés à Yékèmato. L'analyse de cette figure permet, connaissant les débits estimés à la station de Yékèmato pour les différentes options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré, d'évaluer les limites supérieures de la remontée saline dans l'estuaire.

Ainsi, le front salin se situe à 44 km de l'embouchure (vers les cascades des quatre ponts), pour un débit inférieur ou égal à $80 \text{ m}^3/\text{s}$, à 32 km (Wassou), pour la classe des débits de 80 à $160 \text{ m}^3/\text{s}$, entre 28 et 30 km, pour la classe 160 à $220 \text{ m}^3/\text{s}$, entre 18 et 16 km (aux environs de Kakounsou en estuaire médian), pour les débits de plus de $220 \text{ m}^3/\text{s}$ à 600 environ. Pour les débits supérieurs à $620 \text{ m}^3/\text{s}$, le front salin ne remonte pas au-delà du Pk10, soit dans la zone proche de l'embouchure.

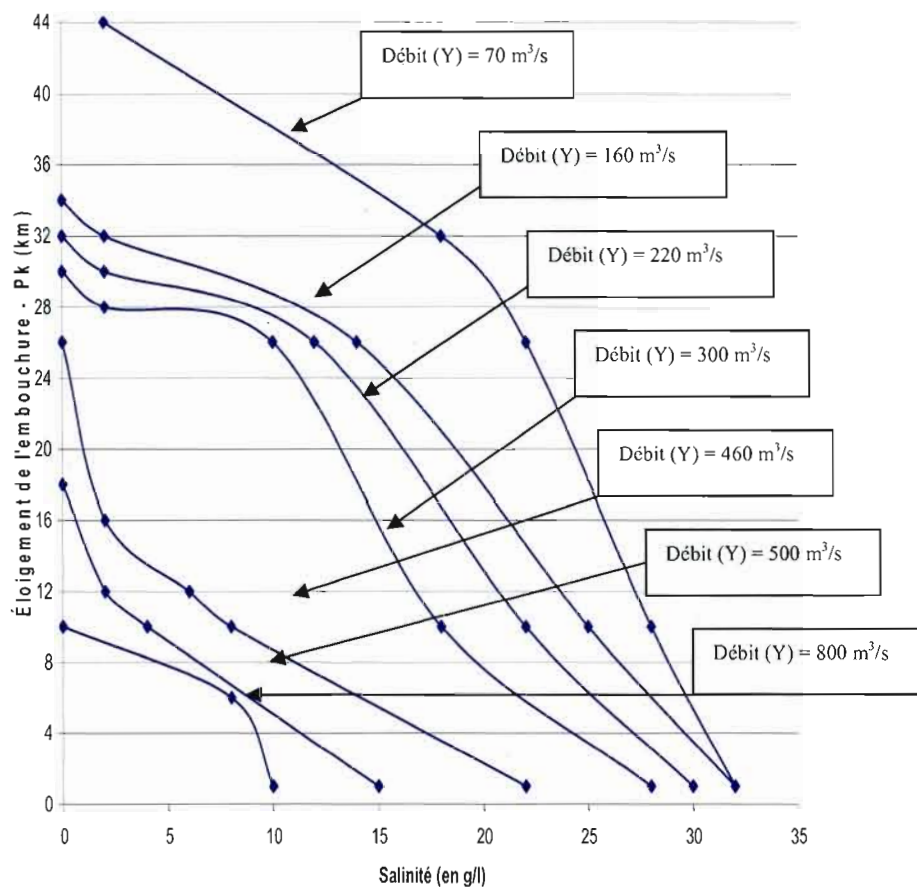


Figure 5.7 Variation de la salinité maximale en fonction de l'éloignement des sites d'observation pour différents débits à Yékémato (débits d'eau douce entrant en estuaire)

On peut en déduire l'abaque, présenté sur la figure 5.8 qui permet d'estimer la limite supérieure de la remontée saline dans l'estuaire (ou limite supérieure du déplacement du front salin et de l'intrusion saline) pour différentes classes de débits. La limite supérieure de la remontée saline correspond à la distance au-delà de laquelle la salinité est nulle. Elle dépend aussi fonction des débits de Yékémato.

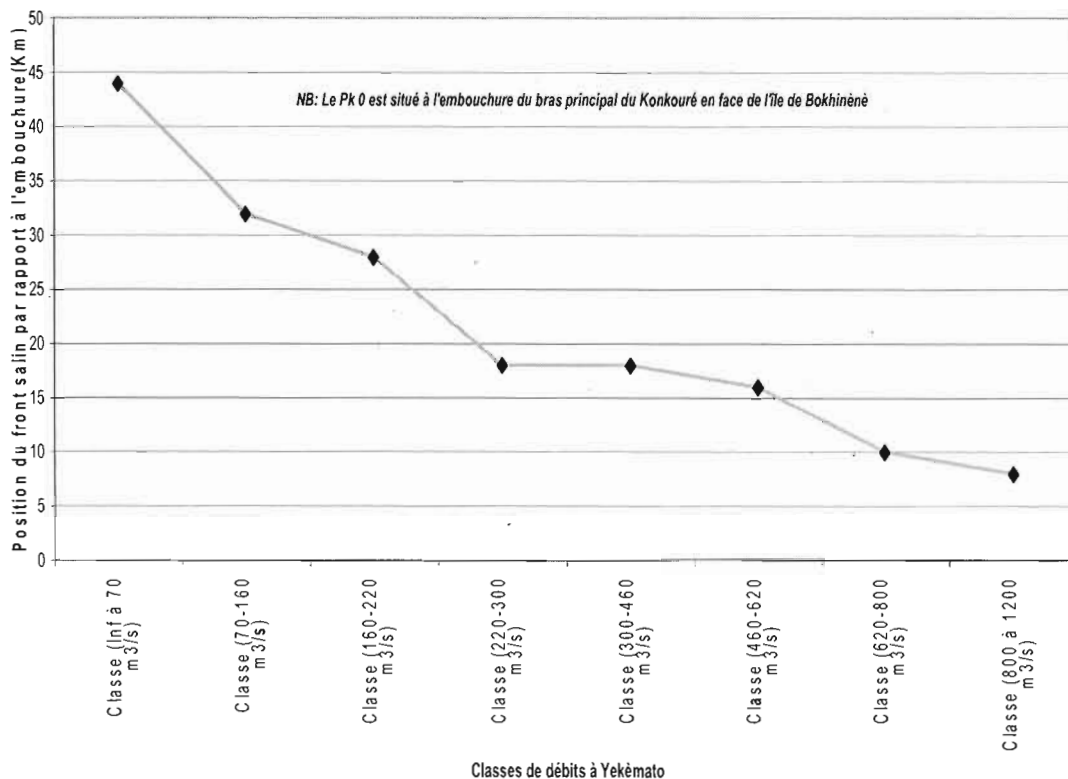


Figure 5.8 Variation de la salinité maximale en fonction de l'éloignement des sites d'observation pour différents débits à Yékèmato (débits d'eau douce entrant en estuaire)

5.4.2.4 Discussion des enjeux analysés

Cette discussion s'appuie sur le Schéma de la chaîne des impacts en estuaire (figure 5.6), les variations de débits (force érosive) et de salinités (figures 5.7 et 5.8). Mais elle doit tenir compte d'autres données telles que celles sur la foresterie, les cartes morphologiques et sédimentologiques et les données d'enquêtes sur les activités d'exploitation des ressources. Elle doit porter sur les répercussions du recul du front salin et de l'intensification des courants sur le milieu physique (variation de la salinité, modification de la qualité des sols, érosion des vasières), le milieu biologique (perte de frayère, disparition d'huîtres, pertes d'habitats des oiseaux migrateurs, tendance du recul de la mangrove) et les activités d'exploitation des ressources (rendements de l'exploitation de différentes ressources).

Conclusion partielle

Les résultats sont issus de l'exploitation de données documentaires, d'enquêtes individualisées auprès des populations et de campagnes de relevés de terrain. Par rapport aux résultats attendus, les informations disponibles sur l'état de référence sont insuffisantes pour permettre une évaluation quantitative précise. Les enquêtes et l'implication de guides locaux dans les travaux de délimitation des terres en fonction de leur affectation ont permis de pallier cette situation. Bien que les données aient été validées par les résultats de travaux similaires, leur amélioration par l'utilisation de la télédétection à long terme s'avère nécessaire.

L'impact du fonctionnement du barrage de Garafiri concerne essentiellement les parties supérieures et médianes de l'estuaire. Dans ces zones, le recul du front salin, l'arrivée d'adventices, l'abandon de l'extraction du sel et la baisse de la pêche (poissons et huîtres) dénotent la forte tendance à la prédominance des influences fluviales. Les défrichements pour l'extension des rizières y sont limités, mais la coupe de bois de mangroves semble reprendre dans des zones dites protégées. En estuaire inférieur, les changements observés ne compromettent que très peu ces activités d'exploitation des ressources. Toutefois, l'amplification des courants de retraits (jusant) pourrait constituer à long terme une menace pour les vasières qui constituent les habitats pour les oiseaux migrateurs.

De manière générale, l'impact du fonctionnement du barrage de Garafiri sur la dynamique de la mangrove dans le delta du Konkouré n'est pas direct. Son importance, bien que significative, reste faible par rapport aux pressions induites directement par les activités rizicoles et salicoles. Cependant, sur la base de ces résultats, on peut affirmer que les grands aménagements hydroélectriques (Souapiti, Kaléta, Amaria), qui entraîneraient des débits restitués plus grands, pourraient avoir des impacts plus importants sur l'estuaire. Cette tendance pourrait être accentuée par les incidences directes et indirectes des changements climatiques. En effet, le Plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques de Guinée (MAEEEF, 2007) rapporte des études qui montrent une diminution de la pluviométrie dans la zone d'étude, de l'ordre de 36 % en 2050 et de 40 % en 2100. La baisse de la pluviométrie dans le bassin du Konkouré pourrait inciter à une hausse supplémentaire du

nombre de barrages en vue de maintenir le potentiel de production hydroélectrique. De plus, cette tendance pourrait être amplifiée par la possibilité de bénéficier de la rente liée à l'application du mécanisme pour un développement propre (MDP). Comme l'illustre la figure 5.6, l'effet cumulatif qui en découlerait pourrait entraîner un recul plus important du front de salinité en estuaire. Cependant, ce recul pourrait être annulé, voire inversé, par les effets de l'augmentation attendue du niveau moyen de la mer.

CHAPITRE VI

DÉMARCHE PARTICIPATIVE D'AIDE MULTICRITÈRE À LA DÉCISION

Ce chapitre expose, selon une approche Forces-Faiblesses-Possibilités-Contraintes (mieux connue sous son vocable anglais SWOT, pour Strengths and Weaknesses, Opportunities and Threads), la proposition d'une démarche méthodologique pour une évaluation environnementale stratégique (ÉES) basée sur un processus participatif d'aide multicritère à la décision. Il s'agit d'une approche interactive de l'ÉES dont une première application à la gestion de l'écosystème de mangroves de la baie de Sangaréya permet de tirer des enseignements sur ses atouts et ses limites. Des propositions pour dépasser ces limites sont faites par la suite pour concevoir notre démarche participative d'aide multicritère et multiacteur à la décision. L'application de cette démarche améliorée au processus décisionnel d'analyse comparative des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré débouche sur l'identification des parties prenantes, sur l'élaboration de critères socioconstruits et d'options d'exploitations pertinentes.

6.1 Présentation de la démarche d'intervention

6.1.1 Pertinence des outils d'aide multicritère à la décision pour la gestion des ressources naturelles

L'utilisation des ressources naturelles engendre souvent des objectifs contradictoires soulevés par les multiples utilisateurs. En effet, lorsque les usagers ont des intérêts divergents, la concertation pour la construction d'un consensus peut être plus longue. Dans ce cas, le risque de démobilisation des acteurs est plus important. La décision du choix des priorités revient souvent à l'analyste ou à son mandataire, qui s'appuie sur un critère prépondérant. Cette attitude, qui met en cause le fondement même de la gestion intégrée, écarte les opinions minoritaires et entraîne la frustration ou la désolidarisation d'une partie

des acteurs. C'est le cas dans l'approche traditionnelle de l'ÉES, dans laquelle les options sont élaborées par le planificateur et validées par le décideur. De même, les critères d'évaluation comparative des options sont conçus par l'analyste (le chargé d'étude), sur la base de la littérature, de son expérience personnelle et des préférences du seul décideur, ou, dans les cas des processus institutionnalisés, par des mandataires de l'autorité concernée. Dans ces cas, les critères sont formulés sous la forme d'une directive ou de termes de référence, la plupart du temps établis également sur la base de la littérature et des expériences antérieures quand elles existent. Les autres acteurs interviennent uniquement en fin de processus, typiquement lors de l'étape de la consultation des publics, pour discuter du choix des options, sans que leurs préoccupations concernant les critères ne soient réellement prises en compte. L'application de l'aide multicritère à la décision dans un tel contexte est souvent assimilée à une « boîte noire » dont les éléments de base ne sont maîtrisés que par l'analyste et le décideur. Un tel processus, bien qu'utilisant plusieurs critères (multicritère), ne peut être considéré comme multiacteur.

Pour améliorer sa transparence et accroître son acceptabilité, un processus décisionnel doit surmonter les limites suivantes : prépondérance d'un décideur et l'effet « boîte noire » dans la construction des bases de l'analyse comparative (construction des critères et des options, choix des modes d'établissement des préférences). Il s'agit donc pour nous de proposer une approche d'ÉES plus ouverte à l'implication des acteurs concernés, tout en évitant la lourdeur du processus. Pour ce faire, nous nous appuyons sur le postulat suivant : une ÉES interactive est fondée sur la prise en compte des préoccupations et des jugements de valeur des acteurs impliqués lors des étapes d'élaboration des options à analyser et des critères d'évaluation comparative. Elle doit s'appuyer sur l'utilisation d'outils de communication permettant une participation contributive, notamment en utilisant des outils de représentation visuelle des enjeux (cartes, images, etc.). Ces outils devraient améliorer la transparence et faciliter la construction de solutions consensuelles.

Notre proposition de démarche participative d'aide multicritère et multi-acteur à la décision pour la mise en œuvre de l'évaluation environnementale stratégique s'inscrit dans ce cadre.

6.1.2 Proposition d'une démarche d'ÉES basée sur une AMCD participative

Une approche interactive de l'ÉES, qui s'appuie sur les points forts de l'approche de gestion intégrée des bassins versants et de l'AMCD, est mieux appropriée pour construire une démarche participative d'analyse multicritère dans un contexte multiacteur (Bourret et coll., 2003). Les enseignements suivants, tirés de l'analyse de la gestion des ressources naturelles dans les bassins en Afrique de l'ouest (chapitre 2, section 1), peuvent être mis à contribution pour renforcer le caractère participatif de l'ÉES :

- de la participation effective des parties prenantes : l'utilisation combinée de techniques suivantes : réunion d'information et d'échange, consultation sur la base de questionnaire, *focus group*, table de concertation et réunion de restitution. Ces techniques de participation publique peuvent être facilement intégrées à un processus d'AMCD, notamment pour l'élaboration des options et la construction des critères.
- de la mise à contribution des groupes socioéconomiques existants : la présence de certains acteurs bien connus sur le terrain et ayant une expérience de participation à des tables de concertation déjà existante est des acquis à valoriser. En effet, plusieurs projets de gestion des ressources naturelles en Afrique de l'Ouest ont eu pour principal résultat l'émergence de nouvelles catégories d'acteurs sur le terrain. Il s'agit, entre autres, des groupements professionnels d'agriculteurs, de pêcheurs, de femmes, d'associations de ressortissants ou de développement des villages, etc. Ces organismes sont des organisations non gouvernementales (ONG) ou des groupements d'intérêts économiques (GIE) qui sont déjà sensibilisés sur les questions environnementales et socioéconomiques de leurs localités. Ils sont souvent représentatifs de la société civile ou se positionnent comme des opérateurs économiques. Ils sont donc directement concernés dès que la problématique abordée concerne les ressources naturelles et les activités économiques locales. C'est ce qui est le cas dans notre étude.
- de la valorisation des cadres de concertation créés pour la gestion des bassins versants : à l'échelle des bassins versants, l'existence d'organisme de bassin offre un cadre de concertation pouvant abriter un processus de négociation de l'AMCD. En effet, lorsque l'organisme de bassin fonctionne bien, ses membres sont représentatifs des différentes

catégories d'acteurs concernés par la gestion des ressources en eau. Il va de soi que la plupart de ces acteurs sont aussi concernés par l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin. Toutefois, la réalité montre que plusieurs catégories d'acteurs concernés ne sont pas toujours représentées dans ces comités. Un effort de recherche active de nouveaux acteurs demeure donc nécessaire pour avoir une table de concertation dont les participants sont suffisamment représentatifs des acteurs concernés par les enjeux de notre étude.

En s'appuyant sur les éléments ci-dessus, nous présentons une possibilité d'utilisation de l'AMCD comme outil d'évaluation comparative dans un processus d'évaluation environnementale stratégique (figure 6.1). Il s'agit d'une démarche utilisable dans une planification participative, qui privilégie l'approche interactive comme méthode d'ÉES. Cette démarche est appropriée notamment lorsque l'objectif de l'ÉES comprend l'élaboration du plan ou du programme faisant l'objet d'étude.

Dans le schéma proposé, la partie en jaune présente les étapes classiques d'un processus d'ÉES, selon Brown et Thérivel (2000) et Leduc et Raymond (1999). La partie en vert présente le processus de l'AMCD proposé. Les cercles en trait plein représentent les étapes de consultation des acteurs, alors que les cercles en trait discontinu symbolisent les réunions techniques. Les rectangles sont les points d'intervention de l'analyste sur la base d'analyse documentaire ou d'analyse technique, permettant de mieux synthétiser et de structurer les Intrants (*Input*) ou Extrants (*Output*) des étapes de consultation. Les flèches indiquent les échanges entre les parties prenantes du processus décisionnel.

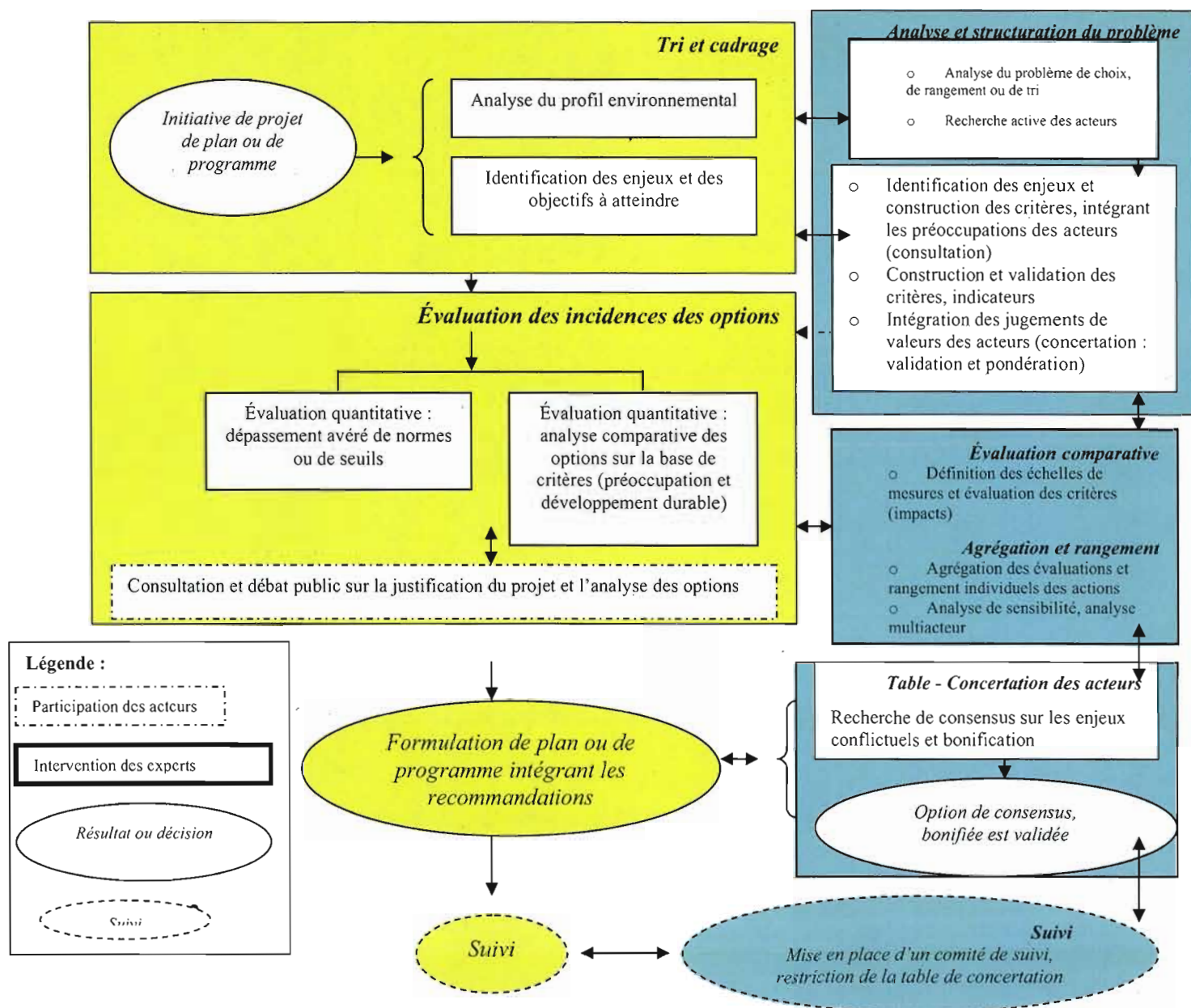


Figure 6.1 Étapes d'une évaluation environnementale stratégique utilisant l'AMCD pour la planification participative dans un contexte de gestion intégrée
(Source : adapté de Lerond et coll. (2003); Leduc et Raymond (1999); Risse (2004))

6.2 Test de la démarche – Enseignement de l’application à l’ÉES de la baie de Sangaréya (Delta du Konkouré)

6.2.1 Mise en contexte et objectifs du test de la démarche

La mise en œuvre de l’approche d’ÉES interactive proposée (figure 6.1) présente des défis importants, surtout lorsqu’il s’agit de l’appliquer à la gestion des ressources naturelles dans un contexte caractérisé par :

- la forte dépendance des populations de l’utilisation directe des ressources de l’environnement (conflits potentiels entre préservation et exploitation des ressources),
- la menace élevée de rupture de l’équilibre écologique,
- le faible taux d’alphabétisation,
- l’urgence de la réalisation d’aménagements hydroélectriques et hydroagricoles présentant une importance économique nationale.

La démarche est appliquée en guise de test pour faire l’analyse comparative des modes de gestion de l’écosystème de mangroves de la baie de Sangaréya. Cette application a pour but d’analyser les avantages, les inconvénients et les limites d’une telle approche à la gestion des ressources à l’échelle du bassin et de tirer des leçons en vue de l’amélioration de la démarche proposée. Le résultat de l’étude a fait l’objet de l’article scientifique, présenté en annexe, qui a été publié dans la revue *Knowledge, Technology & Policy*, Winter 2007, vol. 19, n° 4, pp. 77-93 (voir annexe A3.2).

6.2.2 Enseignements tirés de l’étude au plan méthodologique

Les résultats de l’étude et sa restitution devant des acteurs de terrain ont permis de constater ce qui suit :

- la pertinence de l’approche méthodologique pour l’animation et l’accompagnement d’un processus multidécideur à travers une table de concertation;
- l’intérêt certain des autorités et des autres acteurs concernés pour l’utilisation de l’AMCD, basée sur les méthodes PROMETHÉE et GAIA dans la gestion des ressources naturelles, aussi bien à l’échelle stratégique que locale. Cette méthode permet en effet :

- d'intégrer la participation du public et d'élargir les champs de vision des différents acteurs (réflexion plus globale),
 - de donner des résultats visuellement plus faciles à comprendre par tous les acteurs, ce qui facilite la recherche de consensus,
 - de mettre en évidence les conflits d'intérêts entre différents acteurs et le caractère conflictuel de certains critères;
- l'existence de capacités humaines pour l'assimilation rapide de la démarche, moyennant une sensibilisation et une formation préalables. En effet, plusieurs catégories d'acteurs concernées ont une formation universitaire et une conscience environnementale élevée (experts et chercheurs, gestionnaires de projets, agents de l'administration publique responsables de l'environnement et de la gestion des ressources naturelles, etc.). Les acteurs de la société civile, notamment les communautés locales, sont bien organisés et conscients des enjeux analysés. Ils sont organisés en association professionnelle ou groupement d'intérêts économiques (agriculteurs, pêcheurs, bûcherons, etc.). Ils sont aussi appuyés par des organisations non gouvernementales nationales et internationales, qui connaissent bien la zone d'étude.

Cependant, les limites suivantes ont été mises en évidence :

- de la construction des critères :
 - la non-exhaustivité des critères, qui ne prennent pas en compte certains enjeux jugés majeurs pour les acteurs locaux,
 - la possibilité de confusion dans la compréhension de la signification des différents critères par les différents acteurs qui n'ont pas le même niveau de formation,
 - la complexité du choix de critères sociaux et culturels, ayant des indicateurs mesurables,
 - le risque de redondance des critères, notamment lorsque la problématique analysée concerne plusieurs échelles (projet, plan et politique);
- de la représentativité et de la classification des acteurs :

- les contraintes liées à la représentativité des acteurs. Cela pose la question de la légitimité des ONG et autres associations. Au-delà, une question se pose : comment faire en sorte que la personne présente à la table de concertation véhicule l'opinion ou l'intérêt de la catégorie d'acteurs qu'elle représente, et non son opinion personnelle?
- le risque de confusion dans la classification des acteurs locaux. En effet, les associations socioprofessionnelles émergentes sont à la fois des groupements d'intérêts économiques et des acteurs de la société civile. C'est aussi le cas des ONG, qui se réclament de la société civile, mais agissent parfois à titre de bureau d'étude ou expert;

Les contraintes mentionnées sont liées en général à l'identification des acteurs au mode de consultation, qui introduit des biais et la compréhension des critères.

6.3 Proposition d'une démarche participative de structuration des problèmes

Centrée sur l'étape de la structuration des problèmes dans le processus d'analyse multicritère, les améliorations que nous proposons visent :

- l'intégration de nouvelles formes de consultation des acteurs, pouvant permettre de mieux prendre en compte (Bourret et coll., 2003) :
 - les préoccupations de tous acteurs concernés dans la définition des enjeux et des objectifs, qui seront structurés par la suite en critères et indicateurs,
 - les préférences collectives (des groupes d'acteurs), au détriment des opinions des individus qui les représentent;
- le recours à l'expertise technique (personnes-ressources spécialisées) dans l'analyse de l'exhaustivité, de redondance et de pertinence des critères.

Pour permettre la prise en compte de ces éléments, les mesures suivantes sont proposées :

- l'utilisation d'une démarche d'élaboration des critères, qui combine :
 - La recherche documentaire et l'expérience des experts,
 - La prise en compte des préoccupations de ces acteurs à travers des consultations encadrées;

- L'utilisation de plusieurs formes de consultation des acteurs afin de croiser les sources d'informations. Cela permettra d'enrichir l'information disponible sur les préoccupations et jugements de valeur de chaque acteur et de réduire ainsi le biais lié à leur représentativité;
- La mise à contribution des spécialistes des différentes thématiques de l'étude, à travers des réunions techniques. Ces réunions seront consacrées à l'analyse de redondance des critères, l'élaboration des indicateurs, les méthodes et échelles de mesure, la disponibilité des données et leur utilisation.

Le schéma ci-dessous illustre la démarche améliorée de structuration des problèmes dans un processus d'aide multicritère et multi-acteurs.

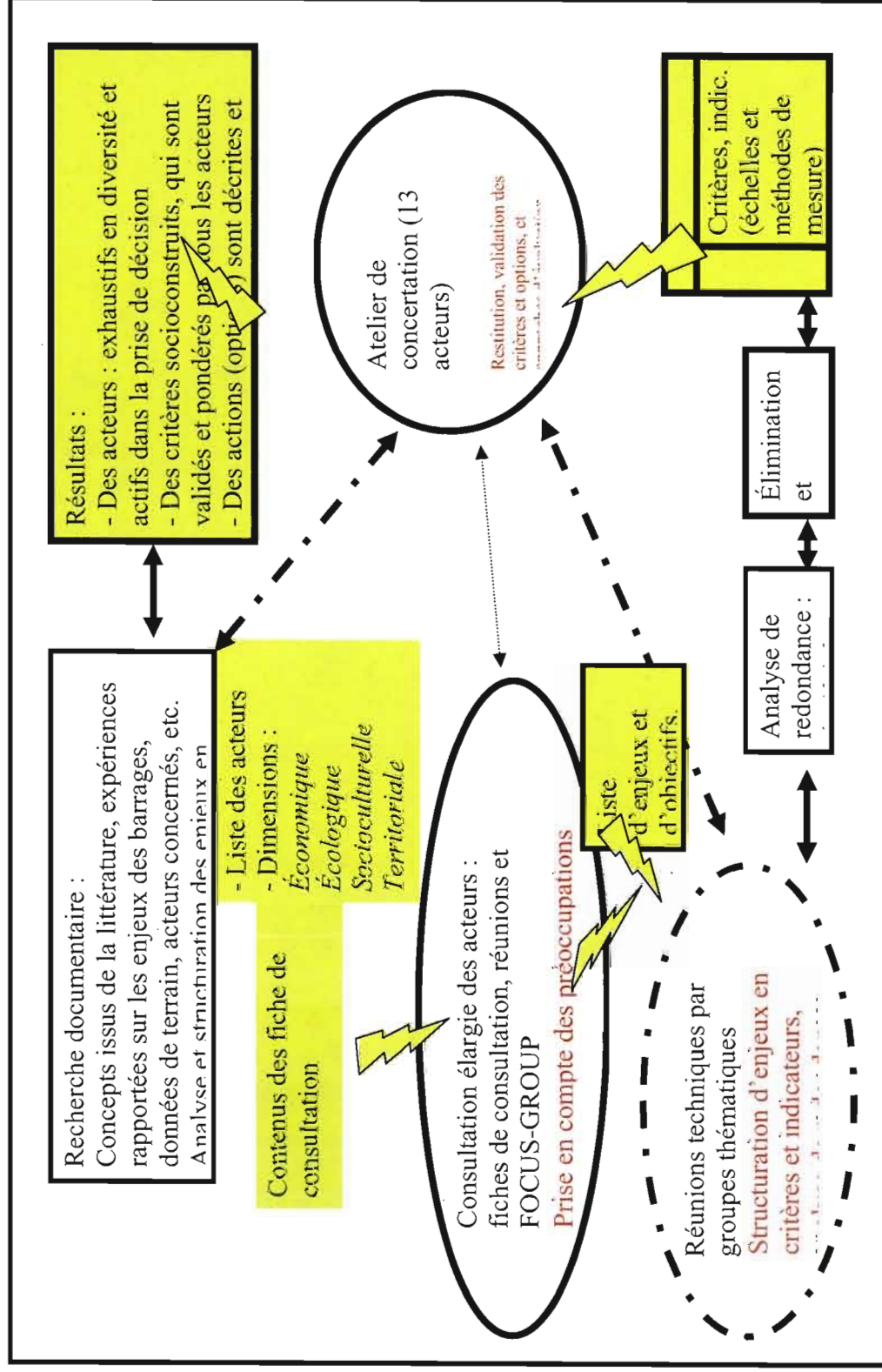


Figure 6.2 Schéma de la démarche participative de l'identification des enjeux et de la construction des critères

6.4 Application de la démarche à l'ÉES du bassin du Konkouré : structuration de la problématique à partir des préoccupations des acteurs

6.4.1 Étapes du processus de consultation

La consultation sur les enjeux majeurs en vue de la construction des critères et de l'élaboration des options a suivi la démarche participative proposée dans le chapitre 6 (figure 6.2). Elle a consisté successivement à :

- (i) l'identification des acteurs et personnes-ressources concernés directement ou indirectement par la problématique à l'étude, sur la base de recherches documentaires et d'enquêtes;
- (ii) la réalisation des consultations individuelles utilisant des fiches d'enquête;
- (iii) la réalisation de réunions en groupes de 10 à 15 personnes regroupant des personnes de mêmes catégories professionnelles ou partageant les mêmes intérêts du *focus group*;
- (iv) la réalisation de réunions thématiques, regroupant des personnes-ressources ou spécialistes par domaine (énergie, environnement et aménagement du territoire, études côtières, économie, sociologie, santé et culture, etc.);
- (v) la tenue d'un atelier final restreint ou table de concertation des acteurs participants au processus décisionnel.

La consultation individualisée est basée sur l'utilisation d'un questionnaire préalablement conçu sur la base de recherche documentaire. L'utilisation du questionnaire est combinée avec la réalisation de réunions élargies (*focus group*), aussi bien dans les villages (Kaléta, Wassou, Kakounsou, Kanka et Tougoussouri) que dans les institutions concernées. Le guide d'entretien utilisé a permis d'encadrer les échanges lors des réunions de consultation. Son dépouillement a permis de faire un premier inventaire des préoccupations des acteurs et d'obtenir une hiérarchisation des enjeux selon les catégories d'acteurs. Les réunions en *focus group* ont permis d'acquérir de nouvelles informations, notamment sur l'évolution du milieu et les activités d'exploitation des ressources dans le bassin et en estuaire, d'identifier de nouvelles sources de données et de recueillir les préoccupations des populations riveraines. Les réunions thématiques, qui regroupent des personnes-ressources spécialisées, visaient à réduire le nombre de critères

et à mieux documenter ces derniers. Trois réunions de travail ont eu lieu sur différents thèmes :

- la réunion du ministère de l'Environnement : elle a porté sur l'analyse des critères d'ordres environnemental et socioéconomique. Quinze cadres provenant de différents services techniques responsables de la gestion des ressources naturelles, de l'hygiène et de la santé, des études d'impacts et du suivi environnemental y ont pris part;
- la réunion du CERESCOR : compte tenu de la diversité des profils des chercheurs présents, cette réunion a passé en revue tous les critères. Toutefois, une attention particulière a été accordée aux enjeux en zone côtière. Les personnes-ressources, au nombre de dix chercheurs, étaient du CERESCOR (départements énergie, hydrobiologie, océanographie physique, géologie et environnement, gestion des données), du CÉRE (expertise en gestion des bassins versants et en analyse de la qualité de l'eau) et du CNSHB (expertise en pêches continentale et côtière, économie, sociologie);
- la réunion à EDG : elle a regroupé une vingtaine de cadres de cette société et de la Direction nationale de l'énergie. Ces derniers ont surtout traité des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré, des méthodes de mesures des indicateurs liés à la satisfaction de la demande énergétique et des enjeux liés au partage de l'énergie entre les différentes formes de demande.

Les réunions thématiques ont aidé à définir les échelles et méthodes de mesure pour chacun des indicateurs, d'analyses de redondance et de pertinence afin d'éliminer les critères peu pertinents à l'échelle stratégique et d'agréger certains critères entre eux. Enfin, la table de concertation a regroupé, pendant une journée, les acteurs mentionnés dans le tableau 6.1. Son objectif était de valider les documents issus des étapes précédentes (tableau de synthèse des critères et indicateurs, liste des options) et de faire l'attribution de poids aux critères par les acteurs (pondération). Ces échanges ont permis aussi de collecter et d'enrichir les données nécessaires à l'élaboration des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré.

6.4.2 Résultats du processus de consultation

6.4.2.1 Identification des parties prenantes au processus décisionnel

L'identification des parties prenantes (acteurs concernés) est basée sur l'analyse de plusieurs études : document de politique énergétique de la Guinée, rapports d'études de faisabilité et d'études d'impacts des barrages de Garafiri, de Kaléta et de Souapiti, rapport de suivi environnemental du barrage de Garafiri, documents sur la gestion des bassins versants en Guinée, plan d'aménagement de la baie de Sangaréya. La catégorisation par groupes d'acteurs s'appuie sur la littérature, qui identifie les types suivants de parties prenantes au processus de l'AMCD : initiateur ou promoteur, autorité compétente responsable de la décision, autorités environnementales, public et experts (Risse, 2004; Gauthier et coll., 2000; Théritel et Partidário, 1996). Quatorze acteurs ont été identifiés et classés en quatre groupes (figure 6.1). Il s'agit des acteurs qui ont effectivement pris part au processus décisionnel.

6.4.2.2 Enjeux et objectifs liés à l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré

Le processus de consultation des acteurs a conduit à l'identification d'une série d'enjeux et d'objectifs reliés à l'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré, qui sont présentés dans le tableau 6.2. Dans ce tableau, les enjeux identifiés sont regroupés selon les dimensions du développement durable (Nations Unies, 1999; Kux, 1994) : économique, écologique, sociale, culturelle et territoriale. Ces enjeux expriment les préoccupations liées à la satisfaction des besoins énergétiques et la faisabilité technicoéconomique des projets qui traduisent l'accès et l'utilisation de l'énergie, la dynamisation de l'économie locale, les impacts sociaux liés aux inondations entraînées par l'implantation des barrages (déplacement de population, risques pour la santé et perte d'éléments culturels tangibles et intangibles), l'intégrité de l'environnement en estuaire et l'écosystème de mangroves. Ces enjeux sont déclinés en plusieurs objectifs. Les objectifs ainsi identifiés permettent de construire des critères et indicateurs, des descripteurs des impacts, des contraintes et des retombées liés aux options envisagées.

Tableau 6.1 Intérêts et classification des parties prenantes de la table de concertation

Catégories d'acteurs	Parties prenantes au processus décisionnel	Préoccupations et intérêts des acteurs
Promoteur et acteurs économiques	DN Énergie	Promoteur, responsable de la planification énergétique en Guinée
	Électricité de Guinée (EDG)	Entreprise d'État, exploitation et commercialisation de l'énergie électrique
	PIK (ministère Mines)	Exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré au compte du secteur minier guinéen
	OMVG (Guinée, Sénégal, Gambie, Guinée Bissau)	Réalisation de l'interconnexion électrique des quatre pays et exploitation du site de Kaléta en coopération régionale
Institutions publiques	Ministère Environnement (ÉE)	Application de la procédure d'évaluation environnementale et protection des zones humides
	DN. Hydraulique	Suivi et évaluation des ressources en eau et gestion des bassins versants
	CNSHB et ministère pêches	Inventaires du stock halieutique et planification de l'exploitation, gestion durable des activités de pêches
Société civile	AGRETAGE (ONG nationale)	Acteurs influents dans la fédération nationale des ONG en environnement et développement local. Ces membres agissent parfois en qualité d'expert dans des projets ou études d'impacts.
	Association des ressortissants de Kaléta	Intérêts pour villages inondables dans le bassin continental, pertes de biens et de ressources agropastorales
	Association des producteurs Dubréka	Menaces de modification systémique en zones côtière et estuarienne
Experts	CERESCOR	Centre de recherche intervenant en zone côtière ou à titre de consultant lors des études et évaluations environnementales (intérêts scientifiques, conservation et gestion des ressources et l'environnement)
	CÉRE	Centre de recherche intervenant dans les bassins du Fouta Djallon ou à titre de consultant lors des études et évaluations environnementales (intérêts scientifiques, conservation et gestion des ressources et l'environnement)
	Tropic-Environnement, experts internationaux	Bureaux conseils national et international : réalisation d'études d'impacts, autres expertises
	Représentant BCEOM, France	Expert de renommée internationale intervenant dans les études d'ingénierie, connaissance du milieu et évaluation environnementale à titre de bureau conseil

Tableau 6.2 Synthèse des enjeux et objectifs définis par la consultation des acteurs

Dimensions	Enjeux	Objectifs
Économique	Satisfaction des besoins énergétiques	Satisfaire la demande sociale en énergie à plus de 66,66 % pour les agglomérations en Basse et Moyenne Guinée
		Satisfaire les $\frac{2}{3}$ des besoins en énergie pour le développement du secteur minier guinéen
		Injecter au moins 25 % de l'énergie produite des barrages du bassin du Konkouré dans une interconnexion électrique avec les pays voisins
	Faisabilité technique et économique des projets	Faire des projets hydroélectriques économiquement rentables et prenant en compte les contraintes de mobilisation de financement
		Assurer la sécurité des installations et des populations
	Développement économique local	Minimiser les pertes de ressources agropastorales locales et créer des possibilités d'exploitation de nouvelles ressources Augmenter les opportunités d'emplois en stimulant l'économie locale
Écologique	Intégrité du milieu naturel	Éviter la perte de ressources fauniques et floristiques dans le bassin
		Maintenir la disponibilité et la qualité des ressources en eau
	Conservation de la biodiversité	Limiter la perte de diversité des espèces biologiques et des écosystèmes
	Conservation des zones humides d'importance internationale	Maintenir les fonctions écologiques de l'écosystème de mangroves en estuaire Limiter les variations de salinité et la variation d'autres paramètres physicochimiques en aval
Sociale et culturelle	Déplacement de population	Éviter au mieux les déplacements involontaires des populations
		Assurer une participation effective des communautés des villages menacés dans l'évaluation et la compensation de leurs biens
		Réduire les risques de conflits d'usage
	Santé des populations	Réduire le risque d'introduction ou de prolifération d'agents vecteurs de maladies
		Améliorer l'accès aux soins de santé et à l'information sur les risques sanitaires
	Patrimoine culturel	Conservation et valorisation de patrimoine culturel et touristique
		Réduire les risques de dégradation des mœurs et de conflits interethniques Limiter les modifications de modes de vie ou faciliter la réadaptation des populations
Aménagement du territoire	Capacité de charge du territoire et interaction avec d'autres activités	Réduire les pertes de territoire et d'activités d'exploitation des ressources dans le bassin continental, en vue de limiter les sources de conflits d'accès à la terre
	Utilisation des ressources et aménagements de la mangrove	Optimiser l'exploitation des ressources terrestres en estuaire sans compromettre la conservation des forêts de mangroves

6.4.2.3 Critères et indicateurs d'évaluation comparative

Rappelons qu'un processus participatif impliquant la plupart des acteurs concernés par les implications de la mise en valeur du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré a permis d'identifier des enjeux et objectifs présentés dans le tableau 6.2. Ces enjeux et objectifs traduisent donc les préoccupations exprimées par les acteurs consultés, en particuliers les parties prenantes au processus. Leur analyse, enrichie par des expériences tirées de la littérature, permet d'élaborer des critères dits socioconstruits. Le tableau A7 (voir l'annexe A7) regroupe près de 40 critères qui découlent directement de cette analyse générale. Cependant, plusieurs de ces critères sont redondants entre eux ou non pertinents à l'échelle de notre étude.

Des analyses de corrélation et des discussions en groupes thématiques ont permis d'éliminer les critères redondants et non discriminants ou difficiles à évaluer. En effet, dans le bassin continental, par exemple, les critères relatifs à la création d'emplois et à la sécurité des barrages ont été éliminés. Ces critères sont recommandés pour être pris en compte lors d'études d'impacts à réaliser au niveau « projets ». Le critère « contribution à l'émission de gaz à effet de serre par les réservoirs » (Thérien, 1991), qui semble mieux indiqué pour l'analyse comparative des filières énergétiques ou la justification du choix des aménagements hydroélectriques en général par rapport à d'autres sources d'énergie, a été éliminé aussi. De plus, son évaluation s'appuierait sur des paramètres comme « la production énergétique » ou « la superficie inondée », qui sont déjà utilisés pour mesurer d'autres critères mieux indiqués pour cette étude. Pour les critères qui décrivent l'évolution du milieu estuarien, des analyses réalisées dans le chapitre 5 montrent que les impacts des barrages sur le rendement de la riziculture et de l'extraction de sel sont fortement corrélés avec l'évolution de la salinité de l'eau, voire les débits restitués. De plus, ces critères sont plus faciles à évaluer dans le cas d'une ÉIE de projet. À l'échelle de notre étude, les critères retenus sont ceux qui traduisent les enjeux globaux, à savoir la conservation de la biodiversité (Solow, 1993) et les zones humides (sites RAMSAR).

En somme, neuf critères sont retenus. La description de ces critères, de leurs indicateurs et des méthodes utilisées pour les mesurer sont présentées dans les tableaux 6.3a, b, c et d. Ils sont regroupés en tenant compte des enjeux et objectifs, à partir desquels ils sont élaborés.

Tableau 6.3a Critères, indicateurs et échelles de mesure pour l'évaluation comparative des options d'exploitation hydroélectrique

Enjeu	Objectif	Description de la modification attendue	Critère	Description du critère	Indicateur	Échelle de mesure	Justification échelle
Énergétique	Optimiser la production d'énergie électrique	L'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré devra permettre : - de satisfaire intégralement la demande énergétique domestique - de contribuer fortement à la satisfaction des besoins énergétiques du secteur des mines en Guinée, notamment l'exploitation et la transformation de la bauxite - de contribuer au partage d'énergie électrique à travers les réseaux interconnectés (OMVG, OMVS et autres)	Satisfaction de la demande énergétique totale (À maximiser)	Apport de l'option dans la satisfaction des demandes domestique et minière, en fixant la contribution régionale comme suit : - pas d'implication d'organismes régionaux (OMVG, OMVS) : 10 % de la production affectée est aux interconnexions régionales - intervention de l'OMVG ou de l'OMVS comme promoteur : affectation de 40 % aux interconnexions régionales	Quantité d'énergie affectée au secteur minier guinéen (GWh), après satisfaction de la demande sociale et de la contrainte liée à la coopération régionale	Quantité d'énergie en GWh	Valeurs cardinales
	Surmonter les contraintes liées à la mobilisation des fonds pour le financement des projets	Difficultés techniques et économiques pour la réalisation des aménagements d'une option. Elles sont liées à la nature des aménagements qui composent les différentes options d'exploitation, à l'environnement économique mondial (multiplicité des conditions d'octroi des crédits, crise financière), à la cote de crédit ou la solvabilité des promoteurs.	Contraintes technicoéconomiques (À minimiser)	Niveau des contraintes techniques, mesuré par le coût de réalisation. Ce coût est la somme des coûts nécessaires aux installations qui composent l'option.	Coût de production pondérée	Montant (\$ US de 2005, KWh)	Valeurs cardinales (coût de production du KWh pondéré, coût réel * facteur de pondération), qui est actualisé en US dollars de 2005
				Capacité de mobilisation des ressources, qui dépend des promoteurs.	Facteur de pondération, en fonction du type de promoteur	Gouvernement guinéen seul (f=1,2) Coopération bilatérale ou sous-régionale (f=1,1)	

Tableau 6.3b Critères, indicateurs et échelles de mesure pour l'évaluation comparative des options (suite)

Enjeu	Objectif	Description de la modification attendue	Critère	Description	Indicateur	Échelle de mesure	Justification échelle
Stimulation du développement économique	Amélioration de la disponibilité et de l'accès des ressources naturelles, dont l'exploitation constitue la principale source de revenus des populations locales	Modification potentielle de la contribution du secteur agricole et de la pêche et leurs contributions au développement économique local. La disponibilité et l'accessibilité de ces ressources dépendent de la taille des retenues d'eau des barrages à implanter, la richesse spécifique des eaux en ressources halieutiques, la qualité des sols et les superficies inondées.	Apports de la pêche (<i>A maximiser</i>)	Augmentation du stock des ressources halieutiques dans les retenues d'eau créées par l'option	Stock total potentiel de poissons dans les retenues	Somme des stocks halieutiques des retenues, calculés en tenant compte de leurs volumes d'eau et de la productivité des poissons du réservoir de Garafiri	Valeurs cardinales (stock de ressources halieutiques en tonnes)
			Perte de potentialités agricoles (<i>Ippa</i>) (<i>A minimiser</i>)	Perte de production agricole liée à l'inondation, entraînée par les aménagements hydroélectriques des options envisagées	Superficie des terres inondées (T) Facteur de potentialité (f) égal à la proportion de terres cultivables	Importance des pertes des potentialités agricoles : $Ippa = T \times f$	Valeurs cardinales (superficie de terres agricoles perdues en ha)
Enjeux sociaux et sanitaires	Réduire le déplacement des populations et ses impacts sur la qualité de vie des populations	Déplacements involontaires de population et structurations sociales après l'implantation des aménagements d'une option	Importance des déplacements involontaires (<i>A minimiser</i>)	Le nombre de personnes déplacées est proportionnel au nombre de familles contrainant à une réadaptation sur un nouveau site pendant une longue période	Nombre de personnes potentiellement déplacées	Estimation à partir du nombre de villages inondables et de la population moyenne selon les tailles des agglomérations	Valeurs cardinales (nombre sans unité)
			Importance de l'exposition potentielle (<i>A minimiser</i>)	Importance de l'exposition aux maladies hydriques (paludisme, bilharziose, diarrhée et choléra) qui concerne essentiellement les personnes vivant dans un rayon de 1,5 km des plans d'eau	Importance de l'exposition aux risques de maladies hydriques	Estimation à partir du nombre de villages inondables, plus ceux situés à moins de 1,5 km des plans d'eau	Valeur cardinale (nombre sans unité)

Tableau 6.3c Critères, indicateurs et échelles de mesure pour l'évaluation comparative des options (suite)

Enjeu	Objectif	Description des modifications attendues	Critère	Description du critère	Indicateur	Échelle de mesure	Justification échelle
Écologique	Perte de la diversité des espèces et des écosystèmes	Compte tenu du niveau de dégradation dans le bassin continental, la biodiversité est plus importante en estuaire (mangroves, habitats d'oiseaux migrateurs). Des perturbations significatives surviendraient dans cette zone sur les milieux physiques (salinité et turbidité de l'eau, qualité des sols), biologique (frayères, habitats des poissons et oiseaux) et humain (disponibilités et accès aux ressources). Ces perturbations, à minimiser, sont liées essentiellement aux apports d'eau supplémentaires entraînés par les débits restitués des barrages. Elles sont liées aussi, dans une moindre mesure, au piégeage de sédiments dans les retenues d'eau.	**Niveau de perturbation de l'écosystème de mangroves (A minimiser)	Perte des fonctions écologiques et socioéconomiques de l'écosystème de mangroves au recul de la limite supérieure de la remontée saline en estuaire (Rsal). Ce recul est entraîné par la baisse de la salinité en estuaire, après l'augmentation du débit fluvial en saison sèche.	Indice de perturbation (I_{pe})	$(I_{pe}) = \frac{(44 - Rsal)}{44} * 100$	Valeur cardinale (en %) exprimant la proportion de la longueur de l'estuaire qui est fortement perturbée
			Perte d'habitats des oiseaux (vasières en estuaire) (A minimiser)	Le niveau de perturbation des bancs de sable et de vasières (habitats des oiseaux migrateurs) dans le delta du Konkouré, après l'amplification de l'érosion. Il est proportionnel à l'importance des courants (indirectement mesurée par les débits à Yékemato en saison sèche) et de l'emplacement des principales vasières (Dassafa, Kanka, Khonibombo sur le Konkouré et l'embouchure de Sankiné).	Importance des risques d'érosion des vasières	5. Très forte : plus de 60 % des vasières sont perdues, une forte érosion de la vasière située à l'embouchure de la Sankiné, en plus de celle des vasières et bancs de sable le long du Konkouré 4. Forte : entre 45 et 60 % de la superficie des vasières est perdue, une forte érosion des bancs de Dassafa (Pk24), de Kanka (entre les Pk10 et 18) et de la vasière de Khonibombo (embouchure du Konkouré) 3. Moyenne : entre 30 et 45 % des vasières sont perdues, une forte érosion des bancs de Dassafa (Pk24), de Kanka (entre les Pk10 et 18) et l'érosion moyenne de la vasière de Khonibombo 2. Faible : entre 15 et 30 % des vasières sont perdues, une forte érosion des bancs de Dassafa et de Kanka 1. Très faible : moins de 15 % de la superficie totale des vasières perdue par érosion, la disparition du banc de sable de Dassafa (Pk24) seulement	

Tableau 6.3d Critères, indicateurs et échelles de mesure pour l'évaluation comparative des options (suite et fin)

Enjeu	Objectif	Description de la modification attendue	Critère	Description du critère	Indicateur	Échelle de mesure (max.)	Justification échelle
Culturel (1)	Préservation et valorisation du patrimoine culturel tangible et non tangible	L'inondation de grands espaces par l'implantation des barrages hydroélectriques pourrait entraîner la perte de biens culturels (touristiques reconnus, cimetières), de brassages culturels avec des impacts négatifs sur la conservation des mœurs et savoirs traditionnels. La zone ne comprend peu ou pas de sites archéologiques; les forêts sacrées sont moins importantes du fait de l'influence de la religion. La perte de sites touristiques, le brassage culturel (source de conflits) et la perte de cimetières sont les enjeux importants pour les populations locales. L'ampleur de ces enjeux dépend de la taille et de l'emplacement des sites hydroélectriques aménagés, donc des options.	**Perte de biens culturels (À minimiser)	Importance des pertes potentielles de biens culturels dans le bassin continental, notamment de sites touristiques, d'anciens villages et leurs cimetières, la cohabitation forcée entre plusieurs ethnies.	Niveau de perte de sites touristiques inondés	3. Fort 2. Moyen 1. Faible	3. Au moins deux sites touristiques reconnus sont perdus en plus de sites culturels non touristiques 2. Un site touristique reconnu est perdu, en plus de sites culturels non touristiques 1. Un ou des sites d'intérêt culturel mais non touristiques (forêts sacrées, cimetières) sont perdus
					Nombre d'ethnies dans les villages déplacés	3. Fort 2. Moyen 1. Faible	3. Les villages à relocaliser comprennent au moins 3 ethnies ayant au moins une proportion de plus de 15 % chacune 2. Les villages à relocaliser comprennent 2 ethnies avec une proportion de plus de 15 % chacune 1. Population homogène à plus de 85 % dans les villages à relocaliser

N.B. : **Perte de biens culturels : évaluée par l'utilisation d'une matrice à double entrée qui accorde un poids plus important à la diversité des ethnies (qui engendre des risques de conflits et de pertes de valeurs culturelles). Les sites touristiques sont très peu valorisés dans la région.

6.4.2.4 Prise en compte des jugements de valeur des acteurs : jeu de poids des critères

Le jugement de valeur d'un acteur dépend de son vécu, de ses préoccupations et de ses intérêts professionnels ou personnels. Ces valeurs sont prises en compte par l'attribution de poids relatifs aux différents critères par les acteurs (jeu de poids).

La figure 6.3 montre que tous les acteurs affichent un intérêt pour la satisfaction de la demande énergétique, dans des proportions différentes. Les acteurs économiques qui sont des planificateurs, promoteurs potentiels et utilisateurs de l'énergie produite (Direction nationale de l'énergie, EDG, OMVG et PIK, MG) ont une préférence plus forte pour ce critère (entre 32 et 40 %). Cependant, si le Projet intégré du Konkouré (PIK) plaide pour l'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré essentiellement au profit du secteur minier guinéen, les trois autres semblent plus convaincus de la nécessité d'une coopération régionale. Tous s'accordent toutefois sur l'urgence de la satisfaction de la demande sociale (alimentation des centres urbains, dont la ville de Conakry). Ces acteurs sont par ailleurs sensibles au déplacement de population et l'intégrité de l'écosystème de mangroves en estuaire, mais pas autant que les acteurs de la société civile. Ces derniers (Association des ressortissants de Kaléta, Association de producteurs de Dubréka, ONG AGRETAGE) affichent une grande préférence pour le déplacement des populations et la perte des terres agricoles. Ceci se justifierait par l'importance des problèmes observés à la suite du déplacement de population, entraîné par la construction du barrage de Garafiri dans la même région et par la forte dépendance des paysans des activités agricoles. Parmi ces acteurs, l'Association de producteurs de Dubréka est la seule qui exprime sa préoccupation pour la préservation de l'écosystème de mangroves en estuaire, dont les ressources lui sont vitales (20 % pour les modifications écosystémiques et 12 % pour la perte de vasière). En plus de cet acteur, le CERESCOR est celui qui exprime le plus grand poids pour les critères liés à cet enjeu (14 % pour les modifications de l'écosystème de mangroves et 13 % pour la perte de vasière). Les représentants de ministères de l'Environnement, ainsi que les experts semblent sensibles eux aussi à l'importance des enjeux liés à l'estuaire. Ils accordent un poids non moins important au déplacement de population. Enfin, les poids qu'ils accordent à la satisfaction de la demande d'énergie sont plus élevés que ceux donnés par les acteurs de la société civile

Conclusion partielle

Ce chapitre montre que l'analyse des problèmes environnementaux, notamment de gestion des ressources naturelles et des écosystèmes spécifiques, nécessite : (i) la vision globale (prise en compte de plusieurs dimensions) et (ii) l'implication des acteurs concernés. Elle permet d'affirmer que la démarche d'ÉES interactive basée sur l'utilisation de l'AMCD est bien pertinente pour l'analyse des problématiques environnementales. Cependant, elle met en évidence quelques limites importantes de la démarche. Certaines de ces limites se situent à l'étape de la structuration du problème, particulièrement à l'identification des acteurs et l'élaboration des enjeux et critères.

La démarche participative proposée pour la structuration des problèmes dans le cadre d'une étude d'aide multicritère à la décision s'avère efficace pour réduire certains biais. Il s'agit notamment de ceux liés à la représentation des catégories d'acteurs par des individus. Elle a aussi permis de construire des critères et indicateurs, élaborés à partir des enjeux qui découlent des préoccupations exprimées par les acteurs. Cela permet d'avoir des critères mieux acceptés et compris par les acteurs impliqués. Elle peut permettre, par ailleurs, de : (i) mieux encadrer la prise en compte de leurs jugements de valeurs et limiter ainsi l'influence des opinions personnelles des représentants des différentes parties prenantes lors de la pondération des critères; (ii) prendre en compte les contributions des experts dans l'élaboration et la documentation des options d'exploitation des potentiels hydroélectriques du Konkouré. Enfin, notons que l'ensemble de ces résultats (liste des parties prenantes, critères et indicateurs et système de pondération) constitue les éléments de base nécessaires au processus d'analyse multicritère de l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, qui sera présenté dans le prochain chapitre.

PARTIE III

L'ÉES APPLIQUÉE À L'EXPLOITATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE DU BASSIN DU KONKOURÉ : RÉSULTATS ET ENSEIGNEMENTS

CHAPITRE VII

ÉVALUATION COMPARATIVE DES OPTIONS D'EXPLOITATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE DU BASSIN DU KONKOURÉ

Ce chapitre présente les éléments de base et les résultats du processus d'aide multicritère et multi-acteurs à la décision mis en place pour l'évaluation comparative des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, en Guinée. Certaines données de base nécessaires au processus sont déjà acquises. Il s'agit de la liste des parties prenantes, des critères (chapitre 6) et de l'importance (poids) accordée aux critères par les acteurs. Ces données, constituant des intrants du processus, sont le résultat de l'application de démarches méthodologiques et de modèles proposés dans les chapitres 4, 5 et 6. L'élaboration des options d'aménagement du bassin du Konkouré, ainsi que la détermination des fonctions de préférence, effectuées au nom des acteurs, y sont présentées. Ces éléments complètent les intrants nécessaires au processus. Ce chapitre expose aussi les résultats de l'évaluation technique des effets (positifs et négatifs) des options sur l'environnement et les activités socioéconomiques, ce qui permet d'aboutir à la constitution du tableau de performances des options sur les différents critères. Enfin, il expose les résultats produits par le logiciel DECISIONLAB et leurs interprétations : les profils des options sur les critères et acteurs, les rangements individuels et de groupe selon PROMETHÉE I et II, les plans GAIA-critères et GAIA-acteurs, les analyses multi-acteurs. À partir d'analyses de sensibilité, une discussion est réalisée sur la robustesse des rangements aux variations des poids des critères et de certaines hypothèses d'évaluation des options. Ces analyses permettent de simuler, dans un contexte réaliste, l'accompagnement d'une négociation multi-acteurs, en mettant l'accent sur la recherche de consensus concernant les enjeux conflictuels.

7.1 Options d'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré

Dans la description du contexte géographique de l'étude (chapitre 2), nous avons présenté quatre sites aménageables pour la production hydroélectrique (Garafiri, Souapiti, Kaléta et Amaria), dont un déjà en exploitation, à savoir le site de Garafiri. Plusieurs combinaisons de ces sites sont possibles pour concevoir des options (scénarios) d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré.

Pour enrichir la conception des options d'exploitation dans le cadre de cette étude, nous prenons en compte, en plus des possibilités d'aménagements citées plus haut :

- 1- les utilisations potentielles de l'énergie produite qui dépendent des types de partenaires impliqués dans la recherche de financement (diversité des types de promoteurs);
- 2- les

mesures techniques possibles pour réduire les menaces sur l'environnement naturel et le bien-être des populations riveraines, aussi bien dans le bassin continental que dans les zones estuariennes et côtières (intégration de mesures d'atténuation dès la conception).

Sur la base de ces éléments, plusieurs options d'aménagement sont proposées pour l'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré. Certaines ont déjà été envisagées dans le passé (Options traditionnelles), d'autres ont été construites dans le cadre de notre étude, lors de la réunion de groupes thématiques avec les services techniques de la Direction nationale de l'énergie et la société électrique de Guinée (EDG). Il s'agit des Options écologiques, qui intègrent des mesures de réduction des effets sur l'environnement, et des Options en coopération, qui impliquent des acteurs régionaux afin de faciliter la recherche de financement.

7.1.1 Options traditionnelles

Les options déjà envisagées sont décrites ci-dessous :

- Garafiri seul (Statu quo) : elle correspond au maintien de la situation actuelle d'exploitation du Konkouré. Le seul aménagement envisagé est celui du site de Garafiri, déjà fonctionnel. Les caractéristiques techniques de cette option sont déjà présentées (chapitre 2). Les objectifs de cette option sont : la production d'énergie pour la consommation domestique à Conakry et en Moyenne Guinée (Système Kinkon), et la régularisation du débit aval pour l'amélioration du potentiel hydroélectrique du site de Kaléta. Ce barrage de 75 MW de capacité installée est opérationnel depuis le début de l'année 2000. L'implantation de sa retenue d'eau (7 600 ha) a entraîné le déplacement de 19 villages, soit 2 117 personnes. Le débit enregistré en aval des turbines est de 60 m³/s.
- Combinaison Garafiri + Souapiti avec tunnel (GSK_Tunnel) : elle suppose qu'en plus du barrage de Garafiri (déjà fonctionnel), un complexe Souapiti-Kaléta soit réalisé, comprenant un barrage et une centrale. Le réservoir du barrage, d'une superficie de 65 200 ha, est implanté au site de Souapiti (cote 230 IGN), alors que la centrale est située au pied de la chute de Kaléta, à la cote 58 IGN, avec une puissance de 525 MW. Les deux installations sont reliées par un tunnel de conduite d'eau de 6 km. L'énergie ferme produite dans ce cas est de 3 095 GWh/an. Les résultats de nos enquêtes montrent que l'énergie produite par cette option serait presque intégralement destinée au secteur minier et à la demande sociale.

- Combinaison Garafiri + Kaléta à la cote d'exploitation 125 (GK125_Coop) : cette combinaison considère l'exploitation de Kaléta à sa cote maximale, soit à 125 m. La cote de restitution étant à 60 m, la puissance installée est de 140 MW. En incluant le barrage de Garafiri, cette option aura une puissance installée totale de 215 MW, soit une énergie totale productible de 1 699 GWh. Dans cette option, une nouvelle retenue d'eau s'étendant sur près de 500 ha serait installée à Kaléta (figure 7.1). Cette retenue d'eau inonderait le site de Souapiti, rendant plus complexe et moins sécuritaire la construction d'un éventuel barrage à cet endroit. Par contre, seulement cinq nouvelles agglomérations seront déplacées, dont quatre hameaux et un village de taille moyenne.
- Selon nos enquêtes, la réalisation de cette option est peu envisagée par les promoteurs nationaux (Direction nationale de l'énergie, Projet intégré du Konkouré). Cependant, elle pourrait correspondre à l'une des variantes du projet d'aménagement de Kaléta dans le cadre du Projet d'interconnexion des réseaux électriques de l'OMVG (Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie), qui relierait la Guinée, le Sénégal, la Gambie et la Guinée Bissau. Il est intéressant de l'intégrer dans notre analyse comparative, étant donné qu'elle fait partie des moins coûteuses. Notons que l'aménagement du site de Kaléta (118 MW) est actuellement en étude par l'OMVG, avec partage qui donnerait à l'interconnexion régionale 60 % de la production d'énergie. Les 40 % restant serviraient à la satisfaction des besoins du réseau national (Basse Guinée et Moyenne Guinée), et à l'approvisionnement du secteur minier.
- Combinaison Garafiri + Souapiti à la cote d'exploitation 230 + Kaléta à la cote d'exploitation 110 (GSK_110) : dans ce cas, la cote maximale d'exploitation de Souapiti serait de 230 m, et sa cote de restitution, de 110 m. Alors que la cote d'exploitation de Kaléta serait de 110 m, et sa cote de restitution, de 60 m. Il s'agit de faire en sorte que l'exploitation de l'un ou l'autre des sites n'empêche pas la mise en valeur de la seconde (figure 7.1). Cette option est l'un des scénarios actuellement envisagé par le Projet intégré du Konkouré (PIK et ministère des Mines). L'énergie produite vise à répondre essentiellement aux besoins du secteur minier, à la satisfaction de la demande sociale et, dans une très faible proportion à l'exportation vers d'autres pays limitrophes, dont le Sierra Leone (PIK, 2005). La planification de l'opération prévoit une période de neuf à dix ans, avec une mise en exploitation progressive des sites de Kaléta et de Souapiti, suivant le schéma ci-après :

- trois ou quatre années après le démarrage des études détaillées et des travaux de réalisation, la construction du barrage de Kaléta est finalisée. Celui-ci est rendu opérationnel pendant l'année quatre, avec la mise en fonction de trois tribunes sur quatre prévues. Cela correspondrait à une production de 118 MW;
- le barrage de Souapiti, dont les études et travaux sont réalisés parallèlement, et mis à l'eau trois ans plus tard. C'est à ce moment que la quatrième turbine de la centrale de Kaléta est mise en fonction, complétant la puissance installée à 157 MW;
- enfin, la mise en fonction de la centrale de Souapiti (412 MW) a lieu un ou deux ans plus tard, après la construction des infrastructures de transport d'énergie pour sa connexion au réseau électrique.

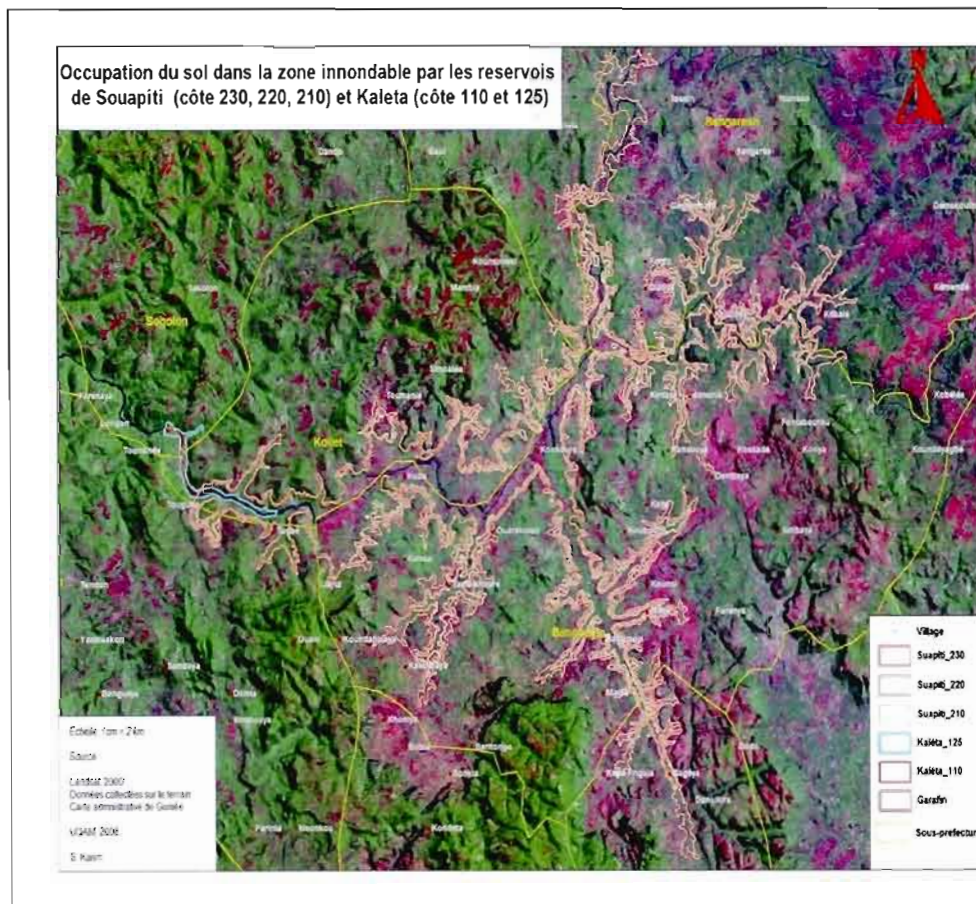


Figure 7.1 : Carte de quelques éléments environnementaux menacés par les futurs réservoirs des options GK125_COOP et GSK_110

- Combinaison Garafiri + Souapiti + Kaléta + Amaria (GSK_Am) : dans les années 1960, le projet de mise en valeur du potentiel hydroélectrique du Konkouré comprenait, en plus de Garafiri, Souapiti et Kaléta, l'exploitation du site d'Amaria (205 MW). L'ajout de ce dernier site permettrait une production supplémentaire de 1 068 GWh. La production de cette énergie supplémentaire entraînerait au barrage d'Amaria l'implantation d'un réservoir de plus de 50 000 ha, et un débit aval restitué supérieur à 500 m³/s (figure 7.2). L'aménagement de ce site a été souvent écarté compte tenu de l'ampleur des ses effets sur l'estuaire du Konkouré (forte perte des fonctions écologiques et socioéconomiques), du risque d'inondation de plusieurs portions de routes nationales et du déplacement massif de populations qu'il pourrait entraîner. Seulement 10 % de la production d'énergie est concédée aux pays voisins.

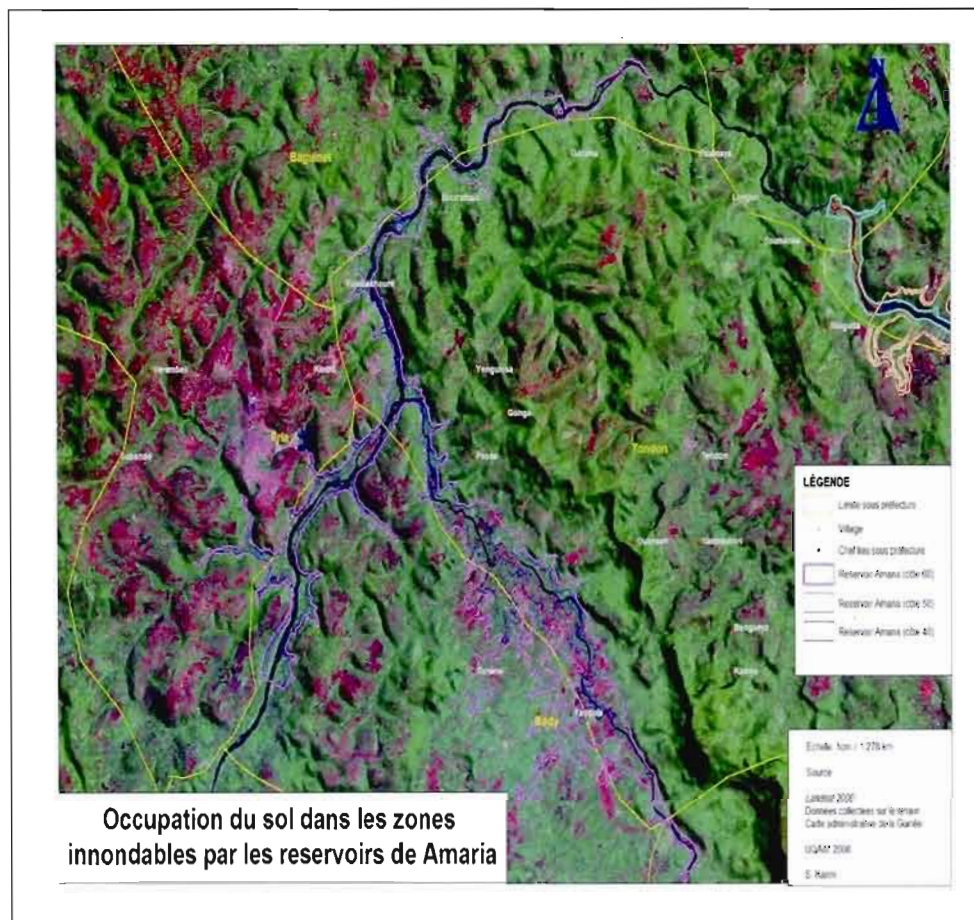


Figure 7.2 Carte de quelques éléments environnementaux menacés par le futur réservoir de l'aménagement hydroélectrique d'Amaria

7.1.2 Options écologiques

Lors des échanges entre les parties prenantes, plusieurs initiatives techniques visant à réduire la superficie inondée et les menaces de perturbation en estuaire ont été proposées. La prise en compte de ces initiatives permet de construire deux options qui s'inscriraient dans la perspective de recherche de consensus entre les acteurs.

- Combinaison Garafiri + Souapiti_220 + Kaléta_110 + Amaria_50 + Régulation débits estuaire (GS220K_Am50) : elle consiste à réduire l'inondation par la baisse des cotes d'inondation aux sites de Souapiti (figure 7.3) et d'Amaria (figure 7.4). La gestion

hydraulique du réservoir d'Amaria viserait le maintien des débits entrant en estuaire à moins de 350 m³/s pendant la saison sèche. Cela permettrait d'assurer l'exploitation optimale des sites en amont (Garafiri, Souapiti et Kaléta) et de générer une certaine quantité d'énergie supplémentaire à celle produite par ces trois sites, sans compromettre l'intégrité de l'écosystème de mangroves en estuaire. Cependant, la puissance installée à Amaria serait de l'ordre de 117 MW au lieu de 205 MW. Cette option permettrait d'éviter l'inondation de huit gros villages liés à la retenue de Souapiti (Kondoya, Kébalé, Simania, Dembaya, Kansounya, Bagueya, Mela et Toumbikhoré), et d'autres villages et hameaux liés à celle d'Amaria (Badi, Tanènè, Taguiya, etc.). Elle permettrait aussi d'épargner un nombre plus important de hameaux et de villages exposés au risque d'aggravation des maladies hydriques, du fait de leur proximité des plans d'eau (rayon de 1,5 km). De plus, la superficie des terres cultivables inondables serait réduite. La réduction de la superficie inondée se traduirait par une réduction concomitante du stock halieutique, mais dans une proportion relativement faible.

- Combinaison Garafiri + Souapiti_230 + Kaléta_110 + Amaria_60 + implantation de digues de protection et de régulation des débits en estuaire (GSKAm_Digues) : elle consiste à réduire la superficie des terres inondées sans modifier les volumes oscillants dans les différents réservoirs. Pour ce faire, il est envisageable d'implanter des digues de protection sur certains bras secondaires dans les réservoirs de Souapiti et d'Amaria (figures 7.3 et 7.4). Selon le lieu d'implantation des digues, jusqu'à huit villages peuvent être épargnés de l'inondation et une vingtaine de villages et hameaux exclus de la zone exposée au risque de prolifération des agents vecteurs de maladies hydriques. La perte de terres cultivables serait davantage réduite que dans l'option précédente. Malgré la réduction de la superficie inondée, le maintien du volume oscillant permettrait de conserver le stock halieutique à une valeur comparable à celle de l'option du complexe Garafiri-Souapiti_230-Kaléta_110-Amaria_60. Selon les spécialistes ayant participé aux réunions thématiques tenues à EDG, la construction de ces digues augmenterait les coûts de réalisation d'au moins 60 %. Cette option pourrait être réalisée par un regroupement de plusieurs promoteurs (gouvernement guinéen, OMVG, gouvernement sénégalais) ou par le gouvernement guinéen seul (associés à ses partenaires du secteur minier).

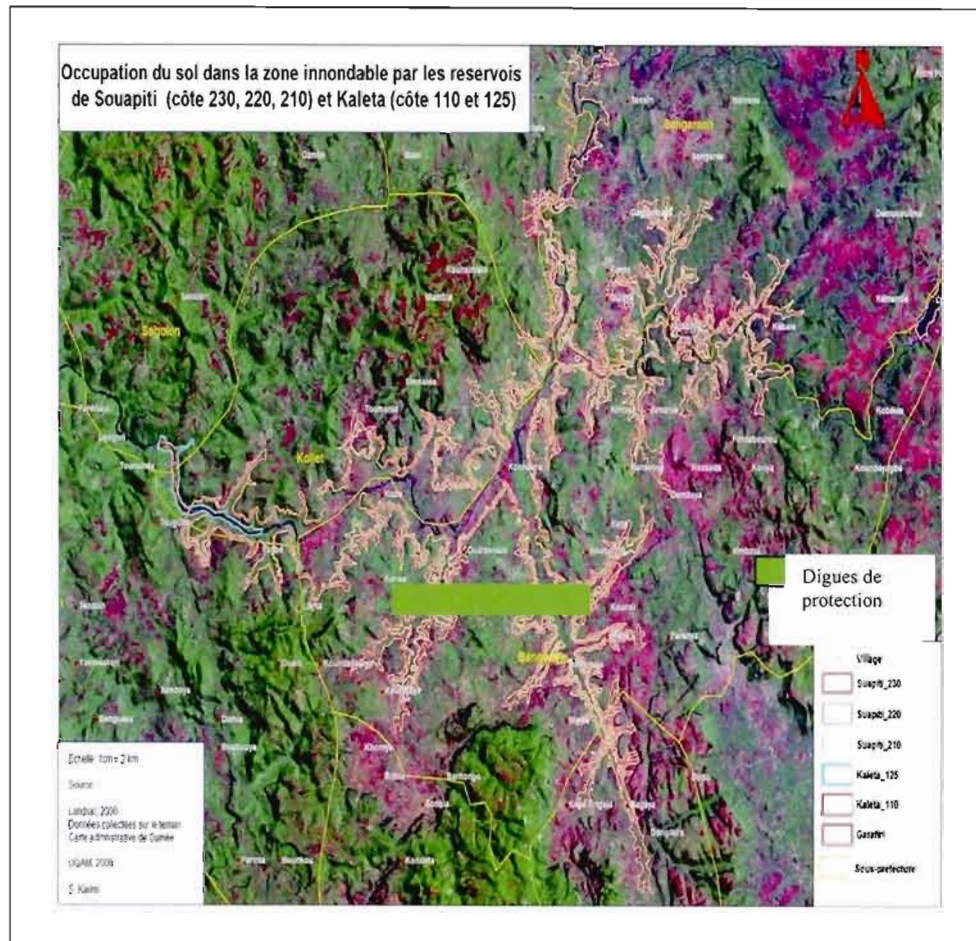


Figure 7.3 : Carte des endiguements sur le futur réservoir de Souapiti

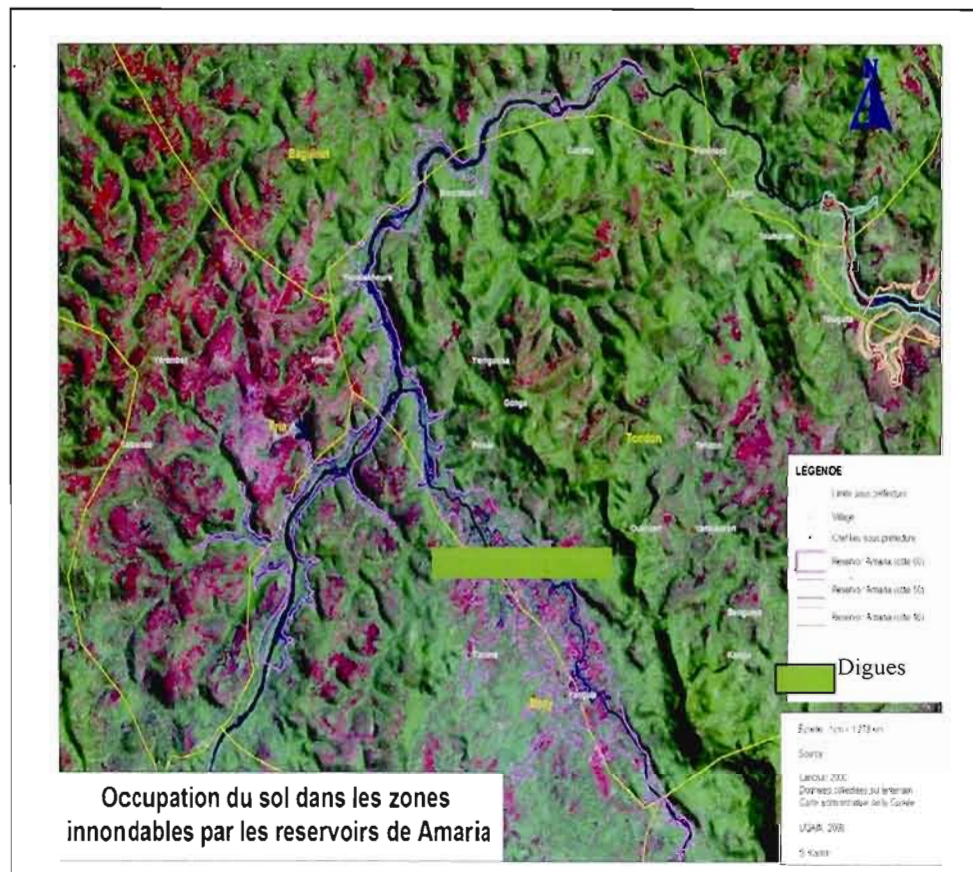


Figure 7.4 Carte des endiguements sur le futur réservoir d'Amaria

7.1.3 Options en coopération

Les options en coopération consistent à réaliser le complexe Garafiri-Souapiti-Kaléta ou Garafiri-Souapiti-Kaléta-Amaria, tels qu'exposés ci-dessus, mais avec le regroupement des promoteurs que sont le gouvernement guinéen, l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG) et le gouvernement sénégalais. Rappelons que la première phase de cette option, l'aménagement du site de Kaléta (118 MW), est actuellement à l'étude par l'OMVG. Des négociations sont en cours entre les gouvernements guinéen et sénégalais pour un projet d'aménagement hydroélectrique au site de Souapiti. Le site d'Amaria pourrait, quand à lui, être réservé aux partenaires du secteur minier ou être réalisé avec les mêmes acteurs régionaux.

Dans tous les cas, lorsqu'une option est réalisée en coopération avec les acteurs régionaux, 40 % de sa production totale d'énergie est concédée à l'interconnexion

régionale. En contrepartie, l'implication des acteurs régionaux comme l'OMVS, le gouvernement sénégalais, etc., permettrait de faciliter l'accès aux financements et d'accroître la faisabilité économique. Les options suivantes sont proposées en mode coopération :

- la combinaison (Garafiri + Souapiti + Kaléta) réalisée en coopération (GSK110_Coop);
- la combinaison (Garafiri + Souapiti_230 + Kaléta_110 + Amaria_60) réalisée en coopération (GSKAm_Coop);
- la combinaison (Garafiri + Souapiti_230 + Kaléta_110 + Amaria_60 + implantation de digues de protection et régulation des débits en estuaire) réalisée en coopération (GSKAm_Digues_Coop).

Le tableau 7.1 regroupe la description des options, avec des précisions sur les aménagements qui les composent, et les types de promoteurs associés à leur réalisation.

7.2 Critères et indicateurs

Rappelons qu'un processus participatif impliquant la plupart des acteurs concernés par la mise en valeur du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré a permis d'identifier des critères (tableau 6.3a, b, c et d). Ces critères sont repris ci-dessous, avec les abréviations correspondantes utilisées dans le traitement des données :

- Critères économiques
 - Cr1 : Niveau de satisfaction de la demande d'énergie
 - Cr2 : Contraintes technicoéconomiques (coût au KWh)
- Critères d'impacts de l'implantation des réservoirs
 - Cr3 : Apport de la pêche (stock halieutique dans les retenues)
 - Cr4 : Perte agricole
- Critères d'impacts en estuaire
 - Cr5 : Perturbation de l'écosystème de mangroves
 - Cr6 : Perte d'habitats des oiseaux migrateurs (érosion des vasières)
- Critères sociaux, culturels et sanitaires
 - Cr7 : Population déplacée
 - Cr8 : Risque sanitaire (nombre de personnes exposées aux risques de nouvelles maladies)
 - Cr9 : Perte culturelle

C'est en fonction de ces critères que l'évaluation comparative des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré sera effectuée.

7.3 Évaluation de la performance des options sur les critères

Les puissances productibles, les tailles des réservoirs et les débits restitués varient selon les options. Il est prévisible que les options envisagées n'aient pas les mêmes performances sur les différents critères. L'évaluation de la performance d'une option se fait à partir des critères économiques, des critères d'impacts positifs et négatifs potentiels sur l'environnement biophysique du bassin continental et sur celui de l'estuaire, ainsi que sur l'environnement humain.

7.3.1 Performance des options sur les critères économiques

a) Cr1 : Niveau de satisfaction de la demande d'énergie

Les productions d'énergies réelles pour les différents sites aménageables sont présentées dans le tableau 7.2a. Ces valeurs sont calculées à partir de la formule suivante (<http://forums.futura-sciences.com/physique/204452-centrale-hydro-electrique.html>) :

Énergie électrique réellement disponible = (Puissance installée) * (365 jours) * (24 heures) *
(facteur d'utilisation) * (facteur de disponibilité)

Le facteur d'utilisation qui est lié à l'obligation d'entretien des installations est estimé à 0,85 pour les aménagements hydroélectriques. Le facteur de disponibilité (*availability factor*) est estimé à 0,59 pour les milieux tropicaux.

Les composantes suivantes de la demande énergétique totale à satisfaire sont retenues : la demande sociale en énergie pour les régions de la Basse Guinée et de la Moyenne Guinée à l'horizon 2015, la demande énergétique du secteur minier guinéen et la demande énergétique de l'interconnexion régionale. L'hypothèse retenue pour l'utilisation de la production énergétique, qui traduit les données et informations actuelles, ainsi que les opinions des parties prenantes, mentionne :

- la nécessité de satisfaire intégralement la demande sociale en énergie pour les régions de la Basse Guinée et de la Moyenne Guinée à l'horizon 2015. Ces régions qui renferment les plus grands centres urbains et les plus importantes unités industrielles et commerciales

sont desservies par le Réseau électrique Conakry-Kindia. La figure 1.3a (dans le chapitre 1) présente une projection de l'évolution de la demande énergétique de ce réseau;

- l'obligation de concéder une partie de l'énergie produite à l'interconnexion électrique entre la Guinée et les autres pays de la sous-région, en contrepartie de l'implication des organisations régionales (OMVG, OMVS) à titre de promoteurs. Cela faciliterait l'obtention de fonds nécessaires à la réalisation des aménagements hydroélectriques dans le bassin du Konkouré. Les apports pour l'interconnexion régionale sont fixés selon le cas : 40 % pour les options dites de coopération (réalisées avec les partenaires régionaux) et 10 % pour les autres options;
- l'affectation du reste de l'énergie disponible au secteur minier guinéen, après la satisfaction de la demande sociale et de l'obligation envers les partenaires régionaux, sachant que ces derniers ont déjà des sources d'approvisionnement énergétique propres, bien que limitées.

Le niveau de satisfaction de la demande énergétique est donc mesuré par la quantité d'énergie qu'une option est capable de fournir au secteur minier guinéen (tableaux 7.2b et 7.2c).

Tableau 7.2a Production d'énergie par les principales options d'aménagements des sites connus dans le bassin du Konkouré (Sources : BECEOM (1990); Coyne et Bellier, EDF (1989); Coyne et Bellier, EDF (1990); Coyne et Bellier, EDF (1999); OMVG (2007))

Sites	Puissance (MW)	Énergie (GWh)
Garafiri	75	329
Kaléta_110	157	589,72
Kaléta_125	178	784
Souapiti_230	515	2 262,47
Souapiti_220	493	2 164,10
Amaria_60	205	900,59
Amaria_50	171	750,49
Souapiti_Tunnel	525	2 306,39

Tableau 7.2b Énergie réellement produite par les différentes options d'exploitation du Konkouré

Énergie réellement produite par les différentes options (MWh)								
	Statu quo	GK_125	GSK_110	GSK_Tunnel	GSK_Am	GSK220K_Am50	GSK110_Coop	GSK220K_Am50_Coop
Garafiri	329,4855	329,4855	329,4855	329,4855	329,4855	329,4855	329,4855	329,4855
Kaléta_125	0	589,080136	0	0	0	0	0	0
Kaléta_110	0	0	689,72298	0	689,72298	689,72298	689,72298	689,72298
Souapiti	0	0	2 262,4671	2 306,3985	2 262,4671	2 164,098965	2 262,4671	2 164,098965
Amaria	0	0	0	0	900,5937	750,49475	0	750,49475
Énergie totale produite	329,49	918,57	3 281,68	2 635,88	4 182,27	3 933,80	3 281,66	3 933,80

Tableau 7.2c Apport d'énergie au secteur minier par les options d'exploitation du Konkouré (horizon 2015)

Affectation de l'énergie à la satisfaction des différents besoins, selon les options d'exploitation du Konkouré (MWh)								
	Statu quo	GK125	GSK110	GSK_Tunnel	GSKAm	GSKAm_Éco	GSK110_Coop	GSKAm_Éco_Coop
Production thermique actuelle	136,656	136,656	136,656	136,656	136,656	136,656	136,656	136,656
Production du système de Samou	245,28	245,28	245,28	245,28	245,28	245,28	245,28	245,28
Garafiri	329	329	329	329	329	329	329	329
Kaléta_125	0	589	0	0	0	0	0	0
Kaléta_110	0	0	689,72298	0	689,72298	689,72298	689,72298	689,72298
Souapiti	0	0	2 262,4671	2 306,3985	2 262,4671	2 164,10	2 262,4671	2 164,10
Amaria	0	0	0	0	900,5937	750,49475	0	750,49475
Total offre	711,4215	1 300,50164	3 663,61158	3 017,82	4 564,2063	4 315,738195	3 663,61158	4 315,738195
Besoin domestique (Réseau Ckry-Kindia)	1230	1230	1 230	1 230	1 230	1 230	1 230	1 230
Reste ou déficit	-518,5785	70,5016364	2 433,61158	1 787,82	934,1	3 085,738195	2 433,61158	3 085,738195
Énergie affectée à l'interconnexion régionale	0	28,2006545	243,361158	1 78,782	93,41	308,5738195	973,444632	1 234,295278
Énergie disponible pour le secteur minier	0	63,45	2 190,25	1 609,04	3 000,78	2 777,16	1 460,17	1 851,44

b) Cr2 : Indice de contraintes technicoéconomiques

Il dépend du coût au KWh de l'option et de la capacité de mobilisation du financement par les promoteurs.

Le calcul des coûts est basé sur des données tirées de différentes études de faisabilité réalisées pour les barrages de Garafiri, Kaléta et Souapiti (Coyne et Bellier, EDF, 1999; BECEOM, 1990; OMVG, 2007 et www.lesoleil.sn). Ces coûts prennent en compte la construction des barrages, les postes et lignes pour le transport d'énergie électrique, les dépenses liées à la protection de l'environnement et au déplacement de populations. Nous n'avons pas pu obtenir les données sur les coûts d'exploitation. En considérant le taux d'actualisation égal à 4,5 % et « d » comme la différence entre l'année d'actualisation (2008) et l'année d'évaluation réelle (« d » est égal à 10 pour les coûts évalués en 1995, à 7 pour les coûts évalués en 2001 et à 3 pour ceux évalués en 2005), le coût actualisé au dollar de l'année 2008 est estimé pour chaque site aménageable comme suit :

$$\text{Coût (\$US}_{2005}) = (\text{Coût d'évaluation réelle}) * (1 + 0,045)^d$$

Tableau 7.3a Coûts de construction des aménagements hydroélectriques

Aménagement hydroélectrique	Coût estimé (\$M US)	Année d'estimation	Différence (année d'évaluation. et année d'actualisation)	Facteur d'actualisation	Coût (en M\$ US 2008)
Garafiri	271	1995	13	1,77	480,27
Kaléta_125	182,4	2001	7	1,36	248,22
Kaléta_110	152	2001	7	1,36	206,85
Souapiti_230	605	2005	3	1,14	690,41
Souapiti_220	574,75	2005	3	1,14	655,89
Souapiti_Digues	665,5	2005	3	1,14	759,45
Amaria_60	450	2005	13	1,77	797,49
Amaria_50	427,5	2005	13	1,77	757,61
Amaria_Digues	495	2005	13	1,77	877,24

Le calcul du coût total par KWh pour les différentes options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré est la somme du Coût de construction (tableau 7.3b) et du Coût d'entretien. Le Coût d'entretien, non évalué, pourrait être élevé (près de la moitié du Coût de construction), à cause de l'importance de la vitesse de sédimentation dans le bassin du Konkouré, qui entraînerait une élévation de fréquence du curage des réservoirs et des entretiens mécaniques fréquents des turbines. À titre d'exemple, en moins de dix ans d'exploitation du barrage de Garafiri, son fonctionnement normal nécessite déjà un curage de son réservoir et des entretiens importants ont été effectués sur ses turbines. De son côté, le Coût de construction du KWh que nous considérons dans cette évaluation prend en compte la quantité d'énergie réellement produite dont les valeurs sont déjà calculées (tableau 7.2b). Il tient également compte de la durée de vie des barrages, estimée à 50 ans, en général, pour les aménagements hydroélectriques. La formule utilisée pour le calcul du coût par KWh est la suivante :

$$\text{Coût de construction par KWh} = (\text{Coût total actualisé}) / 50 * 1 / (\text{Énergie réellement produite}) * 100$$

Tableau 7.3b Estimation des coûts (en cents \$/KWh) pour les options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré

Options	Énergie totale (MWh)	Coût en M\$US 2008	Coût de construction (Cents US/KWh)	Coût de construction (Cents CND/KWh)
Statu quo	329,4855	480,27	2,9	3,5
GK 125	918,5665	728,49	1,6	1,9
GSK 110	2 635,884	1 377,52	1,04	1,3
GSK110 Coop	2 635,884	1 377,52	1,04	1,3
GSK Tunnel	3 281,6756	1 481,22	0,9	1,1
GSK Am	4 182,2692	2 175,01	1,04	1,2
GSKAm Coop	4 182,2692	2 175,01	1,04	1,2
GSK220 Am50	3 281,6756	2 100,62	1,3	1,5
GSK230Am Dignes	3 933,8021	2 323,80	1,2	1,4
GSK230Am60_Dignes_Coop	3 933,8021	2 323,80	1,2	1,4

Les coûts de construction varient entre 1 et 3,5 cents de dollars canadiens par KWh. Les coûts totaux pourraient se situer entre 1,60 et 5,24 centimes par KWh, car, comme expliqué plus haut, les coûts d'entretien atteindraient la moitié des coûts de production. Ainsi, le coût total moyen du KWh pour nos options est donc de 2,38 centimes de dollars canadiens. Enfin, il convient de tenir compte des contraintes de mobilisation financière, qui dépendent essentiellement de la crédibilité des promoteurs en présence. En effet, l'instabilité politique et la « mal gouvernance », sont des facteurs limitants pour l'obtention du financement par l'État guinéen seul. Les organisations régionales (OMVG et OMVS), qui comptent sur les apports de leurs pays concernés, les emprunts auprès des partenaires au développement, des privés des particuliers, ont une capacité nettement plus élevée pour la mobilisation de financement. Ainsi, nous introduisons un facteur de contrainte économique, qui sera plus élevé lorsque l'État guinéen est le seul promoteur ($f = 1,2$) et est réduit lorsque des organismes régionaux agissent comme promoteurs ($f=0,90$). L'estimation des indices de contrainte technicoéconomique des différentes options est la suivante :

$$\text{Indice de contrainte technicoéconomique} = (\text{Coût de l'énergie par KWh}) * (\text{Facteur de contrainte})$$

Tableau 7.3c Indices de contrainte technicoéconomique pour les différentes options d'exploitation du bassin du Konkouré

Options	Coût de construction (centime/KWh)	Facteur de contrainte de mobilisation de financement	Indice de contrainte économique
Statu quo	3,498291553	1,2	4,2
GK125 Coop	1,903364881	0,9	1,7
GSK 110	1,254247892	1,2	1,5
GSK110 Coop	1,254247892	0,9	1,1
GSK Tunnel	1,083264512	1,2	1,3
GSK Am	1,248131932	1,2	1,5
GSKAm Coop	1,248131932	0,9	1,1
GSK220 Am50	1,536250715	1,2	1,8
GSK230Am60 Dignes	1,417742452	1,2	1,7
GSK230Am60_Dignes_Co op	1,417742452	0,9	1,3

7.3.2 Performance des options sur les critères d'impacts de l'implantation des réservoirs

Les options d'exploitation sont composées d'un ou de plusieurs aménagements hydroélectriques ayant des réservoirs plus ou moins importants. Le réservoir de Souapiti est nettement plus grand que ceux des autres barrages. L'inondation entraînée par l'implantation de ces réservoirs amène des problèmes sociaux, économiques et culturels. Ces réservoirs constituent des plans d'eau qui apportent d'importantes quantités de ressources halieutiques, dont l'exploitation permet la génération de revenus pour les populations locales. L'apport de la pêche à l'économie locale est évalué par le critère Stock halieutique. Il permet d'atténuer les pertes monétaires dues à l'inondation des terres agricoles et des espaces de pâturage.

a) Cr3 : Apport de la pêche (stock halieutique dans les retenues)

Il est évalué en tenant compte des volumes des réservoirs (qui prennent en compte les superficies et les hauteurs moyennes dans les retenues d'eau) et de la densité des ressources halieutiques dans le réservoir de Garafiri. La densité halieutique du réservoir de Garafiri est évaluée en fonction du stock estimé et du volume du réservoir. Elle est de 0,28125 tonne par hm^3 (Coyne et Bellier, EDF, 1999).

Tableau 7.4 : Évaluation des stocks halieutiques par option

Options	Nombre de barrages	Volume total des plans d'eau (hm^3)	Stock de poissons (tonnes)
Statu quo	1	1 600	450
GK 125	2	1 792	504
GSK Tunnel	2	14 805	4 164
GSK 110	3	14 882	4 186
GS230K Am60	4	16 502	4 641
GS230KAm60 Dignes	4	16 502	4 641
GS220K Am50	4	11 804	3 320
GSK110 Coop	3	14 882	4 186
GS230KAm60 Dignes Coop	4	16 502	4 641
GS230KAm60 Coop	4	16 502	4 641

Le tableau 7.4 montre que l'augmentation de l'apport de la pêche à l'économie locale semble important pour toutes les options, notamment celles qui intègrent le site de Souapiti. Cet apport est considéré comme le principal moyen pour atténuer les pertes monétaires dues à l'inondation des terres agricoles et des espaces de pâturage.

b) Cr4 : Perte agricole

Elle est évaluée en prenant en compte les superficies de terres cultivables dans les zones inondées. Les terres cultivables comprennent les terres fertiles et moyennement fertiles. Les terres catégorisées peu fertiles et non fertiles ont été exclues du calcul (figure 7.5). Le calcul est effectué au moyen d'un système d'information géographique par superposition des couches, à l'aide du logiciel cartographique MapInfo. En effet, les superficies des terres agricoles inondées correspondent à celles des polygones formés par les intersections des zones agricoles fertiles et moyennement fertiles et les superficies inondées (qui varient selon les options d'aménagement). Le tableau 7.6a ci-dessous présente l'importance des pertes de terres cultivables perdues à cause du périmètre inondé, selon les différentes options à l'étude.

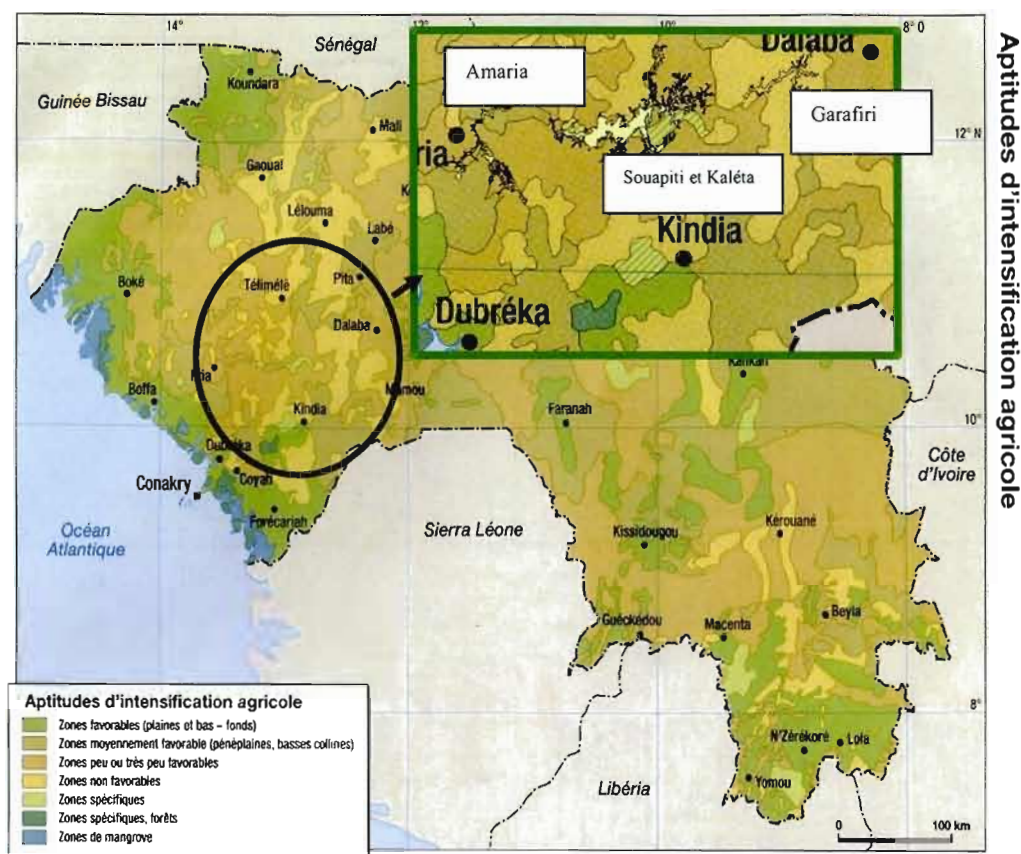


Figure 7.5 Classification des terres agricoles et surfaces de terres fertiles inondables (Source : Atlas cartographique de la Guinée, GTZ (2000), base de données SIG)

Les superficies de terres agricoles inondables pour les différentes options sont calculées à partir de ces valeurs (tableau 7.6a), en tenant compte des aménagements qui composent ces options. Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau 7.6.b ci-dessous.

Tableau 7.5a Pertes de terres cultivables entraînées par les différents sites aménageables

Sites aménageables	Terres cultivables perdues (ha)
Garafiri	1 700
Kaléta 125	137,22
Kaléta 110	57,99
Souapiti 220	1 1307,03
Souapiti 230	13 675,05
Amaria 50	1 188,87
Amaria 60	2 500,80
Amaria Dignes	1 560,88
Souapiti Dignes	13 675,05

Tableau 7.5b Pertes de terres cultivables entraînées par les différentes options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré

Options d'exploitation du Konkouré	Terres cultivables perdues (ha)
Statu quo	1 700
GK 125	1 837,22
GSK Tunnel	15 375,05
GSK 110	15 433,04
GS230K_Am60	17 933,04
GS230KAm60 Dignes	17 933,04
GS220K_Am50	14 253,91
GSK110 Coop	15 433,04
GS230KAm60_Dignes_Coop	17 933,04

7.3.3 Performances des options sur les critères d'impacts en estuaire

Cómmé démontré dans le cadre de l'analyse des impacts du barrage de Garafiri (chapitre 5), l'importance des impacts du fonctionnement des aménagements hydroélectriques sur l'estuaire du Konkouré dépend des débits restitués des options d'exploitation envisagées. Le débit en aval d'une option correspond au débit restitué au barrage le plus en aval de cette option. Selon l'option considérée, le barrage aval peut être celui de Garafiri (option Statu quo), de Kaléta (options qui combinent les sites de Garafiri, Souapiti, Kaléta à la cote 125 m ou la cote 110 m), ou d'Amaria (options incluant ce site). Les débits restitués à l'exutoire des ces barrages (tableau 7.6a) sont calculés en tenant compte de la puissance installée du site, la hauteur de chute et le facteur d'utilisation des turbines (85 %), selon la formule mentionnée dans le chapitre 5 (section 5.4.2.1).

Tableau 7.6a Débits aval des options d'exploitation du Konkouré (Source : Coyne et Bellier, EDF (1989); OMVG (2007))

Variante d'aménagement	Dernier barrage en aval	Puissance installée (MW)	Hauteur de chute d'eau (m)	Débit restitué (m ³ /s)	
				Max.	Min.
Statu quo	Garafiri	75	-	60	50
GK 125	Kaléta	167	65	308	231
GSK 110	Kaléta	157	50	376	282
GSK Tunnel	Kaléta	525	172	366	275
GSK_Am60	Amaria à la cote 60	205	50	491,70	369
GS220K_Am50	Amaria à la cote 50	91	40	272,83	205
GSKAm60_Digues (avec régulation des débits)	Amaria à la cote 60	205	50	350	300

Les apports d'eau douce en estuaire en période d'étiage sont mesurés par le débit à la station hydrométrique de Yékémato. Les débits à la station hydrométrique de Yékémato peuvent être estimés à partir des débits restitués des différentes options, présentées dans le tableau 7.7a. Pour l'option Statu quo, qui comprend seulement le barrage de Garafiri, les valeurs de débits ont été observées et mesurées dans le cadre du suivi environnemental du barrage de Garafiri (PIG, 2003). Lorsque le site en aval est Amaria, le débit observé à Yékémato est égal au débit restitué du barrage de ce site, car, dans ce cas, aucun apport de cours d'eau secondaires ne s'ajoute. Lorsque le barrage en aval est celui de Kaléta, l'équation de corrélation ci-dessous permet d'estimer les débits d'étiage à Yékémato (chapitre 5, section 5.4.2.2). Le coefficient de corrélation (R^2) correspondant égal à 0,87.

$$Q_Y(\text{m}^3/\text{s}) = 1,441 * (Q_K) + 14,197$$

Q_Y : débit à la station hydrométrique de Yékémato, correspondant aux apports d'eau douce en estuaire ; Q_K : débit restitué du barrage de Kaléta, selon les variantes d'aménagement

Le tableau 7.7b présente les débits à la station hydrométrique de Yékémato pour les différentes options d'exploitation du potentiel hydroélectrique du Konkouré.

Tableau 7.6b Débits fluviaux et risque d'érosion des vasières en estuaire selon les différentes options

Options	Débits en aval de l'option (m ³ /s)		Débits d'eau douce en estuaire (m ³ /s)	
	Max.	Min.	Max.	Min.
Statu quo	60*	50*	130*	80*
GK 125	308,12	231	458	376
GSK Tunnel	366,05	275	556	421
GS230K 110	376,57	282	542	410
GS230K110 Coop	376,57	282	542	410
GSK Am60	491,70	369	491,70	369
GS220K Am50	272,83	205	272,83	205
GSKAm60 Dignes (régulation)	350**	300**	350	300
GSKAm60 Dignes Coop (régulation)	350**	300**	350	300

Légende : (*) : valeurs réellement observées, (**) : valeurs préfinies par la gestion hydraulique de limiter les perturbations en estuaire (débits écologiques)

a) Cr5 : Perturbation de l'écosystème de mangroves

Dans le chapitre 5 (section 5.4), nous avons démontré qu'aussi bien en milieu terrestre qu'aquatique, le niveau de perturbation de l'écosystème de mangroves dépend de l'importance du recul du front de salinité. Il peut être évalué par un indice de perturbation (« Ip ») :

$$I_p = (L_e - R_{fs}) / L_e$$

L_e : longueur totale de l'estuaire égale à 44 km pour l'estuaire du Konkouré.

R_{fs} : distance entre l'embouchure et la limite de la remontée maximale de la salinité dans l'estuaire

Les limites supérieures de la remontée saline en saison sèche dans l'estuaire du Konkouré sont déterminées en considérant la figure 5.7. Les valeurs de débits minimaux des débits à Yékémato (tableau 7.6b) sont présentées dans le tableau 7.7. Ces valeurs correspondent à la distance entre l'embouchure et les points de salinité nulle en estuaire dans les conditions extrêmes pour les différentes options (débits minimaux de Yékémato en période d'étiage pendant les marées de vives eaux).

Tableau 7.7 Limite de la remontée saline et perturbation de l'écosystème de mangroves dans l'estuaire du Konkouré selon les options d'exploitation hydroélectrique

Options	Limite remontée saline (km)	Indice de perturbation de l'écosystème de mangroves
Cdt. Naturelle	44	0,00
Statu quo	32	0,27
GK_125	28	0,36
GSK_Tunnel	18	0,59
GS230_Kal110	18	0,59
GS230Kal110_Coop	18	0,59
GS230K110_Am60	12	0,73
GS220K110_Am50	28	0,36
GS230K110Am60_Digues	24	0,45
GS230K110Am60_Digues_Coop	24	0,45

b) Cr6 : Perte d'habitats des oiseaux migrateurs (érosion des vasières)

L'importance de l'érosion en estuaire dépend de la force érosive et du niveau d'exposition des vasières (sensibilité du milieu). La force érosive qui varie selon les options est directement proportionnelle aux débits fluviaux à la tête de l'estuaire (débits à la station de Yékémato). Le niveau d'exposition est déterminé à partir de cartes topographiques qui présentent la configuration des chenaux.

La dynamique sédimentaire dans l'estuaire du Konkouré, avant la construction du barrage de Garafiri, était caractérisée par un équilibre dynamique entre le dépôt des matières en suspension en saison sèche et la remise en suspension de ces matières en saison des pluies. En effet, en saison des pluies, les forts débits (supérieurs à $450 \text{ m}^3/\text{s}$) arrachent des matières remises en suspension, entraînant l'érosion temporaire du lit et des berges par endroit et l'augmentation de la turbidité en estuaire. En saison sèche, la réduction des débits fluviaux à des valeurs inférieures à $250 \text{ m}^3/\text{s}$ favorise la sédimentation dans les chenaux (PIG, 2001; PIG, 2003). Cet équilibre entre l'érosion en saison des pluies et la sédimentation en saison sèche est nécessaire au maintien des principales vasières et bancs de sable permanents dans la zone du delta du Konkouré (le long du bras principal du Konkouré, du chenal du Sankiné et

de leurs embouchures) (figure 7.6). Ces vasières et bancs de sable constituent des habitats pour d'importantes colonies d'oiseaux migrateurs nicheurs. Ceux-ci pourraient être menacés d'érosion si les débits en saison sèche augmentaient considérablement.

Lorsque la mise en fonction des barrages en amont entraîne une augmentation significative des débits fluviaux en saison sèche, la sédimentation des particules remises en suspension est empêchée, ce qui perturbe le retour à l'équilibre dynamique et entraîne une érosion permanente, dont l'importance dépend de celle des débits d'étiage et de l'exposition des vasières et des bancs de sable. En effet, les débits minimaux compris entre 150 et 250 m³/s ne menacent d'érosion que la vasière de Dassafa, entre les points kilométriques Pk20 et 24. Les débits minimaux compris entre 250 et 450 m³/s sont susceptibles d'accélérer l'érosion de la vasière de Kanka (située entre les Pk10 et 15), en plus de celle de la vasière de Dassafa. Les vasières les plus importantes en superficie, situées aux embouchures, ne sont menacées que lorsque les débits minimaux en étiage sont supérieurs à 450 m³/s. L'échelle d'appréciation du risque d'érosion des vasières et bancs de sable et l'importance des pertes potentielles estimées sur la base de cette échelle sont présentées respectivement dans les tableaux 7.8a et 7.8b.

Tableau 7.8a Échelle d'évaluation de l'importance du risque d'érosion

Débits minimaux en estuaire	Importance de la perte de vasières
Inférieur à 150 m ³ /s	Faible
Entre 150 et 250 m ³ /s	Plus ou moins faible
Entre 250 et 350 m ³ /s	Moyen
Entre 350 et 450 m ³ /s	Fort
Plus de 450 m ³ /s	Très fort

Tableau 7.8b Débits fluviaux et risque d'érosion des vasières en estuaire selon les différentes options

Options	Débits en aval de l'option (m ³ /s)		Débits d'eau douce en estuaire (m ³ /s)		Risque d'érosion des vasières (de 1, très faible à 5, très fort)	
	Max.	Min.	Max.	Min.		
Statu quo	60*	50*	130*	80*	Faible	1
GK_125	308,12	231	458	376	Moyen	3
GSK_Tunnel	366,05	275	556	421	Moyen	3
GS230K_110	376,57	282	542	410	Fort	4
GS230K110_ Coop	376,57	282	542	410	Fort	4
GSK_Am60	491,70	369	491,70	369	Fort	4
GS220K_Am 50	272,83	205	272,83	205	Plus ou moins faible	2
GSKAm60_D igues (régulation)	350	300	350	300	Moyen	3
GSKAm60_D igues_Coop (régulation)	350	300	350	300	Moyen	3

Légende : (*) : valeurs réellement observées

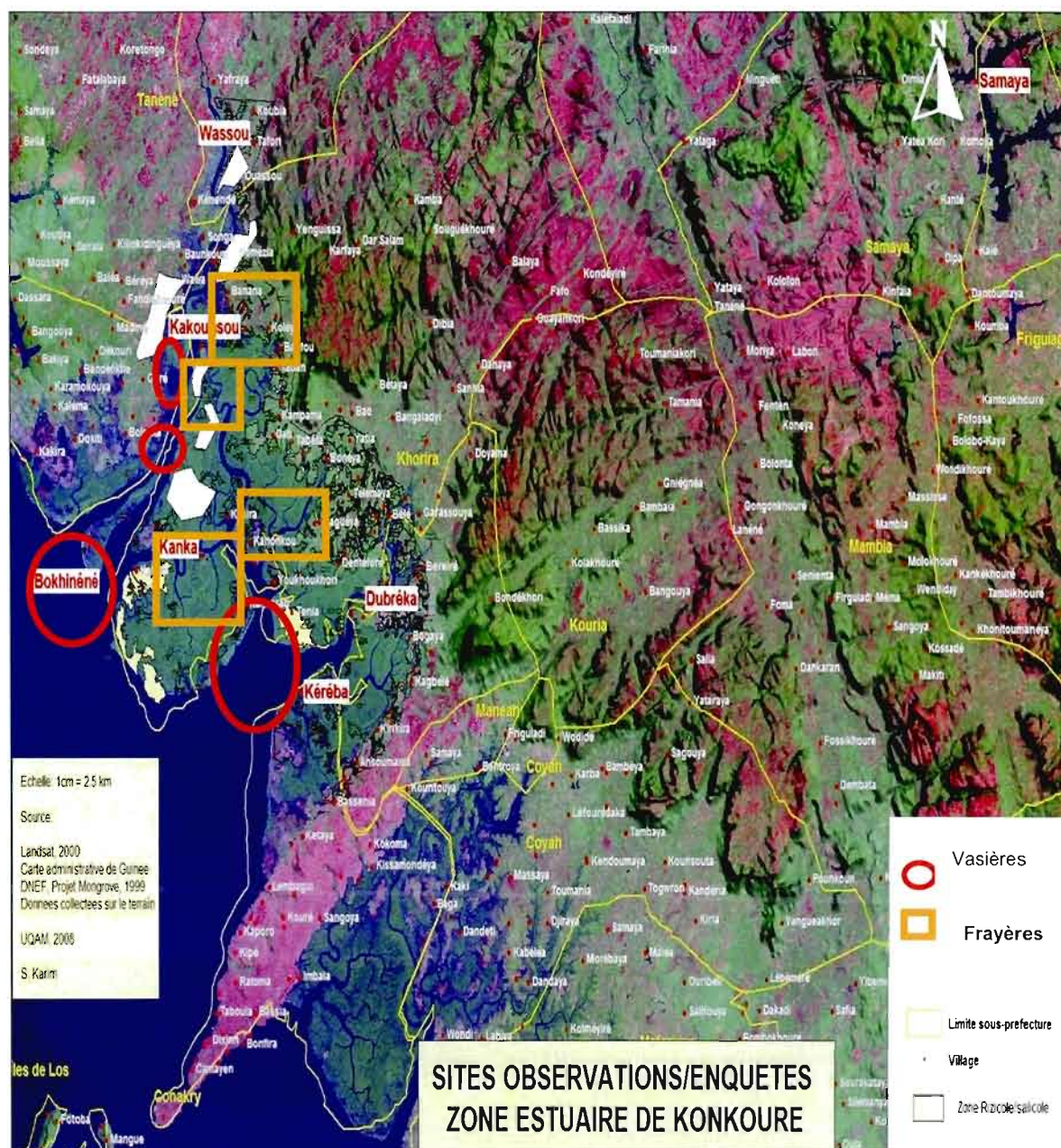


Figure 7.6 Carte de localisation des éléments sensibles dans l'estuaire du Konkouré : principales vasières et frayères

7.3.4 Performances des options sur les critères sociaux, culturels et sanitaires

a) Cr7 : Population déplacée

Un impact majeur de la construction des aménagements hydroélectriques est le déplacement involontaire de population. Il s'agit d'un critère qui traduit un enjeu particulièrement sensible lors de la construction d'aménagements hydroélectriques. En effet, les populations de la zone d'étude vivent ou observent encore les effets pervers du processus de la relocalisation réalisé en 1995, dans le cadre du projet d'aménagement hydroélectrique de Garafiri. De plus, les principaux bailleurs de fonds concernés (Banque Mondiale, Banque africaine de développement) sont de plus en plus exigeants sur les mesures de réduction ou de compensation relatives au déplacement de population.

Le nombre de personnes potentiellement déplacées est estimé en tenant compte du nombre et de la taille des agglomérations (hameaux et villages) inondables. Les figures 7.1, 7.2, 7.3 et 7.4, qui simulent les futurs réservoirs et l'occupation du territoire, permettent d'estimer le nombre de ces agglomérations et leurs populations, en prenant pour postulat qu'un hameau compte 90 habitants et qu'un village en compte 1 000 (tableau 7.9).

Tableau 7.9 Estimation du nombre de personnes potentiellement déplacées selon les options d'exploitation

Options	Nombre hameaux (90 personnes)	Nombre villages (1 000 personnes)	Nombre de personnes déplacées
Statu quo	19	0	1 710
GK 125	22	0	1 980
GSK Tunnel	25	17	19 250
GSK 110	25	17	19 250
SK110 Coop	25	17	19 250
S230K110 Am60	30	21	23 700
GS230K110Am60 Coop	30	21	23 700
GSK220 Am50	23	10	12 070
GSK230Am60 Dignes	25	11	13 250
GSK230Am60 Dignes Coop	25	11	13 250

b) Cr8 : Risque sanitaire (nombre de personnes exposées aux risques de nouvelles maladies)

La prévalence des maladies diarrhéiques et du paludisme a considérablement augmenté dans la zone depuis l'implantation du réservoir hydroélectrique de Garafiri. Il est prévisible que cette prévalence devienne plus importante avec l'implantation de nouveaux plans d'eau. Cependant, on peut difficilement en estimer l'importance réelle selon les options. L'augmentation des risques de contraction de la bilharziose dépend, quant à elle, de la fréquence de contacts des personnes avec les plans d'eau à faible écoulement. Le nombre de personnes à risque peut être déterminé en considérant les populations des villages inondés qui seront relocalisées dans les environs et qui auront accès au plan d'eau, et de celles des villages déjà situés dans un rayon de 1,5 km autour du plan d'eau. Ces populations seraient exposées à un risque plus élevé de maladies hydriques dont la bilharziose (contacts potentiellement fréquents avec les mollusques et agents vecteurs qui prolifèrent dans les plans d'eau à très faible capacité de renouvellement). L'exploitation des cartes d'inondation et d'occupation du territoire par utilisation du logiciel MapInfo (réalisation d'un tampon de 1,5 km autour des différents plans d'eau) permet d'estimer la population exposée en considérant le nombre d'agglomérations inondables ou situées dans une zone à risque (rayon de 1,5 km d'un plan d'eau) et selon le même postulat de 90 habitants pour un hameau et 1 000 pour un village (tableau 7.10).

Tableau 7.10 Estimation du nombre de personnes potentiellement exposées aux maladies hydriques selon les options d'exploitation

Options	Nombre hameaux (90 personnes)	Nombre villages (1 000 personnes)	Nombre personnes déplacées
Statu quo	22	3	4 980
GK 125	25	4	6 250
GSK Tunnel	30	34	36 700
GSK 110	33	34	36 970
SK110 Coop	33	34	36 970
GS230K110 Am60	38	44	47 420
GS230K110Am60 Coop	48	44	48 320
GSK220 Am50	35	29	32 150
GSK230Am60 Dignes	37	32	35 330
GSK230Am60 Dignes Coop	37	32	35 330

c) Cr9 : Perte culturelle

La perte culturelle est évaluée en considérant, d'une part, le nombre de sites touristiques inondables par les réservoirs hydroélectriques des différentes options. D'autre part, la perte culturelle prend en compte le risque de conflits après la relocalisation des populations déplacées. Ce risque dépend du nombre d'ethnies dans les agglomérations dont les populations sont déplacées.

Le nombre de sites touristiques menacés est estimé à partir de l'analyse des cartes d'inondation et d'occupation du territoire (figures 7.1, 7.2, 7.3 et 7.4). L'importance de la perte de sites touristiques est estimée selon une échelle allant de très faible à très fort, qui se présente comme suit :

- très faible : aucun site touché
- faible : 1 ou 2 sites touchés
- moyen : 3 sites touchés
- fort : 4 ou 5 sites touchés
- très fort : plus de 5 sites touchés

Le risque de conflits sociaux et culturels postrelocalisation est élevé lorsque les personnes déplacées et celles dans les zones de relocalisation n'appartiennent pas aux mêmes ethnies. Ce risque est considéré faible pour une seule ethnie, moyen pour deux ethnies et fort pour plus de deux ethnies.

L'importance globale des pertes culturelles est évaluée selon la matrice du tableau 7.12a. Compte tenu du fait que très peu de sites touristiques valorisés sont situés dans la zone d'inondation, la perte touristique est moins importante dans cette évaluation. Par contre, le nombre et la nature des conflits observés dans les zones de relocalisation des personnes déplacées après l'implantation du barrage de Garafiri ont mis en évidence l'importance des conflits domaniaux et interculturels dans la région. En conséquence, les parties prenantes conviennent de donner plus d'importance au risque de conflits interculturels dans l'évaluation globale du critère Perte culturelle (tableau 7.9a). Le tableau 7.9b présente l'appréciation de l'importance des pertes culturelles pour les différentes options analysées.

Tableau 7.11a Matrice d'évaluation de l'importance des pertes culturelles

Perte de sites touristiques	Risque de conflits sociaux et culturels		
	Faible	Moyen	Fort
Très faible	Très faible	Faible	Moyen
Faible	Faible	Moyen	Moyen
Moyen	Faible	Moyen	Fort
Fort	Moyen	Fort	Très fort
Très fort	Moyen	Fort	Très fort

Tableau 7.11b Importance des pertes culturelles selon les options d'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré

Options	Sites touristiques ou forêts sacrées	Importance perte sites touristiques	Diversité ethnique (population déplacées et d'accueil)	Risque de conflits inter- culturels	Importance pertes culturelles
Statu quo	0	Très faible	Peulh	Faible	Très faible
GK 125	0	Très faible	Peulh	Faible	Très faible
GSK Tunnel	1	Faible	Peulh	Faible	Faible
GSK 110	1	Faible	Peulh, Soussou	Moyen	Moyen
SK110_Coop	1	Faible	Peulh, Soussou, autres	Fort	Moyen
GSK_Am	4	Fort	Peulh, Soussou, autres	Fort	Très fort
GS230K110Am60_Coop	4	Fort	Peulh, Soussou, autres	Fort	Très fort
GSK220_Am50	3	Moyen	Peulh, Soussou, autres	Fort	Fort
GSK230Am60_Digues	3	Moyen	Peulh, Soussou, autres	Fort	Fort
GSK230Am60_Digues_Coop	3	Moyen	Peulh, Soussou, autres	Fort	Fort

7.4 Choix des fonctions de préférences et des poids attribués aux critères

Les fonctions de préférence (section 4.4.3.2) permettent de prendre en compte les seuils d'indifférence et de préférence des acteurs dans l'évaluation comparative des options. Elles sont définies en tenant compte de la nature des critères (quantitative ou qualitative). Normalement, la détermination des fonctions de préférence demande un travail d'interaction entre le spécialiste en aide à la décision et les acteurs. Ce travail nécessite plus de temps et de présence sur le terrain, ce qui n'a pas été possible dans le cadre de cette recherche, qui, par ailleurs, se limite à une simulation réaliste mais non réelle.

Ainsi, afin de simplifier l'étude, nous avons simulé les intentions des acteurs en choisissant la fonction Type V pour tous les critères quantitatifs (cardinal). Cela permet d'introduire un seuil de préférence (« p ») pour chaque critère, égal à la différence entre les valeurs minimale et maximale de la série. De cette façon, l'indice de préférence (compris entre 0 et 1) est de 1 pour la plus grande différence observée. Il est de 0 pour la plus petite différence, ce qui signifie l'absence de situations d'indifférence. Pour les critères qualitatifs (ordinal), l'information étant déjà appauvrie par l'établissement des classes de valeurs, la fonction Usuel est utilisée. Pour un critère donné, la même fonction est utilisée pour tous les acteurs. Nous avons également simulé une analyse de robustesse correspondant à une situation où certains acteurs expriment le besoin d'introduire des situations d'indifférence relatives aux critères de déplacement de population et de coût de production, tout en n'ayant pas les mêmes seuils d'indifférence. Dans ces cas, la fonction de préférence de type Linéaire est utilisée.

Concernant la pondération des critères, la démarche est déjà exposée dans le chapitre 6, section 6.4.2.3. La figure 7.8 présente la synthèse des poids attribués aux critères par les différents acteurs ou partie prenantes.

		Contribution éner		Faisabilité éco		Apport de la pêch		Perte agriccc		Modifications systéi		Perte de vasièr		Déplacement pop		Exposition au risque de mala		Perte culturelle	
Min/Max		Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser
Poids		20.0000	6.0000	12.0000	13.0000	9.0000	7.0000	20.0000	8.0000	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V
Type		Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V
Q		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P		3000.7800	3.0746	4191.0000	16233.0400	46.0000	-	21990.0000	42440.0000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
S		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unité des seuils		Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu
Moyenne		1815.44	1.7287	3537.40	13567.32	51.20	3.20	14587	31952	2.5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dév. standard		1080.12	0.9024	1662.88	6367.17	15.84	1.03	7976	14766	1.0801	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unité		Quantité d'énergie (G)	(USD/KWh)	Tonnes de poisso	Hectare	% linéaire perturbé	Importance des	Nombre de perso	Nombre personnes exposée	Importance des p									
Statu quo		0.00	4.1979	450.00	1700.00	27.00	Faible	1710	4980	Faible									
G_SK_Am_Digue_Coor	2052.32	1.2760	17900.04	45.00	17900.04	45.00	Fort	11710	35330	Moyen									
G_K125_Coop	63.45	1.7130	504.00	36.00	1837.22	36.00	Moyen	1980	6250	Faible									
G_SK_tunnel	1609.00	1.2999	4164.00	59.00	15375.05	59.00	Moyen	19250	36700	Plus ou moins fai									
G_SK110	2190.25	1.5051	4186.00	59.00	15433.04	59.00	Fort	19250	36970	Plus ou moins fai									
G_SK110_Am	3000.78	1.4977	4641.00	73.00	17933.04	73.00	Fort	23700	47420	Fort									
G_SK_Am_Digue	3000.78	1.7012	4641.00	45.00	17933.04	45.00	Moyen	13250	35330	Moyen									
G_S220_K110_Am50	2777.16	1.8437	3320.00	36.00	14253.71	36.00	Plus ou moins f	12070	32150	Moyen									
GSK110_Coop	1460.17	1.1288	4186.00	59.00	15375.05	59.00	Fort	19250	36970	Plus ou moins fai									
G_SKAm_Coop	2000.52	1.1233	4641.00	73.00	17933.04	73.00	Fort	23700	47420	Fort									

Figure 7.7 Tableau de performances des options et des caractéristiques des préférences des acteurs

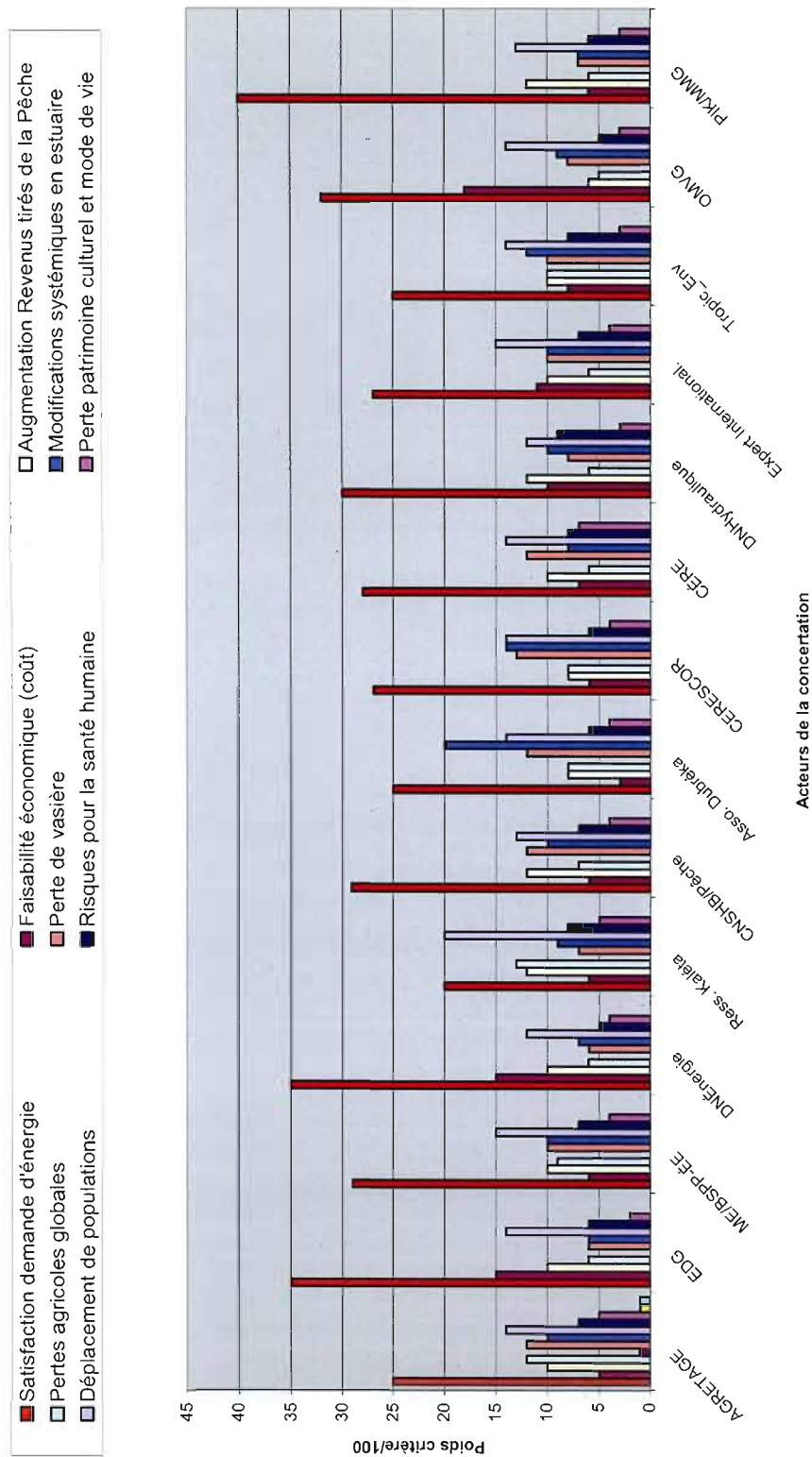


Figure 7.8 Poids attribués aux critères par les acteurs

7.5 Résultats et discussion du processus décisionnel d'analyse comparative des options

La démarche d'analyse des résultats fournis par le logiciel DECISIONLAB (voir annexe A4) aborde successivement l'analyse des options, les rangements individuels, les rangements de groupe et enfin les analyses de sensibilité et de robustesse. L'analyse des profils des options permet de discuter de leurs performances sur les critères d'évaluation. Afin d'illustrer la pertinence de prendre en compte les systèmes de valeur des acteurs, un état de référence est présenté sous forme d'une analyse du rangement dans le cas où tous les critères ont le même poids et où la différence de jugement de valeur des acteurs n'est pas prise en compte. Ensuite, l'analyse des rangements individuels des acteurs avec prise en compte de leurs systèmes de pondération est présentée à partir des rangements selon PROMETHÉE I et II et selon le Plan GAIA. L'analyse multiacteur et le rangement de groupe permettent d'approfondir la comparaison des rangements individuels et de produire un rangement unique pour l'ensemble des acteurs. L'analyse des coalitions d'acteurs est effectuée en se basant sur la comparaison des rangements individuels et le plan GAIA, illustrant la place des options pour chacun des acteurs. Cela permet de mettre en évidence les sous-groupes d'acteurs ayant les mêmes préférences, de cibler les éléments de négociation pouvant faciliter la construction d'un consensus. Des analyses de sensibilité, effectuées en faisant varier les poids de critères sensibles et en révisant certaines hypothèses d'évaluation des critères permettent de discuter de la robustesse des rangements.

7.5.1 Analyse des profils des options

Les figures 7.9 et 7.10, ci-dessous, présentent les profils des options sur les critères. Les noms des options sont directement mentionnés sur les graphiques; les critères sont mentionnés en abscisse. La hauteur des histogrammes indique la mesure de la performance relative d'une option sur un critère donné : (+1) étant le maximum de performance et (-1), le niveau le moins performant. À titre de légende pour l'ensemble des profils présentés, les couleurs regroupent les critères en catégories et des abréviations identifient les critères. En jaune sont regroupés les critères économiques : Cr1 = Niveau de satisfaction de la demande d'énergie, Cr2 = Contraintes technicoéconomiques. En violet sont regroupés les critères d'impacts de l'implantation des réservoirs : Cr3 = Apport de la pêche

(stock halieutique dans les retenues d'eau), Cr4 = Perte agricole. En vert sont regroupés les critères d'impacts en estuaire : Cr5 = Perturbation de l'écosystème de mangroves, Cr6 = Perte d'habitats des oiseaux migrateurs (érosion des vasières). En mauve sont regroupés les critères sociaux, culturels et sanitaires : Cr7 = Population déplacée, Cr8 = Risque sanitaire (nombre de personnes exposées aux risques de nouvelles maladies), Cr9 = Perte culturelle.

7.5.1.1 Analyse de la performance des options classiques sur les critères d'évaluation

La Figure 7.9 présente les profils des options classiques sur les critères. À noter que les profils des options sont indépendants des poids exprimées par les différents acteurs. Ils permettent de mettre en évidence les avantages et les points faibles des différentes options sur les critères.

L'analyse de ces figures permet de distinguer deux (2) catégories d'options classiques :

- Options avec petites retenues d'eau (cf. figures 7.9a et 7.9b) : elles ont moins d'impacts sur l'environnement (performantes sur les critères d'impacts en estuaire et sur les critères sociaux, culturels et sanitaires), mais ne permettent pas de satisfaire la demande d'énergie ni les apports de la pêche.
- Options avec des grands réservoirs (cf. figures 7.9c, 7.9d et 7.9e) : elles permettent une bonne production d'énergie qui est affectée directement à la demande énergétique nationale (demande domestique et minière), avec un faible partage d'énergie avec les pays limitrophes. Cependant, ces options sont limitées par la très faible capacité de mobilisation de financement des acteurs nationaux, qui en sont les promoteurs. Ces options entraînent aussi des effets environnementaux en estuaire et des effets sociaux importants, dont le déplacement des populations. En particulier, les effets sur l'environnement biophysique dans le bassin continental et en estuaire, ainsi que la perte de biens pour les populations riveraines sont très élevés lorsque le site d'Amaria est exploité en plus du Complexe Garafiri-Souapiti-Kaléta.

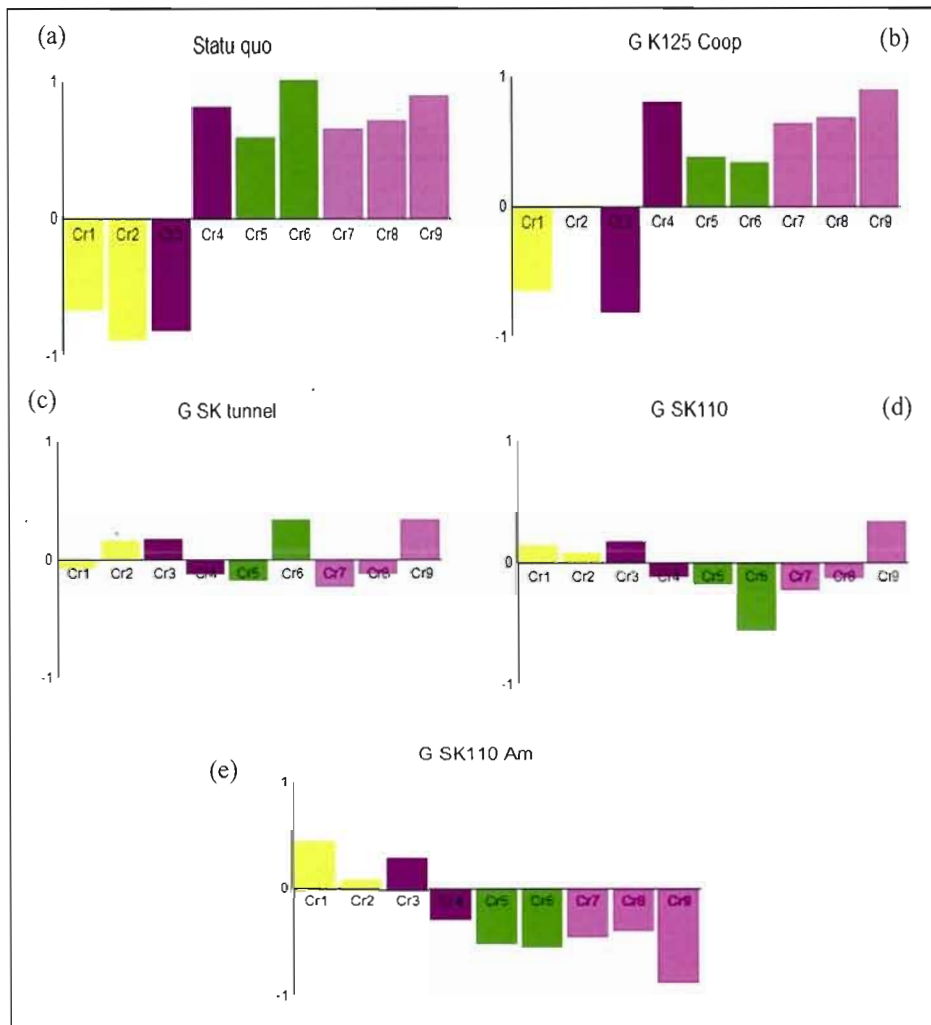


Figure 7.9 Profils des options classiques

NB :

- (a) Option Statu quo correspondant à la situation actuelle, soit le site Garafiri uniquement ;
- (b) Option regroupant les sites Garafiri et de Kaléta (cote 125) en mode coopération
- (c) Option regroupant les sites Garafiri, Souapiti en tunnel et turbines à Kaléta
- (d) Option comprenant les sites Garafiri, Souapiti (cote 230) et Kaléta (110)
- (e) Option comprenant les sites Garafiri, Souapiti (cote 230), Kaléta (cote 110) et Amaria (cote 60).

7.5.1.2 Analyse de la performance des options élaborées au cours du processus décisionnel

Les consultations réalisées dans le cadre de l'étude ont permis de construire cinq. Les profils des options sont illustrés sur les graphiques de la figure 7.10. Il s'agit de :

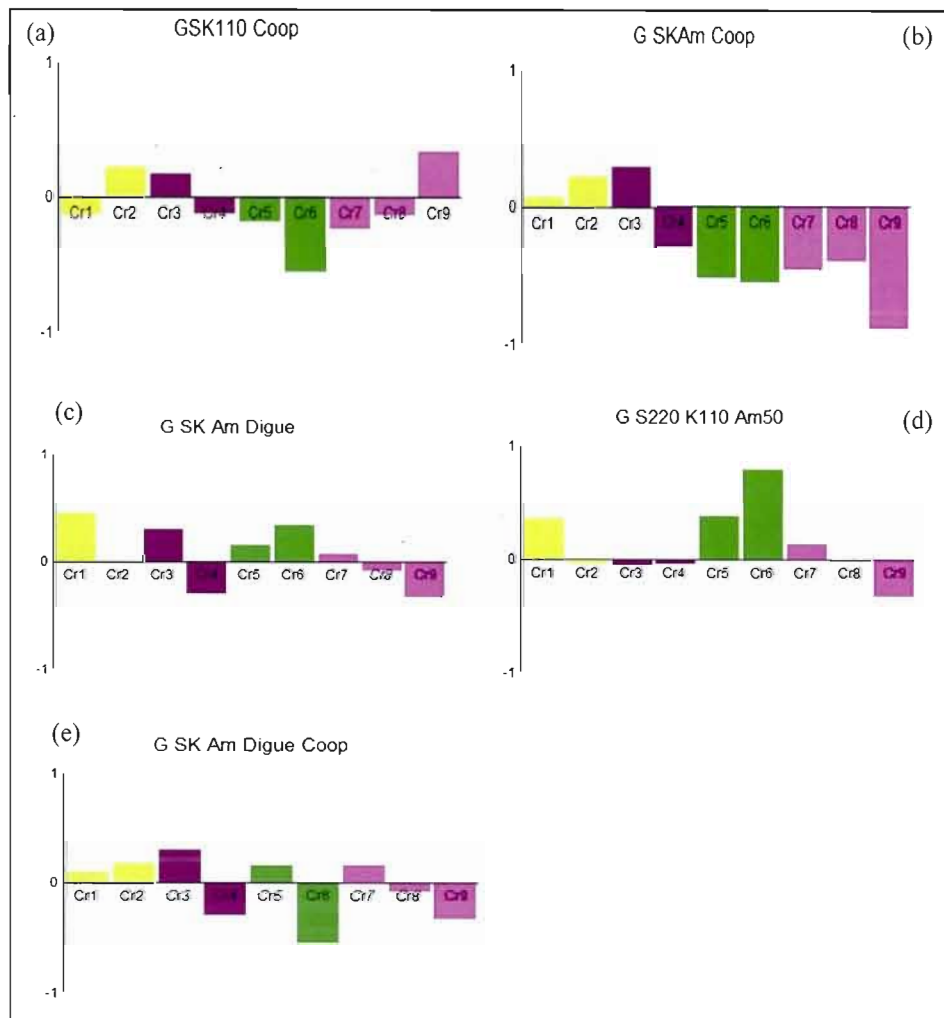


Figure 7.10 Profils des options élaborées lors du processus décisionnel

NB :

- Option comprenant les sites Garafiri, Souapiti en tunnel et turbines à Kaléta, qui sont réalisés en mode coopération (cf. figure 7.10a)
- Option comprenant les sites Garafiri, Souapiti (cote 230), Kaléta (cote 110) et Amaria (cote 60), qui sont réalisés en mode coopération (cf. figure 7.10b)

- Option comprenant les sites Garafiri, Souapiti (cote 230), Kaléta (cote 110) et Amaria (cote 60), avec implantation de digues de protection de villages inondables dans les réservoirs de Souapiti et Amaria (cf. figure 7.10c)
- Option comprenant les sites Garafiri, Souapiti (cote 220), Kaléta (cote 110) et Amaria (cote 50) (cf. figure 7.10c)
- Option comprenant les sites Garafiri, Souapiti (cote 230), Kaléta (cote 110) et Amaria (cote 60), avec implantation de digues de protection de villages inondables dans les réservoirs de Souapiti et Amaria et réalisés en mode coopération (cf. figure 7.10d)

L'analyse de ces profils d'actions permet de caractériser les options réalisées en coopération et celles qui intègrent les mesures écologiques :

- Options classiques avec des grands réservoirs et réalisées en coopération avec les acteurs régionaux (cf. 7.10a et 7.10b) : elles permettent une bonne production d'énergie avec une bonne capacité de mobilisation des financements, quel que soit le coût de production. Cependant, la formule du partage de l'énergie avec les acteurs régionaux est telle que la demande d'énergie du secteur minier national n'est pas satisfaite. Cette situation est davantage marquée lorsque l'aménagement du bassin se limite au complexe Garafiri-Souapiti-Kaléta, et est fait en mode coopération. Par ailleurs, les effets environnementaux et sociaux restent relativement importants.
- Options avec des grands réservoirs corrigés (introduction de mesures écologiques), réalisées en coopération ou non (cf. 7.10c, 7.10d, 7.10e) : elles ont pour objectifs de garantir une bonne production énergétique, tout en réduisant les effets négatifs sur l'environnement biophysique et humain par : (i) la réduction des superficies inondables, soit en abaissant la cote d'inondation pour les sites de Souapiti et d'Amaria, ou en introduisant des digues de protection permettant de réduire le déplacement de population et la perte de terres agricoles; (ii) le contrôle des débits restitués, permettant de réduire la quantité d'eau douce arrivant en estuaire en saison sèche. Cela réduit aussi le risque de perturbation de l'écosystème de mangroves en estuaire.
- Si ces deux options sont plus intéressantes pour la protection de l'environnement que celles des grands réservoirs et réalisées en coopération avec les acteurs régionaux, celle prévoyant la baisse des cotes d'inondation semble mieux

indiquée pour la protection de l'estuaire. Par contre, sa production d'énergie est légèrement plus faible. Par ailleurs, la construction de digues de protection permet de maintenir le volume oscillant du réservoir presque identique à la situation sans digue, ce qui permet de garantir la satisfaction de la demande énergétique du secteur minier. Cependant, le coût de ces options reste élevé. Elles ne sont viables financièrement que lorsqu'elles sont réalisées en coopération avec les acteurs régionaux. Le cas de l'option en mode de coopération, présentée à la figure 7.10.e, illustre la situation de gain financier réalisé au détriment de la capacité à satisfaire la demande énergétique du secteur minier guinéen.

Ces éléments sont confirmés par l'analyse du plan GAIA des critères (figure 7.11). Sur cette figure, les triangles constituent les options, les cercles sont des critères. La figure fait apparaître deux groupes de critères apparemment en conflit, à savoir : (i) les critères Cr1 (Satisfaction de la demande d'énergie), Cr2 (Contraintes technicoéconomiques) et Cr3 (Apport de la pêche), qui traduisent les enjeux énergétiques et la création de l'opportunité de pêche (traditionnellement présentée comme un atout des grands barrages); (ii) les critères Cr4 (Perte agricole), Cr5 (Perturbation de l'écosystème de mangroves), Cr6 (Érosion des vasières), Cr7 (Populations déplacées), Cr8 (Risque sanitaire) et Cr9 (Perte culturelle), qui traduisent les enjeux environnementaux, sociaux et culturels. Il est important de relever le conflit entre l'augmentation de la capacité de pêche et la perte de terres de culture, qui sont toutes proportionnelles à la taille des réservoirs. Il s'agit de deux critères qui traduisent des enjeux majeurs de développement local dans un milieu caractérisé par la dépendance directe des populations de l'exploitation des ressources naturelles. Le plan GAIA montre aussi que, dans la situation selon laquelle les poids des critères sont tous égaux, c'est le second groupe de critères qui influencent le plus la décision, à l'exception du critère Cr9 Perte culturelle.

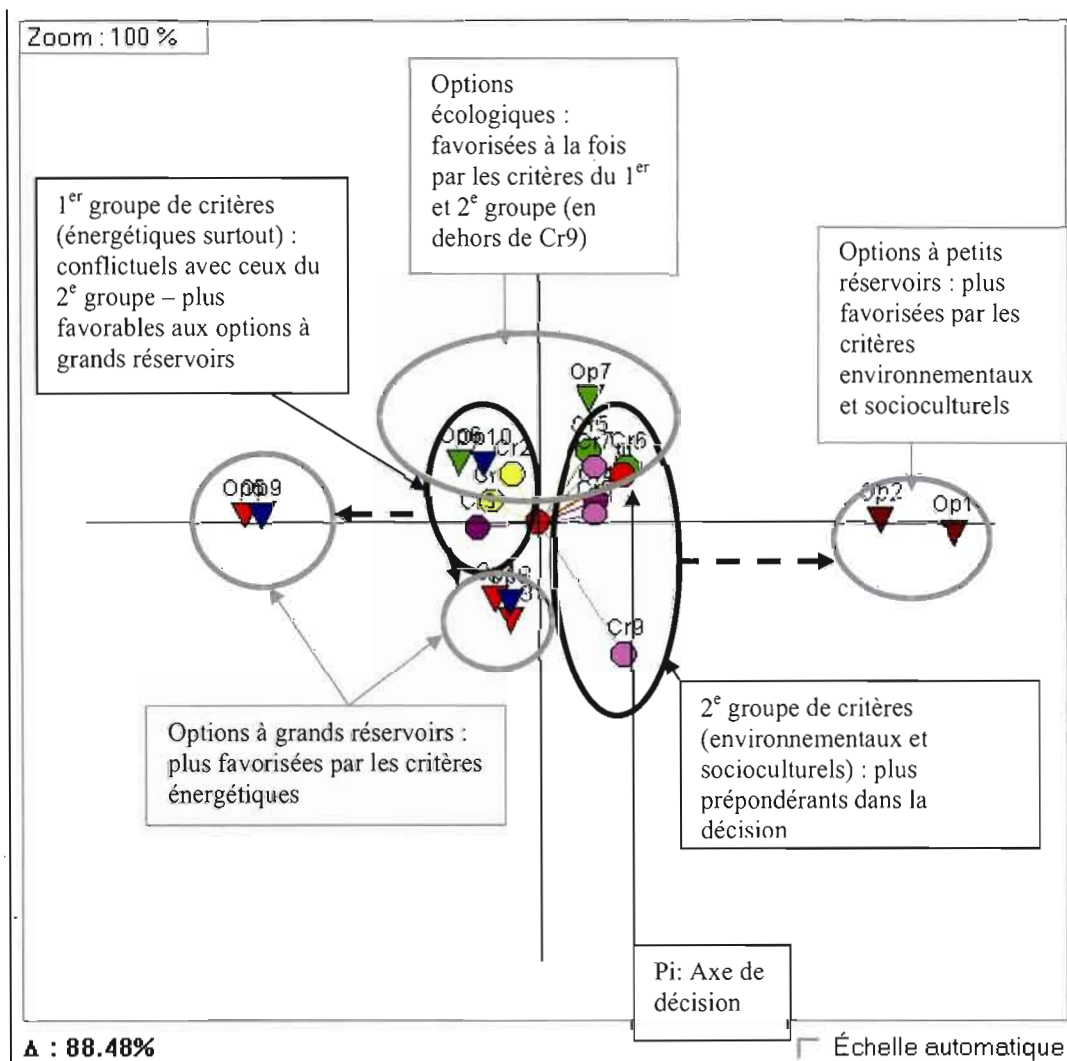


Figure 7.11 Plan GAIA des critères (situation poids égaux)

7.5.2 Analyse des rangements

Les rangements sont obtenus à partir des approches PROMETHÉE (I et II). Les options sont ainsi rangées de la meilleure à la moins bonne. Le rangement complet (PROMETHÉE II) est utilisé pour donner un aperçu général des préférences, alors que le rangement partiel (PROMETHÉE I) permet d'enrichir l'analyse en mettant en évidence les

situations « d'indifférence » et « d'incomparabilité », en renseignant aussi sur l'importance des arguments en faveur ou contre une option par rapport aux autres.

Une situation de référence ne prenant pas en compte la pondération des critères par les acteurs est présentée. Dans ce cas, des rangements complets et partiels des options sont produits. En ce qui concerne l'analyse des options selon les poids attribués par les acteurs aux différents critères, nous nous limitons au rangement complet. Toutefois, pour approfondir l'analyse des situations extrêmes et exceptionnelles, les rangements partiels sont discutés avant de procéder à une analyse de sensibilité, selon le cas.

7.5.2.1 Analyse des rangements sans pondération des critères

Si nous excluons la possibilité de pondération des critères par les différentes parties prenantes (acteurs impliqués dans le processus décisionnel), le rangement complet des options se présenterait selon les figures 7.12 et 13.

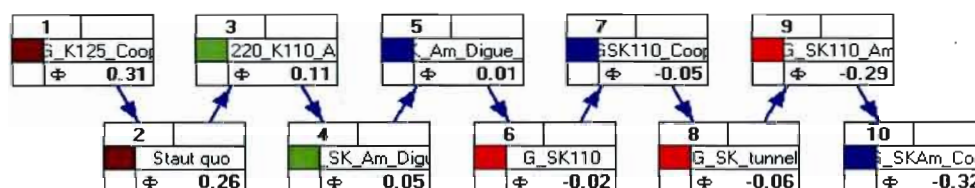


Figure 7.12 Rangement complet des options sans prise en compte de la pondération des critères par les acteurs (situation de référence)

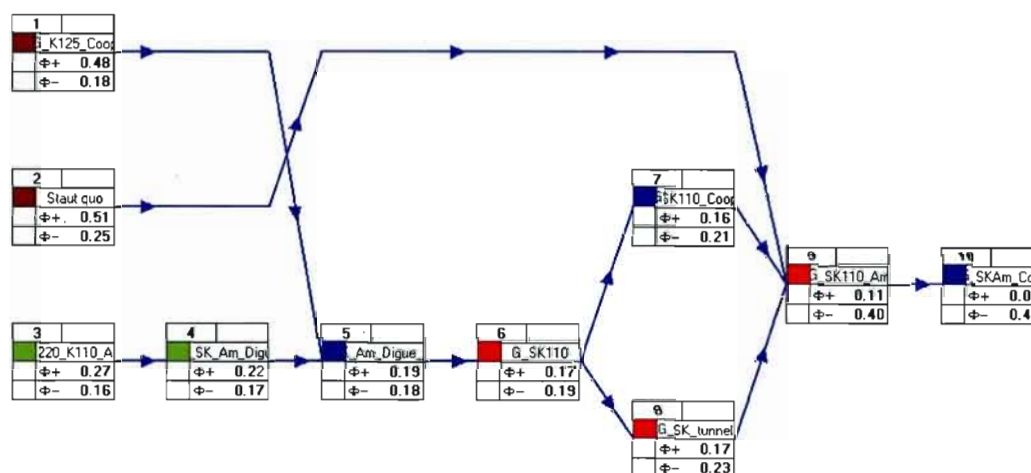


Figure 7.13 Rangement partiel des options en situation sans pondération

Le rangement complet montre que, si l'on accorde la même importance à tous les critères, les options qui ont moins d'impacts négatifs sur l'intégrité du milieu naturel et les activités socioéconomiques seront préférées à celles qui permettent de produire plus d'énergie, mais avec des dommages importants sur l'environnement. Ainsi les options ayant des réservoirs de petites tailles (GK125_Coop et Statut quo) occupent respectivement les premier et deuxième rangs. Elles sont suivies par les options dites écologiques (GS220K110_Am50 et GSKAm_Digues), qui intègrent des mesures techniques d'atténuation à la conception. Les options traditionnelles (GSK_Tunnel, GSK_110 et GSK110_Am60) sont moins préférées, surtout si elles sont réalisées en coopération (réduction du niveau de satisfaction de la demande en énergie pour le secteur minier, en plus des effets environnementaux importants).

Le rangement partiel (figure 7.12) montre que les options Statut quo et GK125_Coop sont en situation d'« imparabilité » l'une par rapport à l'autre, tout en étant respectivement préférée aux options GSK110_Am et GSKAm_Digues. Il s'agit en effet de deux options qui, à l'inverse des autres, entraîneraient des effets négatifs relativement faibles sur les milieux biophysique et humain. Cependant, ces deux options sont peu satisfaisantes au

regard des critères de la satisfaction de la demande énergétique (énergie disponible pour le secteur minier).

Par ailleurs, les options à grands réservoirs génèrent davantage d'énergie, y compris une quantité suffisante pour alimenter le secteur minier. Toutefois, le fait que les options à grands réservoirs occupent les derniers rangs dans le rangement complet informe les décideurs de l'importance de leurs impacts environnementaux et sociaux, sanitaires et culturels potentiels. Cette situation attire l'attention sur la nécessité de prendre en compte des mesures d'atténuation et de compensation des impacts de l'environnement dans l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré.

7.5.2.2 Rangements avec pondération des critères

7.5.2.2.1 Analyse des classements individuels

Lorsque nous prenons compte des préférences des acteurs (pondération des critères) (cf. figure 7.8), les rangements varient d'un acteur à l'autre. Les schémas ci-dessous (figures 7.12, 7.13, 7.14 et 7.15) présentent les rangements selon chaque catégorie d'acteurs. Les options en vert correspondent aux projets « écologiques ». Celles en bleu correspondent aux options « réalisées en coopération ». Celles en rouge sont les options « traditionnelles à grands réservoirs » et celles en violet sont les options « traditionnelles à petits réservoirs ».

Planificateurs, producteurs et distributeurs de l'énergie: Les rangements fournis par ces acteurs sont illustrés sur les graphiques de la figure 7.12. L'analyse de ces graphiques est présentée ci-dessous.

- Direction nationale de l'énergie (DN_Énergie) (cf. figure 7.12a): responsable de la planification en Guinée, cet acteur met un accent particulier sur la satisfaction de la demande énergétique globale et la mobilisation de financement à travers la coopération régionale. Il est plus favorable aux options qui permettent une plus grande production d'énergie avec une préférence pour les options écologiques.
- Projet intégré du Konkouré (PIK) (cf. figure 7.14): promoteur potentiel, cet acteur est chargé de la mise en valeur du potentiel hydroélectrique du Konkouré au profit du secteur minier. Le poids qu'il accorde à la satisfaction de la demande d'énergie est très

important. Il estime que la coopération régionale hypothéquerait cette énergie au détriment du secteur minier guinéen. Il est nettement plus favorable aux options qui permettent une plus grande production d'énergie avec également une préférence pour les options écologiques.

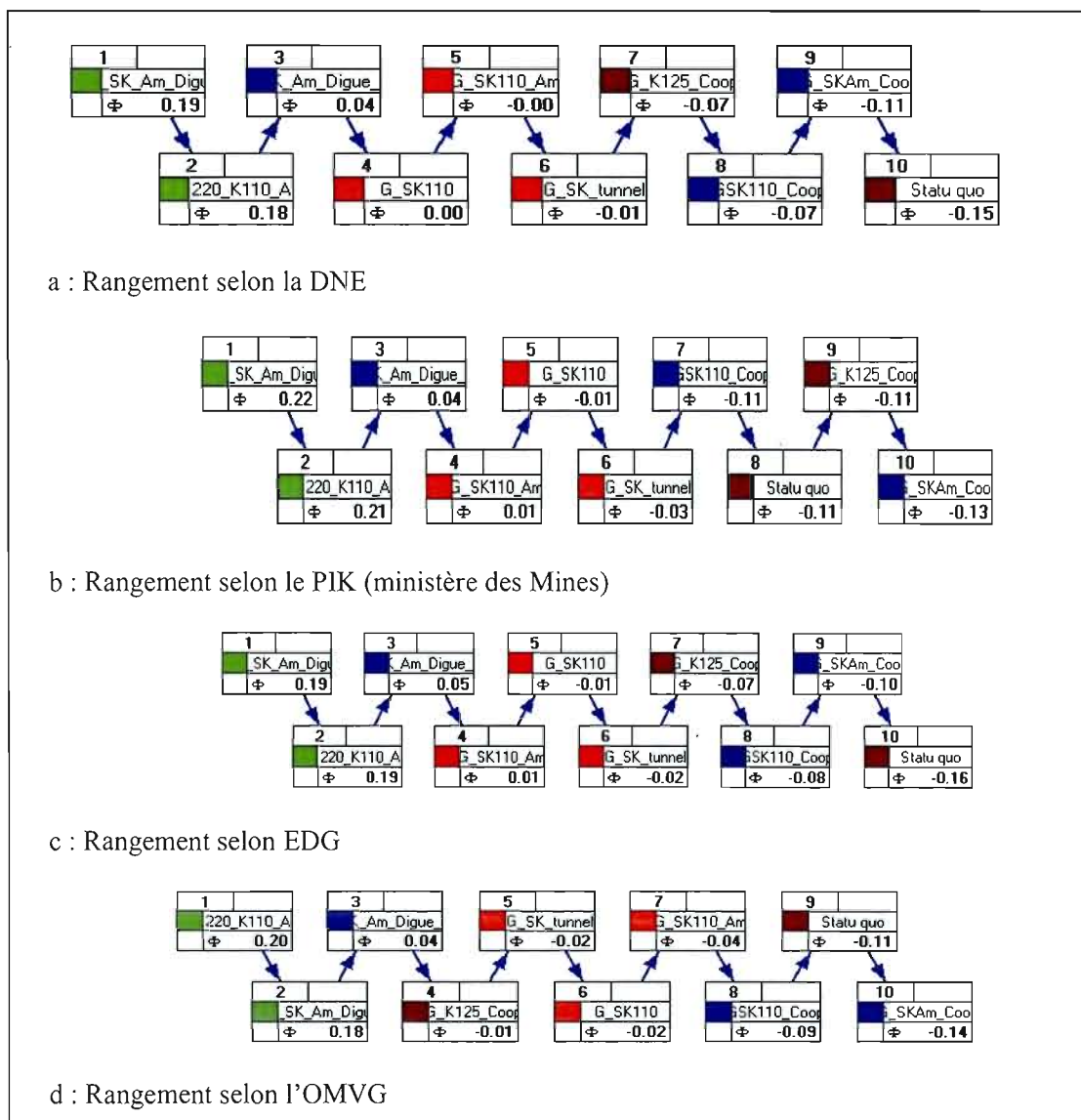


Figure 7.14 Rangements des options selon les acteurs de la catégorie des promoteurs et planificateurs du secteur de l'énergie

- Électricité de Guinée (EDG) (cf. figure 7.15): responsable de la distribution et de la commercialisation de l'énergie électrique en Guinée, cet acteur est sensible aux questions sociales dont celle du déplacement des populations. Il considère par ailleurs que les pertes en agriculture peuvent être compensées par la création d'opportunités de pêche dans les réservoirs. Il n'hésite donc pas à favoriser les options à grands réservoirs, qui permettent une plus grande production d'énergie avec toujours une préférence pour les options écologiques.
- Office de mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG) (cf. 7.15): promoteur régional potentiel, cet acteur est chargé du développement d'un réseau interconnecté reliant la Guinée, la Gambie, la Guinée Bissau et le Sénégal. Il mise sur une grande production énergétique, tout en restant préoccupé par le déplacement de population et les impacts potentiels des barrages sur l'estuaire. Il est favorable aux options qui permettent une plus grande production d'énergie, avec moins d'impacts sur l'environnement et réalisées en coopération.

Acteurs de la société civile: Les rangements fournis par ces acteurs sont illustrés sur les graphiques de la figure 7.15.

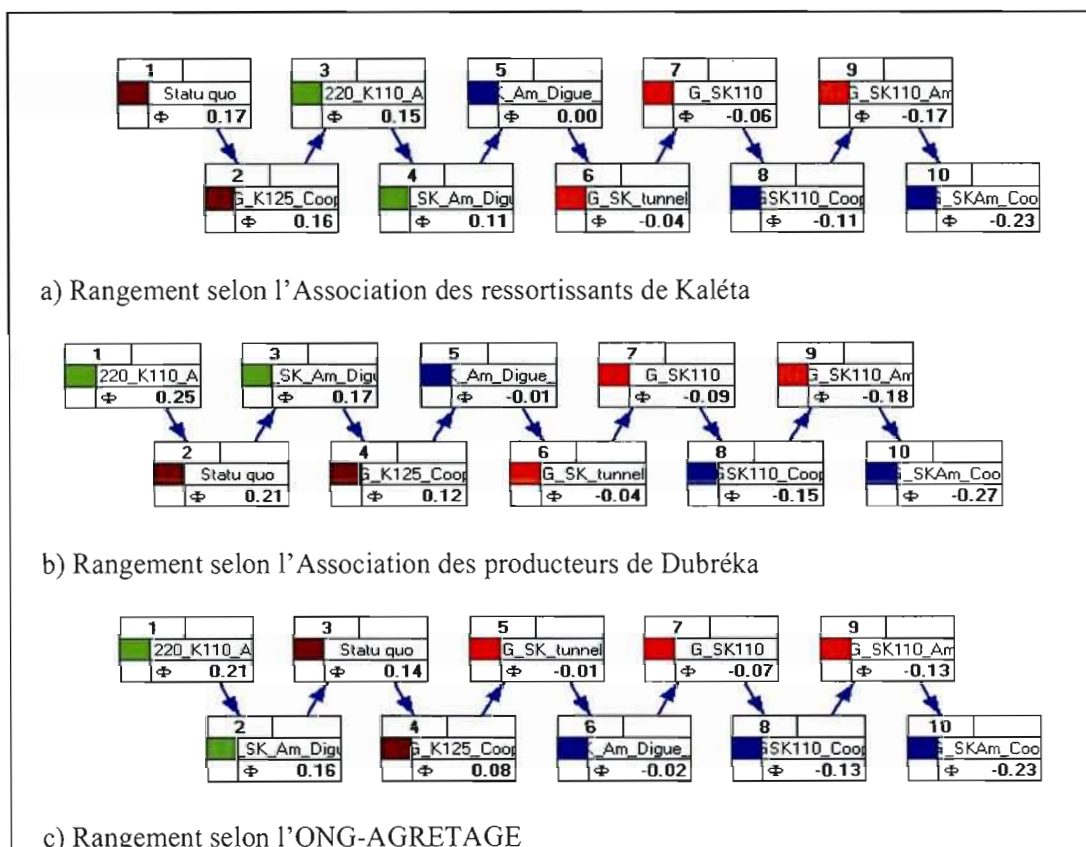


Figure 7.15 Rangements des options selon les acteurs de la société civile

L'analyse de ces arrangements est présentée ci-dessous :

- Association des ressortissants de Kaléta (cf. figure 7.15): préoccupé par les impacts locaux dans la zone d'implantation des barrages, cet acteur est hostile aux aménagements à grands réservoirs. Son rangement est donc plus favorable aux options qui ont moins d'effets sur l'environnement local, y compris le Statu quo. Il accepte les autres options seulement si ces dernières intègrent les mesures d'atténuation qui réduisent le déplacement de population et les pertes de terres agricoles (options écologiques).
- Association des producteurs Dubréka (cf. figure 7.15): préoccupé par les impacts dans le bassin aval, notamment en estuaire, cet acteur est plus favorable aux options qui ont

moins d'effets sur l'environnement estuarien, y compris le Statu quo. Il accepte les autres options seulement si ces dernières intègrent les mesures d'atténuation qui réduisent les perturbations en estuaire (options écologiques).

- ONG-AGRETAGE (cf. figure 7.15): préoccupé par les enjeux sociaux, environnementaux et économiques sur l'ensemble du pays, cet acteur place le Statu quo au premier rang de son classement. Il exprime ainsi son opposition aux aménagements à grands réservoirs. Il accepte ces derniers s'ils intègrent les mesures d'atténuation qui réduisent le déplacement de population, les pertes de terres agricoles et les modifications en estuaire.

Experts et institutions scientifiques : Les rangements fournis par ces acteurs sont illustrés sur les graphiques de la figure 7.16.

L'analyse de ces rangements est présentée ci-dessous :

- Centre de recherche scientifique de Conakry-Rogbané (CERESCOR) (cf. figure 7.16) : institution faisant office de référence scientifique, cet acteur est particulièrement sensible aux enjeux environnementaux en estuaire et au déplacement de population. Il favorise donc les options écologiques, suivies des options à petits réservoirs.
- Centre d'étude et de recherche en environnement (CÉRE), Université de Conakry (cf. figure 7.16) : institution faisant office de référence scientifique et intervenant surtout dans le bassin continental, cet acteur a un raisonnement semblable au précédent. Il favorise donc les options écologiques, suivies des options à petits réservoirs.
- BCEOM (cf. figure 7.16) : bureau conseil international ayant coordonné la plupart des études techniques et environnementales sur le potentiel hydroélectrique du Konkouré et sa mise en valeur, cet acteur a un raisonnement semblable à celui des experts locaux. Toutefois, il semble un peu moins favorable au Statu quo.
- Tropic-Environnement (cf. figure 7.16) : bureau d'étude local concerné, mais non impliqué dans les études antérieures, cet acteur a un raisonnement semblable au précédent. Il favorise donc les options écologiques, suivies des options à petits réservoirs.

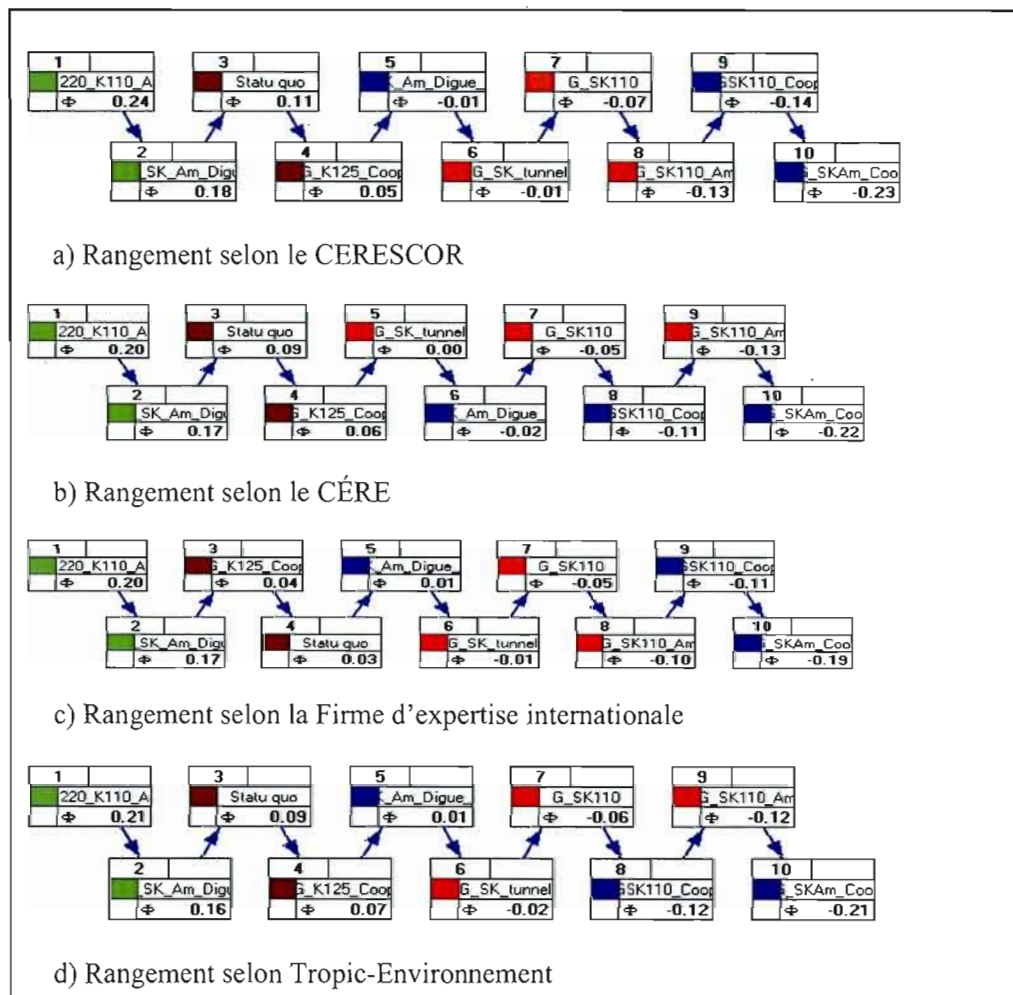


Figure 7.16 Rangements des options selon les acteurs de la catégorie des Experts

Services de l'administration publique : la figure 7.17 montrent que les institutions de l'administration publique guinéenne qui participent au processus décisionnel (Centre national des sciences halieutiques de Boussoura, représentant du ministère de la Pêche et des Ressources halieutiques, Direction nationale de l'hydraulique, Service national des évaluations environnementales) partagent le même raisonnement que les experts. Ils favorisent en général les options écologiques, suivies des options à petits réservoirs.

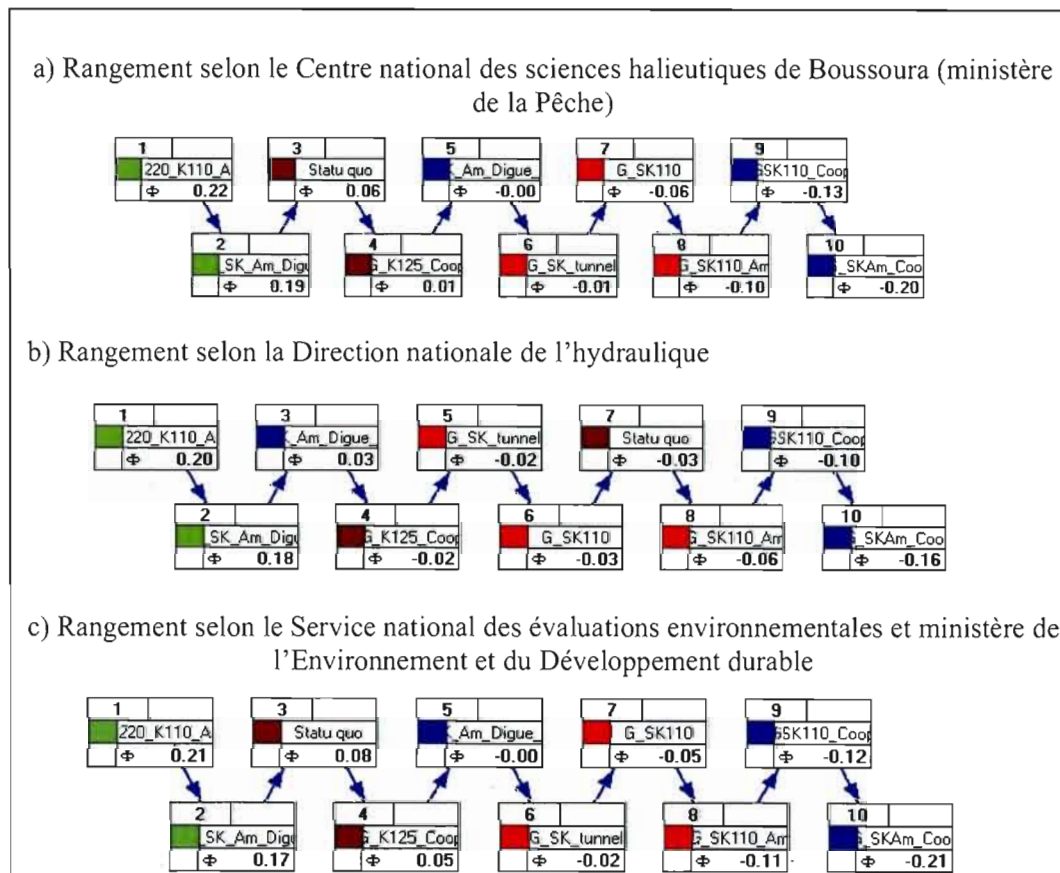


Figure 7.17 Rangements des options selon les acteurs de l'administration publique

7.5.2.2.2 Synthèse des rangements individuels

Les figures présentant les rangements individuels selon les différents acteurs (cf. figures 7.12, 13, 14 et 15) et les tableaux synthèse présentant respectivement les fréquences des rangs et la synthèse des rangements (tableau 7.12 et 7.12) montrent dans l'ensemble :

- la domination des options écologiques, lorsqu'on considère la fréquence d'occupation des deux premiers rangs. En effet, le 1^{er} rang est occupé 11 fois sur 14 possibilités par l'option GSK_Am_Digues. Le deuxième rang est occupé 12 fois sur 14 possibilités par l'option GS220K110_Am50;

- si l'on considère uniquement les options traditionnelles, celles ayant des petits réservoirs sont citées dans les deux premiers rangs (2 fois par le Statu quo et une fois par l'option GK125_Coop). Les options traditionnelles à grands réservoirs n'apparaissent jamais dans les deux premiers rangs;
- en considérant les fréquences de citation pour les cinq premiers rangs, l'option GSKAm_Digues_Coop (option écologique réalisée en coopération) prend la première place avec 17 citations, devant les autres options écologiques, qui sont citées 14 fois chacune. Les options traditionnelles à grands réservoirs sont nettement moins citées que celles à petits réservoirs;
- les options traditionnelles à grands réservoirs (GSK_Tunnel, GSK_110, GSK_Am) ont les fréquences les plus élevées pour l'occupation des trois derniers rangs, surtout lorsqu'elles sont réalisées en coopération (GSK110_Coop et GSKAm_Coop).

Tableau 7.12 Fréquences d'occupation des rangs par les différentes options

	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e	7 ^e	8 ^e	9 ^e	10 ^e
Statu quo	2	0	0	2	1	1	0	1	2	1
GK125 Coop	1	2	4	4	0	3	1	0	0	0
GSK Tunnel	0	0	0	0	1	1	12	0	0	0
GSK 110	0	0	0	3	2	8	1	0	0	0
GSK Am	0	0	0	1	1	6	0	2	8	0
GSKAm Dignes Coop	0	0	5	4	8	0	0	0	0	0
GSKAm Coop	0	0	0	0	0	0	0	0	1	13
GSKAm Dignes	11	1	1	1	0	0	0	0	0	0
GS220K110 Am50	0	12	1	1	0	0	0	0	0	0
GSK110 Coop	0	0	0	0	0	0	1	10	3	0

Tableau 7.13 : Synthèse des rangements des options selon les acteurs

Rangs selon les acteurs														
Association ressortissants Kaléta	ONG AGRETAGE	CERESCOR	Ministère Pêche (CNSHB)	Asso. pay- sanne Dubre- ka	CÉRE	Direction nationale Hydrau- lique	Ministère Environne- ment (SNÉE)	Expert International	Cabinet Tropic- Env.	DN Énergie	OMVG	EDG	Ministère Minc (PIK)	
Statu quo	2	1	3	3	1	4	6	4	5	4	9	9	10	8
GK125 Coop	1	4	4	4	3	3	4	3	3	3	6	6	6	7
GSK Tunnel	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	8	7	7	5
GSK 110	6	6	6	6	7	6	5	6	6	6	4	5	4	4
GSK Am	9	9	9	9	9	9	8	8	9	9	5	6	3	6
GSKAm Dignes Coop	5	5	5	5	5	5	3	5	4	5	3	3	3	3
GSKAm Coop	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9	10
GSKAm Dignes	3	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GS220K110 Am50	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
GSK110 Coop	8	8	8	8	8	8	9	9	8	8	7	8	8	9

7.5.2.2.2 Analyse des coalitions d'acteurs

L'analyse de synthèse présentée dans le tableau 7.14 permet d'identifier les acteurs dont les points de vue convergent, au moins en ce qui concerne le rangement des grandes catégories d'options (options à petits ou grands réservoirs, options écologiques, options en coopération). Ces convergences de points de vue permettent d'identifier les coalitions potentielles qui se dessinent entre les acteurs. Ces coalitions, au nombre de trois, sont mises en évidence à l'aide du Plan GAIA-Scénarios (cf. figure 7.18.). En effet, les trois grandes coalitions d'acteurs formées expriment les préférences suivantes pour les différentes catégories d'options :

- les acteurs de la société civile (Association des ressortissants de Kaléta, Association des producteurs Dubréka et AGETAGE) : plus attachés aux enjeux locaux (déplacement de population, pertes de terres, pertes culturelles), ils citent les options à petits réservoirs dans les deux premiers rangs de leurs rangements, suivies des options écologiques;
- les acteurs de l'administration publique et les experts (CERESCOR, CÉRE, CNSHB, DNH, SNEE-ME, Tropic-Environnement et BCEOM) : ils citent les options écologiques dans les premiers rangs, suivies des options à petits réservoirs. Ils sont tous méfiants à l'égard des options traditionnelles à grands réservoirs, qu'ils classent dans les derniers rangs de leurs rangements;
- les acteurs dits « Promoteurs du secteur énergétique » (DNE, EDG, PIK et Mines et OMVG) : ils ont aussi des fréquences de préférence plus élevées pour les options écologiques, mais préfèrent les options à grands réservoirs par rapport au Statu quo, surtout. Ces acteurs semblent unanimement préférer l'option GSKAm_Digues_Coop à toutes options traditionnelles. En cela, ils montrent leur ouverture à la négociation sur l'implication des acteurs régionaux.

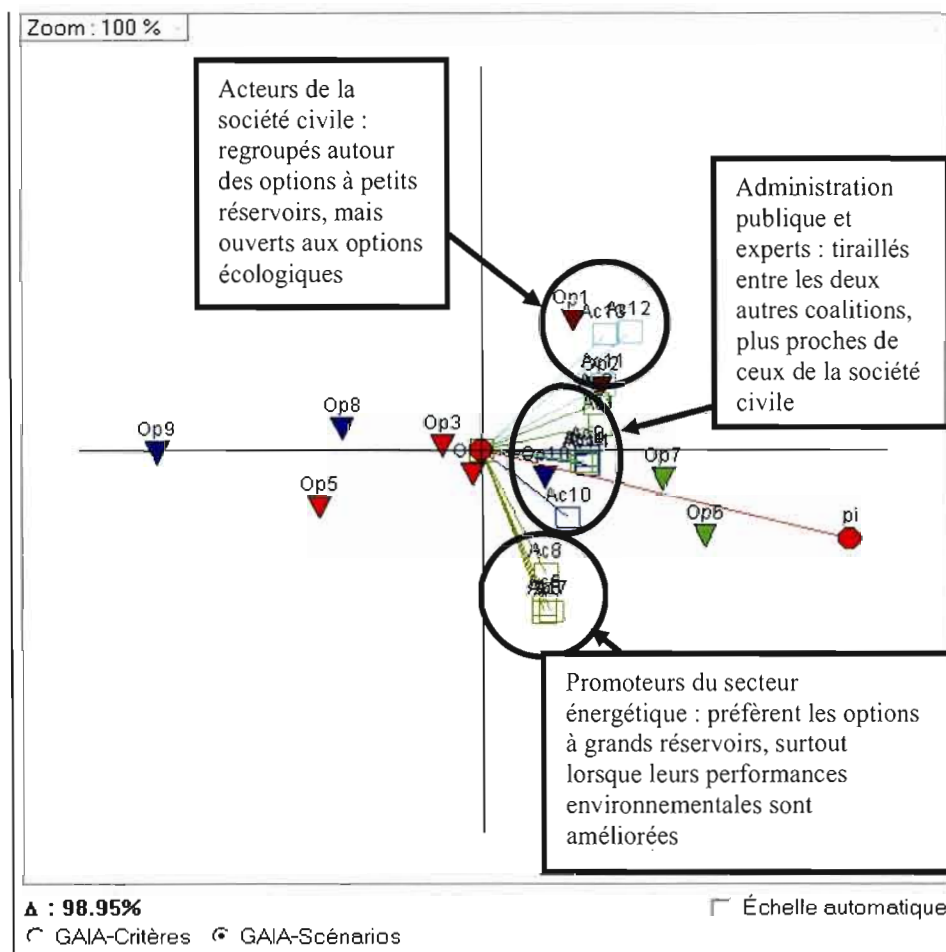


Figure 7.18 Illustration des coalitions des acteurs par le Plan GAIA-acteurs

7.5.2.3 Rangement du groupe multi-acteurs

L'agrégation des rangements individuels, présentés plus haut, conduit à un classement unique pour l'ensemble des acteurs (figure 7.19). Cette figure montre que :

- toutes les options actuellement envisagées qui incluent la mise en valeur du site de Souapiti à la cote 230 sans mesures environnementales sont rejetées au profit du maintien de la situation actuelle (Statu quo). Ce rejet s'expliquerait par l'importance des impacts potentiels de ces options sur l'environnement et les activités socioéconomiques;

- les options dites écologiques semblent être les préférées par l'ensemble des acteurs. Ces deux options sont celles qui iront vers la conciliation de la satisfaction des besoins énergétiques du pays et de la prise en compte des impacts sur l'environnement biophysique (préservation de l'écosystème de mangroves en estuaire, réduction des pertes de biodiversité) et humain (réduction significative du déplacement de populations et des risques de maladie).

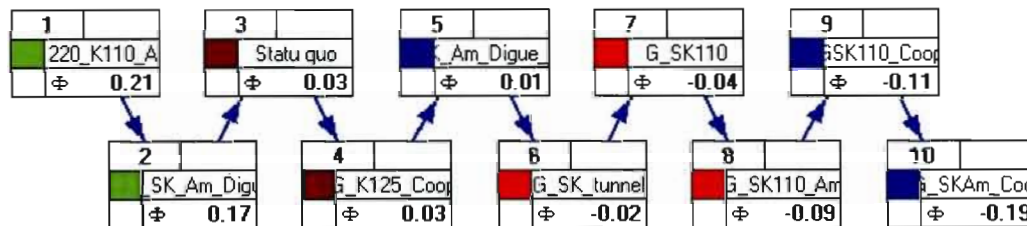


Figure 7.19 Rangement multi-acteurs selon PROMETHÉE II

Dans cette hypothèse, le complexe GS230K110_Digues (Garafiri, Souapiti à la cote 230, Kaléta à la cote 110, Amaria à la cote 60 avec implantation de digues de protection des zones de forte sensibilité) est la deuxième option préférée dans le rangement du groupe. Elle paraît être l'option la plus réaliste. Si cette option est réalisée en coopération, la baisse de la disponibilité d'énergie pour le secteur minier guinéen fait qu'elle devient nettement moins préférée (cinquième rang dans le rangement du groupe). Ceci traduit une préoccupation majeure exprimée par la plupart des parties prenantes, à savoir la satisfaction de la demande énergétique nécessaire au développement du secteur minier guinéen.

7.5.2.3.1 Analyses de sensibilité sur les préférences des acteurs

Pour discuter de la robustesse des rangements, nos réflexions seront focalisées sur les rangements produits par un représentant de chacune des coalitions extrêmes, à savoir la Société civile et les Promoteurs du secteur énergétique. Pour ces deux acteurs, représentants de ces coalitions, des analyses de sensibilité sont effectuées pour discuter de l'influence de la modification des jeux de poids des critères sur leurs rangements.

- Coalition de la Société civile (exemple de l'Association des ressortissants de Kaléta) : selon le tableau des intervalles de stabilité (figure 7.20), les critères sensibles pour lesquels une variation raisonnable du poids entraînerait des changements dans le classement des options sont : « Contribution énergétique au secteur minier », « Contraintes technicoéconomiques », « Érosion des vasières » et « Apport de la pêche ». La figure ci-dessous montre qu'une augmentation du poids des trois premiers critères suscités fait que les options écologiques GSKAm_Digues et GS220K_Am50 deviennent nettement plus performantes que Statu quo et GK125_Coop. L'augmentation du poids du critère « Apport de la pêche » à plus de 25 % permet à l'option GSKAm_Digues_Coop de surclasser les options à petits réservoirs (Statu quo et GSK_125). Cette hypothèse ne cadre pas avec le point de vue des acteurs de la société civile, notamment ceux qui représentent les villages qui inondables. En effet, ces derniers qui sont des agriculteurs, ne bénéficieraient pas des retombées de l'augmentation du rendement de la pêche si des mesures adéquates ne sont pas prévues pour accompagner leur reconversion en pêcheur.

Intervalles de stabilité

Niveau de stabilité : 3 premiers(ères) actions ☐ Automatique

	Poids	Intervalle		Poids (%)	Intervalle (%)	
		Min	Max		Min	Max
Contribution éner	20.0000	0.0000	20.8935	20.00%	0.00%	20.71%
Faisabilité éconon	6.0000	0.0000	7.3969	6.00%	0.00%	7.30%
Apport de la pêche	12.0000	0.0000	13.2026	12.00%	0.00%	13.05%
Perte agricole	13.0000	11.9436	Infini	13.00%	12.07%	100.00%
Modifications sys	9.0000	3.2296	Infini	9.00%	3.43%	100.00%
Perte de vasières	7.0000	5.1183	9.0201	7.00%	5.22%	8.84%
Déplacement pop	20.0000	18.2390	832.0273	20.00%	18.57%	91.23%
Exposition au risq	8.0000	6.6760	Infini	8.00%	6.77%	100.00%
Perte culturelle	5.0000	4.2654	33.1564	5.00%	4.30%	25.87%

Figure 7.20 Intervalle des stabilités des poids accordés aux critères pour l'acteur
« Association des ressortissants de Kaléta

- Coalition des promoteurs du secteur de l'énergie (exemple : PIK et Mines) : pour cette coalition, si l'on ne considère pas des variations réalistes des poids, la plupart des critères semblent sensibles.
 - Les modifications des poids de ces critères montrent par exemple que l'augmentation du poids du critère « Faisabilité technicoéconomique » permet d'améliorer significativement la préférence pour l'option GSKAm_Digues_Copp (figure 7.21). Cette option prend ainsi le dessus sur les options à faible production d'énergie et devient compétitive par rapport aux options écologiques.
 - l'augmentation des poids des critères « Pertes de terres agricoles », « Pertes culturelles », « Déplacement de population » et « Risques sanitaires » augmente la préférence pour les actions à petits réservoirs. De même, la diminution du poids accordé au critère « Satisfaction de la demande énergétique minière » jusqu'à 30 % améliore les rangs des options à petits réservoirs par rapport aux options de grande production d'énergie. Toutefois, les options écologiques restent les préférées.

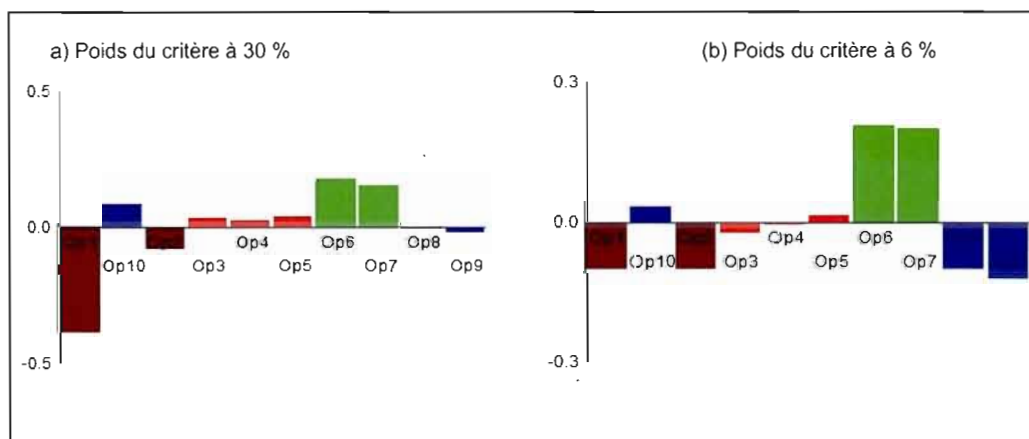


Figure 7.21 Profil de l'action GSKAm_Digues_Copp selon le poids du critère «Contrainte technicoéconomique»

Ces analyses montrent que l'influence de la variation des poids des critères sur les rangements des deux coalitions peut illustrer la possibilité de recherche d'entente autour des options écologiques. Ces dernières deviennent le consensus lorsque les acteurs de la société civile acceptent d'augmenter le poids qu'ils accordent au critère « Contribution énergétique au secteur minier ». Elles révèlent aussi que la variation des poids des critères ne suffit pas pour faire occuper le premier rang des ordres de préférence des acteurs par une option réalisée en coopération (capacité plus élevée de mobilisation de financement). Pourtant, une telle option permettrait de lever la principale contrainte à la mise en valeur du potentiel hydroélectrique du Konkouré, à savoir la mobilisation de financement.

7.5.2.3.2 Analyses de sensibilité sur les hypothèses d'évaluation de la performance de certains critères

Il est clair que l'objectif de l'analyse comparative des options est d'identifier les options permettant à la fois : (i) une production optimale d'énergie électrique, (ii) la prise en compte des enjeux environnementaux et socioéconomiques, (iii) la mobilisation de financement dans les meilleurs délais. Toutefois, dans la situation actuelle de la Guinée, « Contribution énergétique au secteur minier guinéen » peut être considérée comme une exigence. Dans ce contexte, la démarche à suivre pour l'analyse de la robustesse de nos rangements consisterait à :

- exclure les options à faible capacité de production d'énergie, qui sont Statu quo et GK125_Coop,
- déterminer les conditions limites pour l'obtention du consensus autour d'une option écologique réalisée en coopération avec les acteurs régionaux.

Dans cette hypothèse, l'option GSKAm_Digues_Coop semble être celle qui permettrait au mieux de concilier les préoccupations environnementales, sociales et de mobilisation de financement. Cependant, elle a une performance faible pour la satisfaction de la demande énergétique. Dès lors, la question qui se pose est : comment peut-on améliorer la performance de cette option au plan énergétique, sans réduire sa capacité à prendre en compte les autres enjeux?

Il apparaît que seule une baisse du pourcentage d'énergie accordée à l'interconnexion régionale dans les options réalisées en coopération permettrait d'évoluer vers ce consensus. L'analyse de sensibilité faite dans ce cadre a suivi les étapes suivantes :

- révision du pourcentage d'énergie à concéder à l'interconnexion régionale dans les options qui sont réalisées en coopération, sur laquelle est basée l'évaluation du critère « Satisfaction de la demande énergétique minière »;
- analyse de la variation du rang occupé par l'option GSKAm_Digues_Coop dans le rangement de groupe en fonction du pourcentage de l'énergie affectée à l'interconnexion régionale (40 %, 30 %, 20 % et 15 %).

Le tableau 7.14, qui présente les résultats de cette analyse, montre que le consensus est facile à obtenir autour de l'option GSKAm_Digues_Coop lorsque la quantité d'énergie affectée à l'interconnexion est au plus de 20 % de l'énergie disponible (après la satisfaction de la demande sociale). Dans cette hypothèse, elle occupe le deuxième rang du rangement du groupe et chez la majorité des acteurs. Lorsque cette part augmente à 30 %, la fréquence d'occupation de deuxième rang diminue considérablement. Toutefois, la majorité des acteurs l'accepte comme troisième meilleure option.

Il est possible d'envisager une solution intermédiaire, qui consisterait à concéder 40 % de l'énergie à l'interconnexion régionale, à condition que les acteurs régionaux s'engagent à vendre la moitié de cette quantité d'énergie au secteur minier guinéen, lorsque le besoin est justifié. Un arrangement de ce type permet, d'une part, aux acteurs régionaux d'avoir un investissement viable en ayant le contrôle sur une part importante de l'énergie produite et, d'autre part, au secteur minier guinéen de disposer de l'énergie suffisante pour son développement, mais dont la quantité dépend du besoin réel.

Tableau 7.14 Performance de l'option GSKAm_Digues_Coop à différents pourcentages d'énergie concédés à l'interconnexion régionale

	Pourcentage d'énergie concédé à l'interconnexion			
	40 %	30 %	20 %	15 %
Quantité d'énergie disponible pour le secteur minier guinéen (GWh)	3 124	3 800	4 500	5 000
Rang de l'option GSKAm_Digues_Coop selon le groupe	4 ^e	3 ^e	2 ^e	2 ^e
Fréquence d'occupation du premier rang dans les rangements individuels	0	0	0	2
Fréquence d'occupation du deuxième rang dans les rangements individuels	0	1	6	7
Fréquence d'occupation du troisième rang dans les rangements individuels	5	8	4	3

Conclusion partielle

La mise en œuvre du modèle de démarche d'aide multicritère participative (figure 6.2) a suivi les étapes suivantes : (i) l'identification des préoccupations des acteurs et des enjeux avérés de l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré; (ii) la construction des critères pertinents d'évaluation comparative des scénarios d'exploitation hydroélectrique d'un bassin côtier, acceptés par les parties prenantes au processus d'ÉES; (iii) la prise en compte des jugements de valeurs de ces parties prenantes, qui ont exprimé leurs préférences pour les différents critères par attribution de poids relatifs; (iv) la mise en évidence et l'évaluation des impacts négatifs et retombées positives des scénarios d'exploitation du potentiel hydroélectrique pour le bassin du Konkouré; (v) le rangement des options selon les préférences individuelles des acteurs et le classement de groupe.

En termes de résultats, il apparaît que les options Statu quo et K125_Coop sont moins préjudiciables aux environnements biophysique et humain. Le fait qu'elles occupent

les premiers rangs dans plusieurs rangements individuels démontre l'importance des préoccupations environnementales et socioéconomiques dans la zone de l'étude. Cependant, l'énergie produite par ces options est faible par rapport à la demande actuelle et future. Elles ne peuvent constituer la solution au problème principal, qu'est la satisfaction de la demande énergétique. Les options actuellement en vue (GSK_110 et GSK_Am60), qui incluent la mise en eau du réservoir de Souapiti, sont les moins préférées par la plupart des acteurs. En effet, bien qu'elles permettent de grandes productions d'énergie, leurs performances sur les critères environnementaux, sociaux et sanitaires sont très faibles. Elles sont aussi très coûteuses pour l'État guinéen seul.

Les options dites écologiques suscitent de l'intérêt pour tous les acteurs. L'option GS220K_Am50 est efficace en matière de protection de l'écosystème de mangroves de l'estuaire du Konkouré et de déplacement de populations. Cependant, son apport énergétique au secteur minier est très faible, surtout si elle est réalisée en coopération. L'option GSK110Am_Digues permet de réduire nettement les impacts sur le déplacement de population, l'exposition aux risques sanitaires et les pertes de terres agricoles. Dans une moindre mesure, elle réduit aussi la perturbation de l'environnement côtier. Toutefois, son coût de réalisation est très élevé. Le recours à la coopération régionale pour réduire ce coût doit se faire sans compromettre sa capacité à satisfaire la demande énergétique. Cela pourrait conduire à une version revue de l'option GSKAm_Digues_Coop, qui pourrait être un consensus potentiel.

Le processus de consultation et d'analyse des résultats de l'étude font apparaître aussi des enjeux majeurs pour les acteurs. Il s'agit de :

- la « Satisfaction des besoins en énergie », reconnue par tous les acteurs, même si certains, dont les promoteurs, y accordent une importance particulière. Pour les acteurs locaux, il s'agit d'un enjeu important qui rentre cependant en conflit avec les enjeux locaux, dont le « Déplacement des populations » et la « Perte de terres agricoles »;
- la « Perte de terres agricoles » et l'« Apport de la pêche », qui constituent une priorité pour les populations riveraines. Ces enjeux déterminants pour l'amélioration de la qualité

de vie des populations locales sont malheureusement peu pris en compte par les autres acteurs;

- le « Déplacement des populations » est aussi reconnu par tous les acteurs. Il l'est de façon très marquée par la société civile et la communauté scientifique (ou experts). L'administration responsable de l'environnement et des ressources naturelles, dans une moindre mesure, accorde de l'importance à cet enjeu;
- la « Perturbation de l'écosystème de mangroves en estuaire » semble le troisième enjeu important à retenir. Les critères qui en découlent, l'« Érosion des habitats des oiseaux » et la « Perte de fonctions de l'écosystème de mangroves », sont fortement considérés par les chercheurs (CERESCOR, CNSHB, CÉRE) et les associations de producteurs évoluant en zone côtière.

Il apparaît que les options qui prennent en compte les deux derniers enjeux sont moins performantes sur le premier, de même pour les communautés riveraines des projets. Sans un accompagnement conséquent pour sa reconversion professionnelle, il n'y a pas de compensation entre la perte de terres agricoles et l'amélioration du rendement de la pêche, entraînée par l'implantation des retenues d'eau. Donc, apparaît la nécessité de construire une option de consensus, qui prend en compte à la fois les trois enjeux. Dans cette perspective, la table de concertation doit explorer : (i) les avantages et limites de l'option GSK110Am_Digues, en fonction des emplacements des digues à implanter; (ii) la revue à la baisse du pourcentage d'énergie à concéder à l'interconnexion régionale, sans compromettre la coopération et le partage d'énergie et en privilégiant les besoins du secteur minier et la satisfaction de la demande sociale; (iii) la possibilité d'utilisation du site d'Amaria comme barrage de régulation du débit aval en vue de mieux protéger l'écosystème de mangroves; (iv) la possibilité de valorisation du réservoir d'Amaria à des fins d'aménagements hydroagricoles ou de production d'eau potable, afin de mieux justifier sa mise en faveur au regard de ses impacts potentiels.

Il ressort aussi que la réalisation d'une telle démarche d'ÉES à l'échelle du bassin versant a permis d'identifier des actions à prendre en compte dans les études d'impacts sur l'environnement (ÉIE) des projets à venir. Il s'agit entre autres :

- d'inclure dans leurs justifications le choix de l'option d'exploitation hydroélectrique dans laquelle ils s'inscrivent, au regard de l'ensemble des possibilités futures d'aménagement hydroélectrique. Pour ce faire, les projets d'aménagements devraient prendre en compte les avantages et les points faibles des différentes options analysées par cette étude;
- de porter un intérêt particulier aux déplacements involontaires des populations et la perte de terres agricoles. Il s'agit dans ce cas de mettre en place un mécanisme d'accompagnement des populations locales, qui sont majoritairement des agriculteurs, dans leur reconversion professionnelle dans la filière de la pêche. Cet accompagnement permettrait de mieux valoriser le stock halieutique des réservoirs au bénéfice des populations locales;
- d'avoir des objectifs chiffrés à l'échelle du bassin et pour chaque projet de barrage, concernant l'apport énergétique attendu pour la consommation domestique et le développement du secteur minier guinéen. Ces objectifs doivent tenir compte des besoins de développement du pays et des exigences liées à l'implication de partenaires régionaux dans l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré;
- d'introduire des mesures techniques de contrôle des apports d'eau douce en estuaire lors de la réalisation des futurs barrages hydroélectriques, en vue de l'atténuation des perturbations sur les écosystèmes de mangroves;
- de prévoir un suivi conséquent des impacts en estuaire, aussi bien sur les modifications de débits, de salinité et de matières en suspension que sur le rendement des plaines rizicoles, des sites salicoles et de la pêche, la migration des populations en estuaire et les modifications des habitudes (calendrier de travail dans l'année, méthodes de culture, reconversion professionnelle, etc.);
- de prendre en considération la capacité de charge du bassin et la sécurité des barrages par :
 - le choix approprié des sites de relocalisation des populations déplacées en fonction des potentialités agropastorales du bassin et des sources de nuisance liées à la présence de l'industrie minière (usine d'alumine de Fria),
 - l'intégration des données sismiques et de la capacité de charge du territoire dans les études de faisabilité technique et d'analyse des variantes des projets, afin de minimiser les risques de rupture des barrages.

Ces recommandations, dont la pertinence est démontrée pour le cas du bassin du Konkouré, en Guinée, seront discutées dans le prochain chapitre, en vue d'analyser la possibilité de leur transposition aux bassins versants côtiers tropicaux, particulièrement en Afrique de l'Ouest.

CHAPITRE VIII

SYNTHÈSE DES CONTRIBUTIONS ET ENSEIGNEMENTS

Ce dernier chapitre est un récapitulatif des principales contributions de l'étude. Ces contributions se repartissent en trois catégories : (i) celles qui concernent l'étude de cas ayant porté sur l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré; (ii) celles d'ordre méthodologique, notamment sur l'utilisation de l'aide multicritère à la décision pour l'évaluation comparative des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical; (iii) celles qui portent sur la vulnérabilité des écosystèmes de mangroves aux effets de la gestion hydraulique des barrages. Ensuite, les enseignements généralisables pour l'amélioration de la prise en compte de l'environnement dans l'aménagement hydroélectrique des bassins côtiers sont discutés. Sur la base de ces discussions, les limites et les conditions de réussite de telles études sont présentées, ainsi qu'une ébauche des perspectives de recherches dans le domaine.

8.1 Principales contributions de l'étude

8.1.1 Contribution à l'amélioration de la planification de l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, en Guinée

Les apports de l'étude sont nombreux pour l'amélioration de la prise en compte de l'environnement dans l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, qui a servi d'étude de cas. Ils sont décrits ci-dessous :

- La conception d'un cédérom qui contient dans une base de données dans un système d'information géographique (SIG), des données sur les cartes de relief, la carte d'aptitude

des sols et d'occupation du territoire dans le bassin continental et dans l'estuaire du Konkouré, la carte administrative de la Guinée, les positionnements des futurs barrages hydroélectriques, les limites des futures retenues d'eau (ou des inondations potentielles selon les options envisagées), etc.

- La production de cartes de simulation des inondations potentielles, des pertes de terres agricoles et de milieux humides pour les différents barrages hydroélectriques prévus. L'analyse de ces cartes permet d'obtenir des données très utiles pour l'identification des enjeux et l'évaluation des certains impacts potentiels des futurs barrages.
- La proposition d'une démarche méthodologique et des abaques permettant de mieux prendre en compte les impacts potentiels des futurs barrages sur l'estuaire et la zone côtière du Konkouré. Il s'agit de la démarche générale présentée dans le chapitre 5, qui a conduit à :
 - l'identification des impacts majeurs à prendre en compte à l'étape des études d'impacts des futurs barrages dans le bassin du Konkouré,
 - la proposition et la validation de modèles hydrologiques sur la base de fonctions de corrélation, permettant de déterminer les débits à la station de Yékémato en fonction des débits aux stations hydrométriques de Kaléta et de Amaria. Cela pourrait permettre de déterminer les débits d'eau douce à la tête de l'estuaire, aussi bien pour les futurs barrages envisageables (échelle des projets) que pour les options d'exploitation hydroélectrique à l'échelle du bassin,
 - la proposition et la validation d'un abaque sur l'évolution de la limite supérieure de la remontée saline (km) dans l'estuaire du Konkouré, en fonction des classes de débits observés à la station hydrométrique de Yékémato (figure 5.6). Cette information est essentielle pour apprécier l'importance des modifications biophysiques en estuaire et leurs répercussions sur les espèces biologiques et les écosystèmes, la distribution et l'exploitation des ressources vivantes et non vivantes,
 - la proposition d'un modèle schématique sur la chaîne des impacts induits dans l'écosystème de mangroves du Konkouré, à la suite de modifications hydrologiques liées à la gestion hydraulique du barrage de Garafiri. Ce schéma est utile pour l'analyse des impacts potentiels des futurs barrages et de leur

synergie avec ceux des activités d'exploitation des ressources en estuaire (riziculture, saliculture, bûcheronnage, pêche et fumage de poissons).

- La mise en place d'un cadre de concertation, accompagné d'outils d'illustration (cartes de simulations produites à l'aide de MapInfo, sorties de modèle du logiciel DECISIONLAB 2000). Cela a créé les conditions favorables pour :
 - l'initiation d'échanges directs entre les acteurs concernés par la mise en valeur du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré,
 - l'enrichissement des discussions par la prise en compte de plusieurs objectifs et intérêts, traduits par critères, qui sont parfois conflictuels,
 - l'alimentation de la négociation entre les parties prenantes, par des informations concernant les profils des actions, les rangements individuels et de groupe, l'analyse des coalitions d'acteurs et des critères conflictuels, et de la robustesse des rangements.

Ce processus a permis par ailleurs :

- de sensibiliser les acteurs, notamment les décideurs, les promoteurs potentiels et les communautés riveraines (des lieux d'implantation des barrages), sur la vulnérabilité du bassin du Konkouré et l'importance des modifications que pourraient entraîner la construction et l'exploitation de plusieurs futurs grands barrages,
- de générer des informations et outils pouvant aider les autorités guinéennes à prendre la décision appropriée pour l'exploitation du potentiel hydroélectrique de ce bassin, en conciliant la production optimale d'énergie, la protection de l'environnement, le développement économique et social local et le partage d'énergie régionale.

8.1.2 Apports méthodologiques généralisables pour l'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical

Les apports méthodologiques qui peuvent être généralisés dans le cadre de l'ÉES des plans d'aménagement hydroélectrique des bassins côtiers africains sont de deux types : (i) les apports relatifs à l'adaptation de la démarche de l'aide multicritère à la décision au milieu

africain et dans un contexte de gestion des bassins; (ii) ceux liés à la prise en compte de l'environnement côtier lors de la réalisation et l'exploitation d'aménagement hydroélectrique.

8.1.2.1 Contribution à l'adaptation de la démarche de l'AMCD au contexte de la gestion des bassins en Afrique

Il s'agit essentiellement de l'amélioration de la démarche d'utilisation de l'AMCD multicritère comme outil de planification concertée dans un bassin versant, afin de mieux l'adapter au contexte africain. Dans ce cadre, les apports décrits ci-dessous sont à mentionner :

- la proposition et la validation d'une démarche participative de structuration du problème, en vue de réduire certains biais dans le processus décisionnel et d'accroître sa transparence. Cette proposition concerne surtout l'intégration de techniques de participation publique bien connues dans le contexte africain (*focus group*, fiches d'enquêtes, réunions thématiques par groupe de travail, table de concertation) et leur arrimage avec les étapes classiques de la démarche de l'aide multicritère à la décision.
- la démarche de recherche active des acteurs et leur catégorisation, qui peut devenir complexe dans le contexte africain. En effet, des acteurs supposés appartenir à la même catégorie, en particulier ceux de la société civile, ne partagent pas les mêmes préoccupations. C'est souvent le cas des groupements d'intérêts économiques, qui sont en réalité des acteurs économiques locaux, de certaines organisations non gouvernementales (ONG), agissant parfois à titre de bureau d'étude lors des études d'impacts, etc.
- la documentation de la démarche d'exploitation des résultats du logiciel DECISIONLAB 2000 et des cartes de simulation des inondations, pour l'évaluation comparative des options d'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins et la construction de consensus. En effet, la démarche a permis :
 - de mettre en évidence la plus-value de l'approche multidécideur (notamment l'implication des acteurs sociaux dans le processus décisionnel),
 - de prendre en compte des enjeux ou objectifs autres que ceux relatifs à l'environnement, grâce à son ouverture à plusieurs critères (multicritère). De

ce fait, l'étude va au-delà d'un simple verdissement d'un plan ou d'un programme.

8.1.2.2 Contribution à la prise en compte de l'environnement côtier dans l'aménagement hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical

L'apport concerne, dans ce cas, la proposition d'éléments méthodologiques pour l'évaluation et le suivi des impacts des aménagements hydroélectriques sur l'estuaire en mangroves. En effet, l'étude a proposé dans le cas de l'analyse des impacts des futurs barrages sur l'estuaire du Konkouré :

- une démarche générale d'identification et d'analyse des impacts potentiels et des critères d'évaluation en estuaire, qui pourrait servir dans d'autres études d'impacts des projets ou d'analyses à l'échelle du bassin;
- une démarche d'élaboration de modèles hydrologiques simplifiés, des abaques Débits-salinité et des schémas de chaînes d'impacts indirects et cumulatifs, permettant d'estimer les modifications hydrologiques et leurs impacts sur la salinité en estuaire, ainsi que les répercussions sur la disponibilité et l'exploitation des ressources.

De façon générale, la démarche combinant les approches analytiques et transdisciplinaires permet de mettre en évidence les liens de cause à effet entre les modifications physiques et biologiques du milieu récepteur, la perturbation de la disponibilité et de l'accès aux ressources. Cette approche permet aussi de prévoir, dans une certaine mesure, des changements d'affectation des terres et leurs impacts sur la conservation des milieux humides, la modification des rendements des différentes filières de production et leurs répercussions sur les revenus des populations et leur mode de vie.

8.2 Enseignements pour l'ÉES de l'exploitation hydroélectrique des bassins côtiers en milieu tropical

Plusieurs enseignements peuvent être tirés de cette étude, dont les plus importants sont cités ci-dessous.

8.2.1 De la diversité des enjeux liés à la construction et l'exploitation d'aménagements hydroélectriques dans les bassins côtiers en milieu tropical.

L'analyse comparative des options d'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré montre que l'importance de leurs impacts dépend de la taille des réservoirs des aménagements hydroélectriques qui les composent et de la sensibilité du milieu récepteur. Les réservoirs de petites tailles, qui entraînent des inondations relativement faibles, sont moins préjudiciables aux environnements biophysique et humain. Cependant, leurs productions d'énergie sont en général faibles par rapport à l'importance des besoins énergétiques. Par contre, les options comprenant de grands réservoirs semblent celles qui permettent en général une plus grande production d'énergie. Elles sont très coûteuses, cependant, et très peu performantes sur les critères environnementaux, sociaux et sanitaires.

Au-delà de la différence de taille des réservoirs, l'environnement du bassin du Konkouré apparaît très vulnérable aux modifications qu'entraînerait la construction de nouveaux barrages. Cette vulnérabilité est liée à la dégradation actuelle de son couvert végétal, à la rareté de terres fertiles, à la pauvreté des populations rurales qui dépendent directement de l'exploitation des ressources agropastorales et qui accentuent les impacts liés à l'implantation des barrages hydroélectriques. Cette situation est semblable à celle de la plupart des bassins versants en Afrique de l'Ouest, dont celui du fleuve Mono, du fleuve Gambie, du fleuve Sénégal et des sous-bassins du fleuve Niger (Coyne et Bellier, 1998; Diagne, 2002.).

Les principaux enjeux liés à la construction et l'exploitation d'aménagements hydroélectriques dans ces bassins sont : le déplacement involontaire de populations, les pertes de terres agricoles, la dégradation du couvert végétal et de biodiversité, la prolifération de maladies hydriques (paludisme, bilharziose, etc.), les pertes culturelles, la modification de l'utilisation du territoire et la modification des apports d'eau douce en estuaire n'entraînant pas la perturbation du fonctionnement de l'écosystème de mangroves.

Le coût environnemental est moins élevé lorsque la conciliation entre l'atteinte des objectifs de production énergétique et de protection des environnements biophysique et humain est faite à l'étape de la planification. En effet, l'étude montre que l'introduction de

modifications techniques comme mesures d'atténuation à l'étape de la planification des mégaaménagements peut permettre de réduire considérablement les effets négatifs sur l'environnement, sur le déplacement de populations et sur les pertes de terres agricoles, sans affecter leur capacité de production. Ces mesures peuvent consister en l'introduction de digues de protection des lieux d'importance écologique ou culturelle, ainsi que des grands établissements humains ou industriels et le contrôle des débits d'eau douce en estuaire. Toutefois, ces mesures peuvent avoir des coûts élevés. Il est donc important d'effectuer une analyse coût et avantage, pour le choix.

8.2.2 AMCD comme outil de planification évaluative à l'échelle des bassins versants

La démarche de l'AMCD et le logiciel DECISIONLAB 2000 (basé sur les méthodes PROMETHÉE et GAIA) sont bien appropriés pour l'analyse des problématiques de gestion des ressources à l'échelle du bassin versant. En effet, ils permettent de bien prendre en compte la diversité des acteurs concernés, ce qui permet d'exploiter les options et intérêts en présence. Ils permettent aussi de prendre en compte les particularités socioéconomiques et socioculturelles, et les opinions minoritaires, qui doivent être considérés comme des facteurs de développement et non des contraintes à la construction du consensus. L'information mise à la disposition du décideur se trouve enrichie en fin de processus grâce à la prise en compte de ces éléments et à l'exploitation de différentes formes de présentation des résultats (profils des actions, rangements selon PROMETHÉE I et II, plans GAIA-Critères et GAIA-Scénarios, comparaison multiscénario, analyse de sensibilité, etc.).

L'illustration des effets potentiels des réservoirs des futurs barrages grâce à la simulation cartographique à l'aide de MapInfo permet de mettre en évidence et d'apprécier les enjeux ou impacts majeurs associés aux différentes options d'exploitation du potentiel hydroélectrique. Ces cartes facilitent aussi la construction de nouvelles options, qui intègrent les modifications techniques voulues.

L'utilisation d'une AMCD participative comme outil d'évaluation comparative dans une évaluation environnementale stratégique permet de prendre en compte plusieurs enjeux, parfois conflictuels. Cette démarche permet donc d'aller au-delà des limites traditionnelles d'une ÉES (prise en compte de l'environnement à l'échelle stratégique). En

effet, il s'agit d'une Évaluation stratégique incluant l'environnement, dans laquelle les dimensions économiques, techniques et de gouvernance sont analysées au même titre que celles relatives aux environnements biophysique et humain. Elle ouvre la perspective d'une Évaluation intégrée de type «ex-ante» à l'échelle du bassin versant. En s'inspirant de l'étude du PNUE (2001) portant sur l'analyse des politiques liées au commerce international (qui distingue trois types d'évaluation intégrée : évaluation intégrée prospective ou «ex-ante», évaluation intégrée concomitante et évaluation intégrée «ex-post» ou à postériori), nous pouvons mentionner que cette étude s'apparente à l'évaluation intégrée dite prospective. En effet, elle est réalisée avant la mise en place d'un plan et présente l'avantage d'aider à prévenir des effets néfastes, à atténuer leur ampleur et à réduire le coût des mesures correctives.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'étude montre que la réalisation d'une évaluation environnementale stratégique (ÉES) du plan d'exploitation hydroélectrique du bassin du Konkouré, basée sur l'aide multicritère à la décision dans un contexte multi-acteurs et sur la visualisation des modifications potentielles (par SIG), permettent de passer d'une démarche traditionnelle dominée par l'État (décideur) à un processus décisionnel participatif et constructif. En effet, le processus de consultation mis en place a permis d'impliquer les acteurs concernés par les enjeux liés à l'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré, à savoir les décideurs et les planificateurs du secteur de l'énergie en Guinée, les promoteurs potentiels de l'hydroélectricité aux échelles nationale et régionale, les services techniques de l'administration publique responsable de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles, les représentants de populations riveraines et les autres acteurs de la société civile, universitaires et bureaux conseils en environnement. L'analyse des résultats de cette consultation fait apparaître des enjeux majeurs, dont les plus importants sont la satisfaction des besoins en énergie, la mobilisation de financement, le déplacement involontaire des populations, la perte de ressources agropastorales locales et la perturbation de l'écosystème de mangroves en estuaire (réduction des fonctions économiques, sociales et écologiques, érosion des habitats des oiseaux migrateurs). La structuration de ces enjeux a permis d'identifier une série de critères dont la pertinence dépend des échelles d'intervention (échelle stratégique et niveau projet). Les critères retenus pour l'échelle de l'étude couvraient aussi bien les dimensions économiques, écologiques, sociales et culturelles que le partage de la ressource.

L'AMCD réalisée dans le cas du bassin du Konkouré a consisté à la comparaison de dix options d'exploitation du potentiel hydroélectrique sur la base de neuf critères, préalablement pondérés par 14 acteurs qui ont pris part au processus décisionnel. Le résultat de ce processus montre que la plupart des acteurs de la société civile sont opposés à la réalisation des options à grands réservoirs à cause des impacts entraînés à l'échelle locale (déplacement de populations, perte de biens, élévation des risques pour la santé, etc.). Malgré

l'importance de ces impacts, les services responsables de la planification énergétique et les promoteurs potentiels préfèrent ces options à cause de leur capacité à satisfaire la demande énergétique. Les universitaires et les services responsables de la gestion des ressources naturelles et de l'environnement, ainsi que les bureaux conseils sont partagés entre les deux positions. Ces derniers ont une position toutefois plus proche de celle des acteurs de la société civile. Ce processus a permis de construire des options écologiques, qui permettent de concilier l'optimisation de la production d'énergie avec la réduction du déplacement de populations et des pertes de biens, et la protection de l'écosystème de mangroves en estuaire. Ces options, notamment GSK110_Am_Digues, occupent les premiers rangs dans le rangement fourni par l'ensemble du groupe. Cependant, leurs coûts plus élevés obligent à trouver des ententes avec les partenaires régionaux, dont l'implication permettrait d'accroître la capacité de mobilisation de financement pour la réalisation des aménagements. Ces ententes doivent prendre en compte la nécessité de satisfaire la demande énergétique des ménages et les besoins du secteur minier, déterminants pour le développement économique et social de la Guinée. Cela pourrait conduire à une version revue de l'option GSKAm_Digues_Coop, qui pourrait être un consensus potentiel.

Cette étude de cas permet ainsi de ressortir les bénéfices de la réalisation d'une ÉES à l'échelle du bassin versant pour la planification concertée de la mise en valeur du potentiel hydroélectrique. Certains de ces bénéfices sont :

- la justification des projets à l'étape stratégique, qui permet d'économiser du temps dans la réalisation des ÉIE, notamment en ce qui concerne la consultation publique;
- l'identification des enjeux les plus importants pour les parties prenantes, qui est bien possible à l'échelle stratégique (politique, plan, programme), comme le montre le cas analysé dans la présente étude. L'analyse de ces enjeux dans le cadre des projets qui composent les différentes options permettrait de focaliser leurs ÉIE sur des impacts potentiels majeurs, ce qui pourrait entraîner des gains en temps et en argent;
- l'introduction de digues dans les options écologiques pourraient permettre d'éviter le paiement de frais de compensation de personnes déplacées pour les habitants de plus de

sept villages, ainsi que les coûts environnementaux et sociaux de l'inondation de plusieurs milieux humides;

- la mise en valeur probable du site de Amaria (exclu dans l'approche d'aménagement par projets), en plus de la production d'énergie supplémentaire potentielle pourraient permettre de préserver l'écosystème de mangroves grâce à la régulation des débits d'eau douce en estuaire;
- la sensibilisation des acteurs sociaux et le rétablissement de la confiance entre les populations riveraines, les autorités et les promoteurs potentiels accroissent l'acceptabilité sociale des projets et garantit les investissements.

Malgré l'importance des résultats obtenus, certaines limites sont à mentionner. Il s'agit :

- de l'accès aux données, notamment : (i) le manque de données ou les difficultés d'accès lorsqu'elles existent; (ii) la qualité des données, qui ne sont pas souvent actualisées; (iii) la non-disponibilité de données quantitatives, qui rend difficile l'évaluation objective des critères à l'échelle stratégique;
- des difficultés liées à la prise en compte des préférences collectives versus des opinions individuelles des représentants des différentes catégories d'acteurs;
- du poids du centralisme étatique dans la prise de décision et la crise de confiance entre les acteurs. Le manque d'assurance des acteurs impliqués dans l'étude de cas du bassin du Konkouré sur la mise en application effective des résultats du processus de l'AMCD par les décideurs était un élément de démotivation important, malgré l'intérêt évident pour les outils utilisés et les résultats attendus;
- de la méconnaissance de l'outil par les acteurs et les différences de niveau de formation : est-ce que cela a un effet sur les capacités d'assimilation et l'efficacité dans l'implication?
- du manque d'information sur certaines sources de pollution potentielle de la zone de l'estuaire du Konkouré, situé en aval de diverses installations industrielles dont la Société d'exploitation et de traitement des bauxites de FRIGUIA.

En termes de perspectives, la recherche sur le développement des outils et la diffusion des expériences pratiques ou cas d'études existantes sont à encourager. Dans ce cadre, il conviendrait de mettre l'accent sur :

- la formalisation, l'exploitation et la diffusion de l'outil et des exemples d'applications pratiques à travers la rédaction d'articles scientifiques, l'enseignement de la démarche comme outils d'évaluation comparative et la réalisation de documentaires sur des cas concrets d'utilisation pour la résolution de problèmes.
- l'essai d'intégration de la démarche d'aide multicritère à d'autres démarches et outils de gouvernance environnementale, ce qui permet de mettre en évidence son efficience (utilité ou plus-value versus coût supplémentaire de son utilisation). Plusieurs études pratiques sont déjà initiées dans ce cadre :
 - Intégration de l'AMCD au processus de gestion intégrée du bassin de Yitenga, au Burkina Faso, en vue de l'élaboration d'un plan d'action stratégique pour l'amélioration de la qualité de l'eau de consommation et la lutte contre les maladies hydriques;
 - Utilisation de l'aide multicritère à la décision pour l'élaboration d'un plan d'adaptation aux changements climatiques et d'amélioration de la santé en Guinée Forestière;
 - Intégration de l'aide multicritère aux outils cartographiques (SIG) pour la planification et l'aménagement du territoire : application au bassin de Yitenga, au Burkina Faso.

De façon générale, il conviendrait de travailler aussi à : (i) l'amélioration de l'utilisation des outils d'analyse multicritère comme outils d'évaluation comparative des variantes lors des ÉIE de projets ; (ii) l'amélioration de l'accès aux logiciels pour les utilisateurs potentiels (enseignants et chercheurs, bureaux conseils, gestionnaires de projets, etc.).

RÉFÉRENCES

ABN. 2003. *Programme pluriannuel de développement de l'Autorité du Bassin du NIGER*. 63 p.

Adams, W. 2000. *The Social Impacts of Large Dams: Equity and Distributional Issues*. Working Paper. The World Commission on Dams. Cape Town. November 2000. [En ligne] www.dams.org/docs/kbase/thematic/tr11main.pdf.

Albaret, J. J. et P. S. Diouf. 1994. « Diversité des poissons de lagunes et des estuaires ouest africains ». In *Teugels et al.* (Éd.) *Diversité biologique des poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique*. MRAC, *Annales Sciences zoologiques*, 275, pp. 165-177.

Amoros, C. et G. E. Petts. 1993. *Hydrosystèmes fluviaux*. Collection d'écologie, n° 24. Éditions Masson, Paris. 320 p.

André, P., Delisle, C. E. et J.-P. Revéret. 1999. *L'évaluation des impacts sur l'environnement : processus, acteurs, pratiques pour un développement durable*. 1^{re} édition. Montréal : Presses internationales polytechniques. 416 p.

André, P., Delisle, C. E. et J.-P. Revéret. 2003. *L'évaluation des impacts sur l'environnement : processus, acteurs, pratiques pour un développement durable*. 2^e édition. Montréal : Presses internationales polytechniques. 519 p.

André, P., Delisle, E. et J.-P. Revéret. 2010. *L'évaluation des impacts sur l'environnement : processus, acteurs et pratiques pour un développement durable*. 3^e édition. Montréal : Presses internationales polytechniques. 398 p.

Appiah-Opoku, S. 2001. « Environmental impact assessment in developing countries: the case of Ghana ». *Environmental Impact Assessment Review*. Vol. 21, pp. 59-71.

Baglo, A. M. 1980. *Les conséquences géographiques de la construction du barrage de Cotonou sur la zone lagunaire du sud-est béninois*. Mémoire de maîtrise en géographie, UNB, 28 p.

Baglo, A. M. 1989. *La mangrove du Bénin : grands équilibres écologiques et perspectives d'aménagement*. Thèse de doctorat, Université P. Sabatier, Toulouse. 1989.

Bah, M. et coll. 1997. *Monographie nationale sur la biodiversité en Guinée*. Projet Gui/GF/6105-92-74/PNU/É/Guinée, Conakry, MEDD-PNUD. 1997. 294 p.

Bah, M. et coll. 2002. *Stratégie nationale et plan d'action sur la biodiversité*. Vol. 1. Stratégie nationale de conservation de la biodiversité et d'utilisation durables des ressources en Guinée. Projet GUI/97/G32/A/1G/99. GUINÉE/PNUD/FEM.

Banque Mondiale. Département de l'environnement. 1999a. *Manuel d'évaluation environnementale*. Vol. I. Politiques, procédures et questions intersectorielles. Washington. 256 p.

Banque Mondiale. Département de l'environnement. 1999b. *Manuel d'évaluation environnementale*. Vol. III. Lignes directrices pour l'évaluation environnementale des projets énergétiques et industriels. Washington.

Banque Mondiale. 2001. *Prendre des engagements durables ; une stratégie environnementale pour la Banque Mondiale*. Résumé. Banque Internationale pour la reconstruction et le Développement. Banque Mondiale. Washington.

Banque Mondiale. 2002. *Politique de sauvegarde : Cadre d'amélioration de l'efficacité pour le développement*. Oct. 2002.

Basten A. et L. Frédéric. 2003. La gestion par bassin versant : du principe écologique à la contrainte politique – le cas du Mékong. [En ligne] VertigO – La revue en sciences de l'environnement sur le WEB. Vol. 4(3). Décembre 2003.

Bazzo, D., 1991. *Contribution à l'étude des mangroves : Évolution du casier de la Soumbouya entre 1954 et 1988*. Mémoire de maîtrise, Université de Bordeaux III. 100 p. et annexe.

BCEOM. 1990. *Projet hydroélectriques de Garafiri, Avant-Projet environnement et réinstallation des populations*. Annexes 1 à 11 – décembre 1990 (B.C.E.O.M., France).

Bertrand, F., Rossi, G. et F. Blasco. 1991. *Contribution à l'étude de l'environnement et de la dynamique des mangroves de Guinée : Données de terrain et apport de la télédétection*. Thèse présentée pour le doctorat de géographie. Université de Bordeaux III.

Biswas, A. R. Et C. Tortajada. 2001. « Sustainable development and large dams: a global perspective ». *International Journal of Water Resources Development*. Vol. 17(1). pp. 9-21.

Bouchard, A. M. 2000. *Évaluations environnementales stratégiques : Document de réflexion en vue de la mise en œuvre d'un processus d'évaluations environnementales stratégique en République du Bénin*. Rapport d'étude pour TecSult International Inc. Atelier national d'élaboration des procédures nationales d'ÉES. Abomey, Bénin, du 24 au 26 juillet 2000.

Bourret, D., Chevallier, J. J., Daudelin, S., Martel J. M. et N. Molines. 2003. *Gestion de l'eau : une démarche participative multicritère pour la gestion du bassin de la rivière Etchemin*. Vecteur environnement – vol. 36 (6). p. 38-47.

Brans, J. P. et B. Mareschal. 2000. *How to decide with PROMETHÉE*. ULB et VUB Brussels free Universities. [En ligne] <http://smg.ulb.ac.be>.

Brans, J.-P. et B. Mareschal. 2002. *Une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples*. Éditions de l'Université de Bruxelles.

Briscoe, J. 1993. « When the cup is half Full: Improving water and sanitation services in the developing World ». In *Environment*. Vol. 35, n° 4.

Brookes, A. 1999. « Environmental Impact assessment for water projects ». In *Handbook of environmental impact assessment, vol. 2, environmental impact assessment in practice: impacts and limitations*. Sous la direction de Éd. I. Petts. pp. 404-430. Malden (Mass.) Blackwell science, 450 p.

Brown, A. L. et R. Thérivel. 2000. *Principles to guide the Development of SEA Methodology*. Impact Assessment and Project Appraisal.

Burdge, R. 1990. « The benefits of social impact assessment in Third World development ». *Environmental Impact Assess Review*. Vol. 10. pp. 123-134.

Burton, J. 2001. *La gestion intégrée des ressources en eau par bassin*. Manuel de formation. Institut de l'Énergie et de l'Environnement de la Francophonie. p. 238.

Burton, J. 1996. *Étude prospective portant sur la gestion intégrée des grands fleuves en Afrique de l'Ouest*. Agence canadienne de développement international. Ottawa, Canada.

Burton, J. 1999. « River basin management: a reminder of some basic concepts ». In Mostert, E. (Éd.) IHP-V Technical document in *Hydrology*, Vol. 31. pp. 171-176.

Camara, S. et coll. 1999. *Analyse de la diversité des écosystèmes marins et côtiers : identification des priorités pour sa conservation*. SNPA-DB. DNE/PNUD. 25 p.

Camara, S., Samoura, K., Ferry, L. et M. Carn. 2003. *Impacts environnementaux et sociaux des aménagements hydroélectriques sur les estuaires d'Afrique de l'Ouest : Cas de l'estuaire du Konkouré en Guinée*. Bulletin du CERESCOR, n° 16. Conakry, Guinée.

CIDD. 1999. *L'évaluation environnementale stratégique : un outil pour le développement durable*. Comité interministériel du développement durable (CIDD). Québec (Québec). 102 p.

CILSS. 2002. *Changements climatiques, ressources en eau, zones humides et désertification en Afrique de l'Ouest : établissement de relations en vue leur gestion intégrée*. Document de travail. UICN-BRAO. Octobre. Ouagadougou. 13 p.

CME. 2000. *Second World Water Forum and Ministerial Conference*. Rapport final. Conseil national de l'eau. La Haye, Hollande.

CNUED. 1992. *Agenda 21 : déclaration de Rio*. Nations Unies. New York, États Unis. 275 p.

Commission des communautés européennes. 1990. *Manuel on Strategic Environment Assessment of Transport Infrastructure Plans*. Pays-Bas. 118 p.

Cormier-Salem, M.-C. 1994. *Dynamique et usage de la mangrove dans les pays des rivières du sud (du Sénégal à la Sierra Leone)*. Actes de l'atelier de Dakar, du 8 au 15 mai 1994. ORSTOM Éditions – Collections COLLOQUES et SÉMINAIRES. Paris. 1994. 353 p.

Cormier-Salem, M.-C. 1999. *Rivières du Sud, société et mangrove ouest-africaine*. Journal de l'Institut de recherche pour le développement. 1999.

Coyne, G. et Bellier, EDF. 1989. *Influence du complexe Garafiri-Kaleta sur les projets Souapiti et Amaria*. Janvier 1989. EDF/COB.

Coyne, G. et Bellier, EDF. 1990. *Aménagement hydroélectrique du Konkouré, complexe Garafiri-Kaleta*. Étude d'Avant-Projet Détaillé – mars 1990. Électricité de France. Coyne et Bellier. France.

Coyne, G. et Bellier, EDF. 1997. *Aménagement hydroélectrique de Kaleta sur le Konkouré : Étude de faisabilité*. Volumes I et II. Juin 1997.

Coyne, G. et Bellier. 1998. *Aménagement hydroélectrique d'Adjarala*. Étude d'impact sur l'environnement. 3 volumes. Rapport d'étude d'impacts à la CEB. Lomé.

Coyne, G. et Bellier, EDF. 1999. *Complexe hydroélectrique de Souapiti-Kaleta : Étude de faisabilité*. Volumes I, II, III et IV. Mai 1999.

Craik, N. 2008. *The International Law of Environmental Impact Assessment : Process, Substance and Integration*. Cambridge Studies in international and comparative Law. Cambridge University Press. 332 p.

D'Almeida, K. 2001. *Cadre institutionnel législative et réglementaire de l'évaluation environnementale dans les pays d'Afrique et de l'océan Indien : les indicateurs de fonctionnalité, les écarts fondamentaux*. IÉPF et Secrétariat francophone de l'AIEI/IAIA. Montréal. Québec. Canada. 85 p.

Davidoff, P. 1996. « Advocacy and pluralism in planning ». *In readings in planning theory*, sous la direction de S. Campbell et S. S. Fainstein. pp. 305-322. Cambridge. Blackwell Publishers Inc.

Demers, C., Sénécal, P. et M. St-Georges. 1991. « Les enseignements des mesures d'atténuation implantées dans les milieux naturel et humain ». In *Les enseignements de la phase 1 du complexe La Grande. Actes du 5^e colloque de l'ACFAS*. Sherbrooke, 22-23 mai 1991. Montréal. ACFAS. pp. 149-173.

Denhart, R. B. 1985. « Strategic planning in State and local government ». *State and local government Review*. 17, pp. 174-179.

Détolle, J.-P. 2003. « L'évaluation environnementale et la gestion de l'eau par bassin versant : une perspective d'avenir ». In *12^e congrès de l'AQEI. L'évaluation d'impacts : Un regard vers l'avenir*. Québec. 12 et 13 novembre 2003. [En ligne] <http://www.aqei.qc.ca/neuf/congres2003.html#anchor346918>.

DNFC. 1993. *Plan d'aménagement forestier des mangroves de la baie de Sangaréya*. Doc. n° 13/93. Projet pilote de gestion de la baie de Sangaréya. 245 p. Novembre 1993.

Diagne, B. 2002. « Modèles d'organisation de bassin en Afrique de l'Ouest : le cas de l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS) ». Communication à l'atelier sur : *La Gouvernance de l'eau. Aspects juridiques et institutionnels de la gestion des ressources en eau en Afrique de l'Ouest*. UICN Bureau pour l'Afrique de l'Ouest (BRAO) et Centre du droit de l'environnement (UICN-ELC). Ouagadougou, Novembre 2002.

Diallo, A. 1993. « Les mangroves de Guinée ». In *Conservation et utilisation rationnelle des forêts de mangrove de l'Amérique latine et de l'Afrique*. International Society of mangrove Ecosystems. UNESCO/COMARAF. pp. 52-63.

Diaw, I. M. 2004. *Situation et évaluation du secteur de l'énergie en Afrique de l'Ouest – Régulation dans le contexte du Système d'échange d'énergie électrique ouest africain*. (EEEOA); 2nd Global regulatory network conference, Bamako. Mali. Juillet 2004.

Dieng, B. 2004. *Les ressources en eau : typologie et évaluation des réserves et des besoins, exploitation durable (outils, méthodes et indicateurs)*. Note de cours, 8^e École d'Été du SIFÉE et de l'IEPF. Évaluation environnementale et la gestion intégrée des ressources en eau. Ouagadougou. 13 au 18 septembre 2004.

DNEF. 1999. *Plan d'aménagement forestier de la mangrove de Dubréka : capitalisation sur les actions*. Rapport à la Communauté économique européenne. Version CD-ROM. Guinée.

DNH. 1995. *Actes du Séminaire International sur le Programme Régional d'Aménagement des Bassins Versants du Haut Niger et de la Haute Gambie*. Conakry. Guinée. 20 au 25 mars 1995.

Dux, D., Souaré, E. S. et P. Kamano. 2002. *Atlas scolaire de la Guinée*. Édité par le ministère de l'Enseignement préuniversitaire et de l'Éducation civique (République de Guinée) pour le compte de la GTZ. Mars 2002.

Easter, K. W., Feder, G., Le Moigne, G. et A. M. Duda. 1992. *La gestion des ressources en eau*. Document de politique générale de la Banque Mondiale.

El Sabh, M. I. 1996. *Land-based and marine hazards: scientific and management issues*. Edited by Dordrecht. Kluwer Academic Publishers. Series Advances in natural and technological hazards research, n° 7, 301 p.

Falque, M. 1995. *Évaluation environnementale des politiques, plans et programmes*. Ministère de l'Environnement. Le Barroux. France. 116 p.

Gauthier, M., Simard, L. et J.-P. Waaub. 1999. *Participation du public à l'évaluation environnementale stratégique*. Rapport de recherche. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (MEFQ). 132 p.

Gauthier, M., Simard, L. et J.-P. Waaub. 2003. *Participation du public à l'évaluation environnementale stratégique*. Cahier de recherche de l'Institut des sciences de l'environnement. Université du Québec à Montréal. 117 p.

Grégoire, A. 1983. « Étude hydrobiologique d'une rivière aménagée : Le Verdon Les Lacs de barrage et les tronçons de cours d'eau à débit régulé ». *La Houille blanche*, n° 2. pp 105-114.

GWP-WATAC. 2000. *Water for the 21st Century. Vision to Action for West Africa*. Global Water Partnership. West Africa Technical Advisory Committee (GWP-WATAC). Ouagadougou. [En ligne] <http://www.gwpforum.org>.

Hoch, C. 1994. « What planners do: power, politics, and persuasion ». *American Planning Association*. 1994. 364 p.

Hydro-Québec. 1993. *Analyse multicritère d'aide à la décision : exercice exploratoire appliqué au processus de planification d'Hydro-Québec*. Vice-présidence Environnement / Vice-présidence planification du réseau / Groupe Équipement, Hydro-Québec. Octobre 1993. 39 p. et annexes.

Imorou, K. 1996. *Programme d'aménagement, gestion des zones humides du sud Bénin*. Étude sociologique. Rapport définitif. GERAM. Bénin, pp. 50-51.

Jacobs, P. et B. Sadler. 1998. *Développement durable et évaluation environnementale : perspectives de planification d'un avenir commun*. Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale. Hull.

Joerin, F. et A. Musy. 2000. « Land management with GIS and multicriteria analysis ». *International transactions in operational research*. Vol. 7. pp. 67-78.

Joliveau, T. 2006. « Le rôle des systèmes d'information géographique (SIG) dans la planification territoriale participative ». In *Aide à la décision pour l'aménagement du territoire. Méthodes et outils*. Sous la direction de Graillot, D. et J.-P. Waub.

Korfmacher, D. S. 2001. « The Politics of Participation in Watersheds movement ». *Journal of American Water resources Association*. pp. 493-503.

Kourouma, D. L. 2003. *Analyse critique de l'adaptabilité de quelques outils de gestion de l'environnement aux contextes culturel, sociopolitique, économique et environnemental des pays d'Afrique subsaharienne*. Collection rapport de synthèse. Université du Québec à Montréal. Montréal. 2000. 59 p.

Kourouma, D. L., 2005. *Approche méthodologique d'évaluation environnementale stratégique du secteur de l'énergie : Application à la dimension régionale de la politique énergétique guinéenne en Guinée Maritime*. Thèse présentée pour l'obtention du doctorat en sciences de l'environnement. Université du Québec à Montréal.

Kakonge, J. O et A. Imevbore, 1993. *Constraints on implantiong environmental impact assessments in Africa*. *Environment impact assessment Review*. Vol. 13, pp. 299-308.

Lafont, J. 1999. *Mise en perspective de l'évaluation environnementale des plans et programmes par rapport à l'étude d'impact des projets*. Actes du colloque d'Angers sur l'Évaluation environnementale des plans et programmes. Aménagement et nature. Paris. pp. 14-15.

Lawrence, D. P. 2000. « Planning theories and environmental impact assessment ». *Environmental Impact Assessment Review*. Vol. 20. pp. 607-625.

Leduc, G. et M. Raymond. 1999. *L'évaluation des impacts environnementaux : un outil d'aide à la décision*. Éditions MultiMondes. Québec. Canada. 403 p.

Leite, E.-C., Kasisi, R. et P. Jacobs. 2002. « Stratégies de gestion durable des écosystèmes aquatiques en Afrique : le cas du complexe Lac Nokoué-Lagune de Porto-Novo au Bénin ». *La revue des cycles supérieurs de l'Université de Montréal*. Volume 11(2). pp. 26-27.

Lerond, M., Corinne, L., Michel, P., Roudier, B. et C. Sanson. 2003. *L'évaluation environnementale des politiques, plans et programmes : objectifs, méthodologies et cas pratiques*. Lavoisier. Paris. 311 p.

Magistro, J. V. 1993. *Ethnicity and Transboundary Conflict in the Senegal River Valley*. *Cahiers d'Études Africaines*. N° 130-XXXIII-2, pp. 201-232.

MAHRH. 2003. *Plan d'action pour la gestion intégrée des ressources en eau (PAGIR), première phase (2003-2008)*. Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources halieutiques. Burkina Faso. 249 p.

MAEEEF. 2007. *Plan d'action national d'adaptation aux changements climatiques (PANA) de la République de Guinée*. PNUD/FEM. Conakry. 2007. 78 p. et annexes.

Malczewski, J. 2006. « Integrating multicriteria analysis and geographic information systems: the ordered weighted averaging (OWA) approach ». *International Journal of Environmental Technology and Management*. Vol. 6 (½).

Marinoni, O. 2005. « A stochastic spatial decision support system based on PROMETHÉE ». *International Journal of Geographical Information Science*. 19(1). pp. 51-68.

Martel, J.-M. et A. Rousseau. 1993. *Cadre de référence d'une démarche multicritère de gestion intégrée des ressources en milieu forestier*. Québec. Sous-comité socioéconomique de la gestion intégrée des ressources. 49 p.

Martin, N. J., St-Onge, B. et J.-P. Waaub. 1999. *An integrated decision aid system for the development of Saint Charles River alluvial plain, Quebec, Canada*. Int. J. Environment and Pollution, Vol. 12, n^{os} 2 et 3. Inderscience Entreprises Ltd.

Maystre, L.-Y., Pictet, J. et J. Simos. 1993. *Méthode multicritère ELECTRE*. Lausanne. Suisse. Presse Polytechnique et Universitaires Romandes. 323 p.

Merwe, J. H. et Lohrentz G.. 2001. *Demarcating Coastal Vegetation Buffers with Multicriteria Evaluation and GIS at Saldanha Bay, South Africa*. Ambio. Vol. 30, n^o 2, pp. 89-95. Allen Press on behalf of Royal Academy of Sciences/JSTOR.

Michel, P. 2001. *L'étude d'impact sur l'environnement*. 157 p.

Mintzberg, H. 1994. *The rise and fall of strategic planning*. New York. The Free Press, 458 p.

Molines, N. et J.-J. Chevallier. 2001. *Système d'information géographique et analyse multicritère : une association novatrice au service du processus d'évaluation des grandes infrastructures linéaires*. Joint Research Center.

NATIONS UNIES. 1999. *Indicateurs du développement durable. Structure générale et aspects méthodologiques*. Nations Unies. New York. 443 p.

Niasse, M. 2002. *Equity Dimensions of Dams-Based Water Resources Development – Winners and Losers*. In Steffen, Will, Jäger, J., Carlson, D. J. et C. Bradshaw. (Éd). *Challenges of a Changing Earth*. Springer. Paris. Londres. pp. 39-43.

Niasse, M., Iza, A., Garane, A. et O. Varis. (Éds.) 2004a. *La gouvernance de l'eau : Aspects juridiques et institutionnels de la gestion des ressources en eau en Afrique de l'Ouest*. IUCN. Gland. Suisse. Cambridge. Royaume-Uni.

Niasse, M., Afouda, A. et A. Amani. (Éds.) 2004b. *Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification*. Éléments de stratégie régionale de préparation et d'adaptation. UICN. Gland. Suisse. Cambridge. Royaume-Uni.

Niasse, M. et L. Bossard. 2006. *Les Bassins fluviaux transfrontaliers*. Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest. Série espace. CEDEAO-CSAO/OCDE©2006. Août 2006. 20 p.

OCDE. 1998. *Vers un développement durable. Indicateurs d'environnement*. OCDE. Paris. 130 p.

OCDE. 1996. *La cohérence dans l'évaluation environnementale : orientations générales pratiques pour les projets de coopération pour le développement*. Organisation de coopération pour le développement (OCDE). Paris. France. 112 p.

OCDE. 2003. *Improving water management: recent OECD experience*. February 2003. 132 p.

OMVS. 1999. *Programme d'atténuation et de suivi des impacts sur l'environnement des barrages de Diama et de Manantali*. (PASIE). Observatoire de l'environnement du fleuve Sénégal. OMVS. 125 p.

Osborne, P. 2000. *Tropical systems and ecological concepts*. Cambridge University Press. New York. U.S.A. 464 p.

Oyebande, L., Amani, A., Mahé, G. et I. N. Diop. 2002. *Climate Change, Water and Wetlands in West Africa: Building linkages for their Integrated Management*. Working Paper. IUCN-BRAO. Ouagadougou. Avril.

Pacaut, P. 2000. *Description et analyse des méthodes les plus fréquemment utilisées en évaluation environnementale stratégique : rapport de recherche*. Université du Québec à Montréal. Montréal. Canada. 131 p.

Paturel, J. E. et coll. 1997. « Climatic variability in humid Africa along the Gulf of Guinea, Part two: an integrated regional approach ». *Journal of Hydrology*. 1997. 191, pp. 16-36.

Petit, J.-M. 1999. *Projet pilote d'aménagement de la mangrove de Dubréka*. Rapport final : Synthèse des activités du Projet Mangrove en 1999 et résultats acquis. 60 p. et annexe.

Prest, R. et al. 2007. « Using GIS to evaluate the impact of exclusion zones on the connection cost of wave energy to the electricity grid ». *Energy Policy*. Vol. 35. pp. 4516-4528.

Prévil, C., Thériault, M. et J. Rouffignat. 2003a. « Analyse multicritère et SIG pour faciliter la concertation en aménagement du territoire : vers une amélioration du processus décisionnel? » *Cahiers de Géographie du Québec*. Vol. 47, n° 130, pp. 35-61.

Prévil, C., Saint-Onge, B. et J.-P. Waaub. 2004. « Aide au processus décisionnel pour la gestion par bassin versant au Québec : étude de cas et principaux enjeux ». *Cahier de Géographie du Québec*. Vol. 48, n° 134. pp. 209-238.

PNUE/UNESCO/ONU-DAESI. 1985. *Érosion côtière en Afrique de l'Ouest et du Centre*. PNUE. Nairobi. Rapports et Études Mers Régionales. N° 67. pp. 248.

PIG-IRD. Mai et novembre 2001. *Étude d'impacts du barrage Garafiri sur le bassin versant et sur l'estuaire du Konkouré*. Rapport à la DGPG. IRD-Conakry. Novembre 2001.

PIG-IRD. Mars 2003. *Étude d'impacts du barrage Garafiri sur le bassin versant et sur l'estuaire du Konkouré*. Rapport final à la DGPG. IRD-Conakry.

PNUE. 2001. *Guide d'évaluation intégrée des politiques liées au commerce*. PNUE/ETB/2002/6. New York et Genève. 2001. 87 p.

Raj, P. A. 1995. « Multicriteria methods in river basin planing: A case study ». *Wat. Sci. Tech*. Vol. 31, n° 8. pp. 261-272.

Réseau d'expertise E7 pour l'environnement global. 2003. *Évaluation des impacts environnementaux*. Québec. Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF). 102 p.

Risse, N. 2004. *Évaluation environnementale stratégique et processus de décision publics : contributions méthodologiques*. Thèse de doctorat. Bruxelles, Université libre de Bruxelles. 324 p. et annexes.

Risse, N. et J.-P. Waaub. 1999. *Étude de faisabilité sur l'établissement d'indicateurs de développement durable pour le Québec*. Direction de l'éducation et de la promotion du développement durable du ministère de l'Environnement du Québec. Québec. 90 p.

Rossi, G. et coll. 2001. *Atlas Infogéographique de la Guinée Maritime*. Regards-CNRS-IRD (anc. ORSTOM). Édition IRD. 181 p.

ROBVQ. 2003. *Guide de mise en place d'une organisation de bassin versant au Québec*. UMQ-MEQ. [En ligne] www.menv.gouv.qc.ca/jeunesse.

Roy, B. 1985. *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*. Paris, Economica.

Roy, B. et V. Mousseau. 1996. « A Theoretical Framework for analysing the Notion of Relative Importance of Criteria ». *Journal of MultiCriteria Decision Analysis*. Vol. 5. pp. 145-159.

Roy, B. et D. Bouyssou. 1993. *Aide multicritère à la décision : méthode et cas*. Paris. Economica. 695 p.

Rue, O. 1995. *La Mémoire des mangroves : Revue et évaluation des interventions publiques en milieu de mangrove depuis 50 ans*. Rapport final pour la Délégation de la Commission européenne en Guinée. Ministère des Eaux et Forêts. 198 p.

Ruth, W. R., Rogger, C. et S. Wymann von Dach. 2003. « Gestion des ressources en eau (GIRE) : La voie pour le développement durable ». Éd. *Inforessources focus*, n° 1-03. 2003.

Sadar, M. H. 1996. *Évaluation des impacts environnementaux*. 2^e édition. Ottawa. Ontario. Carleton University Press, 158 p.

Sadler, B. 1996. *L'évaluation environnementale dans un monde en évolution : évaluer la pratique pour améliorer le rendement*. Agence canadien d'évaluation environnementale. Ottawa. Canada. 300 p.

Saint-Amant, A. 2002. *Arrimage entre l'étude d'impact sur l'environnement et l'évaluation environnementale stratégique*. Rapport de stage réalisé au ministère de l'Environnement de Québec.

Samoura, K. et J.-P. Waaub. 2008. *Impacts du barrage de Garafiri sur le bassin du Konkouré en Guinée*. Revue Liaison Énergie de la Francophonie.

Samoura, K., Bouvier, A.-L. et J.-P. Waaub. 2007. « Strategic environmental assessment for planning mangrove ecosystems of Guinea ». *Knowledge, Technology & Policy*. Vol. 19, n° 4. pp. 77-93.

Samoura K., Kourouma, D.-L. et D. Boubacar. 2006. *Impacts du barrage de Garafiri sur le bassin du Konkouré en Guinée : enseignement du suivi environnemental*. Série Fiches techniques du Prisme. Études de cas en évaluation environnementale. IEPF.

Samoura, K. 2005. *Bilan et analyse critique de la gestion des bassins versants ayant une forte composante estuarienne en Afrique de l'Ouest, notamment en regard des approches méthodologiques utilisées et des courants théoriques de la planification auxquels elles se rattachent*. Collection Rapport de synthèse. Université du Québec à Montréal. 50 p.

Samoura, K. 1999. *Étude d'impact et suivi environnemental des aménagements hydroélectriques en milieu estuarien et côtier : expériences du suivi de l'aménagement hydroélectrique de la Sainte Marguerite-3 (Hydro-Québec) et application au suivi de l'estuaire du Konkouré en Guinée*. Mémoire de DEPA en Gestion de l'Environnement (Université Senghor). Alexandrie. Mai. 1999. 90 p. et annexes.

Schlaepfer, R. 1997. *Gestion des écosystèmes*. Notes de cours. Laboratoire de gestion des écosystèmes (GECOS). École Polytechnique de Lausanne. Suisse. [En ligne] <http://drgwww.epfl.ch/GECOS/>.

Simos, J. 1990. *Évaluer les impacts sur l'environnement*. Lausanne, Press.

SOGETIM. Mai 1954. *Étude de l'aménagement hydroagricole du casier de Soumbouya : Étude agronomique*. Rapport à la direction des Travaux Publics. Territoire de la Guinée française. Gouvernement général de l'Afrique Occidentale française. 192 p. et annexes.

Solow, A., Polasky, S. et J. Broadus. 1993. « On the measurement of biological diversity ». *Journal of Environmental Economics and Management*. 24, pp. 60-68.

Sow. M. 2003. *Innovations en aménagement des sols de mangrove pour la riziculture : cas des périmètres de Yangoyah (Guinée)*. Études et Gestion des Sols. Volume 10 (2). pp. 95-106.

MEFP. 2007. *Document de stratégie de lutte contre la pauvreté (DSRP 2 (2007-2010))*. Secrétariat Permanent de la Stratégie de Réduction de la Pauvreté en Guinée (SP-SRP). Conakry, Août 2007. www.rsp-guinee.org

Tarlet, J. 1985. La planification écologique : méthodes et techniques. *Géographia* – 5. Éd. Economica. 141 p.

Tchoué, G. 2002. Le modèle de l'Autorité du bassin du Niger. Communication à l'atelier sur : *La Gouvernance de l'eau. Aspects juridiques et institutionnels de la gestion des ressources en eau en Afrique de l'Ouest*. UICN Bureau pour l'Afrique de l'Ouest (BRAO) et Centre du droit de l'environnement (UICN-ELC). Ouagadougou. Novembre 2002.

Thérien, N. 1991. « La création de réservoirs hydroélectriques et les gaz à effet de serre ». In *Les enseignements de la phase I du complexe La Grande. Actes du 5^e colloque de l'ACFAS à Sherbrooke*. 22-23 mai 1991. Montréal. ACFAS. pp. 6-34.

Therrien, F. et B. Robert. 2001. *Modélisation de l'intrusion saline maximale en estuaire : application à l'estuaire de la rivière Sainte-Marguerite et essai de modélisation régionale*. SYSPERTECH INC. et PRODHYC INC. Pour Hydro-Québec Production. 75 p.

Treabaol L. et J.-P. Chabal. 2003. « EIA of the Adjarala hydroelectric project (Togo-Benin): the aquatic environment component ». *African Journal of Environmental Assessment and Management*. Vol. 5. pp. 55-65.

Thérivel, R. et M. R. Partidario. 1996. *The practice of strategic Environmental Assessment*. Earthscan. Londres. 206 p.

Thérivel, R. et coll. 1999. *Strategic environmental assessment*. The Royal Society for the Protection of Birds. London. Great Britain. 181 p.

UNESCO. 2000. *Transboundary River, lakes basin water development in Africa : prospects, problems and achievements*. Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report.

Vescovi, L. 2001. *L'approche de gestion de l'eau par bassin versant au Canada : un état des lieux*. Rapport préparé pour le Secrétariat International de l'eau. 36 p. [En ligne] www.i-s-w.org.

Waaub, J.-P. 2003. « L'évaluation environnementale stratégique : processus, outils, évolution ». Communication présentée dans le cadre du séminaire intitulé : L'évaluation environnementale stratégique : enjeux et défis. Semaine de l'UQAM à l'ULB. Bruxelles. 6 mai 2003.

Waaub, J.-P. 2005. *Les évaluations environnementales stratégiques*. Notes de cours aux cycles supérieurs (maîtrise, doctorat). Université du Québec à Montréal. 49 p.

Waterbury, J. 1997. « Between unilateralism and comprehensive accords: Modest steps toward cooperation in international river basins ». *Water Resources Development*. Vol. 13 (3). pp. 279-289.

WCD. 2002. *Dams and Development. A New Framework for Decision-Making*. World Commission on Dams. Earthscan. London & Sterling. [En ligne] <http://www.dams.org/>.

World Commission on Dams (WCD). 2000. *Dams and development: a new framework for decision-making*. The report of the World Commission on Dams. London, Sterling (VA). Earthscan. 448 p.

Sites Internet

Réseau international des organisations de bassin – International Network of Basin Organizations
<http://www.inbo-news.org/>

The World Commission on Dams
<http://www.dams.org/www.i-s-w.org>

The World Water Week

<http://www.worldwaterweek.org/>

Global Water Partnership –Partenariat mondial de l'eau

<http://www.gwpforum.org>

UNESCO. Programme Eau

<http://www.unesco.org/water/>

The African Transboundary Water Law

<http://www.africanwaterlaw.org/>

Landsat

<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>

BMNG ou Blue Marble Next Generation – Les images satellite MODIS

http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=7107

SRTM ou Shuttle Radar Topography Mission – Modèle numérique de terrain

<http://srtm.usgs.gov/> <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/>

NGA_GNS ou National Geospatial Intelligence Agency. GEOnet Names Server – Toponymes

http://earth-info.nga.mil/gns/html/cntry_files.html#N

VMAPO ou Objets géographiques (hydrographie, limites administratives, etc., à l'échelle 1 : 1 000 000)

http://geoengine.nga.mil/muse-cgi-bin/rast_roam.cgi

ANNEXE I

ÉLÉMENTS DU CADRE THÉORIQUE DE L'ÉTUDE

1. Enseignements sur les approches théoriques de planification et de gestion des bassins

Les objectifs de cette partie sont : 1- de cerner l'évolution des approches méthodologiques de gestion des bassins et identifier les liens entre ces approches et les types de planification qui sont eux aussi présentés. Ceci permet d'identifier des critères pertinents pour discuter de l'application de la gestion intégrée; 2- de réaliser une analyse critique de quelques expériences de gestion des ressources naturelles en Afrique de l'Ouest, dans les bassins et en zone côtière, en vue de ressortir leurs limites en tant qu'outils d'évaluation dans les processus de planification; 3- proposer des pistes de réflexions pour l'amélioration des pratiques de planification participative de l'exploitation des ressources dans les bassins côtiers. Dans ce cadre, une référence de l'utilisation des outils d'évaluation environnementale et d'analyse multicritère, en tant qu'outils d'évaluation adaptés à la planification participative, est présentée.

1.1 Concept des bassins versants et analyse des approches de gestion en regard des courants théoriques de la planification

1.1.1 Définition et caractéristiques des bassins versants

Selon Amoros et Petts (1993), un bassin versant est l'ensemble des terres drainées par un cours d'eau et ses affluents, de la source à l'embouchure. C'est un espace géographique où chaque goutte d'eau tombée, non évaporée ou retenue, est acheminée par gravité en un point commun appelé embouchure. Les limites de ce territoire se nomment « lignes de partage des eaux » et sont généralement dépendantes du relief. L'eau de surface et souterraine, les sols, la végétation, les animaux et les êtres humains font partie intégrante du bassin versant, ainsi que les activités naturelles et anthropiques (Burton, 2001). Le bassin versant est utilisé en général comme unité géographique pour l'analyse du cycle de vie de

l'eau de surface. Cependant, dans le cas de l'eau souterraine, les limites du bassin en surface peuvent ne pas correspondre à son propre bassin hydrostatique.

Prévil et coll. (2004), en citant Amoros et Petts (1993), montrent que le bassin versant est : (i) multiscalaire : analysé à divers niveaux de perception à différentes échelles (du régional au local); (ii) multidimensionnel : organisé par des échanges et des flux de matières et d'énergie longitudinaux (amont et aval) et verticaux (eaux de surface et eaux souterraines); (iii) dynamique : en continuel ajustement par rapport aux modifications de l'état des facteurs de dominance dans le temps. [...]; (iv) plurifactoriel : caractérisé par les bases biophysiques, autant que maîtrisé et structuré par les activités humaines (déboisement, canalisation, etc.). Pour Korfmacher (2001), ces caractéristiques permettent de tenir compte de l'incertitude associée à l'ensemble des interventions touchant directement ou indirectement les ressources en eau et, du coup, de dégager les conditions propices à la pratique de processus décisionnel établi par les acteurs territoriaux.

La délimitation des unités géographiques de gestion des ressources ou d'aménagement des bassins dépend de la conceptualisation que l'on fait des problèmes analysés. Selon Prévil et coll. (2004), la question globale de l'eau, par exemple, peut être conceptualisée par, soit :

- la perception des problèmes actuels, pour mieux comprendre et synthétiser les enjeux territoriaux;
- les mesures et l'analyse des interactions entre les sous-systèmes biophysiques et les sous-systèmes socioculturels en interaction, pour prévoir ou modéliser les processus territoriaux;
- la prise de décisions en vue de garantir que la gestion des ressources ne met pas en péril leur conservation (en quantité et en qualité), sur la base des principes de la modélisation des processus décisionnels territoriaux afin de négocier l'affectation du territoire.

Burton (1996) indique que les limites territoriales pour la gestion des ressources peuvent être définies sur la base des considérations administratives (village, municipalité...), des limites physiques (plan hydrographique) ou des limites biogéographiques (biocénoses).

Les enjeux liés à leur utilisation concurrentielle au regard de leurs disponibilités (quantité et qualité), ainsi qu'à leurs capacités de renouvellement sont multiples (Burton, 2001). Ainsi, l'importance des enjeux liés à la diversité des usages des ressources, à la diversité des acteurs et des institutions concernées justifie les efforts déployés pour la recherche de méthodes de gestion appropriées des ressources naturelles, ainsi que des bassins qui les abritent. Selon Burton (1999), la montée de la conscience environnementale, ainsi que l'évolution des méthodes de gestion des ressources naturelles et de l'environnement, imposées par les atteintes portées à la nature, constituent sans doute le tournant décisif qui a mené à la transformation radicale de cette situation. Des efforts importants sont fournis afin d'assurer une meilleure gestion des bassins. Cependant, ces efforts ont été dispersés par secteurs, comme ponctuels ou mal coordonnés. L'amélioration des méthodes de gestion des bassins versants reste donc une préoccupation constante tant pour les scientifiques, les gestionnaires et planificateurs, les utilisateurs que pour les décideurs et politiciens (CME, 2000).

Une littérature abondante traite de la gestion des bassins. Cependant, l'analyse critique de la mise en œuvre des différentes approches utilisées est rarement abordée. Un bilan de l'évolution des approches de gestion des bassins dans cette région est une possibilité pour faire le point des acquis et proposer des pistes de réflexion pour les perspectives d'amélioration.

1.1.2 Revue des approches de gestion des bassins versants en regard des courants théoriques de planification

1.1.2.1 Courants théoriques de la planification

De manière générale, la planification ne forme pas une activité isolée. Elle représente l'une des quatre fonctions connexes de la gestion. En effet, la gestion fait appel à quatre éléments clés qui sont :

- la planification, qui vise à formuler des objectifs, élaborer et choisir des possibilités d'action (ou alternatives) dans l'optique d'atteindre des buts prédéfinis;
- l'organisation, qui vise à regrouper et coordonner des activités et à établir des relations hiérarchiques entre les responsables de la gestion;
- la direction, qui a pour objectif de diriger, mobiliser, motiver, informer et rendre des comptes aux personnes concernées par le processus de gestion;
- le contrôle, qui a pour objectif d'évaluer les réalisations faites par rapport à celles envisagées, et à rectifier le rendement, ainsi que les documents de planification au besoin (Lang et Armor, 1980, cité par Risse, 2004).

Une définition plus récente de la planification, selon Mintzberg (1994), la présente comme un processus de décision qui repose sur la détermination préalable des actions, ainsi que des ressources humaines et physiques nécessaires pour atteindre un objectif donné à un horizon temporel donné. Elle suppose notamment l'identification d'options, l'analyse de chacune d'elles et la mise en place d'un processus de sélection de ces options. Risse (2004), qui analyse des définitions proposées par plusieurs auteurs, élargit cette définition en considérant la planification comme un processus comprenant une suite d'opérations techniques qui servent à nourrir le processus à la fois social et politique, et qui implique différents acteurs, représentant des intérêts variés. Cette dernière définition ajoute une dimension sociétale à la planification. Elle oblige à recourir à des outils permettant d'assurer au mieux la participation de tous les acteurs concernés au processus de planification.

Depuis les années 1950, plusieurs approches de planification ont marqué le développement des politiques, plans, programmes et projets. Nous présentons certaines de ces approches ci-dessous, avec une vision critique qui met l'accent sur leurs caractères techniques et participatifs.

Planification rationnelle : Elle est essentiellement fondée sur le principe selon lequel la science permet de guider l'action publique, d'éclairer les processus décisionnels et de résoudre les problèmes fondamentaux (Gauthier et al, 2003). Pour Hoch (1994), la planification rationnelle est une démarche surtout procédurale logique, cohérente et systématique. Denhart (1985) indique six étapes classiques de la planification traditionnelle,

qui sont bien connues : l'identification du problème, la recherche de solutions, l'évaluation et la comparaison des solutions, la prise de décision, la mise en œuvre du plan d'action et le suivi. Selon Risse (2004) et Magistro (1993), ce type de planification est soumis, depuis les années 1960, à de nombreuses critiques qui dénoncent la grande importance accordée aux experts au détriment du public, l'insuffisante prise en compte des connaissances non scientifiques et non techniques, la faible intégration des considérations substantielles, dont les besoins sociaux et environnementaux, l'iniquité, la prise en compte des conflits, la légitimité des opinions des acteurs concernés et la communication.

Planification stratégique : Apparue aux environs de 1965, selon Mintzberg (1994), cité par Risse (2004), l'introduction de cette approche de planification visait à répondre à différents besoins parmi lesquels la conscientisation du public aux problèmes rencontrés dans la communauté, la participation plus élargie et diversifiée aux processus de planification, la prise en compte du milieu pour déterminer les actions à entreprendre au sein de la planification, la nécessité de fournir des mécanismes de coopération entre le secteur public et le secteur privé, ainsi que l'orientation de la planification vers l'action, les résultats et l'opérationnalisation. Elle préconise une communication principalement confinée aux décideurs et aux groupes chargés de la planification, tout en admettant l'importance d'ouvrir le débat au public (Risse, 2004). Selon Denhart (1985), elle se concrétise le plus souvent par la constitution d'un groupe central de planification, chargé de la coordination ou de la réalisation de la planification. Ainsi, l'une des principales limites de cette approche de planification réside dans la participation limitée du public. Elle favorise en effet la représentation des catégories d'acteurs (démocratie représentative) à la participation directe des citoyens (démocratie participative). Aussi, dans cette approche, la supériorité des experts demeure, même si ces derniers sont amenés à consulter des ressources internes et externes pour mieux saisir les enjeux et extraire les données pertinentes à leur modèle cognitif, comme le mentionne Waaub (2003).

Planification communicationnelle : Dénommée également planification concertée, elle vise à répondre aux critiques formulées à l'égard de la planification « en vase clos », ne prenant pas en compte les connaissances externes à celles des experts (Davidoff, 1996; Lawrence, 2000). Selon Waaub (2003), la planification communicationnelle ne répond pas à

une démarche linéaire, logique, cohérente et systématique, mais plutôt à une logique constructiviste selon laquelle les préférences et les valeurs des participants déterminent la forme et le contenu à donner à la planification. Cette approche réduit le rôle de l'expert, qui joue essentiellement celui du modérateur dans un processus de concertation caractérisé par l'implication des acteurs concernés à toutes les étapes de gestion du problème. L'approche communicationnelle de la planification, pour Risse (2004), ne fait pas référence à des décisions confinées aux experts et aux décideurs, mais à des décisions fondées sur des choix collectifs. Elle permet des interactions entre les savoirs théoriques et instrumentaux, les jugements de valeurs des acteurs et les normes de la société ou objectifs de groupe, qui s'influencent mutuellement, selon Avellan (2002), cité par Risse (2004). L'approche communicationnelle de planification, structurée en plusieurs étapes⁶, présente les avantages suivants : le développement de la confiance envers le plan, le développement de nouvelles relations de collaboration entre les acteurs, l'apprentissage et l'enrichissement du capital intellectuel du groupe et la construction d'ententes sur la base de consensus. Cependant, elle est limitée au plan opérationnel par la lenteur du processus, la dépendance du résultat de la qualité du matériel de communication et la banalisation du rôle de l'expert et de l'apport des connaissances scientifiques établies.

D'autres approches de planification, qui ne sont pas développées ici, sont à signaler. Ce sont la planification incrémentielle et l'advocacy planning, respectivement introduites pour réagir aux caractères centralisé et unitaire de la planification rationnelle⁷ (Risse, 2004).

1.1.2.2 Principales approches de gestion des ressources naturelles dans les bassins

6 Les étapes de la planification communicationnelle sont : la visibilité de l'intention (collecte et diffusion de l'information), la préparation de la démarche (identification des forces et faiblesses du contexte, et détermination des outils de communication et des ressources nécessaires), l'élaboration du projet avec la participation des acteurs clés (identification des besoins et des actions correspondantes, prise de décision sur les priorités).

7 La planification incrémentielle est intervenue en opposition à la planification rationnelle, dans le courant des années 1960, et reprochait, entre autres, à la planification rationnelle de vouloir écarter les jugements de valeurs du processus décisionnel, et de centraliser le processus de planification plutôt que de le répartir entre différents acteurs ne découlant pas nécessairement du pouvoir central (Weston 2000 : 187; Hudson, 1979, cités par Risse, 2004). L'advocacy planning a été introduite au cours des années 1960 (Hudson 1979 : 389; Hayden, 1994 : 160, cités par Risse, 2004) pour réagir au caractère unitaire de la planification rationnelle. Elle est fondée sur différents principes, tels que la démocratie, l'équité et la justice (Checkoway, 1994, cité par Risse, 2004), et préconise la représentation des citoyens dans les processus de planification.

Les approches traditionnelles, dont les approches sectorielles et l'approche multidisciplinaire ou multisectorielle classique, ont été discutées dans nos travaux antérieurs réalisés dans le cadre de cette thèse, au cours du cours de synthèse environnementale (Samoura, 2005). Leurs limites en matière d'analyse des enjeux sociétaux ont été mises en évidence. Compte tenu du caractère sociétal et global, ainsi que de l'échelle d'analyse (niveau bassin versant) visée dans la présente étude, nous discuterons uniquement des approches émergentes, à savoir : l'approche par écosystème, la gestion de terroirs, l'autodiagnostic villageois et la gestion intégrée, dans le but de ressortir des atouts valorisables dans le cadre de l'utilisation de l'ÉES comme outil de planification évaluative à l'échelle du bassin versant.

Approche par écosystème : Stricto sensu, l'approche par écosystème, signifie la reconnaissance des rapports naturels qui existent entre la terre, l'air, l'eau, la faune, la flore et les activités humaines. Elle exige une prise de décision fondée sur des données scientifiques pertinentes (sciences naturelles et sociales, connaissances traditionnelles) (Schlaepfer, 1997). L'approche écosystémique de gestion des ressources naturelles peut être définie comme un processus de gestion visant l'utilisation durable des ressources naturelles par le maintien de la productivité, la capacité d'adaptation et de renouvellement des écosystèmes produisant les ressources utilisées (Schlaepfer, 1997). Elle est basée sur une série de 12 principes (Vescovi, 2001)⁸, dont l'analyse démontre une vision basée sur le maintien du fonctionnement des

⁸ Les objectifs de gestion des terres, des eaux et des ressources vivantes sont un choix de société: La gestion devrait être décentralisée et ramenée le plus près possible de la base. Les gestionnaires d'écosystèmes devraient considérer les effets (réels ou potentiels) de leurs activités sur les écosystèmes adjacents. Compte tenu des avantages potentiels de la gestion, il convient de comprendre l'écosystème dans un contexte économique. Conserver la structure et la dynamique de l'écosystème, pour préserver les services qu'il assure, devrait être un objectif prioritaire de l'approche systémique. La gestion des écosystèmes doit se faire à l'intérieur des limites de leur dynamique : il faut prendre en compte les conditions environnementales qui limitent la productivité naturelle, la structure et la dynamique de l'écosystème dans la recherche des moyens d'atteindre les objectifs de gestion. L'approche par écosystème ne devrait être appliquée que selon les échelles appropriées. L'approche devrait être délimitée par des échelles spatiales et temporelles en rapport avec les objectifs. Compte tenu des échelles temporelles et des décalages variables qui caractérisent les processus écologiques, la gestion des écosystèmes doit se fixer des objectifs à long terme. La gestion doit admettre que le changement est inévitable : les écosystèmes changent, y compris la composition des espèces et les effectifs des populations. La gestion doit donc s'adapter aux changements. L'approche par écosystème devrait rechercher l'équilibre approprié entre la conservation et l'utilisation de la diversité biologique. L'approche par écosystème devrait considérer toutes les formes d'information pertinentes, y compris l'information scientifique et autochtone, de même que les connaissances, les innovations et les pratiques locales. L'approche par écosystème devrait impliquer tous les secteurs sociaux et toutes les disciplines scientifiques concernées.

écosystèmes et de leurs rôles écologiques, économiques et sociaux. Elle est considérée habituellement comme une approche intégrée ou holistique de la gestion du milieu environnant. Elle favorise donc l'intégration des considérations environnementales, économiques et socioculturelles. La définition de l'objectif de gestion prend en compte la nature des besoins principaux, le territoire à l'étude et ses particularités contextuelles. Cela permet une prise en compte simultanée des enjeux économiques, sociaux et culturels. Les objectifs de l'étude sont fixés à la suite de l'analyse du fonctionnement de ce milieu. Le diagnostic du fonctionnement permet d'identifier les besoins, ainsi que les actions d'intervention pour lesquelles les priorités sont établies. La réalisation de suivis et évaluations pour l'adaptation ou l'actualisation des objectifs de gestion est fondamentale pour assurer le caractère itératif du processus.

Au plan institutionnel, des exemples d'application de l'approche écosystémique au Canada montrent que la collaboration entre acteurs et institutions, à différents niveaux, est essentielle pour la réussite de cette approche. Dans le cadre du plan d'action Saint Laurent Vision 2000, par exemple, cette collaboration a permis la mise en place des comités de zones d'intervention prioritaire, explique ROBVQ (2005). En Afrique, plusieurs projets ponctuels basés sur cette approche ont permis d'obtenir d'intéressants résultats en matière de connaissance et de la conservation d'écosystèmes spécifiques tels que les mangroves (DNEF, 1999; Baglo, 1989; Cormier-Salem, 1994; Petit, 1999).

Cependant, il convient de noter qu'une étape difficile de cette approche est la prise de décision concernant l'établissement des priorités d'intervention. Des méthodes et techniques complémentaires appropriées sont souvent nécessaires pour accroître la participation des acteurs concernés à la prise de décision, encore monopolisée par l'expert et le décideur.

Gestion des terroirs : Cette approche encore répandue dans le développement communautaire vise la sécurisation des systèmes d'exploitation des ressources naturelles et l'amélioration des capacités d'intervention des communautés de base par la maîtrise de la gestion. Sa finalité est de parvenir à la prise en charge des actions de développement local. Elle est prospective et participative, ce qui permet, dans la théorie, l'appropriation des actions

mis en place et favorise le changement de mentalité, nécessaire à l'abandon des pratiques peu propices à la protection de l'environnement et à l'exploitation durable des ressources. Cependant, le diagnostic participatif utilisé comme outil de participation du public se limite à l'implication de personnes-ressources du village (chefs de groupes) dans la réalisation du diagnostic, sous la conduite d'intervenants extérieurs (par exemple, l'équipe d'un projet). Cela limite l'approche à une forme de démocratie représentative locale, encore dominée par le dirigisme des experts. En plus, l'homme étant rationnel de nature, la représentativité des acteurs pose des problèmes, car des écarts sont possibles entre les valeurs et intérêts des groupes représentés et ceux de leurs représentants.

Autoanalyse villageoise ou autodiagnostic villageois : Diagnostic villageois, diagnostic concerté ou diagnostic participatif sont toutes des méthodes proches de l'autoanalyse villageoise, sans signifier exactement le même sens. Lorsqu'un exercice de diagnostic est mené sur le village par des intervenants extérieurs (par exemple, l'équipe d'un projet) qui ont préparé et qui conduisent eux-mêmes l'action, il ne s'agit pas d'autoanalyse villageoise (DNH, 1995). Cette approche consiste à mettre les populations au centre du processus d'analyse et de prise de décisions et comme principales bénéficiaires, en s'assurant que les populations sont effectivement les productrices et les responsables de leurs décisions et que jamais l'occasion n'est donnée d'inférioriser le savoir populaire par rapport au savoir des techniciens. Basée sur la démocratie participative, cette approche consiste à réunir des membres d'une communauté qui acceptent volontairement de se présenter pour discuter de leurs idées sur les réalités concernant leur vie en communauté. Il peut s'agir, entre autres, d'identifier les facteurs qui influencent positivement ou négativement leurs conditions de vie, les causes et les conséquences de certains phénomènes sur le développement économique et social ou sur l'environnement du village ou intervillage et de rechercher ensemble des solutions aux problèmes identifiés. Simple de conception et d'utilisation et peu coûteuse, l'approche permet aux villageois de mieux cerner les limites du terroir, de connaître davantage leurs ressources et l'utilisation qui en est faite, et les contraintes de gestion.

Gestion intégrée : Une politique de gestion consiste en la mise en place par le groupe de principes directeurs et de procédures en vue d'influencer les décisions et les actions. Elle est dite intégrée lorsqu'elle satisfait à trois exigences fondamentales : la

globalité (compréhension des éléments et du fonctionnement du milieu), l'aggrégation (intégration des diverses préoccupations, pondération des intérêts et établissement des priorités) et la cohérence (harmonisation des différents niveaux d'intervention, unicité de politique suivie pour chaque niveau) (El Sabh, 1996). Il s'agit donc d'intégrer les composantes du milieu, les usages des ressources et les fonctions du milieu, les actions d'exploitation et de conservation, les niveaux de perceptions et de décision. Ainsi, Burton (1999) définit la gestion intégrée comme un outil de planification des actions à mener pour permettre de gérer les usages de la ressource de façon intégrée, pour les concilier avec la sauvegarde des fonctions des écosystèmes. D'inspiration holiste, la gestion intégrée vise à prendre en compte les différents usages de la ressource afin de parvenir à la satisfaction de tous les usagers. Elle cherche également à prendre en compte les quantités d'eau nécessaires au maintien des écosystèmes (Basten et Frédéric, 2003; Ruth et coll., 2003; MAHRH, 2003). Son objectif est de veiller à ce que les activités ayant un impact sur la ressource (prélèvements, effluents, pollution) n'altèrent pas de manière irréversible les équilibres écologiques existants. Le concept repose ainsi sur la participation des citoyens et des autres intervenants du milieu pour qu'ils décident de ce qui doit être fait pour la gestion des ressources et du territoire. On distingue :

La gestion intégrée par bassin versant, définie par Burton (1996) comme la prise en compte par des décideurs informés de l'ensemble des usages et des ressources d'un bassin versant, dans une approche écosystémique. Elle vise, selon lui, à assurer la pérennité des collectivités humaines qui dépendent de ce bassin par le développement de relations harmonieuses entre l'homme et le fleuve (Burton, 1999), et recommande l'introduction de la dimension économique dans la gestion de l'eau par l'application des principes pollueur-payeur et usagers-payeurs (Burton, 2001);

La gestion intégrée des ressources en zone côtière qui, selon El Sabh (1996), permet de mieux cerner des problèmes qui ont échappé pendant longtemps aux approches sectorielles traditionnelles (gestion du transport maritime, des pêches...). Elle vise à prendre en compte la multiplicité et la complexité des usages des ressources, la diversité des utilisateurs des ressources et les différences de perceptions qui entraînent l'exacerbation des conflits d'usages. Elle permet aussi de pallier la connaissance limitée du fonctionnement du

milieu marin et côtier et sa fragilité à l'absence de mécanismes d'anticipation, ce qui favorise l'analyse ou la résolution des problèmes. En effet, la nature intrinsèquement complexe tant des systèmes halieutiques que ceux de la mangrove, largement reconnue par l'ensemble de la communauté scientifique, implique l'approfondissement des connaissances sur les écosystèmes, les systèmes sociaux, ainsi que les relations existant entre eux.

Comme le notent Joliveau et coll. (2000), d'une approche privilégiant une gestion axée sur chacun des usages de l'eau sur laquelle se surimposent les différents échelons décisionnels et administratifs, le Québec, par exemple, évolue peu à peu vers une gestion intégrée de la ressource. C'est le cas pour plusieurs pays, dont ceux d'Afrique subsaharienne. En outre, plusieurs auteurs, dont Martin et coll. (1999), ont, à travers des études de cas, mis en évidence l'intérêt d'une gestion à l'échelle du bassin versant et la nécessité d'impliquer la totalité des parties prenantes concernées dans la procédure.

La gestion par bassin n'apparaît pas comme une règle absolue, mais comme une voie intéressante pour promouvoir la coopération. En effet, la gestion par bassin fait appel à la mise en place d'organismes de bassin dont la mission est de faire connaître, concilier et coordonner dans un cadre cohérent les actions de chacun. Il agit à titre de table de concertation qui tend à influencer sur les acteurs économiques, sociaux, environnementaux et gouvernementaux du bassin versant, à les encourager et à les aider. Il s'efforce de rassembler des membres de tous les milieux ayant une incidence sur l'eau du bassin versant et les ressources qui y sont liées. De tels organismes sont implantés à l'échelle du bassin, avec la possibilité d'avoir des antennes à l'échelle territoriale ou locale. La mise en place d'un organisme de bassin nécessite les préalables suivants^o: le support et l'implication du milieu, les moyens financiers, les moyens techniques et humains (ROBVQ, 2003), ainsi que la volonté politique.

Sur le plan opérationnel, il convient de faire remarquer que ces principes évoqués pour la gestion intégrée complexifient davantage les enjeux liés à la gestion de l'eau. En effet, la nature multidimensionnelle de la décision s'en trouve renforcée, tout comme le besoin de faire appel à plusieurs disciplines ou savoir-faire. La prise de décision sur les bassins internationaux est également rendue plus difficile par une demande sociale croissante

de transparence sur l'impact environnemental des projets. S'accordant plus avec la planification stratégique, la gestion intégrée par bassin est plus orientée vers la démocratie représentative, ce qui permet de réduire la lourdeur de son processus décisionnel. Cette approche présente de nombreux avantages, mais aussi des limites non négligeables, selon Burton (2001)⁹.

1.1.2.3 Analyse des approches de gestion des ressources en eau en regard des courants théoriques de la planification

L'analyse menée consiste, dans un premier temps, à catégoriser les approches de gestion citées en fonction des types de planification. Ensuite, une discussion sur les points forts et faibles de chaque approche est réalisée en tenant compte de certains critères pertinents. Une grille d'analyse critique permettant de caractériser les approches de gestion des bassins est élaborée. Cette grille permet, par ailleurs, d'apprécier l'efficacité de ces approches pour la prise en compte des dimensions écologiques, économiques, socioculturelles et politiques, liées à la gestion durable des bassins versants (CNUED, 1992).

Ainsi, sur la base des concepts théoriques présentés ci-dessus, on peut construire un tableau de synthèse permettant de faire la classification des approches de gestion en fonction des trois types de planification mentionnés plus haut : planification rationnelle, stratégique et communicationnelle.

L'évolution des approches de gestion des ressources des bassins et celles de la planification a suivi une certaine logique de réponse aux besoins des communautés, sans se soustraire à l'influence des courants de développement et pratiques à l'échelle internationale.

⁹ Les avantages de la gestion par bassin sont : (i) la décentralisation, la démocratisation et la concertation entre les acteurs (usagers des ressources, gestionnaires et décideurs); (ii) le développement du sentiment d'appartenance des acteurs; (iii) l'approfondissement des connaissances sur l'utilisation du territoire, ainsi que des pressions sur les ressources et les habitats naturels; (iv) le développement d'une vision globale et intégrée du territoire, permettant de prendre en compte les effets mutuels des différents usages tant pour la satisfaction des besoins domestiques, industriels que pour la survie des écosystèmes dans le bassin versant. La mise en œuvre de la gestion par bassin est limitée par les contraintes suivantes : (i) le décalage entre les limites des bassins versants et les découpages administratifs, qui engendre des conflits de compétences et d'intérêts, des problèmes de coordination et d'atteinte des acteurs clés; (ii) la lenteur inhérente à la concertation et à la recherche du consensus; (iii) la limitation des capacités d'interpénétration de certains acteurs clés (disparité en matière d'information, de capacités d'assimilation, etc.); (iv) la non-centralisation des données, les réticences de certains acteurs (entreprises privées) à partager l'information sensible.

Trois éléments fondamentaux permettent de différencier les approches de gestion des bassins :

- le niveau de participation du public au processus décisionnel;
- le niveau d'intégration, qui comprend, d'une part, l'intégration des savoirs construits et des savoirs traditionnels, des connaissances sur le milieu naturel et humain (intégration cognitive) et, d'autre part, la prise en compte de la diversité des usages multiples des ressources;
- la délimitation adéquate de l'échelle territoriale d'intervention (unité géographique de gestion). Si l'on se réfère à la participation du public au processus décisionnel, il est possible de distinguer deux groupes d'approches :
 - celles centralisées et peu communicatives qui se rattachent à la planification rationnelle (les approches sectorielles et multisectorielles);
 - celles basées sur la consultation et la négociation avec une vision systémique. Elles s'appuient sur la planification communicationnelle et la planification stratégique (la gestion des terroirs, l'autoanalyse villageoise, la gestion écosystémique et la gestion par bassin).

Comme le mentionnent Burton (2001) et MAHRH (2003), plusieurs rencontres internationales ont conduit la communauté à adopter un certain nombre de principes¹⁰ en matière d'utilisation durable des ressources en eau, qui constituent les fondements de la gestion intégrée par bassin. Il est admis ainsi que cette approche permet de dépasser les aspects techniques pour intégrer d'autres dimensions économiques, écologiques et environnementales, institutionnelles et sociales...

Sur le plan pratique, les résultats de l'application de la gestion intégrée pourraient fortement dépendre de la maîtrise des outils choisis pour sa mise en œuvre, des contraintes

¹⁰ Ces principes reconnaissent l'eau comme une ressource limitée et vulnérable indispensable à la vie, au développement et à l'environnement. Ils soulignent l'utilisation de l'eau à des fins multiples et reconnaissent sa valeur économique. Enfin, ils mettent un accent sur l'implication des acteurs de l'eau (utilisateur, planificateurs et décideurs) dans la mise en valeur de l'eau et de sa gestion, et le rôle déterminant de la femme dans la gestion de l'eau.

propres au milieu, ainsi que des objectifs visés (MAHRH, 2003). En se basant sur les bonnes pratiques de gestion des bassins, il est possible d'élaborer un ensemble de critères formant une grille d'analyse critique et permettant de faire une évaluation de la prise en compte des principes de la gestion durable des ressources en eau dans des projets ou études de cas.

Tableau 1 : Classification des approches de gestion en fonction des théories de la planification et d'éléments clés apparaissant dans leurs définitions

Approches de gestion	Processus décisionnel	Place de l'expert	Communication avec les acteurs sociaux	Unité de gestion	Vision intégrative de l'approche	Type de planification
Gestion sectorielle	Centralisé	Initiation, conception et validation	Absent	Suivant la taille du projet	Un seul secteur ou une seule ressource	Planification rationnelle
Approche multisectorielle classique	Centralisé	Initiation et conception	Validation	Suivant la taille du projet	Plusieurs secteurs concernés Pluridisciplinarité	
Approche écosystémique	Centralisé	Conduite du processus et intégration des connaissances multisources	Initiation, conception et validation	Écosystème	Holistique, connaissance du fonctionnement de l'écosystème	Planification rationnelle et communicationnelle
Gestion des terroirs	Implication variable des populations locales	Initiation, conduite du processus (forte présence)	Conception et validation	Terroir villageois (local)	Intégration des actions de gestion des différentes ressources (analyse multidisciplinaire)	Planification communicationnelle limitée
Autodiagnostique villageois	Concertation et consensus des villages et des comités intervillageois	Guide et accompagnement pour le processus	Initiation, conception et validation	Village ou groupe de village	Multidisciplinarité et multiusage des ressources	Planification communicationnelle
Gestion intégrée des ressources	Concertation, recherche de consensus du comité de bassin	Guide pour le processus	Initiation, conception et validation	Bassin versant	Multidisciplinarité et multiusage des ressources	Planification stratégique et communicationnelle

1.2 Analyse de la prise en compte des principes de la gestion intégrée dans quelques études de cas de gestion des bassins versants en Afrique de l'Ouest

Sur le plan pratique, les résultats de l'application de la gestion intégrée pourraient fortement dépendre de la maîtrise des outils choisis, de sa mise en œuvre, des contraintes propres au milieu, ainsi que des objectifs visés. Pour vérifier cette hypothèse dans notre région d'étude, nous discuterons des résultats de l'application d'une grille d'analyse composée de critères dérivés des principes de base de l'approche de gestion intégrée et des dimensions du développement durable. Cette grille est appliquée à quelques études de cas de gestion des bassins en Afrique de l'Ouest dans les domaines transfrontalier, national et écosystémique. La discussion concerne la comparaison des unités territoriales de gestion, la participation du public et le processus d'intégration cognitive et organisationnelle, qui sont

des critères dérivés des principes de base de la gestion intégrée, et qui permettent de discuter des liens possibles (similitudes et possibilité d'arrimage) entre la gestion intégrée et les outils d'évaluation environnementale et d'analyse multicritère.

1.2.1 Unités géographiques de gestion des ressources dans le bassin

Dans la plupart des études de cas analysées, la vision gestion par bassin versant, ambitionnée au départ, disparaît pour céder la place à celle de l'intervention par projet, couvrant des bassins représentatifs très réduits. Les problèmes analysés semblent en effet moins perceptibles et gérables aux échelles du bassin versant, tant pour les gestionnaires que pour les populations bénéficiaires. La notion de bassin représentatif est difficile à coordonner, étant donné l'inadéquation de sa délimitation avec les structures organisationnelles existantes. Ainsi, l'intervention par découpage administratif, plus aisée pour la gestion des terroirs, est souvent adoptée. Ce découpage administratif conduit lui aussi à la fragmentation des actions des projets sur le plan géographique, limitant son impact à l'échelle du bassin. Or, rappelons qu'un des principes de la gestion intégrée est de considérer le bassin hydrographique comme les limites théoriques du territoire de gestion des ressources.

Plusieurs contraintes à l'utilisation du bassin versant comme unité de gestion sont à signaler : le contexte sociopolitique souvent inadapté (structures administratives, vision communautaire, etc.), la grande variabilité de l'espace physique associé au bassin, les contraintes liées aux frontières nationales et culturelles, la grande complexité du fonctionnement des bassins non comprise par tous les acteurs, rendant difficile la définition des priorités.

Bien que la gestion des ressources en eau à l'échelle du bassin hydrographique ait progressivement acquis le statut de principe du développement durable, elle ne fait pas l'unanimité dans la communauté scientifique. En effet, Basten et Frédéric (2003) mentionnent que toute décision relative à la ressource « eau » comporte une dimension spatiale : écologique (quantité et qualité de la ressource allouée aux écosystèmes), aménagement (construction d'infrastructures), sociale et politique (nature et localisation des différentes catégories d'utilisateurs). Cela va au-delà des seules considérations physiques. Selon Waterbury (1997), bien souvent, la recherche d'une solution à l'échelle du bassin n'apparaît ni réaliste à court terme ni économiquement pertinente, et ce, plus particulièrement dans le cas des bassins internationaux. Ainsi, sans remettre en cause le bien-fondé de la gestion

intégrée, le débat sur la délimitation de l'unité géographique de gestion semble ne pas être épuisé.

Cette discussion montre que même les approches émergentes de gestion des bassins, dont la gestion intégrée, ont encore des limites quant à la définition claire de l'échelle d'intervention. Toutefois, il apparaît que la gestion intégrée est mieux appropriée à l'échelle stratégique (bassin versant ou grand sous-bassin). Cela apporte un lien important avec l'évaluation environnementale stratégique.

1.2.2 Participation du public

L'implication de la population dans les différents projets de gestion dans les bassins se fait par des méthodes variées, dont :

- le diagnostic participatif (DP), basé sur l'information et la consultation. Cette méthode a été limitée par des facteurs importants, dont le contexte social antérieur caractérisé par la mainmise des services techniques sur le processus décisionnel et l'attitude de méfiance des populations (manque de confiance à l'autorité). Il a été relativement difficile aux équipes de projets d'assimiler l'attitude de médiateur, consistant à accompagner un processus de réflexion villageoise plus qu'à le diriger (ABN, 2003);
- la démarche d'autoanalyse villageoise (2AV), qui consiste en la mise en place d'un processus de concertation et de négociation continue basée sur le partenariat. Cette démarche correspondant à l'approche communicationnelle a favorisé l'émergence de nouvelles catégories d'acteurs issus des utilisateurs des ressources (les groupements d'intérêt économique, les associations professionnelles), dans plusieurs projets sur le terrain. Elle utilise les méthodes de focus-group pour des réunions regroupant les personnes de même catégorie professionnelle ou des représentants de groupes d'acteurs, afin de s'entendre sur des objectifs communs;
- la méthode active de recherche participative (MARP), semblable à la 2AV, elle est aussi connue pour sa capacité à faire participer les acteurs

sociaux au diagnostic, à la planification des actions d'intervention et à la revalorisation du savoir traditionnel.

- Cependant, il convient de noter que ces méthodes qui s'apparentent plus à la démocratie participative sont difficiles à utiliser à l'échelle stratégique. Sur le plan opérationnel, si elles sont utiles et efficaces pour les projets et d'autres actions à l'échelle locale, elles peuvent engendrer des risques de démobilisation et entraîner des dépenses importantes quand elles sont utilisées à l'échelle régionale. C'est d'ailleurs l'une des reproches souvent faite à l'approche de gestion intégrée. Ainsi, en ce qui concerne les méthodes de participation publique, la gestion intégrée semble utiliser une approche adaptée aux problématiques locales, qui permet d'impliquer directement les populations (démocratie participative), alors que l'évaluation environnementale stratégique utilise la démocratie représentative, qui facilite l'implication des structures et représentants de catégories d'acteurs à des problématiques qui sont plutôt d'ordre stratégique. L'intégration des deux visions, dans la mesure du possible, pourrait améliorer la prise en compte des acteurs dans un processus décisionnel stratégique.

1.2.3 Processus décisionnel

Dans la plupart des projets analysés, les initiatives et réalisations sont d'abord guidées par des besoins immédiats et incontournables, et s'inscrivent dans une approche plus exogène qu'endogène. La définition des priorités apparaît assez problématique, compte tenu des intérêts contradictoires des acteurs en présence. L'approche d'autoanalyse villageoise apparaît comme une méthode efficace pour mettre en place des initiatives qui découlent d'un processus endogène de planification et d'aménagement (pouvoir citoyen). Cependant, la démarche utilisée a réduit l'implication des services techniques déconcentrés (perte d'expertise), ce qui n'a pu permettre à l'État de jouer son rôle de régulateur. Il convient de noter que l'utilisation de cette approche à une échelle géographique plus grande (qui s'apparenterait à la gestion par bassin) peut s'avérer lourde et complexe.

1.2.4 Intégration cognitive et organisationnelle

L'intégration cognitive apparaît comme la clé d'une meilleure intégration des actions de conservation et de développement socioéconomique. En effet, elle permet d'éviter les conflits entre les objectifs du projet, qui privilégient souvent les dimensions écologiques et les préoccupations des populations bénéficiaires (dimensions économiques et sociales).

À l'exception de la Volta (Magistro, 1993), les principaux cours d'eau transfrontaliers de l'Afrique de l'Ouest se sont dotés d'organisations de bassin : Autorité du bassin du fleuve Niger (ABN), Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS), Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG) et Commission du bassin du lac Tchad (CBLT). Dans la présente réflexion, nous limitons notre analyse comparative du fonctionnement des organes de bassin aux cas de l'ABN et de l'OMVS.

Selon ses principes de base, l'ABN est précisément le lieu indiqué pour la mise en œuvre des concepts de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) à l'échelle du bassin du fleuve Niger. Cependant, les tentatives engagées par l'ABN pour initier la GIRE n'ont pas abouti en raison des difficultés diverses liées, entre autres, à l'immensité du bassin, l'absence de projets d'intérêts communs, l'attachement des pays à leur souveraineté en matière de gestion des grands projets hydroélectriques et hydroagricoles, le manque de moyens financiers, le caractère technocrate de l'organisme de gestion, dont les cellules nationales ne sont que des points focaux personnifiés. Toutefois, son fonctionnement semble encore s'appuyer sur des coopérations bilatérales (entre pays frontaliers). La participation publique semble peu présente, car l'implication des États membres se fait par les Conseils des chefs d'États et des ministres, ainsi que des réunions techniques. L'analyse des rapports sur la planification des activités montre que les problèmes réels des populations du bassin ne semblent pas être discutés là où ils se posent avec acuité. Pour corriger cette situation, des efforts fournis depuis plusieurs années tentent de favoriser la représentation de la société civile dans les instances de décision du bassin.

S'inscrivant dans la mouvance du développement durable et du développement de l'approche de gestion par bassin, l'ABN a revu ses démarches ces dernières années en envisageant la mise en place de la VISION PARTAGÉE, qui stipule la gestion commune des ressources du bassin par tous les États riverains, basée sur la concertation entre les acteurs du bassin et la décentralisation des organes de bassins (ABN, 2003). Le fonctionnement réel de

l'observatoire de bassin et la réalisation d'études environnementales à l'échelle du bassin, déjà envisagés, permettront certainement d'avancer vers cette vision partagée.

Contrairement à l'ABN, l'OMVS¹¹ mise en place pour la gestion du bassin du fleuve Sénégal semble plus opérationnelle. Dans la pratique, plusieurs atouts militent en faveur de cette situation, dont son organisation fonctionnelle. En effet, au-delà de ses départements administratifs et techniques, le Haut-commissariat de l'OMVS s'est doté de services spécialisés dans la collecte, le traitement et la diffusion de l'information dans l'ensemble de la zone d'influence. Pour cela, des stratégies et mécanismes de mobilisation de l'information s'appuyant sur l'Observatoire de l'environnement, sont mis en place : moyens humains et matériels, points d'appuis administratifs et techniques et relations fonctionnelles entre les différents acteurs du système sur la base de protocoles d'accord établis. Sur le plan organisationnel, deux catégories d'organes intégrateurs existent : les organes permanents (Conférence des chefs d'État et de gouvernement, Conseil des ministres, Haut-commissariat, SOGEM, SOGED, Cellules nationales et OMVS) et les organes consultatifs (Commission permanente des eaux, Comité consultatif des bailleurs de fonds, Comité régional de planification (CRP), Comité national et local de coordination).

D'autres atouts qui militent en faveur de l'OMVS sont : la volonté politique et la longue expérience d'une gestion concertée de la ressource, le cadre législatif et réglementaire cohérent (qui prime sur les textes de lois nationaux), l'existence de grands ouvrages qui sont communs aux quatre États, le partage d'une même langue de travail (français) et le partage des valeurs culturelles (facilitant la cohabitation pacifique des populations). Bien que la prise de décision demeure du ressort des organes permanents (Conseil des ministres), les acteurs du bassin sont consultés à travers les organes consultatifs bien décentralisés. Toutefois, deux problèmes persistent :

- la démarche de consultation utilisée ne permet pas de remonter efficacement l'information au Conseil consultatif. Celui-ci n'influence pas suffisamment la prise de décision dans la réalité;
- un écart important existe entre le bon fonctionnement apparent de l'OMVS et l'ampleur des problèmes liés à la gestion conflictuelle des ressources locales (ces

¹¹ L'OMVS a été créée le 11 mars 1972 par le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, après le retrait de la Guinée de l'Organisation des États riverains du Sénégal (OERS mise en place en 1968). Mise en place dans un contexte de cycle de sécheresse, qui aura marqué toute la sous-région, l'OMVS est l'aboutissement d'un long processus de tentatives pour la maîtrise et l'exploitation rationnelle des ressources du fleuve Sénégal et de sa vallée (Diagne, 2002).

conflits ont été parfois à l'origine de guerres tribales le long de la frontière entre le Sénégal et la Mauritanie) (Magistro, 1993), et aux impacts socioéconomiques des grands aménagements hydroélectriques et hydroagricoles mis en place dans le bassin (N'Diaye et coll., 2007).

Dans les deux cas analysés, un acquis important est à mentionner : l'identification claire des acteurs concernés par les problèmes liés à la gestion des ressources naturelles (renouvelables et non renouvelables), regroupés au sein de l'organisme de bassin. Cette entité demeure, par conséquent, l'espace approprié pour la concertation en matière de gestion des ressources, ainsi que des conflits d'intérêts qui s'y rattachent. Cependant, les deux cas posent, à des degrés différents, des problèmes de cohérence entre les différentes échelles, notamment en ce qui concerne la communication (local, national et supranational).

Conclusion partielle

La tendance générale à l'utilisation de la gestion intégrée par bassin dans la gestion des ressources naturelle est une réalité aujourd'hui. Cependant, l'application de cette approche dépend du contexte. Dans la zone de l'Afrique de l'Ouest, caractérisée par un état de pauvreté et un faible taux d'alphabétisation, un état de dégradation de l'environnement avancée et des pressions de plus en plus importantes liées à la sécheresse et à la pression démographique, plusieurs projets de gestion de bassin s'inscrivent dans la gestion intégrée. Pour évaluer la conformité de ces projets aux principes de la gestion intégrée, une grille d'analyse est appliquée. L'application de cette grille montre des expériences pertinentes dans l'adaptation des approches émergentes de gestion des bassins.

À l'échelle locale, des approches de gestion comme l'autoanalyse villageoise, adaptées au contexte, ont été élaborées. À l'échelle nationale, l'arsenal institutionnel et réglementaire favorable au développement de la GIRE se renforce dans plusieurs pays. À l'échelle sous-régionale, la plupart des grands bassins disposent d'organes de gestion plus ou moins fonctionnels. Ces organes de bassins sont devenus, ces dernières années, des forums de discussion pour une plus grande implication de la société civile dans le processus de prise de décision. Ils ont permis de gérer plusieurs conflits transfrontaliers, mais aussi des conflits internes dans certains pays. Ils offrent par ailleurs des créneaux pour la recherche de

financement pour les initiatives de conservation et le développement de projets régionaux, dont certains visent la construction et l'exploitation d'aménagements hydroélectriques.

Sur le plan opérationnel, la gestion intégrée présente des limites liées, d'une part, à la capacité d'appropriation des utilisateurs et aux distorsions que ces derniers font à ces principes quant à la délimitation de l'échelle géographique de l'étude. D'autre part, l'obligation d'une démocratie participative imposée par l'approche versus une participation publique basée sur la représentativité des catégories d'acteurs alourdit le processus et réduit la chance de mettre à contribution les expériences et connaissances des experts. Il est possible de minimiser ces inconvénients, liés à la domination du processus décisionnel par les citoyens, en recherchant un équilibre entre le contrôle du citoyen et l'encadrement du processus par les experts ou analystes. Approche que nous privilégions dans cette étude. D'autres lacunes ont été aussi identifiées, notamment : la dispersion des efforts, le faible niveau d'implication des acteurs sociaux, l'insuffisance de la coordination et des interactions entre les niveaux de gestion, les difficultés liées à la définition des priorités, étant la plus importante. Ces lacunes pourraient être améliorées par l'utilisation d'autres outils qui seront abordées aux sections 2 et 3, avec les évaluations environnementales stratégiques et l'aide multicritère à la décision.

Des acquis importants sont à mentionner. À l'échelle locale, la participation du public se voit nettement améliorée et influence même la capacité des populations locales à s'intégrer dans les autres processus d'aide à la décision, comme les études d'impacts sur l'environnement. L'intervention du bassin (stratégique) vise à assurer le cadrage des actions par la mise en place d'un cadre réglementaire et institutionnel cohérent, de politiques communes et de plans directeurs. La recherche d'acteurs dans le cadre d'une évaluation environnementale stratégique, basée sur une approche d'analyse multicritère, pourrait être facilitée par l'existence d'un organe de bassin bien fonctionnel. De ce point de vue, les apports de la gestion intégrée à un processus d'évaluation environnementale stratégique sont indéniables. Inversement, un besoin réel d'outils de planification participative pour accompagner la gestion intégrée est donc présent; rôle que peut jouer valablement l'analyse multicritère. C'est ce que nous ferons dans les points suivants de ce chapitre.

2. Évaluation environnementale stratégique – outil de planification participative

La deuxième section du cadre théorique aborde les outils de l'évaluation environnementale et leur utilisation dans la planification et la gestion des bassins, notamment pour une meilleure prise en compte de l'environnement dans l'exploitation du potentiel hydroélectrique des bassins. Dans ce cadre, une revue critique est faite sur les Études d'impacts sur l'environnement et l'Évaluation environnementale stratégique, notamment par rapport à la prise en compte des impacts cumulatifs et globaux. Un retour est fait sur la gestion intégrée pour discuter de cette approche en tant que forme d'évaluation environnementale stratégique.

2.1 Évaluation environnementale (ÉE)

La notion d'évaluation environnementale a fait son apparition de manière sporadique dans les années 1960, en même temps que les préoccupations sur le devenir de l'environnement prenaient de l'importance (Lerond et coll., 2003). L'évaluation environnementale (ÉE) regroupe l'ensemble des processus qui visent la prise en compte de l'environnement dans la planification des actions, le développement de projets, de programmes, de plans et de politiques (Banque Mondiale, 1999a). André et coll. (2003) définissent l'ÉE comme « un processus systématique qui consiste à évaluer et à documenter les possibilités, les capacités et les fonctions des ressources, des systèmes naturels et des systèmes humains afin de faciliter la planification d'un développement durable et la prise de décision générale, ainsi qu'à prévoir et à gérer les impacts négatifs et les conséquences des propositions d'aménagements en particulier ». En termes simples, l'ÉE vise donc à faire le diagnostic de la situation avant le projet et la projection de son évolution future, la prévision d'une évolution avec le projet et l'estimation de ses effets négatifs et positifs, comparativement aux modifications ou changements relatifs à ceux de l'évolution sans le projet, et la proposition des voies et moyens d'éviter, minimiser ou compenser ces effets négatifs potentiels. Selon Patric (2001), elle désigne l'ensemble de la démarche destinée à analyser les effets sur l'environnement de projets d'aménagement de programmes de développement, à mesurer leur acceptabilité environnementale et à éclairer les décideurs. De ce fait, elle vise à améliorer la décision par une prise en compte explicite et sélective des considérations environnementales et à fournir une base solide pour la gestion des conséquences sur l'environnement des actions d'aménagement ou de développement. En outre, elle permet aux citoyens de s'exprimer sur les modifications prévisibles de leur cadre de vie et favorise l'intégration des objectifs fondamentaux, que sont la protection de

l'environnement et le développement durable. Pour la Banque Mondiale, par exemple, dans le cadre de sa Politique de sauvegarde visant à améliorer et à encadrer la prise en compte de l'environnement dans les projets qu'elle finance, elle considère que l'ÉE est un processus souple, qui peut se réaliser sous la forme d'une étude d'impacts environnemental et social (ÉIES), une étude d'impacts environnemental stratégique sectorielle ou régionale, un audit environnemental (AE) ou tout autre outil adapté (Banque Mondiale, 2002). André et coll. (2003) présentent une gamme de processus d'évaluation environnementale avec leurs contextes d'application, présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Différentes formes de processus d'évaluation environnementale et contextes d'application

Processus	Contexte d'application
Études et stratégies	État de l'environnement et de sa gestion à différentes échelles, plan d'action environnementale
Évaluation environnementale stratégique	Programmes, plans et politiques, sectoriels ou territoriaux
Évaluation du cycle de vie	Énergie et matériaux utilisés et émis dans l'environnement depuis la conception d'un produit jusqu'à son élimination
Évaluation des impacts sur l'environnement	Projets et, parfois, programmes et plans d'activités
Évaluation environnementale interne	Activités de planification, de conception ou de modernisation au sein de l'entreprise et délégué au gestionnaire de projet
Audit environnemental ou vérification environnementale	Conformité des opérations avec des lois, règlements, programmes ou politiques de l'entreprise ou de l'État

Dans le cadre de la gestion d'un bassin versant, les interventions pour la prise de décision se font à plusieurs niveaux : état de l'environnement dans le bassin, plan de gestion du bassin, programmes d'aménagement du bassin ou d'un sous-bassin, plan ou programme d'exploitation d'une ressource comme le potentiel hydroélectrique, projets ou activités d'exploitation ou d'aménagement, etc. Les différents processus d'évaluation environnementale cités dans le tableau ci-dessus peuvent, en fonction des objectifs et de l'échelle d'intervention, être utilisés comme outils d'aide à la décision et d'amélioration de la prise en compte de l'environnement. Dans la présente étude, nous limiterons nos discussions à l'utilisation de l'étude des impacts sur l'environnement (ÉIE) et de l'évaluation environnementale stratégique (ÉES).

2.2 Études des impacts sur l'environnement (ÉIE) : définition, atouts et limites

OCDE (1996) définit l'étude d'impacts sur l'environnement (ÉIE) comme une procédure qui permet d'examiner les conséquences, tant bénéfiques que néfastes, qu'un projet ou programme de développement envisagé aura sur l'environnement et de s'assurer que ces conséquences sont dûment prises en compte dans la conception du projet ou programme. Dans le cadre d'une ÉIE, l'évaluation prend en compte tant les impacts sur le milieu biophysique que ceux sur le milieu humain. Selon André et coll. (2003), le processus d'évaluation doit examiner tant les impacts pris individuellement que les effets cumulatifs générés par l'addition, dans le temps et dans l'espace, de plusieurs projets ou activités.

En général, il ressort de l'analyse de la littérature (André et coll., 2003; Leduc et Raymond, 1999; Banque Mondiale, 1999a; Sadar, 1996) que l'objectif réel de l'ÉIE est de prévoir la dégradation de la qualité de l'environnement et de proposer des mesures possibles pour éliminer ou prévenir les conséquences nuisibles qui en résultent. L'ÉIE constitue une démarche destinée à :

- documenter les différents enjeux et le fonctionnement du milieu récepteur afin de mieux apprécier sa vulnérabilité face aux composantes du projet;
- intégrer les préoccupations d'environnement lors de la conception d'un projet;
- informer et conscientiser le public et le faire participer à la prise de décision, ce qui accroît l'acceptabilité sociale du projet et assure sa pérennité;

- éclairer l'autorité administrative pour la décision à prendre pour l'approbation ou le refus du projet en tenant compte des enjeux économiques, environnementaux et sociaux, des mesures d'atténuation ou de bonification et de suivi;
- prévoir les moyens techniques, humains et financiers nécessaires à la mise en œuvre du plan de surveillance, son contrôle et son intégration aux actions de développement local.

De façon opérationnelle, le processus de l'évaluation environnementale doit provoquer des interrogations et des réponses devant conduire à des points focaux sur une activité, clarifier son but et ses besoins, aider à affiner les possibilités ou suggérer les voies et moyens pour améliorer une activité ou une conception de projet. Sadar (1996) note d'ailleurs que telle qu'elle se pratique aujourd'hui, l'ÉIE est surtout ciblée sur une activité ou un projet unique, et non sur des programmes et des politiques.

Depuis quelques années, l'avènement du concept de développement durable et sa généralisation obligent à repenser les méthodes d'évaluation afin de prendre en compte non seulement l'environnement, mais aussi, et de façon concomitante, les composantes économiques et sociales d'une politique, d'un plan ou d'un programme (Lerond et coll., 2003). Dans cette perspective, l'ÉIE des projets présente les principales limites suivantes (Saint-Amant, 2002; Lerond et coll., 2003; Leduc et Raymond, 1999) :

- dans le cadre de l'évaluation d'un projet individuel, il est difficile d'évaluer correctement les effets cumulatifs et synergiques reliés aux multiples développements de projets d'infrastructures prévus dans un même territoire;
- dans la démarche de l'ÉIE, l'évaluation environnementale est le plus souvent effectuée à un stade trop avancé du processus de planification pour garantir que les effets sur l'environnement de toutes les solutions de substitution envisageables, tant technologiques et géographiques, ont bien été étudiés et pris en compte;
- la situation de l'ÉIE, de facto, en aval, ne permet pas toujours de débattre de manière satisfaisante, en concertation avec le public, sur le projet et les grandes orientations qui ont présidé à sa préparation.

André et coll. (2003) confirment ces affirmations en notant qu'après plus de 30 ans de pratique des études d'impacts sur l'environnement (ÉIE), on a constaté que ce processus permettait principalement d'atténuer et de compenser les impacts d'un projet sur

l'environnement, mais qu'il ne donnait que rarement l'occasion de débattre de façon constructive de la justification ou du choix de développement que les projets pris individuellement sous-tendent. L'ÉIE apparaît donc comme un outil pertinent, mais limité sur certains aspects non moins importants de la prise en compte de l'environnement dans le développement. La naissance de l'évaluation environnementale stratégique (ÉES), soutenue en partie par l'évolution rapide du concept de développement durable ces dernières années, vise à surmonter ces limites.

2.3 Évaluation environnementale stratégique (ÉES)

2.3.1 Origines et définitions

De ce qui précède, il apparaît que l'origine de l'ÉES est liée, entre autres, à la difficulté à remettre en question les propositions et à débattre de certains sujets dans le cadre même de l'ÉIE. Elle s'inscrit donc dans une perspective d'amélioration de la planification en faisant porter l'analyse des politiques, plans et programmes sur la justification des choix de développement et sur l'analyse comparative de différentes options, selon André et coll. (2003). Sadler (1996) définit l'ÉES comme « un processus¹² d'examen et d'appréciation préalable (du point de vue de l'environnement) des politiques, des plans et des programmes¹³, ainsi que d'autres avant-projets ou initiatives de grande envergure en amont des projets qui pourront en découler ». Thérivel et coll. (1999), quant à eux, proposent la définition suivante : « Un processus systématique formel et exhaustif servant à évaluer les effets environnementaux de politiques, plans ou programmes (PPP), ainsi que leurs alternatives, donnant lieu à un rapport écrit dont les conclusions sont utilisées dans la prise de décision par des autorités publiques imputables. ». Une analyse de ces définitions par Waaub (2005) montre qu'elles font référence essentiellement à :

- prendre en compte l'environnement en amont des projets;
- mettre en place un processus systématique;

¹² Le processus comprend des étapes, des décisions et des acteurs (André P. et coll., 2000).

¹³ Une politique est un ensemble de principes généraux indiquant la ligne de conduite adoptée par une organisation privée ou publique, dans un secteur donné, qui guide l'action ou la réflexion dans la gestion de ses activités. Un plan découle de la politique; il constitue un ensemble structuré d'objectifs que se fixe une organisation privée ou publique, ainsi que des moyens qu'elle se donne pour les atteindre. Un programme est considéré comme une suite ordonnée d'actions ou de projets. (Grand dictionnaire terminologique de l'Office de la langue française du Québec – www.olf.gouv.qc.ca)

- une compréhension globale des implications environnementales, sociales et culturelles d'une politique, d'un plan ou d'un programme (PPP), en plus des aspects économiques;
- atteindre des objectifs de développement durable et, pour ce faire, elle privilégie l'examen d'options, de scénarios alternatifs;
- la nécessité d'anticiper et d'évaluer la portée des enjeux;
- accorder une place importante à la consultation publique ou, tout au moins, se présentant comme un processus transparent et soumis à l'examen du public;
- assurer l'intégration des propositions de PPP et donner lieu à un rapport écrit;
- une intervention dans le processus décisionnel et la nécessité d'identifier des autorités imputables.

2.3.2 Objectifs d'utilisation de l'ÉES

Bouchard (2002), procédant à l'analyse des mêmes définitions, mentionne que l'ÉES constitue donc une démarche de prise en compte des impacts environnementaux associés aux politiques, aux plans et aux programmes (ou d'autres initiatives), et favorise le traitement des considérations environnementales dès la toute première étape de la planification, tout comme les considérations sociales et économiques. Pour lui, on reconnaît ainsi d'emblée que l'ÉES permet de viser l'atteinte de trois objectifs spécifiques, soit : (i) la planification cohérente avec les principes du développement durable; (ii) le balisage et la prise en compte d'incidences de grande portée, de nature globale, cumulative ou synergique; (iii) la rationalisation du processus d'évaluation des projets. Ce dernier objectif est probablement celui qui rend le processus plus intéressant du point de vue des coûts et des délais qu'il permet, en principe, d'éviter lors des ÉIE des projets. Nous pouvons retenir une définition simplifiée de l'évaluation environnementale stratégique (ÉES) proposée par Sadler (1996), cité par André et coll. (2003), qui la considère comme un processus d'évaluation et d'examen des politiques, de plans et de programmes (PPP), ou d'autres initiatives en amont des projets. Aussi, la synthèse de ce qui précède permet d'identifier les points suivants comme des objectifs assignés à l'ÉES :

- favoriser l'atteinte d'un développement durable en :
 - intégrant l'environnement et le développement dans la prise de décision,
 - assurant la volonté d'impliquer le public dans le processus,
 - aidant à concevoir des PPP soutenables d'un point de vue environnemental,

- considérant la justification et les options;
- renforcer et mieux encadrer les ÉIE en :
 - identifiant tôt dans le processus les impacts potentiels ne pouvant être pris en compte adéquatement des ÉIE : effets cumulatifs, impacts induits ou indirects, impacts globaux,
 - intégrant les enjeux stratégiques associés à la justification et à la localisation des projets,
 - contribuant à réduire le temps et les efforts requis pour l'évaluation de propositions individuelles.

André et coll. (2003) mentionnent que, dans le cadre d'un processus de planification, l'ÉES peut avoir, en partie ou en totalité, les objectifs suivants : (i) décrire et mieux cibler les enjeux environnementaux qu'il soulève; (ii) mettre en évidence le caractère cumulatif de ses impacts et en évaluer leur étendue et leur ampleur; (iii) ressortir les éléments vulnérables du milieu récepteur auquel il est important de faire référence lors des études détaillées ou de l'évaluation des projets. Ces objectifs sont similaires à ceux assignés à notre étude, qui se résument en ces points :

- décrire et cibler les enjeux majeurs d'ordres environnemental, économique, social et culturel que pourraient soulever les différents scénarios d'exploitation du potentiel hydroélectrique du bassin du Konkouré;
- mettre en évidence la vulnérabilité de l'écosystème de mangroves en estuaire et le caractère cumulatif des impacts potentiels en zone côtière;
- évaluer, discuter et comparer les performances des effets des différents scénarios en prenant en compte les préoccupations et jugements de valeurs des différentes catégories d'acteurs concernés.

2.3.3 Principales étapes de l'ÉES

Une synthèse des étapes de l'ÉES que proposent OCDE (2008); Brown et Thérivel (2000); Leduc et Raymond (1999) et Waaub (2005) ressort les sept principales étapes décrites ci-dessous :

- a) *le tri préliminaire (screening)* : consiste à définir l'application d'un processus ÉES au programme ou au plan concerné. La décision de la réalisation de cette étude peut

- être prise au regard d'une base légale ou des recommandations émises par des spécialistes de l'environnement;
- b) *le cadrage (scoping)* : consiste à définir les objectifs et enjeux environnementaux relatifs aux PPP sur la base des différentes bases légales relatives à la protection de l'environnement, d'un diagnostic environnemental adéquat du périmètre d'influence du projet de PPP;
 - c) *l'élaboration de l'étude* : il s'agit d'élaborer des scénarios ou variantes du programme, du plan ou de la politique en intégrant, de manière optimale, les objectifs et enjeux environnementaux prédéfinis. Cette démarche nécessite notamment l'intégration de spécialistes de l'environnement au sein de l'équipe de projet;
 - d) *l'évaluation (assessing)* : consiste à évaluer les scénarios ou variantes élaborés à l'étape précédente, d'un point de vue environnemental. L'évaluation environnementale doit se faire sur la base de critères d'évaluation environnementaux prédéfinis (quantitatifs ou qualitatifs); 5- la sélection : consiste à sélectionner un scénario ou une variante sur la base d'une pesée d'intérêts en fonction des trois pôles du développement durable (social, économique et environnemental), puis définir les mesures environnementales d'accompagnement pour l'étape de mise en œuvre;
 - e) *le compte-rendu ÉES (reporting)* : consiste à la rédaction du résumé et le bilan du processus d'ÉES engagé;
 - f) *le suivi (monitoring)* : permet de contrôler la mise en application des mesures d'accompagnement lors de la phase de mise en œuvre du programme, du plan ou de la politique; et d'assurer un suivi environnemental adéquat. Ces étapes sont prises par les résultats d'une analyse comparée de plusieurs processus d'évaluation nationale, réalisée dans le cadre des échanges d'IAIA (International Association for Impacts Assessment) (Craik, 2008).

2.3.4 Typologie des ÉES et utilisation comme outils de planification

Suivant les objectifs et les contextes, diverses formes d'ÉES peuvent être réalisées. Afin de bien situer la nature de l'ÉES réalisée dans cette étude, nous discuterons de la typologie des ÉES selon le niveau de l'intervention et de la nature de l'activité visée par l'évaluation.

La classification selon le niveau de l'intervention permet de bien situer l'objet de l'évaluation dans la chaîne de la planification. Celui-ci peut être une politique, un plan ou un

programme, alors que la classification selon la nature fait référence aux évaluations réalisées dans le cadre d'une planification sectorielle ou spatiale. Une classification simplifiée permet de distinguer, selon Leduc et Raymond (1999); Bouchard (2002) et Waaub (2005) :

L'évaluation environnementale sectorielle : elle consiste à examiner globalement, pour un secteur donné (énergie, mine, transport, etc.), les effets sur l'environnement d'un ensemble de projets, et ce, avant les études de préfaisabilité (André et coll., 2003). Il s'agit, en général, de faire une évaluation comparative de plusieurs options sur la base de critères préalablement construits et d'établir des priorités d'intervention. Il permet, entre autres, aux planificateurs de se doter de stratégies plus efficaces sur le plan environnemental pour atteindre les objectifs de développement durable.

L'évaluation environnementale stratégique régionale : elle peut être requise pour un ensemble de projets prévus dans une région ou sur un même territoire, comme c'est le cas d'un bassin versant. André et coll. (2003) mentionnent que l'originalité de l'ÉES réside dans la dimension spatiale qu'elle apporte, en permettant d'examiner l'ensemble des projets en fonction de leurs effets cumulatifs sur le milieu naturel et humain. Elle peut aussi viser l'évaluation comparative des scénarios d'aménagement du bassin ou d'exploitation d'une ressource donnée dans l'ensemble du bassin.

La présente recherche, qui consiste à faire l'ÉES du programme d'exploitation du potentiel hydroélectrique d'un bassin côtier, rentrerait dans la catégorie de l'évaluation environnementale stratégique régionale. Elle est aussi de type sectoriel, en ce sens qu'elle se focalise seulement sur l'hydroélectricité. Cette focalisation sur l'hydroélectricité se justifie par le fait que plusieurs politiques énergétiques et études régionales en Afrique de l'Ouest (région concernée par notre étude) privilégient cette forme d'énergie (Niasse, 2004). En particulier, Kourouma (2005) montre, à partir d'une évaluation comparative des filières énergétiques en Guinée (pays d'application), que la réalisation de grands aménagements hydroélectriques est la voie privilégiée par les promoteurs et décideurs du secteur de l'énergie pour assurer la satisfaction des besoins dans ce domaine.

La portée de l'étude et le choix méthodologique pour sa mise en œuvre dépendent du contexte dans lequel se fait la planification et de la finalité fixée par le mandataire, qui décide jusqu'à quel niveau doit s'étendre l'ÉES. Deux principaux contextes sont possibles, dans le cadre de l'élaboration d'une politique, d'un plan ou d'un programme :

Dans certains cas, il s'agit de procéder à l'application de l'ÉES à un document de politique, de plan ou de programme déjà élaboré en vue d'améliorer la prise en compte de l'environnement ou des dimensions du développement durable, et de discuter de certains enjeux bien précis. Dans ce cas de figure, l'apport de l'ÉES est limité, car il est difficile d'apporter des modifications importantes, au risque de remettre en cause les fondements du document analysé;

Dans d'autres cas, il n'y a pas encore de document de politique, de plan ou de programme préalablement élaboré. L'ÉES s'intègre au processus d'élaboration de ce document. Dans un tel cas, l'analyse stratégique consiste d'abord à construire des critères de prise en compte des dimensions du développement durable (économique, environnementale et sociale), voire de l'atteinte des objectifs de développement durable préalablement fixés.

André et coll. (2003) résument la définition des objectifs assignés à l'ÉES dans les deux cas, c'est-à-dire avec et sans énoncé préalable de politique, plan ou programme (voir tableau 3.5). Les approches méthodologiques utilisées pour l'ÉES des PPP peuvent varier selon que l'on ait un énoncé déjà écrit ou non (Pacaut, 2000). Cela amène à faire une analyse critique des principaux groupes de méthodes de réalisation de l'ÉES. On distingue, en effet :

L'approche traditionnelle : qui correspond au modèle standard, étend les connaissances pratiques de l'ÉIE de projets à l'évaluation des PPP, en appliquant non seulement ses principes, mais également les procédures légales et les exigences. Cette approche, qui s'inscrit dans le prolongement du modèle de la planification rationnelle classique, est basée sur les considérations suivantes :

- une place centrale pour l'expert qui considère que la science permet de guider l'action publique;
- une participation publique qui intervient aux dernières étapes du processus de planification et qui occupe essentiellement une fonction de validation.

Cette approche se heurte notamment aux contraintes liées à la difficulté de prendre en compte la complexité des systèmes humains et à intégrer les aspects culturels. Elle est limitée aussi par son inadéquation pour répondre aux questions relatives à la prise en compte de la multiplicité des intérêts divergents, voire conflictuels, des acteurs. Toutefois, elle comble un vide législatif dans plusieurs pays qui ne disposent pas encore de procédure adaptée d'ÉES

Tableau 3 : ÉES selon les objectifs de planification

Type de demande	Objectif général	Commentaire
Existence d'un énoncé de PPP	- Définir les incidences de la proposition et suggérer des mesures pour les réduire - Améliorer l'énoncé politique pour mieux prendre en compte l'environnement ou satisfaire les objectifs du développement durable	Limite les discussions, car l'objet de l'étude est déjà défini. Il s'agit d'une démarche plutôt linéaire qui aboutit à une amélioration des PPP
Absence d'un énoncé de PPP	Contribuer à l'intégration des critères d'environnement ou de développement durable dans la conception même des PPP	Selon les objectifs définis par le mandataire, peut permettre de débattre de la justification ou des options à considérer, de choisir le meilleur scénario, d'établir des priorités d'intervention en fonction des gains environnementaux prévus et de rédiger les PPP dans le respect de l'environnement. Il s'agit d'une démarche itérative qui maximise l'intégration de l'environnement lors de l'élaboration des PPP.

Source : André et coll. (2003)

Approche interactive : qui adopte une perspective de planification et d'évaluation des politiques dans laquelle les principes de l'évaluation environnementale sont intégrés dans la formulation des PPP par l'identification des besoins, des enjeux et des options de développement, évalués dans une perspective de développement durable. Dans ce cas, l'ÉES fait partie intégrante d'un processus global d'élaboration des PPP. Cette approche s'appuie sur les principes de base de la gestion intégrée et négociée, et s'inscrit dans le modèle contemporain de planification interactive (Waaub, 2005). Elle donne l'avantage d'ouvrir le processus de planification à tous les acteurs en favorisant la participation du public tout au long du processus, de prendre en compte des enjeux variés, tout en restant flexible et adaptable. Cependant, elle présente les limites comme le risque d'oublier les connaissances scientifiques, le risque lié aux dérives de la participation (dédalles des procédures, délais supplémentaires), l'intention de traiter de la complexité sans complication et la nécessité d'un apprentissage pour les intervenants. De ce qui précède, il est aisé de dire, comme le mentionne Waaub (2005), à juste titre, qu'en tant que démarche planificatrice, l'ÉES est très influencée par les théories de la planification, et que celles-ci influencent le mode de sa mise en œuvre et le mode de participation du public qui lui est associé.

2.3.5 Arrimage avec l'ÉIE

Pour assurer une chaîne complète de l'évaluation environnementale, il est important que les procédures et méthodologies puissent être harmonisées afin de s'imbriquer logiquement entre elles, sans donner l'impression de démarches superposées peu lisibles (Lerond et coll., 2003). La nécessité d'arrimage de l'ÉES et de l'ÉIE se justifie encore plus par des préoccupations qui se rapportent au besoin d'une gestion efficace de plusieurs niveaux d'évaluation, d'harmonisation des décisions à tous les niveaux, pour éviter les répétitions et permettre une économie en temps et argent, tout en assurant la bonne qualité des évaluations. Les schémas ci-dessous montrent les différences entre l'ÉES et l'ÉIE et les éléments de leur arrimage.

Tableau 4 : Quelques exemples de différences entre l'ÉIE et l'ÉES

	ÉIE	ÉES
Niveau d'intervention	Grands projets et certains programmes	PPP à portée variée
Aire d'étude	Restreinte	Étendue
Enjeux	Enjeux environnementaux se rapportant au site et à l'installation	Enjeux environnementaux, sociaux et économiques, plus large et diffus, voire globaux
Publics concernés	Population touchée par le projet	Intervenants plus spécialisés et représentants de la société par catégories d'acteurs

Source : inspiré de Waaub (2005)

Tableau 5 : Exemple d'arrimage appliqué au secteur de l'énergie

Échelle Territoriale	Niveau décisionnel			
	ÉES de politique	ÉES de plan	ÉES de programme	ÉIE de projet
Nationale	Politique nationale en matière d'énergie	Plan quinquennal de développement du secteur de l'énergie	Programme de développement des énergies nouvelles et renouvelables (ÉNR)	Projets de construction d'un ou de plusieurs aménagements hydroélectriques
Régionale		- Plans ou programmes de développement énergétique des régions - Programmes de mise en valeur d'une ressource énergétique donnée (potentiel hydroélectrique) d'un bassin versant		
Locale				

2.3.7 Gestion intégrée : est-ce une forme d'ÉES?

La Gestion intégrée est un outil d'incitation et de sensibilisation qui peut être volontaire, réglementaire ou économique. Au plan opérationnel, la gestion intégrée peut être considérée comme un outil de planification participative des actions à mener pour atteindre un objectif donné : gérer les usages de façon intégrée pour les concilier avec la sauvegarde des écosystèmes. Grâce à son adaptation pour l'introduction de tableaux de bord ou d'indicateurs de suivi d'évaluation, il peut contribuer à rendre efficace le suivi environnemental. Certains auteurs comme Détolle (2003), ayant travaillé sur la gestion des bassins, considèrent la planification intégrée dans un bassin suivant l'approche de gestion intégrée comme une forme d'évaluation environnementale stratégique, dont les objectifs sont la planification des usages, le maintien de la qualité du milieu et la définition des actions à mettre en œuvre. Elle s'appuie sur quatre principes importants, à savoir : l'ouverture des options, la prise en compte de la perspective sociétale, la prise en compte systématique de l'environnement dans une vision globale et l'implication des acteurs (démocratisation).

Vue dans ce sens, la gestion intégrée peut bien permettre l'application des principes d'une ÉES utilisant une approche interactive. Cependant, il s'agit d'une réduction de la fonction de la gestion intégrée qui va au-delà de l'évaluation, car au-delà de cette fonction d'évaluation participative, la gestion intégrée à l'échelle du bassin permet la mise en place de structures pérennes dont les organes de gestion des bassins à différentes échelles d'intervention (organes composés de représentants d'un grand nombre d'usagers au communautaire, au sous-bassin et au bassin). Ces organes facilitent la création et le maintien d'un cadre permanent de concertation autour du contrat de bassin (principal outil de mise en œuvre du plan de développement du bassin), alors que l'ÉES est un outil d'évaluation qui peut contribuer à la mise en place du processus décisionnel conduisant à l'élaboration d'un contrat de bassin. Elle peut aussi aider au choix des priorités, comme c'est le cas dans la plupart des problèmes abordés dans la gestion des bassins. Cependant, si l'ÉES est appropriée pour une intervention stratégique (bassin ou sous-bassin), avec des objectifs bien définis dans le temps (évaluation comparative, planification évaluative et établissement de priorité, prise en compte des impacts cumulatifs, induits ou globaux), elle peut difficilement se substituer à la gestion intégrée, par exemple, pour la prise en compte des problèmes locaux ou le maintien de cadre de concertation de façon permanente. Toutefois, il ressort de cette brève discussion

que l'ÉES peut être très utile en tant qu'outil complémentaire, dont l'application est grandement favorisée par une vision de gestion intégrée.

Il existe plusieurs outils d'aide à la décision utilisés pour la mise en œuvre de l'ÉES ou de la gestion intégrée, différents les uns des autres, notamment de par les approches de planification qui les sous-tendent. L'aide multicritère à la décision est-il un outil qui permet de mieux prendre en compte les principes d'une planification participative? Nous discuterons, dans la partie appliquée de la présente étude, de son utilisation comme outil d'ÉES et de son intégration à l'approche de gestion intégrée, ce qui permettra de ressortir ses avantages et limites.

ANNEXE II

CATÉGORISATION DES DONNÉES ET LEURS SOURCES LORS DE LA COLLECTE SUR LE TERRAIN

Description et localisation potentielle des données collectées dans le cadre de l'étude

Catégorie des données	Description des données	Sources	Type de supports	Moyens utilisés pour l'acquisition
Données techniques sur les scénarios d'aménagement	Données cartographiques sur le bassin, sur la localisation et la topographie des sites aménageables	DNE, EDG, IRD, IGN, Observation de terrain (sites de Kaléta, Amaria, Souapiti, Garafiri)	Recherche documentaire dans les institutions, observation de terrain	Véhicule de terrain Appui EDG, Appareil photo, GPS Photocopie, Numérisation, enregistrement cassettes
	Politique énergétique de la Guinée (volet Hydroélectricité), Plan de développement de l'Hydroélectricité en Guinée et dans la sous région (CÉDEAO, OMVG, MRU, NÉPAD)	DNE, EDG, ACGP	Recherche documentaire dans les institutions Réunions techniques avec des acteurs spécialisés	Appui EDBG, Photocopie, Numérisation, Enregistrement cassettes
	Projets d'aménagements hydroélectriques dans le bassin du Konkouré Données sur les scénarios envisagés et envisageables pour l'aménagement hydroélectrique du bassin du Konkouré			
	Détermination des débits restitués des différents scénarios	EDG, IRD	Recherche documentaire dans les institutions Réunions techniques avec des acteurs spécialisés	Appui Ingénieur Photocopie Numérisation, Enregistrement cassettes

Description et localisation potentielle des données collectées dans le cadre de l'étude

Catégorie des données	Description des données	Localisation et sources potentielles	Modes d'acquisition possibles	Moyens nécessaires à l'acquisition
Données socio-économiques et utilisation et territoire	Données générales sur la démographie: Évolution démographique dans le bassin et dans l'estuaire, Structures administrative, quelques indicateurs de niveau de vie, cartographie des indicateurs sociaux.	DNPS, MECN, IRD, OGM, CNSHB, CERESCOR, DNA, CÉRE...	Contacts et Recherche documentaire	Photocopie Numérisation
	Données d'enquêtes sur la productivités dans la zone de l'estuaire : inventaire des ressources, évolution des rendements de la production du riz, du sel, du bois, des ressources halieutiques;	CNSHB, MECN, CERESCOR, IRD, Projet Mangrove Dudréka, DNA, DNEF Enquête à Wassou, Kakounsou, Dubréka,	Contacts et Recherche documentaire Enquêtes de terrain dans l'estuaire du Konkouré	Véhicule pour terrain GPS Appareil Photo Guide de terrain
	Données sur l'utilisation du sol : modification des superficies rizicoles, activité des sites salicoles, recul ou expansion de la forêt de mangrove.	CNSHB, MECN, CERESCOR, IRD, Projet Mangrove Dudréka, DNA, DNEF Enquête à Wassou, Kakounsou, Dubréka,	Contacts et Recherche documentaire Enquêtes de terrain dans l'estuaire du Konkouré Groupe Focus	Véhicule pour terrain GPS Appareil Photo Guide de terrain Enregistreur
	Données sur le contexte culturel : modes d'exploitation des ressources, utilisations traditionnelles des éléments du milieu estuarien, règlement des conflits, conservation traditionnelle...	CNSHB, MECN, CERESCOR, IRD, Projet Mangrove Dudréka, DNA, DNEF Enquête à Wassou, Kakounsou, Dubréka,	Contacts et Recherche documentaire Enquêtes de terrain dans l'estuaire du Konkouré Groupe Focus	Véhicule pour terrain GPS Appareil Photo Guide de terrain Enregistreur

Description et localisation potentielle des données collectées dans le cadre de l'étude

Catégorie des données	Description des données	Localisation et sources potentielles	Modes d'acquisition possibles	Moyens nécessaires à l'acquisition
Données sur les aspects réglementaires et institutionnels	Principaux acteurs intervenants dans l'aménagement du bassin (niveaux local, national, et international), la gestion des secteurs de l'énergie, de la foresterie, de l'Agriculture, la pêche, de l'éducation, de la santé, de l'administration du territoire... Accès aux ressources et gestion des conflits : modes traditionnels et officiels	DNE, EDG, DNA, DNGR, DNEF, MECN, CERESCOR, CNSHB, CERE, Projet Mangrove Dubréka, MATD, Préfectures Dubréka, Fria, Kindia...	Contacts et Recherche documentaire Enquêtes de terrain dans l'estuaire du Konkouré	Véhicule pour terrain Guide de terrain
		DNE, EDG, DNA, DNGR, DNEF, MECN, CERESCOR, CNSHB, CERE, Projet Mangrove Dubréka, MATD, Préfectures Dubréka, Fria, Kindia, Enquêtes...	Contacts et Recherche documentaire Enquêtes de terrain dans l'estuaire du Konkouré Groupe Focus	Véhicule pour terrain Guide de terrain Enregistreur
	Objets, sites et activités d'intérêt patrimoniaux (matériels et immatériels)	CNSHB, MECN, CERESCOR, IRD, Projet Mangrove Dubréka, DNA, DNEF Enquête à Wassou, Kakounsou, Dubréka,	Contacts et Recherche documentaire Enquêtes de terrain dans l'estuaire du Konkouré Groupe Focus	Véhicule pour terrain GPS Appareil Photo Guide de terrain Enregistreur

ANNEXE III

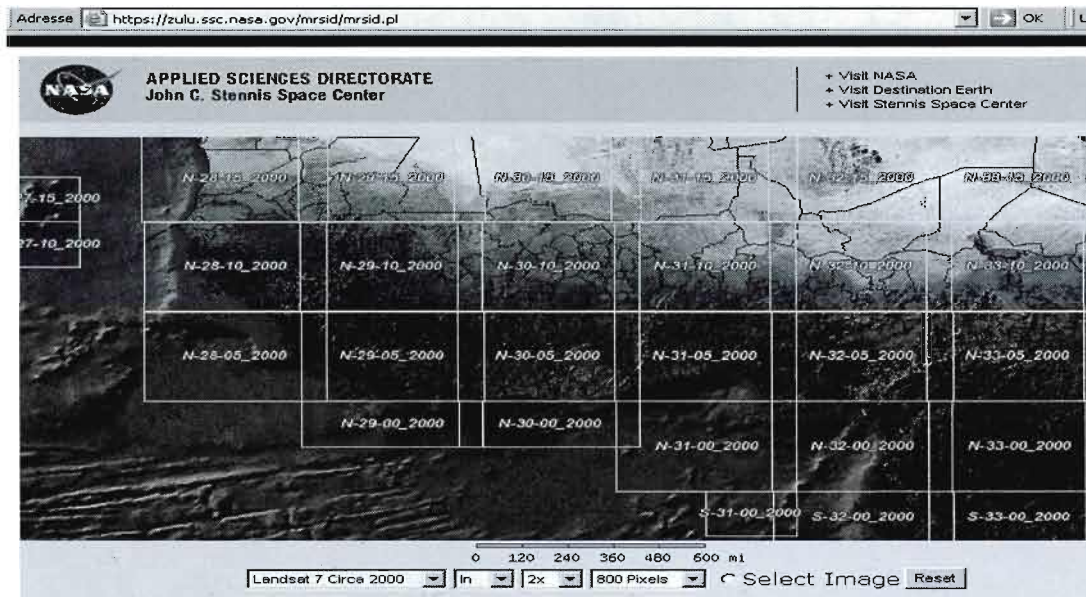
RÉFÉRENCES DES SOURCES DES DONNÉES CARTOGRAPHIQUES ET D'IMAGES SATELLITALES UTILISÉES DANS L'ÉTUDE

RÉFÉRENCES DES DONNÉES CARTOGRAPHIQUES, IMAGES DE
SATELLITES ET PHOTOGRAPHIES AÉRIENNES UTILISÉES DANS LA BASE
DE DONNÉES

LANDSAT

Les images satellite Landsat

<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>



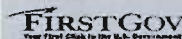
This is the current Landsat circa 1990/2000 coverage available. Click on the map above to zoom in/out, or 'Select Image' to open a new window (requires javascript) to view or download the Landsat scene.

This site uses pop-up windows to view selected images

[GeoCover circa 1990 Product Description](#)
[GeoCover circa 1990 CD Set Coverage Breakdown](#)
[GeoCover circa 1990 Coverage Point and Polygon Shapefiles](#)
[GeoCover circa 2000 Product Description](#)
[GeoCover circa 2000 Coverage Point and Polygon Shapefiles](#)
[UTM Zones on World Map](#)
[UTM Zone Shapefiles](#)
[GeoCover Tutorial](#)
[Where Is It?](#)
[Help](#)

Provided through NASA's Earth Science Enterprise Scientific Data Purchase Program
 Produced, under NASA contract, by Earth Satellite Corporation

About the Security Alert



- + Freedom of Information Act
- + The President's Management Agenda
- + FY2001 Agency Performance Report
- + NASA Privacy Statement, Disclaimer, and Accessibility Certification
- + Freedom to Manage



NASA Official: Katie Wallace
 Curator: Lamar Nicholson
 + Contact ASD

BMNG

Blue Marble Next Generation Les images satellite MODIS

Adresse <http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/BlueMarble/>

earth observatory

home • data & images • features • news • reference • missions • experiments • search
glossary on off

NEWS

BLUE MARBLE *next generation*

Everyone knows that NASA studies space; fewer people know that NASA also studies Earth. Since the agency's creation almost 50 years ago, NASA has been a world leader in space-based studies of our home planet. Our mission has always been to explore, to discover, and to understand the world in which we live from the unique vantage point of space, and to share our newly gained perspectives with the public. That spirit of sharing remains true today as NASA operates 18 of the most advanced Earth-observing satellites ever built, helping scientists make some of the most detailed observations ever made of our world.

Scroll to the bottom of the page for links to Blue Marble Next Generation imagery.

Monthly global images shows changes over time on the Earth's surface, with links to high-resolution images.



The Blue Marble: Next Generation is a series of images that show the color of the Earth's surface for each month of 2004 at very high resolution (500 meters/pixel) at a global scale. This image shows South America from September 2004. (NASA image courtesy Reto Stockli and Robert Simmon)

High-resolution images:

[1024 by 1024 screen](#) (190 kb JPEG)

[4096 by 4096 screen](#) (1 MB JPEG)

[4096 by 4096 print](#) (12 Mb PNG)

http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=7107

AUGUST, BLUE MARBLE NEXT GENERATION W/ TOPOGRAPHY AND BATHYMETRY



Credit: Reto Stockli, NASA, Earth Observatory

Images & Animations

PDF (1 MB)
 PDF (4.5 MB)
 5400 x 2700 JPEG (2.1 MB)
 21600 x 21600 JPEG (5.1 MB)
 21600 x 21600 JPEG (11.8 MB)
[Details and More Imagery](#)

Metadata

Sensor Terra/MODIS
 Visualization Date 2005-07-21

SRTM Shuttle Radar Topography Mission

Modèle numérique de terrain

<http://srtm.usgs.gov/>

<ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/>

Adresse  <http://srtm.usgs.gov/>



Home

Mission

About Data

Images

Site Map

Shuttle Radar Topography Mission

Mapping The World In 3 Dimensions



Under agreement with NASA, the USGS EROS Data Center distributes and archives SRTM data in accordance with a joint partnership Memorandum of Understanding between NASA and NGA.

SRTM Data is available is now available in a "finished" grade version for both DTED® and SRTM Raster formats. See [Obtaining "Finished" SRTM Data](#) for more information about search and ordering.

To learn more about retrieving "unfinished" or research grade data from the Seamless environment, see [Obtaining "Unfinished" SRTM Data](#) for more information.

For more information on SRTM visit [JPL's SRTM website](#).



[Jet Propulsion Laboratory](#)

NGA_GNS
 National Geospatial Intelligence Agency
 GEOnet Names Server
 Toponymes

http://earth-info.nga.mil/gns/html/cntry_files.html#N



Adresse http://earth-info.nga.mil/gns/html/cntry_files.html#N OK

NATIONAL GEOSPATIAL-INTELLIGENCE AGENCY

GEOnet Names Server (GNS)

Names Files of Selected Countries

- **Geographic Area of Coverage:** Worldwide excluding the United States and Antarctica.
- The files contain names for all types of features.
- Description of fields in country files.
- Names are in **reading order**.
- Data is in **tab-delimited text**, UTF-8 ISO/IEC 10646 (UNICODE) Compliant format.
- **Date Generated** indicates when the file was generated from the database.
- **Most Recent Modification Date** indicates when any entry in the file was last modified.
- **Most Recent Source Date** indicates when the source used to verify the name spelling was published.
- Files are in **compressed zip** format.
- To download a country, click on its name under the **Country File** column.
- **Download a single compressed (zip) file that contains the entire country files dataset** - ~190MB compressed, ~760MB uncompressed, generated on 2006-08-15 (this file is generated approximately once per month).

VMAP0

Objets géographiques (hydrographie, limites administratives etc.)

échelle 1 : 1 000 000

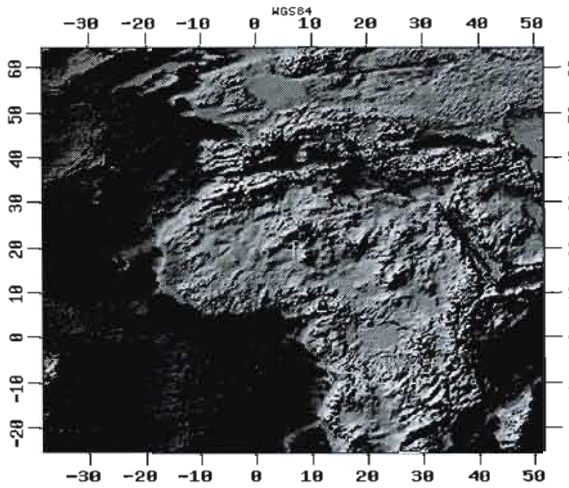
http://geoengine.nga.mil/muse-cgi-bin/rast_roam.cgi

Adresse http://geoengine.nga.mil/muse-cgi-bin/rast_roam.cgi

NATIONAL GEOSPATIAL-INTELLIGENCE AGENCY

NGA > [NGA Raster Roam](#)

► NGA Raster Roam




Small Image Size ?
 1X Zoom Factor ?
 19.600000000000000 Lat
 6.600000000000000 Lon DD
 1460.881 Hgt MSLFT
 Available Product Levels:
 World View ?
 To see the extents of each Products Legends page.

Raster Roam

Navigation Queries

? Pixel Movement ◀ ▶ Amount 1 Geonames Feature Name ? CC/ε

Set this point as the starting ("From") Range Bearing Point in the [Range Beari](#)

VPF Data Download

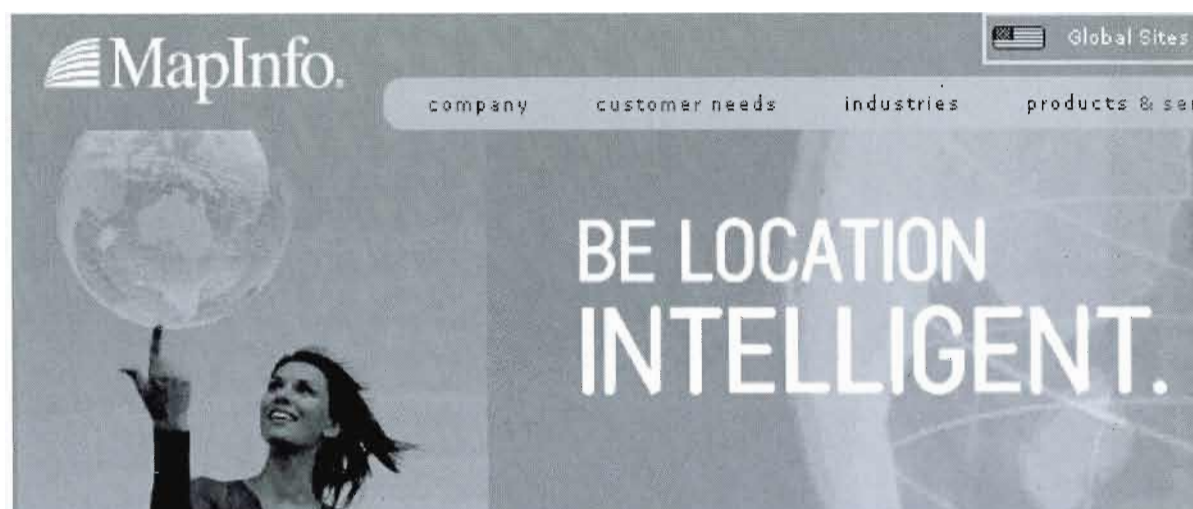
VMAP LEVEL 0 cdrom [v0soa.tar.gz](#)
 (167.82 Mbytes)

*Internal data reference to the CD-ROM being
 "LIMITED DISTRIBUTION" should be ignored.*

Download this area to another using the Raster Importer ?

Select an Output type: [BMP \(*.bmp\)](#)
 Name the Output File:
 Zoom Factor: 1X ?

<http://www.mapinfo.com/>



Adresse <http://extranet.mapinfo.com/products/Download.cfm?ProductID=1062&productcategoryid=1>

 The screenshot shows the MapInfo website's product page for ProViewer. The MapInfo logo is in the top left. A navigation bar contains links: "company", "customer needs", "industries", and "products & services". On the right, there is a "choose a" dropdown menu. Below the navigation bar, the page title is "MAPINFO® PROVIERER™ - DEMO/DOWNLOAD". On the left side, there is a sidebar menu with the following items: "What is Location Intelligence?", "What We Offer", "Software" (with sub-items: Mapping, Routing, Geocoding), "Data", "Product Solutions", "Services", "Demos & Evaluations", "Industry Standards", and "Buying MapInfo Products". The main content area has a horizontal menu with links: "OVERVIEW | SPECIFICATIONS", "DEMOS & DOWNLOADS | SUPPORT | EVENTS | LITERATURE". Below this, the text reads: "An easy tool for viewing maps and tables created in MapInfo Professional." Under the heading "DOWNLOADS", there are two sections: "Free MapInfo ProViewer v8.5 Download for English" and "Free MapInfo ProViewer v8.0 Download for French". Each section contains a paragraph of text explaining the download requirements and license.

ANNEXE IV

EXEMPLES DE RÉSULTATS DU PROCESSUS D'AMCD DE L'ÉVALUATION COMPARATIVE DES OPTIONS
D'EXPLOITATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE DU BASSIN DU KONKOURÉ : OUTPUT DU LOGICIEL

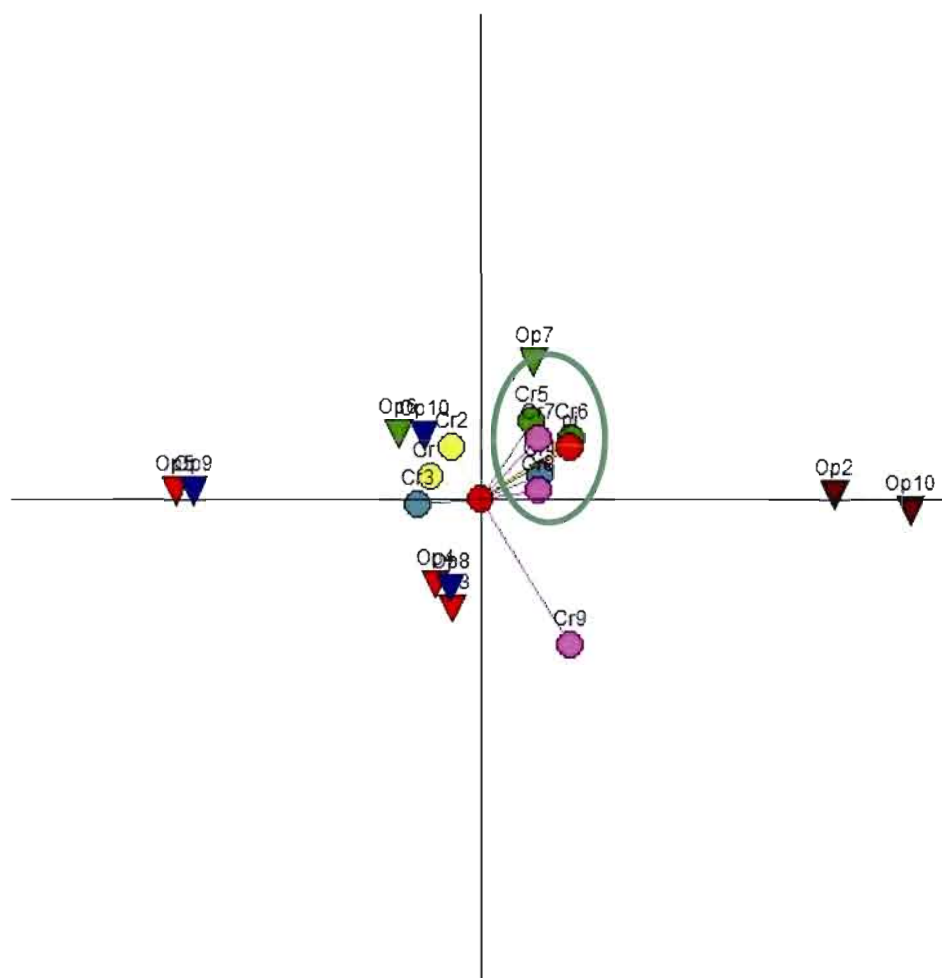
DECISIONLAB 2000

Figure : Tableau de performances des actions et caractéristiques des préférences des acteurs (scenairos)

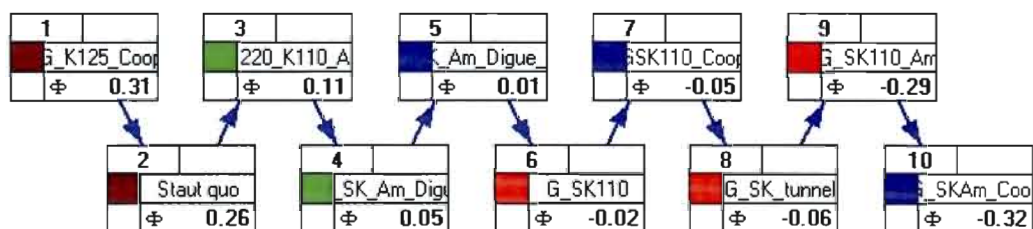
Contribution énergétique Mine		Facilité économique				Apport de la pêche				Perte agricole Modifications syst				Perte de vasières				Déplacement popi				Exposition au risque de maladi		Perte culturelle		
Min/Max	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser	Maximiser	Minimiser		
Poids	32.0000	6.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	10.0000	14.6000	7.0000	14.6000	7.0000	14.6000	7.0000	14.6000	7.0000	4.0000	4.0000		
Type	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Usuel	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Forme-V	Usuel	Usuel			
Q	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
P	5355.0000	0.0378	4191.0000	4191.0000	4191.0000	4191.0000	4191.0000	4191.0000	4191.0000	4191.0000	4191.0000	4191.0000	4191.0000	4191.0000	60049.0000	46.0000	21990.0000	42448.0000	21990.0000	42448.0000	21990.0000	42448.0000	-			
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Unité des seuils		Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu	Absolu			
Moyenne	2997.74	0.0357	3537.40	3537.40	3537.40	3537.40	3537.40	3537.40	3537.40	3537.40	3537.40	3537.40	3537.40	3537.40	45592.00	51.20	14587	31952	14587	31952	14587	31952	2.5000			
Dév. standard	1873.30	0.0117	1662.88	1662.88	1662.88	1662.88	1662.88	1662.88	1662.88	1662.88	1662.88	1662.88	1662.88	1662.88	21966.01	15.84	7976	14766	7976	14766	14766	14766	1.0801			
Unité	Quantité d'énergie (GWh)		(USD/KWh)		Tonnes de poissons: Hectare				% linéaire perturt				Importance des pi				Nombre de perso				Nombre personnes exposées				Importance des pertes	
Statut quo	0.00	0.0629	450.00	5135.00	5135.00	5135.00	27.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	Plus ou moins faib	1960	6250	6250	1960	6250	6250	1960	Faible			
G_K125_Coop	0.00	0.0283	504.00	8195.00	8195.00	8195.00	36.00	504.00	504.00	504.00	504.00	504.00	504.00	504.00	Plus ou moins faib	1960	6250	6250	1960	6250	6250	1960	Faible			
G_SK_tunnel	3967.00	0.0505	4164.00	54094.00	54094.00	54094.00	59.00	4164.00	4164.00	4164.00	4164.00	4164.00	4164.00	4164.00	Moyen	19250	36700	36700	19250	36700	36700	19250	Plus ou moins faible			
G_SK110	3739.00	0.0330	4186.00	57314.00	57314.00	57314.00	59.00	4186.00	4186.00	4186.00	4186.00	4186.00	4186.00	4186.00	Moyen	19250	36970	36970	19250	36970	36970	19250	Plus ou moins faible			
G_SK110_Am	5355.00	0.0314	4641.00	65184.00	65184.00	65184.00	73.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	Fort	23700	47420	47420	23700	47420	47420	23700	Fort			
G_SK_Am_Digue_Coop	3124.00	0.0317	4641.00	50000.00	50000.00	50000.00	45.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	Moyen	11710	35330	35330	11710	35330	35330	11710	Moyen			
G_SKAm_Coop	3124.34	0.0251	4641.00	65184.00	65184.00	65184.00	73.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	Fort	23700	47420	47420	23700	47420	47420	23700	Fort			
G_SK_Am_Digue	5355.00	0.0346	4641.00	50000.00	50000.00	50000.00	45.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	4641.00	Moyen	13250	35330	35330	13250	35330	35330	13250	Moyen			
G_S220_K110_Am50	3286.25	0.0296	3320.00	45500.00	45500.00	45500.00	36.00	3320.00	3320.00	3320.00	3320.00	3320.00	3320.00	3320.00	Plus ou moins faib	12070	32150	32150	12070	32150	32150	12070	Moyen			
GSK110_Coop	2046.86	0.0303	4186.00	57314.00	57314.00	57314.00	59.00	4186.00	4186.00	4186.00	4186.00	4186.00	4186.00	4186.00	Moyen	19250	36970	36970	19250	36970	36970	19250	Plus ou moins faible			

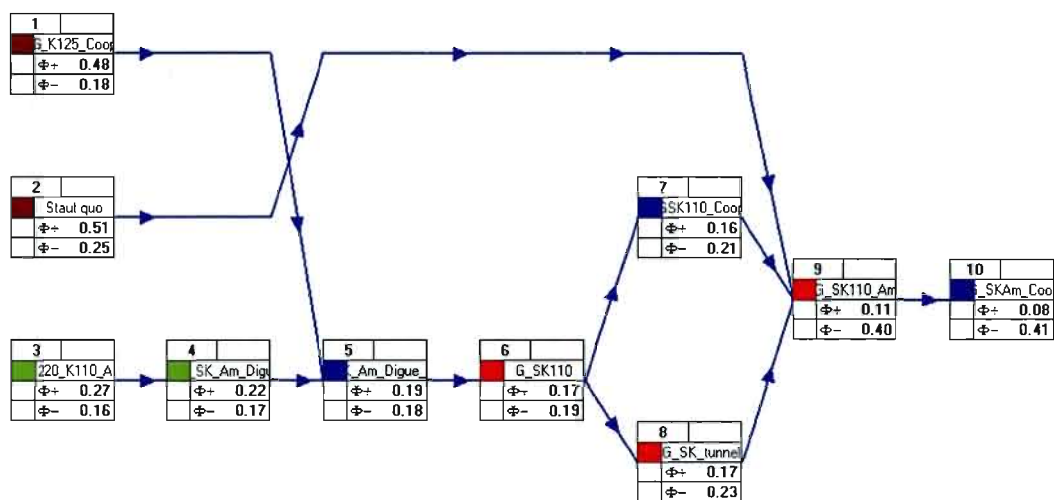
Sources : Importé du logiciel DLAB du Processus décisionnel du Konkouré

Prédominance et conflits entre les critères

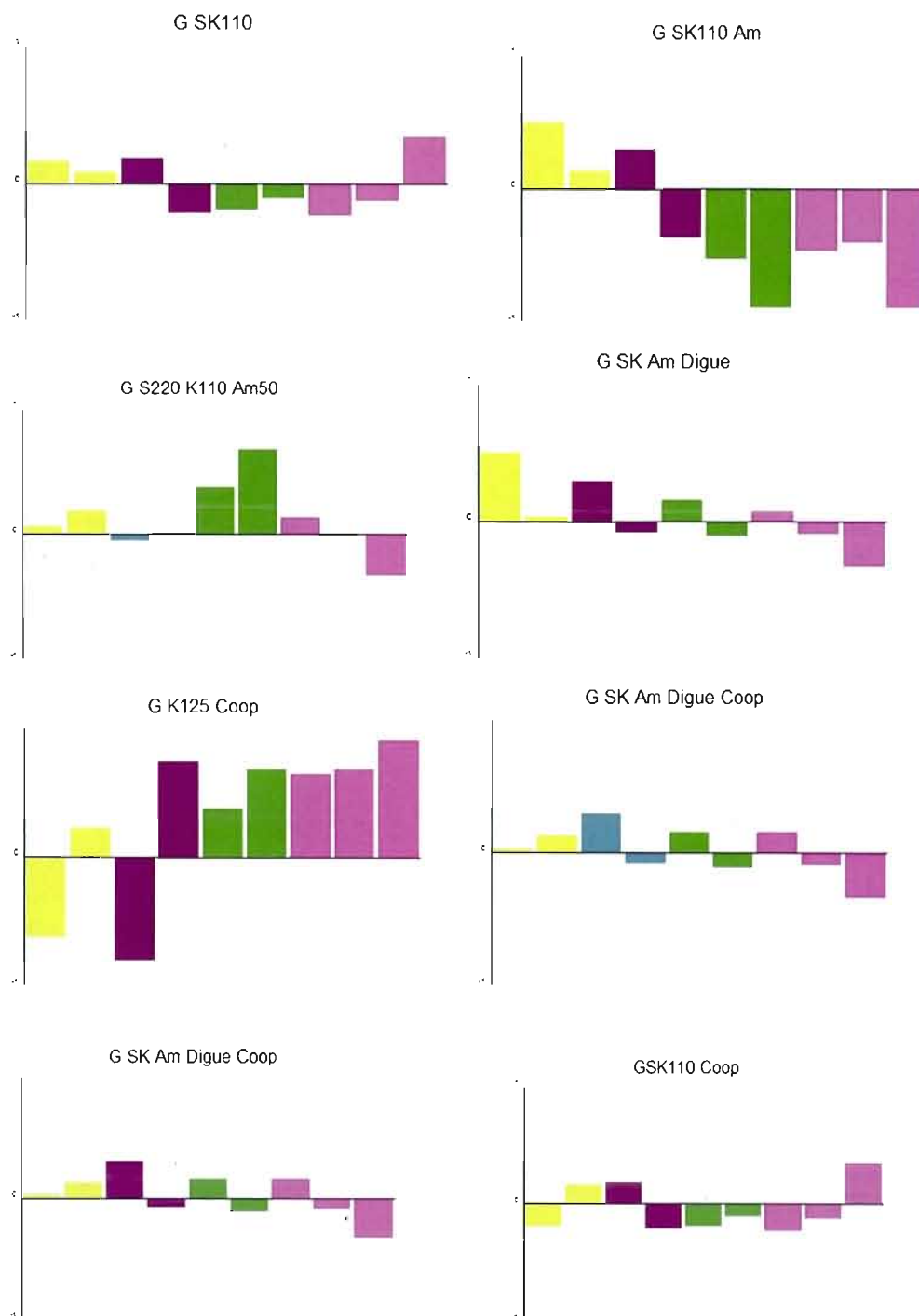


Rangement sans pondération

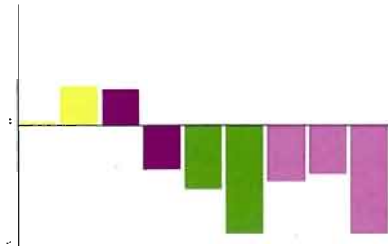




Profils des actions

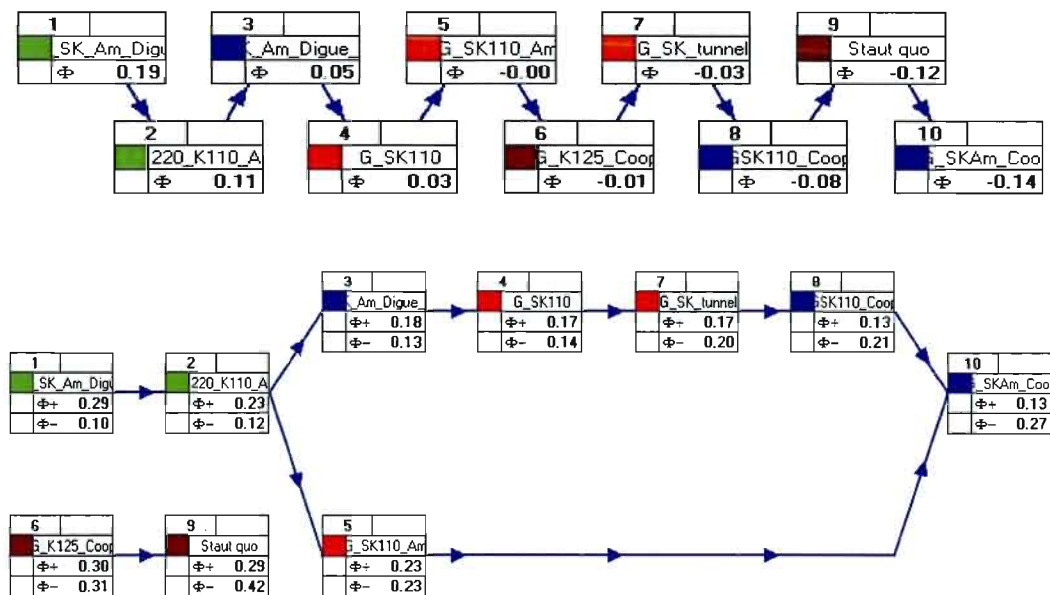


G SKAm Coop

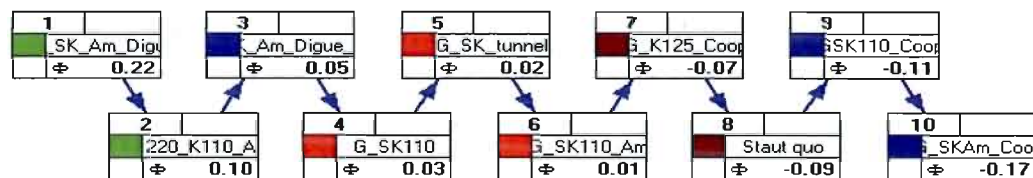


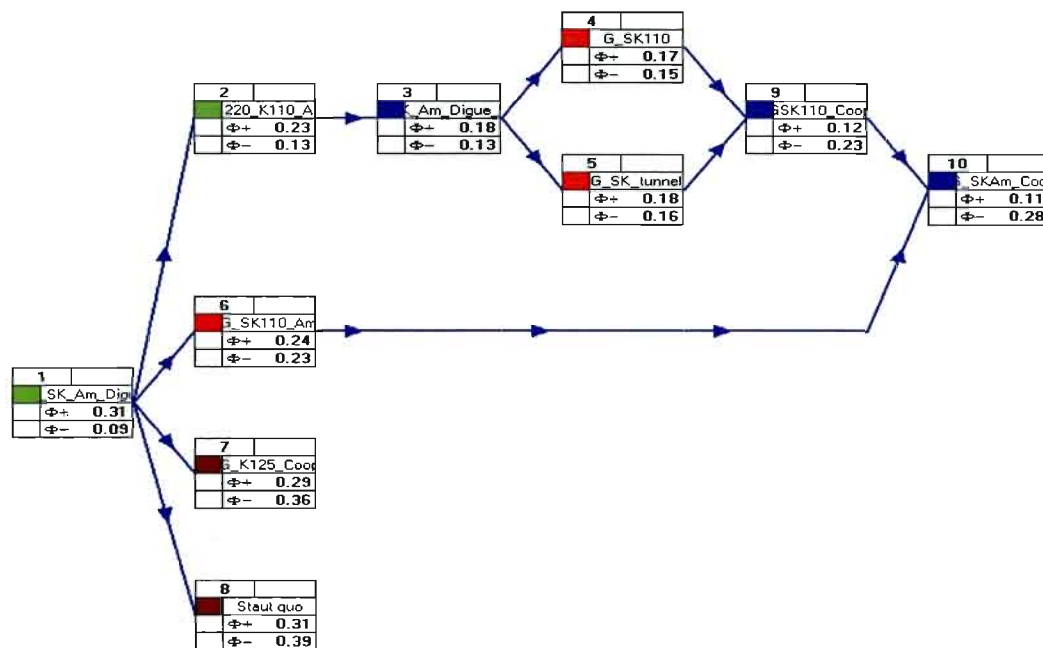
Rangements avec prise en compte des jugements de valeurs des acteurs :

DN Énergie :

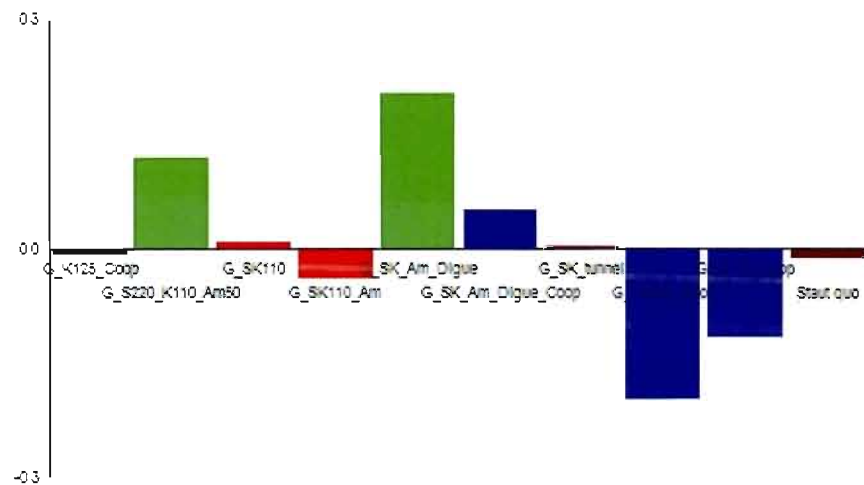


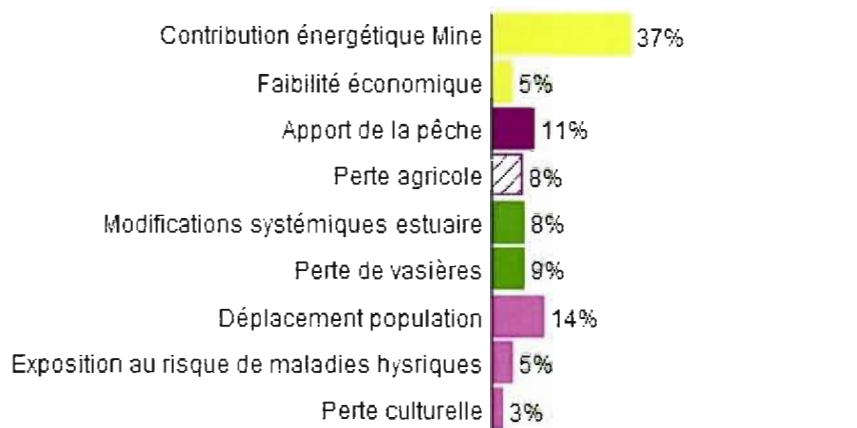
PIK/Mine



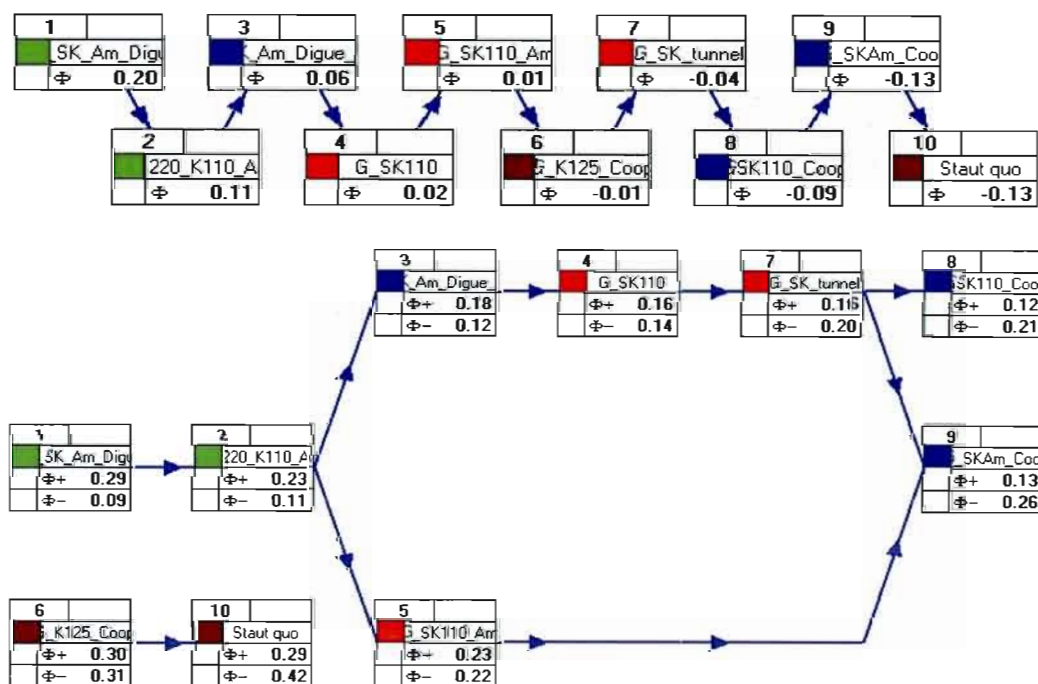


Analyse de sensibilité aux poids des critères « Contraintes économiques », critères environnementaux, pertes agricoles et déplacement de populations : l'action « GSKAm_Digues_Coop » devient la plus performante

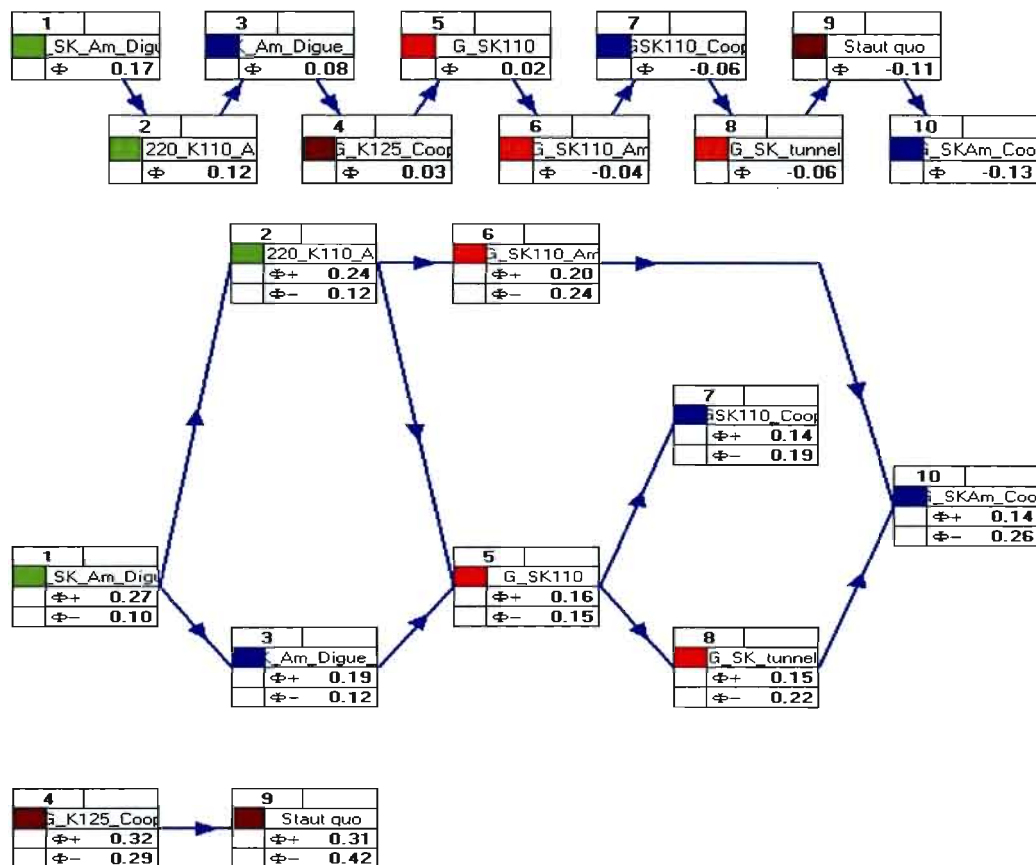




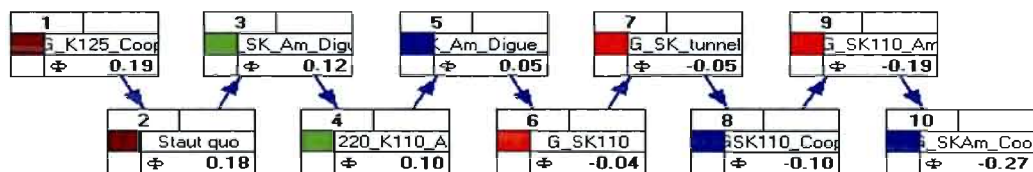
EDG

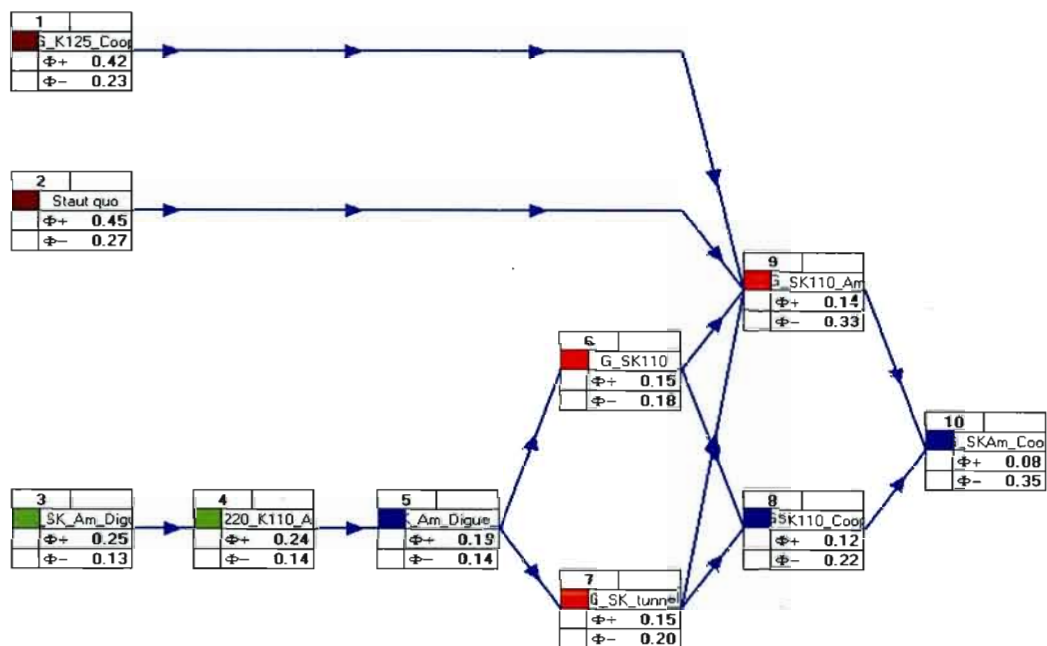


OMVG

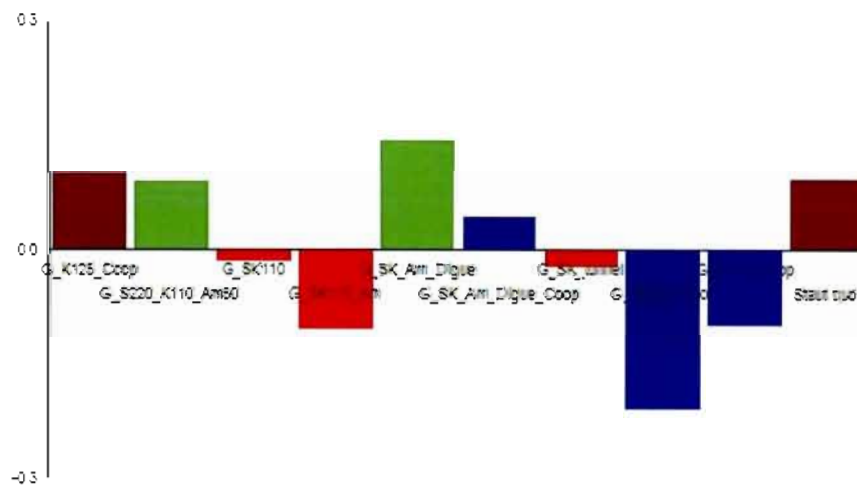


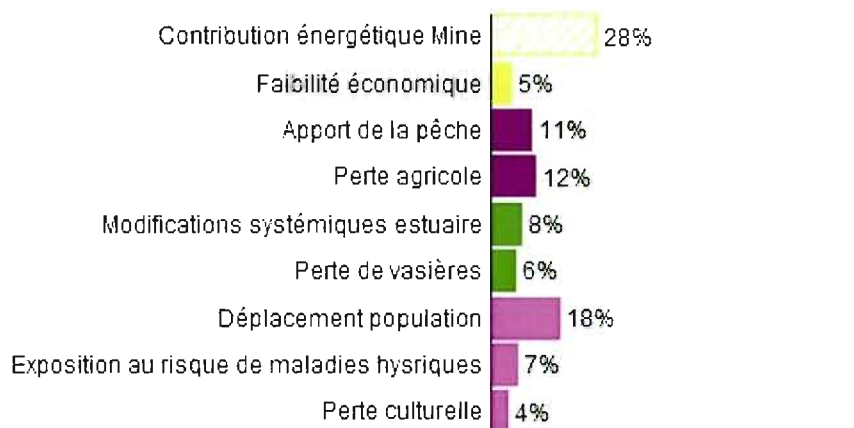
Association Ressortissants Kaléta



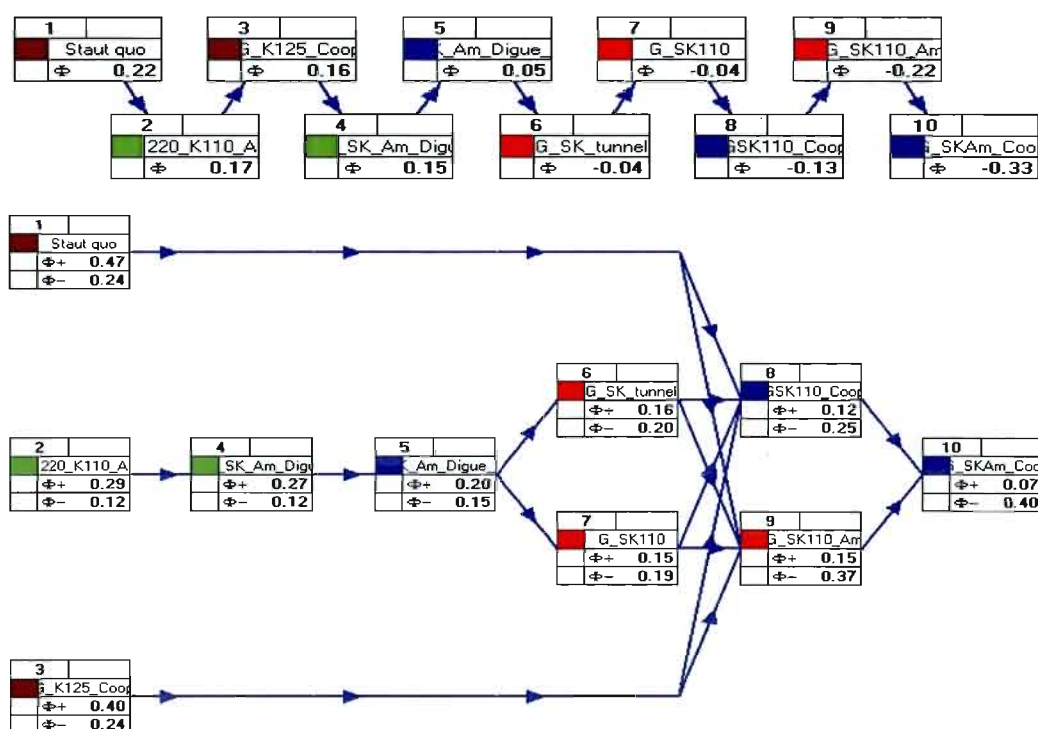


Analyse de sensibilité pour poids du critère « Contribution énergétique »

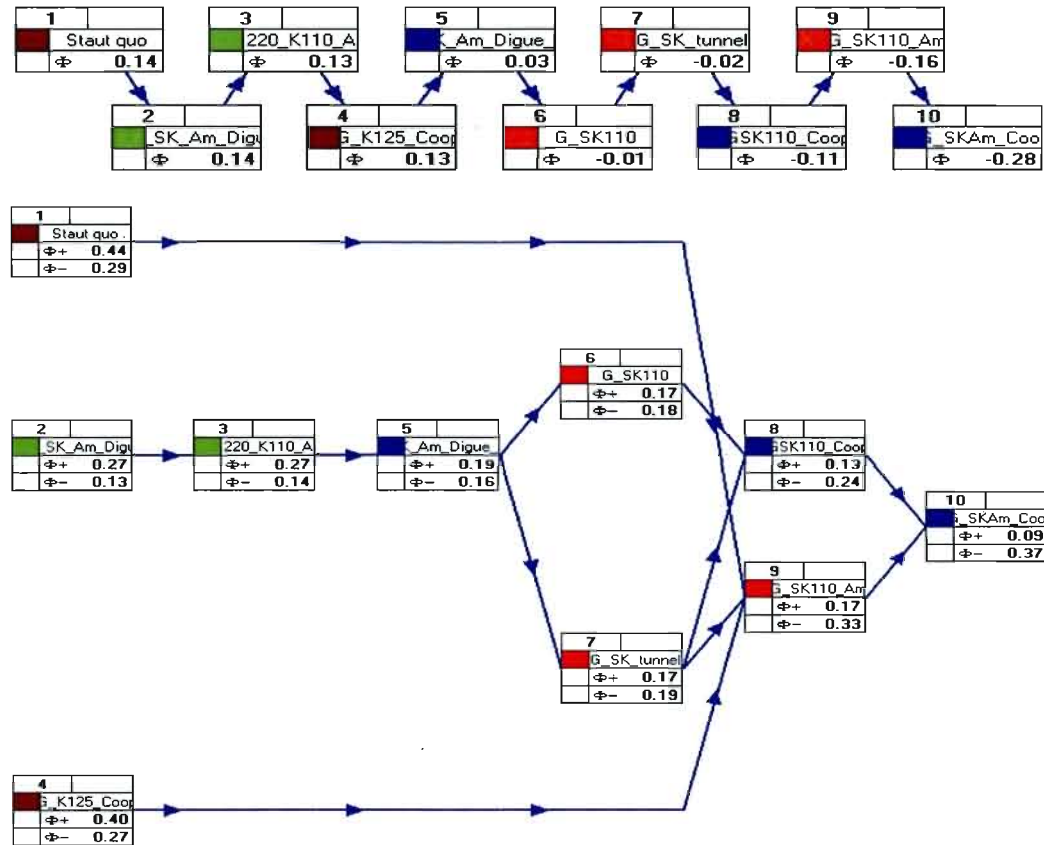




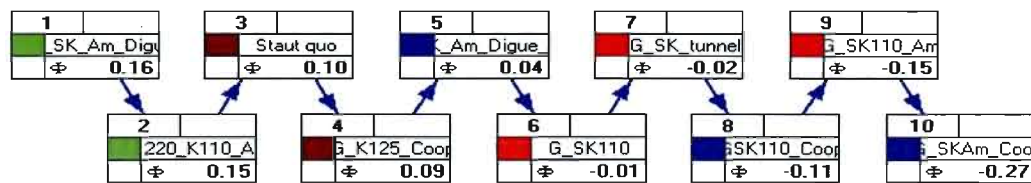
Association Producteurs Dubréka

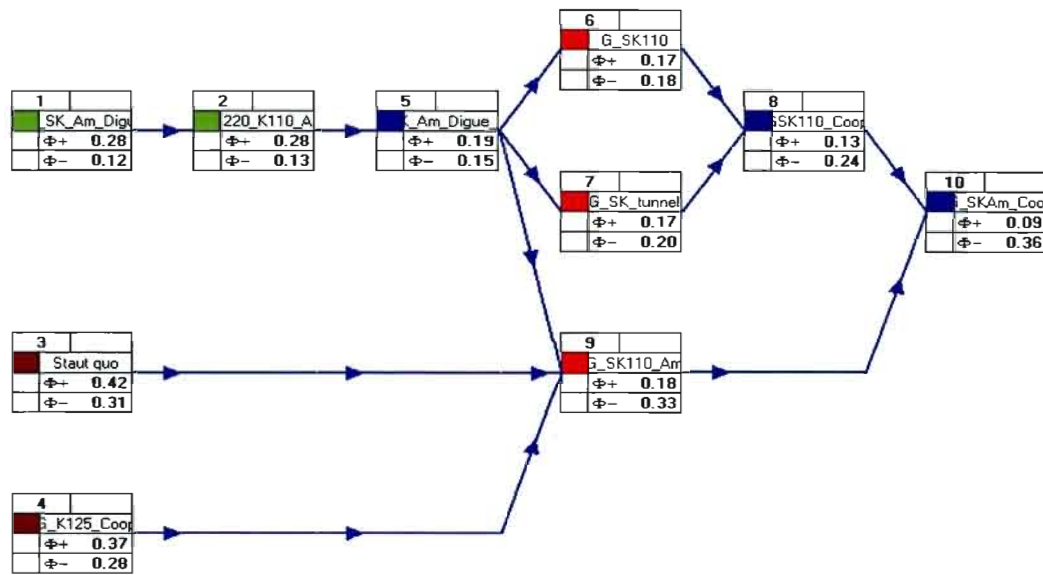


ONG- AGRETAGE

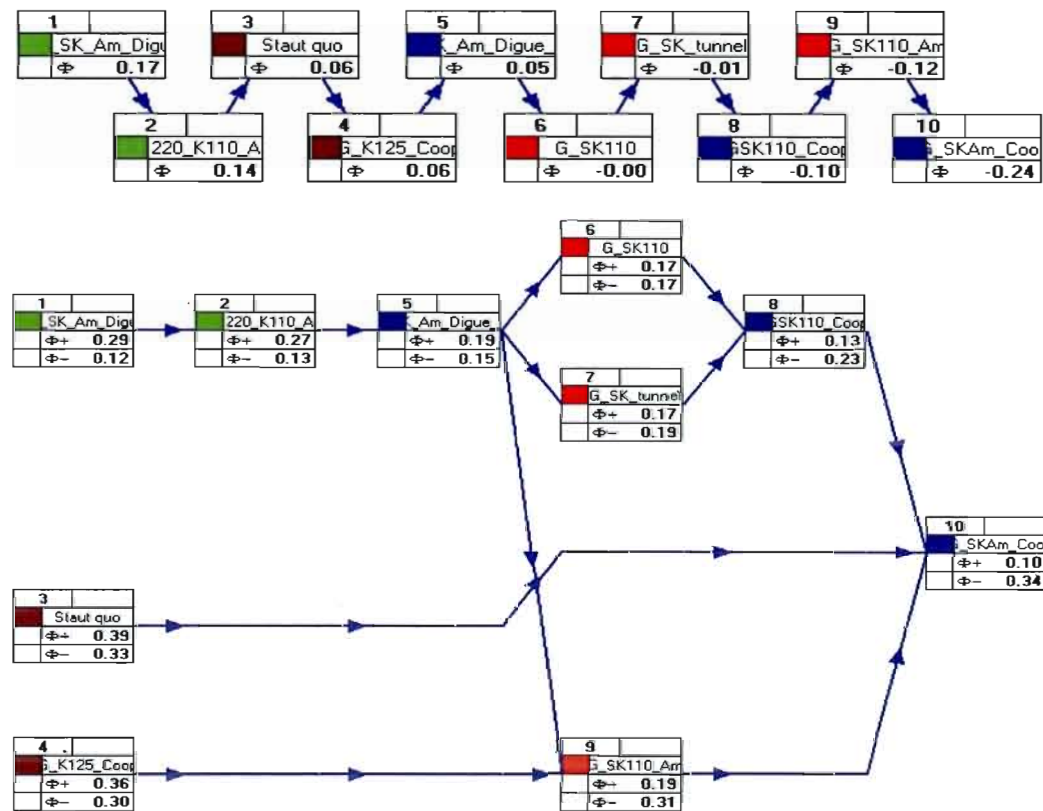


CERESCOR

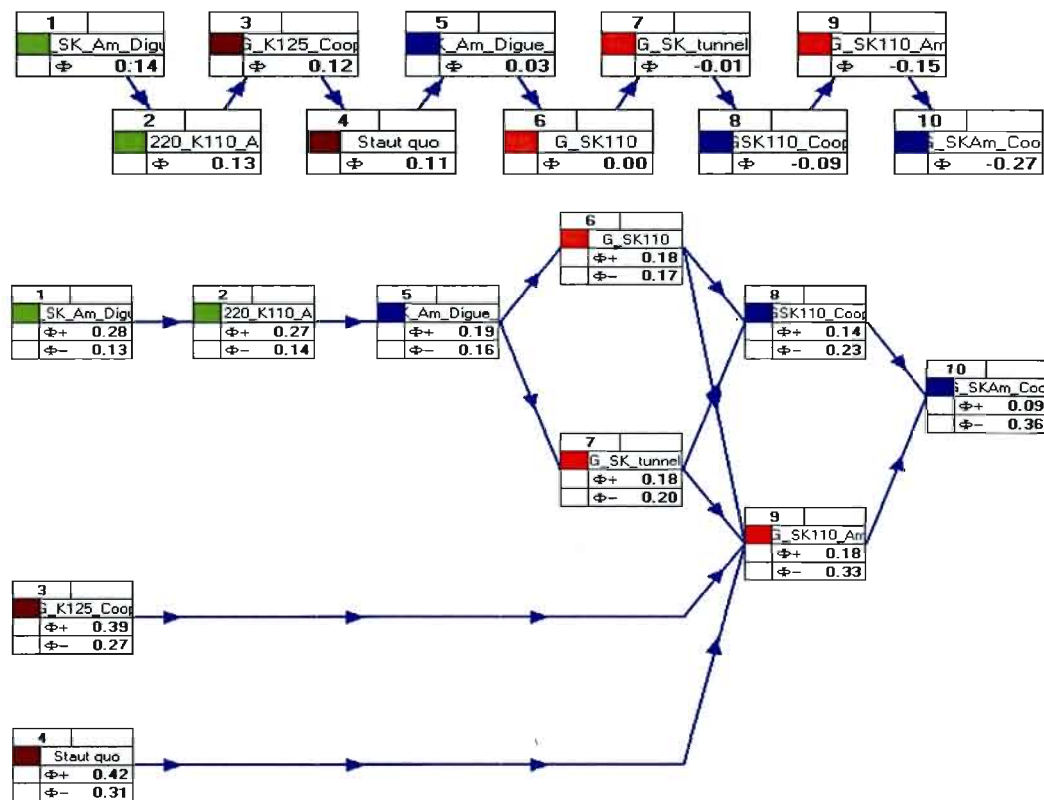




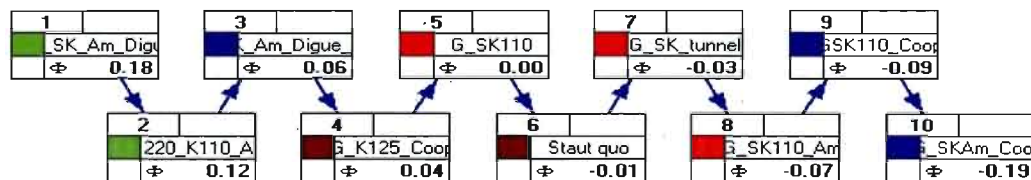
CNSHB

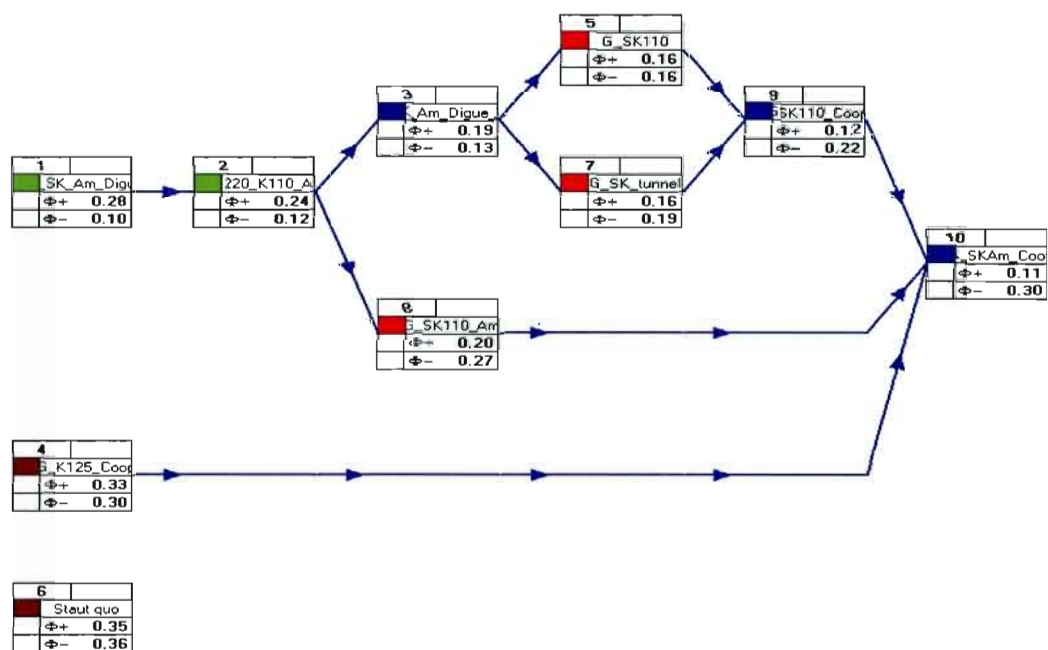


CÉRE/Université de Conakry

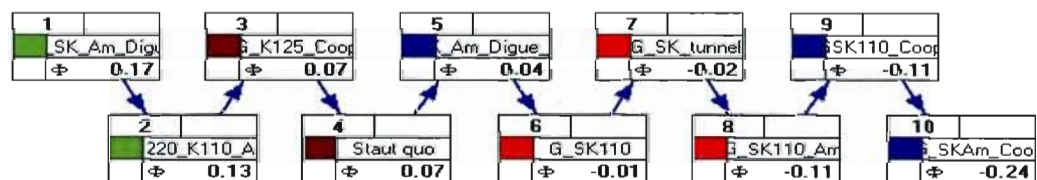


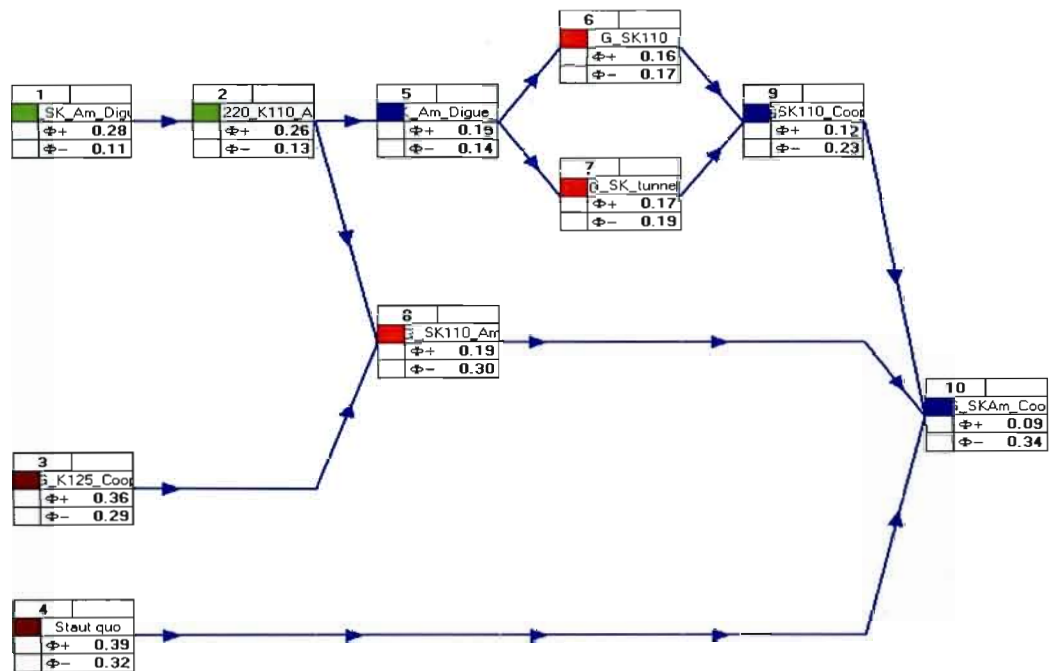
DN Hydraulique (Gestion des bassins versants)



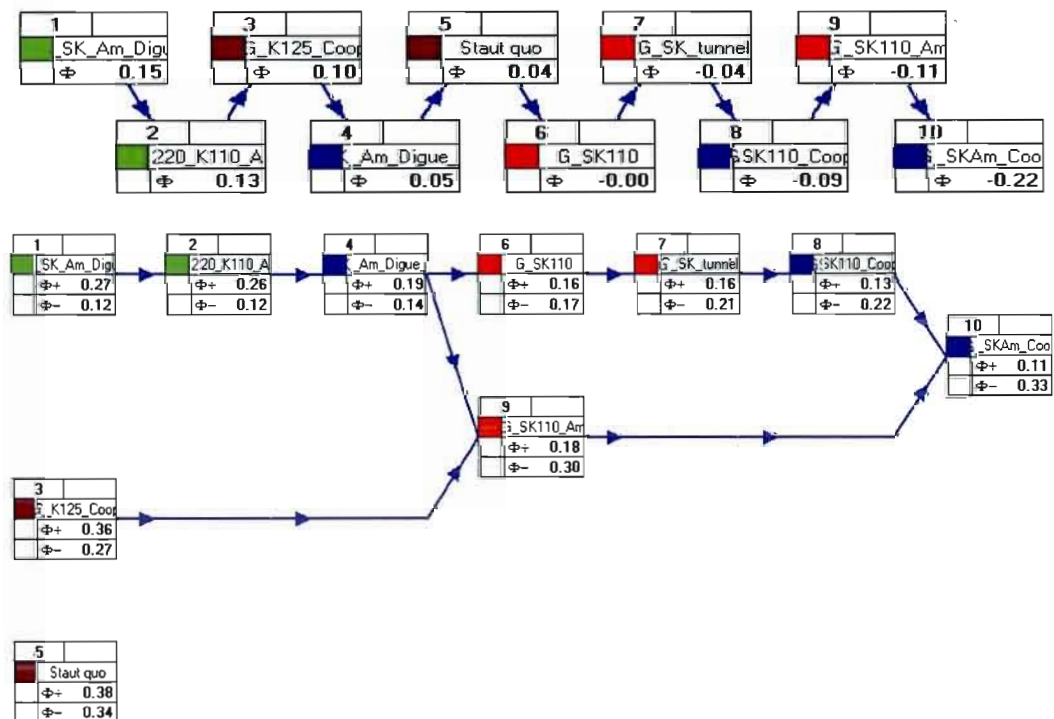


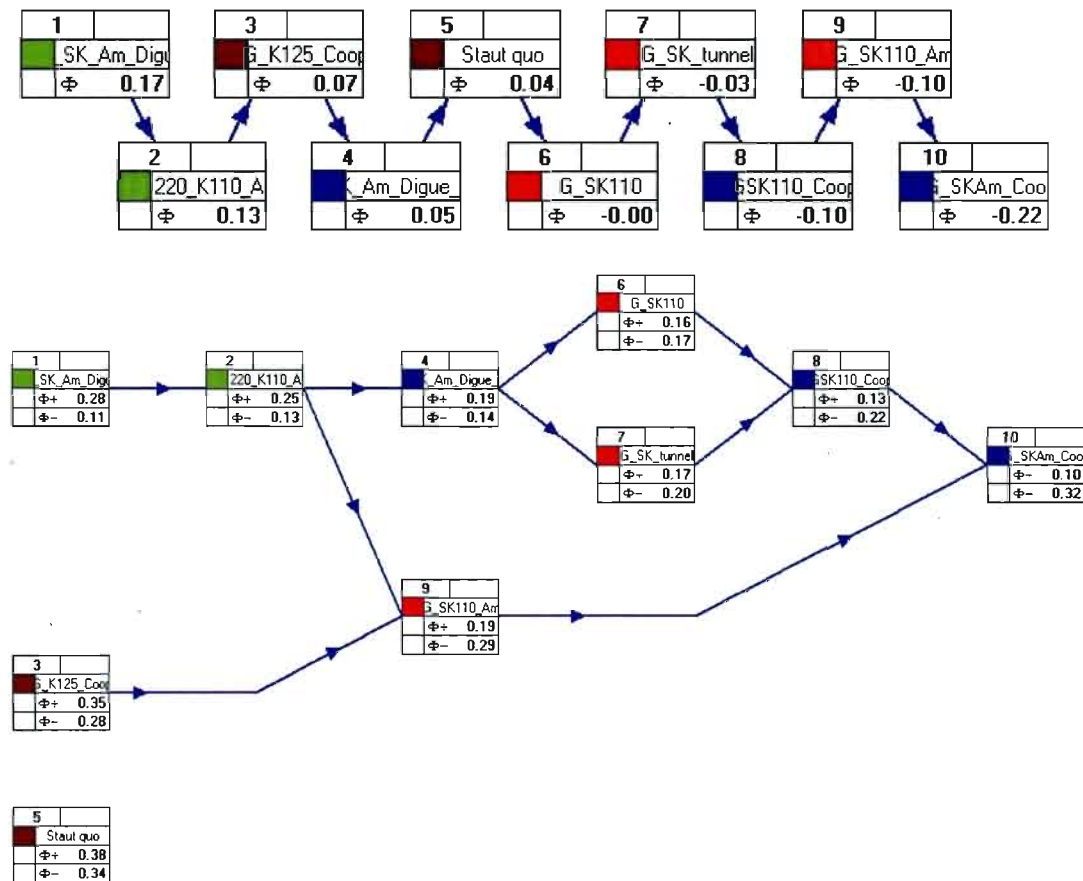
Ministère Environnement (ÉE)



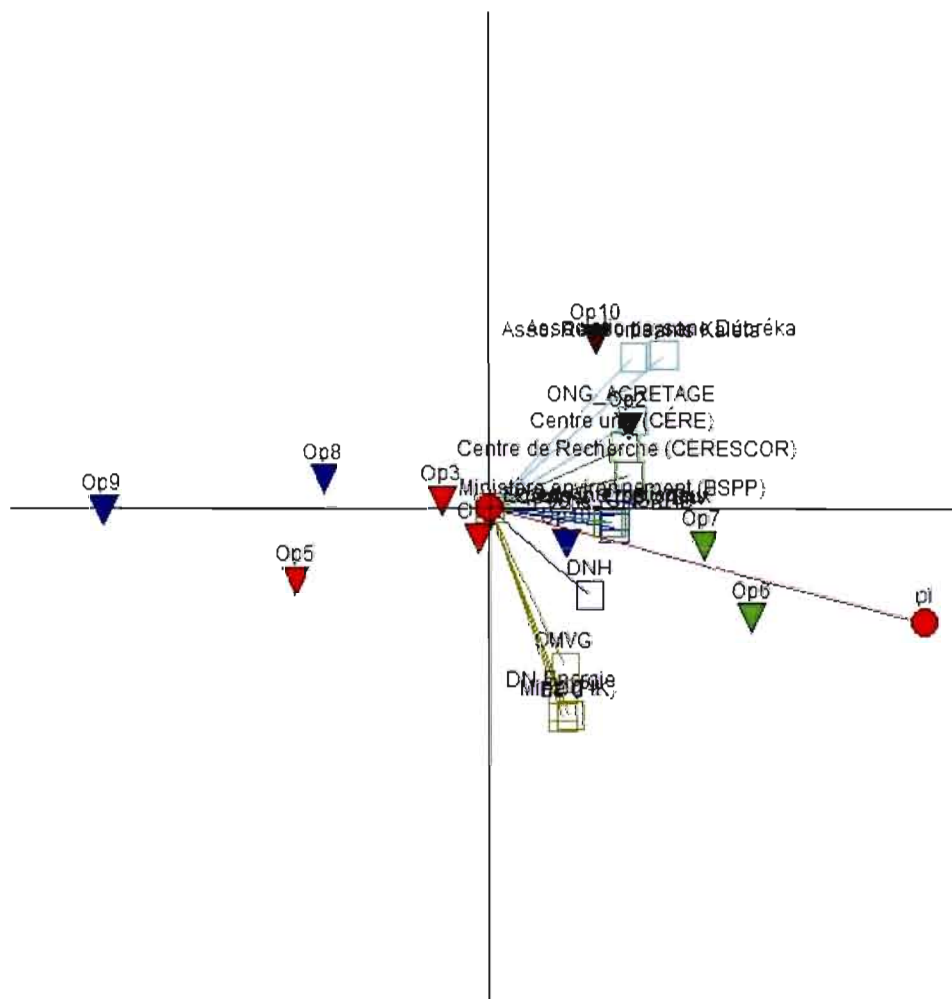


Expert International (BCEOM)

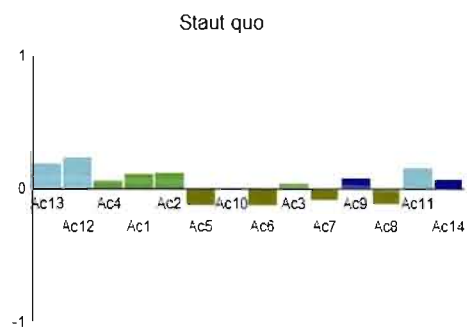
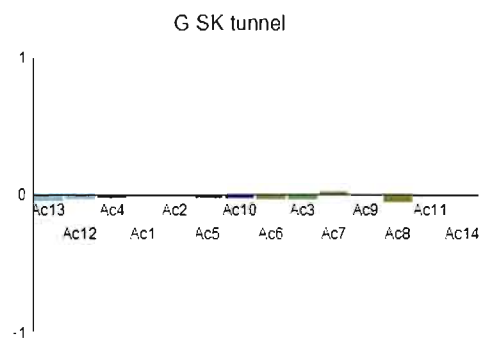
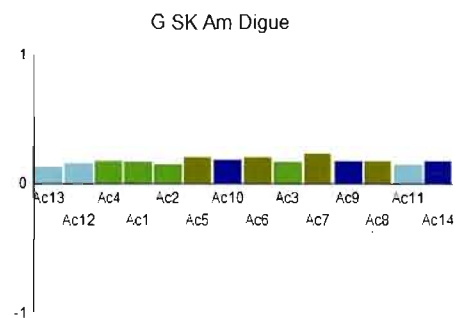
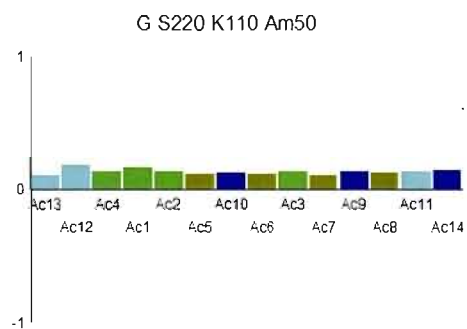
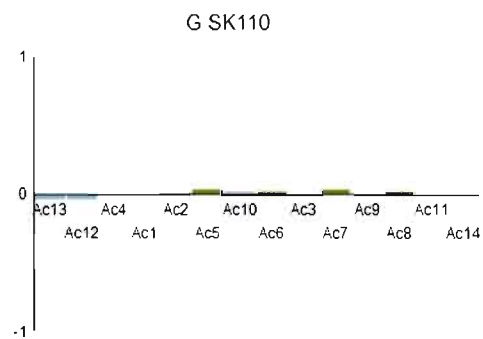
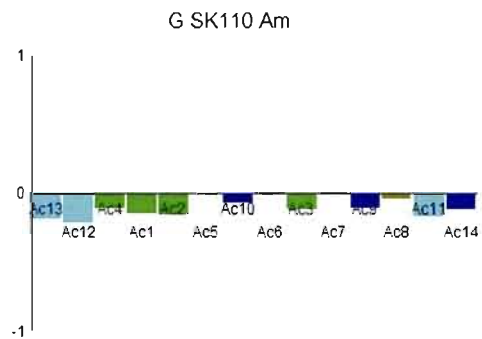




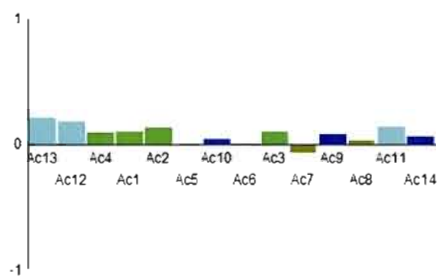
Plan Gaia Scenarios : analyse des alliances



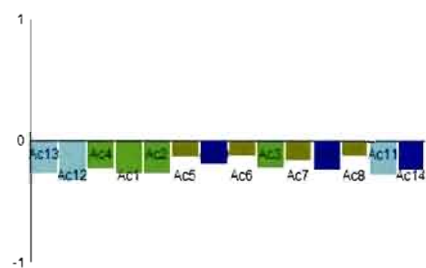
Profil des actions selon les acteurs



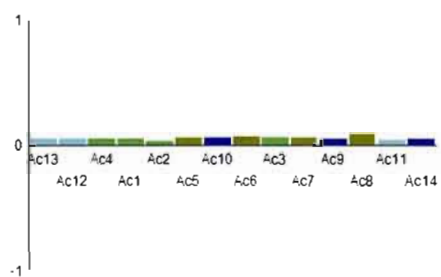
G K125 Coop



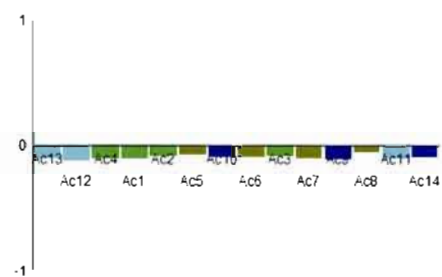
G SKAm Coop



G SK Am Digue Coop



GSK110 Coop



Score des actions selon les critères

	Contribution énergétique Mine	Faisabilité économique	Apport de la pêche	Perte agricole	Modifications systémiques estuaire	Perte de vasières	Déplacement population	Exposition au risque de maladies hydriques	Perte culturelle
Staut quo	-0,6220	-0,7984	-0,8185	0,7486	0,5845	1,0000	0,6506	0,7053	0,8889
G_K125_Coop	-0,6220	0,2187	-0,8042	0,7290	0,3671	0,6667	0,6370	0,6724	0,8889
G_SK_tunnel	0,2011	-0,4339	0,1661	-0,1573	-0,1884	-0,1111	-0,2356	-0,1239	0,3333
G_SK110	0,1538	0,0805	0,1720	-0,2169	-0,1884	-0,1111	-0,2356	-0,1307	0,3333
G_SK110_Am	0,4891	0,1276	0,2926	-0,3625	-0,5266	-0,8889	-0,4605	-0,4033	-0,8889
G_SK_Am_Digue_Coop	0,0262	0,1188	0,2926	-0,0816	0,1498	-0,1111	0,1454	-0,0893	-0,3333
G_SKAm_Coop	0,0263	0,3128	0,2926	-0,3625	-0,5266	-0,8889	-0,4605	-0,4033	-0,8889
G_SK_Am_Digue	0,4891	0,0335	0,2926	-0,0816	0,1498	-0,1111	0,0676	-0,0893	-0,3333
G_S220_K110_Am50	0,0557	0,1805	-0,0576	0,0017	0,3671	0,6667	0,1272	-0,0072	-0,3333
GSK110_Coop	-0,1973	0,1599	0,1720	-0,2169	-0,1884	-0,1111	-0,2356	-0,1307	0,3333