UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

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

COMME EXIGENCE PARTIELLE POUR L'OBTENTION

DU DOCTORAT EN SCIENCES DE

L'ENVIRONNEMENT

PAR

DAN LANSANA KOUROUMA

MAI 2005

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.»

DÉDICACE

Cette thèse est dédiée à la mémoire de notre regrettée chère mère N'Nagbè Kaba qui nous a précocement quitté le 23 janvier 2003. N'Nah « Maman », tu m'as tout donné en me donnant la vie. Que ton âme repose en paix et que le bon Dieu t'accorde son paradis. Amen!

REMERCIEMENTS

Au terme de cette recherche, je tiens à remercier mon directeur de thèse, le professeur Jean-Philippe Waaub pour m'avoir accueilli chaleureusement au sein de son équipe de recherche du Groupe d'Études Interdisciplinaires en Géographie et Environnement Régional (GEIGER) et pour la confiance qu'il a placée en moi pour mener à bon port une entreprise aussi exigeante. Il a su m'apporter tout au long de ce travail un réel support académique par ses sages conseils ainsi qu'un énorme support moral. C'est grâce à son soutien et à ses encouragements que cette thèse a vu le jour.

Je remercie le professeur Michel Raymond pour avoir accepté de participer à mon comité de thèse et à l'évaluation du rapport, et pour m'avoir fait bénéficié de sa vaste expérience en évaluation environnementale. Je le remercie également de m'avoir mis sur la trajectoire de cette thèse en m'envoyant en stage à Hydro-Québec dans le cadre de ma maîtrise en gestion de l'environnement à l'Université Senghor d'Alexandrie en Égypte. C'est en étant au Québec et en côtoyant l'Université du Québec à Montréal (UQÀM) que j'ai eu le désir de faire une thèse.

Mes vifs remerciements vont aussi aux membres du jury composé de Messieurs Pierre Sénécal d'Hydro-Québec, Armel Boutard de l'UQÀM, Michel Raymond de l'UQÀM et Jean-Philippe Waaub de l'UQÀM, pour avoir accepté de lire et d'évaluer ce travail et pour leur contribution à la révision finale du rapport de thèse.

Je remercie tous mes collègues et amis du GEIGER pour leur collaboration et leur amitié. Ce sont Djibo Boubacar, Celestine Mengue, Émilie Thuillier, Karim Samoura, Malick N'Diaye, Marguerite Wotto, Rasmata Barry et Silvia Shardonofsky. J'exprime ma gratitude à Marc-Antoine Ladouceur pour sa collaboration sur le terrain en Guinée, pour ses conseils en aménagement du territoire et SIG.

La réussite de cette thèse est due aussi par ailleurs aux personnes qui ont cru en moi et qui m'ont apporté leur soutien tout au long de ce projet. À cet égard j'aimerais remercier le Dr Marcel Kovana Loua et sa famille, le Dr Gilbert Ouo Ouo Lama, le Dr Nicéphore Malo

Nianga et sa famille, Monsieur André Loua et sa famille, Monsieur Delphin Lama et sa famille, Madame Julienne Soumaoro, Monsieur Raphael Goumou, ainsi que toute la communauté Kpèlè du Canada pour leur aide, leur appui continuel et leurs mots d'encouragement qui ont contribué à ce que je maintienne le cap. Ma reconnaissance va à Madame Claire Levasseur pour son amitié et son aide à la famille.

Je remercie infiniment mes frères et sœur Richard Lama, Antoine Lama et Julienne Lama, ainsi que mon neveu Michel Haba et mon ami Pierre Lama. Leur présence à mes côtés et la tendresse avec laquelle ils m'ont entouré m'ont été d'une valeur inestimable.

Mes remerciements vont particulièrement aussi à mon épouse Hèny Solié et à nos enfants Ansoumane et Ibrahima pour le bonheur et l'équilibre qu'ils m'ont apportés et sans lesquels je n'aurais pu mener avec succès cette aventure. Leur présence à mes côtés m'a beaucoup aidé à surmonter les moments difficiles. Ibrahima, je n'oublierai jamais tes paroles d'enfant à deux ans : « Maman, je veux papa » quand tu désirais m'avoir à côté de toi pour jouer ; « Maman, je veux balancer, papa il travaille » lorsque tu désirais aller jouer au parc et que tu ne voulais pas me déranger.

Je remercie le Gouvernement guinéen, le Programme canadien de bourses de la francophonie et le Programme de bourses d'excellence de la Fondation de l'UQÀM pour leur soutien financier à la recherche.

Je remercie enfin tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de cette thèse. Qu'ils trouvent tous ici l'expression de ma profonde gratitude!

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE ii

Remerciements iii

Table des matières v

Liste des figures ix

Liste des tableaux ix

Liste des abréviations et sigles xiii

Liste des symboles xiv

Résumé xv

Introduction 1

CHAPITRE I

PRÉSENTATION DE LA RECHERCHE 5

1.1 Mise en contexte 5

1.2 Problématique générale de la recherche 8

1.3 Problématique spécifique de la recherche 10

1.4 Questions de recherche et concepts de base 13

1.5 Hypothèse de recherche 16

1.6 Objectifs de la thèse 16

1.7 Contributions attendues de la recherche 18

1.7.1 Contributions théoriques de la recherche 18

1.7.2 Contributions appliquées de la recherche 18

1.7.3 Contribution méthodologique 19

CHAPITRE II

REVUE DE LITTÉRATURE ET CADRE THÉORIQUE 20

2.1 Évolution de la pensée environnementale des projets aux PPP 20

2.1.1 Conceptions de l'environnement 20

2.1.2 Prise en compte des préoccupations environnementales 22

2.2 Évaluations environnementales de projets et approches méthodologiques 25

2.3 Évaluations environnementales stratégiques 33

2.3.1 Considérations générales 33
2.3.2 Définitions et concepts d'ÉES 34
2.3.3 ÉES et développement durable 37
2.3.4 ÉES et planification 39
2.3.5 Processus et procédures d'ÉES 46
2.3.6 Méthodes d'ÉES 48
2.3.7 Enjeux de développement méthodologique 51

2.4 Aide à la décision et outils utiles en ÉES 52

2.4.1 Utilisation des SIG dans les processus décisionnels 52
2.4.2 Modèles géographiques et analyse spatiale 54
2.4.3 Aide multicritère à la décision et multi-acteurs 60

2.5 Conclusion partielle 80

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE ET CADRE OPÉRATOIRE 84

3.1 Méthodologie générale 84

3.2 Cadre opératoire 88

3.2.1 Identification des acteurs 89
3.2.2 Organisation d'une table de concertation 90
3.2.3 Identification des enjeux 92
3.2.4 Estimation des besoins énergétiques globaux par rapport à l'horizon temporel considéré 92
3.2.5 Construction des options énergétiques 94
3.2.6 Construction de critères d'évaluation 95
3.2.7 Détermination et évaluation des indicateurs de mesure 98
3.2.8 Évaluation et comparaison des options énergétiques 101
3.2.9 Analyses de sensibilité et de robustesse 103
3.2.10 Analyse des résultats et recommandations 105

CHAPITRE IV

ÉTUDE DE CAS EN GUINÉE MARITIME : PRESENTATION DE L'ÉTAT DES LIEUX, CONSTRUCTION ET SPATIALISATION DES OPTIONS 106

4.1 Description du territoire à l'étude 106

4.1.1 Le milieu naturel 107
4.1.2 Le milieu humain 110

4.2 Gestion du secteur énergétique en Guinée et constats 113

4.2.1 Identification des acteurs 113
4.2.2 Les ressources énergétiques 115

4.2.3 Les interactions offre/demande 117
4.2.4 Processus décisionnels et prise en compte de l'environnement dans la planification 125
4.2.5 Les problèmes institutionnels et réglementaires 126

4.3 Identification des principaux enjeux 130

4.4 Construction des options énergétiques 131

4.4.1 Description des options construites 133
4.4.2 Description du réseau électrique actuel 136
4.4.3 Définition d'un réseau interconnecté de base 137
4.4.4 Équipements de transport requis pour chaque option 138

4.5 Spatialisation des options 141

4.6 Conclusion partielle 156

CHAPITRE V

ÉTUDE DE CAS EN GUINÉE MARITIME: AIDE MULTICRITÈRE À LA DÉCISION, RÉSULTATS ET DISCUSSIONS 158

5.1 Construction des critères 158

5.2 Regroupement des critères 160

5.3 Description des critères retenus 162

5.4 Détermination et mesure des indicateurs 165

5.5 Évaluation des options énergétiques 212

5.6 Analyses multicritères et rangement des options 213

5.6.1 Pondération des critères 214
5.6.2 Choix des fonctions de préférence par critère et fixation de leurs seuils 214
5.6.3 Analyse des résultats 217
5.6.4 Rangements individuels des options 218
5.6.5 Rangement multi-acteurs des options 230

5.7 Analyses de sensibilité 234

5.8 Discussion des résultats et recommandations 259

Conclusion générale 270

Bibliographie 275

Appendice 290

Appendice A: Estimation des besoins énergétiques en milieu rural 291

Appendice B: Sites prometteurs pour le développement hydroélectrique en Guinée 298
Appendice C: Résultats de l'évaluation de l'indicateur d'effet sur l'occupation du sol par option 311
Appendice D: Résultats de l'évaluation de l'indicateur d'impact sur l'occupation du sol par option 331
Appendice E: Graphiques des résultats de l'analyse multicritère à partir des valeurs initiales des poids des critères 342

LISTE DES FIGURES

Figure 2.1 Étapes et liens entre le processus d'élaboration des PPP et l'ÉES 48
Figure 2.2 Processus adapté d'ÉES dans le contexte guinéen 68
Figure 2.3.Les différents types de fonction de préférence 76
Figure 3.1 Étapes de la démarche d'ÉES 87
Figure 4.1 Unités administratives en Guinée maritime 107
Figure.4.2 Localisation de la zone d'étude 108
Figure 4.3 Concentration de population par sous préfecture en Guinée maritime 111
Figure.4.4 Répartition de la consommation finale d'énergie 117
Figure 4.5 Consommation finale d'énergie par forme d'énergie 119
Figure 4.6 Répartition de la production hydroélectrique 121
Figure 4.7 Répartition de la production thermique 122
Figure 4.8 Schéma du réseau électrique actuel 137
Figure 4.9 Représentation spatiale de l'option 1 144
Figure 4.10 Représentation spatiale de l'option 2 146
Figure 4.11 Représentation spatiale de l'option 3 148
Figure 4.12 Représentation spatiale de l'option 4 150
Figure 4.13 Représentation spatiale de l'option 5 152
Figure 4.14 Représentation spatiale de l'option 6 154
Figure 4.15 Représentation spatiale de l'option 7 156
Figure 5.1Graphe de classement PROMETHEE I pour l'acteur *ÉNELGUI* 218
Figure 5.2 Comparaison des profils des options Opt4 et opt7 219
Figure 5.3 Profil de l'option de référence (Opt1) 220
Figure 5.4 Graphe de classement PROMETHEE II pour l'acteur *ÉNELGUI* 221
Figure 5.5 Représentation du plan GAIA pour l'acteur *ÉNELGUI* 222
Figure 5.6 Zoom du plan GAIA pour l'acteur *ÉNELGUI* 223
Figure 5.7 Positions de l'axe de décision selon les différents acteurs 225
Figure 5.8. Rangement multi-acteurs des options et plans GAIA 231
Figure 5.9 : Profil de l'option Opt7 en fonction des acteurs 234
Figure 5.10 Outil d'analyse de sensibilité fourni par Decision Lab 2000. 235
Figure 5.11 Plan GAIA avec les jeux de poids de base 265

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 Étapes du processus d'ÉES 46
Tableau 2.2 Quelques outils utiles en ÉES 51
Tableau 2.3 Types de traitements avec des données spatiales 57
Tableau 3.1 Construction des critères à partir de la structuration des objectifs de la fourniture d'énergie 97
Tableau 3.2 Construction des critères à partir de l'analyse des conséquences des options 97
Tableau 4.1 Liste des groupes d'acteurs de la table de concertation sur l'énergie en Guinée maritime. 114
Tableau 4.2 Démarche systématique d'ÉES du secteur de l'énergie en Guinée 115
Tableau 4.3 Répartition du potentiel hydroélectrique par région naturelle 116
Tableau 4.4 Structure de la consommation finale d'énergie en 1984 (milliers de tep) 118
Tableau 4.5 Évolution de l'approvisionnement et de la demande d'électricité 120
Tableau 4.6 Demande solvable en MWh à l'horizon 2020 au niveau des consommateurs autres que les miniers. 124
Tableau 4.7 Projection de la production requise pour les chefs lieu de préfecture 124
Tableau 4.8 Demande potentielle des industries minières en Guinée maritime 125
Tableau 4.9 Besoins énergétiques en Guinée maritime 132
Tableau 4.10 Pourcentage des filières par option 133
Tableau 4.11 Réseau de transport électrique en Guinée 136
Tableau 4.12 Longueur en km des types de lignes de transport par option 141
Tableau 4.13 Superficie nécessaire par filière pour produire 1 GWh 142
Tableau 4.14 Emprise des sites de l'Option de référence ou option statu quo (Option 1) 143
Tableau 4.15 Emprise des sites de l'option centralisée Hydro Thermique (Option 2) 145
Tableau 4.16 Emprise des sites de l'option centralisée Synergie Énergie/Mines (Option 3) 147
Tableau.4.17 Emprise des sites de l'option centralisée Maximum Hydraulique (Option 4) 149
Tableau 4.18 Emprise des sites de l'option décentralisée Hydro Thermique et Biomasse (option 5) 151
Tableau 4.19 Emprise des sites de l'option décentralisée Maximum Solaire (Option 6) 153
Tableau 4.20 Emprise des sites de l'option décentralisée Maximum de bois durable (Option 7) 155
Tableau 5.1 Enjeux et critères définis 159
Tableau 5.2. Occupation du sol par les équipements de production, de transport d'énergie et des routes d'accès 167
Tableau 5.3. Indicateur d'impact de l'option 1 sur l'occupation du sol 168
Tableau 5.4 Kilomètres de routes construites par option 171
Tableau 5.5. Indicateur d'impact lié au désenclavement 172
Tableau 5.6. Proportion des filières par option (a) 174
Tableau 5.7 Productions énergétiques par filière et par option 174
Tableau 5.8 Émission de CO_2 équivalent par filière et par option 175
Tableau 5.9 Évaluation de l'impact des émissions atmosphériques par option 176
Tableau 5.10 Proportion des filières par option (b) 179

Tableau 5.11 Niveau d'effet relatif à l'impact sur le milieu aquatique 179
Tableau 5.12. Indicateur d'impact sur le milieu aquatique 180
Tableau 5.13 Superficie accessibilité dans différentes formations forestières 183
Tableau 5.14 Calcul de la superficie annuelle moyenne déboisée sans pratiques de forestières durables 183
Tableau 5.15 Effet de déforestation lié à la consommation du bois énergie 185
Tableau 5.16 Évaluation de l'impact du prélèvement de bois énergie sur la déforestation 187
Tableau 5.17 Proportion des filières par option (c) 189
Tableau 5.18 Niveau d'effet par option sur la modification des mode de vie 189
Tableau 5.19 Indicateur d'impact lié à la modification des modes de vie 190
Tableau 5.20 Nombre de personnes à déplacer par option 192
Tableau 5.21 Indicateur d'impact lié au déplacement de population 192
Tableau 5.22 Taille des équipements de production thermique et investissements requis 193
Tableau 5.23 Investissement requis par filière et les équipements de transport 195
Tableau 5.24 Investissement requis par option 196
Tableau 5.25 Coût de réalisation des options 197
Tableau 5.26 Exemple de calcul du nombre d'emplois crées pour l'option 3 198
Tableau 5.27 Valeur estimée de l'indicateur relatif à la création d'emplois par option (à maximiser) 198
Tableau 5.28 Estimation du nombre d'emplois crées par option 199
Tableau 5.29 Rapport coût total /production par option énergétique 200
Tableau 5.30 Valeurs de l'indicateur d'impact lié à l'accessibilité à l'énergie 200
Tableau 5.31 Proportion des filières par option (d) 202
Tableau 5.32 Niveau d'effet relatif à la technologie. 202
Tableau 5.33.Rsultats de l'évaluation de l'indicateur d'impact par option sur le milieu aquatique 203
Tableau 5.34 Proportion de la filière thermique par option 205
Tableau 5.35 : Valeurs de l'indicateur d'impact lié à la dépendance énergétique 205
Tableau 5.36 :Mesure du critèrea relatif à la flexibilité/adaptabilité 207
Tableau 5.37 Proportion des filières par option (e) 208
Tableau 5.38 : Indicateur d'effet flexibilité/adaptabilité. 208
Tableau 5.39 : Valeurs de l'indice d'impact par option 209
Tableau 5.40 : Synthèse des critères et des indicateurs 210
Tableau 5.41 : Synthèse des critères et valeurs des indicateurs 211
Tableau 5.42 : Matrice des performances 212
Tableau 5.43 : Jeux de poids attribués par les acteurs 214
Tableau 5.44 :Types de fonction de préférence et seuils associés 217
Tableau 5.45 : Position des options énergétiques par acteur 227
Tableau 5.46 : Préférences des acteurs par option 228
Tableau 5.47 : Critères choisis pour les analyses de sensibilité 236
Tableau 5.48 : Analyse de sensibilité pour l'acteur direction nationale de l'énergie (A1) 243
Tableau 5.49 : Analyse de sensibilité de l'acteur direction nationale de l'environnement (A2) 244
Tableau 5.50 : Analyse de sensibilité de l'acteur direction nationale du plan (A3) 245
Tableau 5.51 : Analyse de sensibilité de l'acteur direction nationale des mines (A4) 245
Tableau 5.52 Analyse de sensibilité de l'acteur Administration et contrôle des grands projets (A5) 247

Tableau 5.53 : Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme (A6) 247
Tableau 5.54 : Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale des eaux et forêts (A7) 248
Tableau 5.55 : Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale des hydrocarbures (A8) 249
Tableau 5.56 : Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale des transports terrestres (A9) 250
Tableau 5.57 : Analyse de sensibilité de l'acteur Énergie électrique de Guinée (A10) 251
Tableau 5.58 : Analyse de sensibilité de l'acteur Société guinéenne d'électricité (A11) 252
Tableau 5.59 : Analyse de sensibilité de l'acteur ONG en environnement (A12) 253
Tableau 5.60 : Analyse de sensibilité de l'acteur Groupe d'intérêt en énergie (A13) 254
Tableau 5.61 : Analyse de sensibilité de l'acteur Association des professionnels en ÉIE (A14) 255
Tableau 5.62 : Analyse de sensibilité de l'acteur Centre de recherche scientifique Conakry Rogbané (A15) 257
Tableau 5.63 : Analyse de sensibilité de l'acteur Chaire d'hydraulique de l'Université de Conakry (A16) 258

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET SIGLES

AMCD	Aide multicritère à la décision
BNP	Banque nationale de Paris
BT	Basse tension
CMED	Commission mondiale sur l'environnement et le développement
CCREE	Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale
CERESCOR	Centre de recherches scientifiques de Conakry-Rogbané
EDG	Énergie de Guinée
ENELGUI	Entreprise Nationale d'Électricité de Guinée
ÉES	Évaluation environnementale stratégique
ÉE	Évaluation environnementale
ÉIE	Étude d'impact sur l'environnement
GES	Gaz à effet de serre
GAIA	Geometrical Analysis for Interactive Assistance
GEIGER	Groupe d'Études Interdisciplinaires en Géographie et Environnement Régional
HT	Haute tension
IAIA	International Association for Impact Assesment
IEPF	l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie
MARA	Ministère de l'agriculture et des ressources animales
MÉH	Ministère de l'énergie et de l'hydraulique
MRNE	Ministère des ressources naturelles et de l'environnement
MCPI	Ministère du plan et de la coopération internationale
NEPA	National Environmental Policy Act
OBK	Office des bauxites de Kindia
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique
PIB	Produit intérieur brut
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
PPP	Politique, Plan, Programme
PV	Photovoltaïque
SOGEL	Société guinéenne d'électricité
SIG	Système d'information géographique

LISTE DES SYMBOLES

$US	dollar américain
%	pourcentage
CH_4	méthane
CO2	dioxyde de carbone
GNF	franc guinéen
GWh	gigawatt-heure
ha	hectare
j	joule
kcal	kilocalorie
kg	kilogramme
km	kilomètre
km^2	kilomètre carré
kV	kilovolt
kWh	kilowatt-heure
$MtCO_2$	mégatonne de dioxyde de carbone
MW	mégawatt
MWh	mégawatt-heure
^oC	degré Celsius
t	tonne
Tep	tonne équivalent pétrole
TWh	térawatt-heure

RÉSUMÉ

Le processus de planification contribue à l'émergence des choix politiques en examinant toutes les options envisageables et en les évaluant en tenant compte d'un ensemble de critères. Ces critères doivent permettre de guider les choix stratégiques à effectuer pour le développement des systèmes de production d'énergie. Il est reconnu que les outils traditionnels de planification ne permettent pas d'examiner toutes les options possibles ni d'intégrer tous les facteurs non économiques, notamment ceux relatifs à la préservation et à la protection de l'environnement. La transparence et le nombre d'options examinées sont donc souvent remis en cause. En outre, ces outils traditionnels posent le problème d'agrégation des évaluations quand il s'agit de comparer des options. Les tentatives d'intégration des préoccupations environnementales se font généralement au niveau des projets individuels et rarement à l'étape de définition des grandes orientations. L'intégration des préoccupations environnementales le plus en amont possible du processus décisionnel est considérée comme une avenue prometteuse pour contribuer à la mise en œuvre du développement durable et fait l'objet de nombreuses recherches.

Le système énergétique d'un pays s'inscrit dans un système socio-économique plus global où les objectifs à poursuivre sont nombreux et variés. Un processus décisionnel efficace dans le secteur de l'énergie doit reposer non seulement sur une bonne compréhension de la structure et des caractéristiques du système d'énergie, mais sur la connaissance aussi du cadre institutionnel dans lequel les décisions devront être mises en œuvre. Il faut aussi noter que dans les choix à faire pour l'approvisionnement énergétique d'un pays, il existe différentes options, chacune ayant des répercussions environnementales spécifiques. Pour prendre en compte l'ensemble des enjeux, il importe de développer des approches d'aide à la décision adaptées au contexte et aux besoins des pays. Les stratégies intégrées sont à cet effet utiles pour aborder les questions concernant l'énergie, l'environnement et le développement.

Dans un contexte décisionnel stratégique qui est multi-acteurs et multicritère, l'objectif général de cette thèse consiste à permettre l'intégration des préoccupations environnementales dans l'analyse des options énergétiques en vue d'aider à la prise de décision éclairée. Il s'agit de concevoir une approche méthodologique d'évaluation environnementale stratégique permettant aux acteurs du secteur énergétique de la Guinée maritime de pouvoir négocier les grands enjeux et de prendre en compte l'ensemble des critères pertinents pour la décision.

La revue de la littérature montre que les apports scientifiques liés au développement des systèmes d'information géographique (SIG), des outils d'aide multicritères à la décision, ainsi que des théories de la planification sont utiles pour appréhender la dimension environnementale des systèmes énergétiques dans le cadre d'une évaluation environnementale stratégique (ÉES). Au moyen de ces outils et concepts, une approche méthodologique a été forgée pour les cas où il faut réaliser une étude technique et animer la participation des acteurs. L'expérimentation a été faite par une étude de cas en Guinée maritime par le biais d'une table de concertation qui a réuni les acteurs clés du secteur de l'énergie. Cette expérimentation est centrée sur la problématique environnementale de la

Guinée maritime. Les travaux de la table de concertation ont permis de faire des constats dans le secteur de l'énergie, d'analyser le processus décisionnel du ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie, de considérer les grands enjeux et finalement d'intégrer les préoccupations des acteurs dans l'analyse des options élaborées.

La démarche utilisée a permis la prise en compte de 7 options énergétiques, de critères d'évaluation reflétant les véritables enjeux et de pondérer le tout selon les différents systèmes de valeurs en place. Les méthodes PROMETHEE et GAIA enchassées dans le logiciel Decision Lab 2000 ont été utilisées pour effectuer l'évaluation globale des options énergétiques construites. Ainsi, les options basées sur la production décentralisée d'énergie sont apparues comme nettement favorisées par rapport aux options centralisées. On observe la robustesse des résultats obtenus par la méthode de classement multi-acteurs. Finalement, à la lumière de l'ensemble des résultats, nous avons élaboré et proposé une approche méthodologique pour produire et gérer l'information environnementale dans la négociation des enjeux du secteur de l'énergie.

La réalisation de cette thèse constitue une contribution méthodologique pour l'évaluation environnementale stratégique des systèmes énergétiques. Elle apporte une meilleure compréhension de la situation énergétique en Guinée maritime et de l'approche à adopter. Il s'agit de rendre performant l'appareil décisionnel dans la négociation des grands enjeux et la production de l'information environnementale, et ce, afin d'élaborer une politique et des plans aptes à répondre aux défis qui se posent au secteur énergétique. La démarche proposée dans ce rapport de thèse se veut intégrée c'est à dire permettant l'implication des acteurs et la production d'informations fiables, la prise en compte des intérêts des différents groupes, l'ouverture des options et l'approche globale dans la reflexion et la priorisation des options. Cette approche intégrée permet ainsi la prise en compte systématique des enjeux environnementaux et socioéconomiques pour aider les planificateurs dans l'examen et la gestion des systèmes et infrastructures énergétiques et ce, dans le cadre de stratégies en adéquation avec le principe de développement durable.

MOTS CLÉS : ÉNERGIE, OPTION, ÉVALUATION, ÉES, GUINÉE MARITIME, AIDE À LA DÉCISION MULTICRITÈRE, STRATÉGIE, ENVIRONNEMENT, PROCESSUS, MÉTHODE, ACTEUR.

INTRODUCTION

Il existe un lien étroit entre énergie, environnement et développement socio-économique (Brundland et coll., 1988). Les impacts de la production et de l'utilisation de l'énergie sur les milieux biophysique et humain sont démontrés et constituent des préoccupations majeures (Goldmark et Larocco, 1992 ; Shea, 1995). Les activités énergétiques génèrent des modifications dans l'environnement physique, social et économique. La satisfaction des besoins énergétiques pose donc des défis à plusieurs nations pour assurer leur développement socio-économique. Il s'agit, entre autres, d'assurer de manière fiable et sûre les services énergétiques indispensables à l'ensemble de la population, de réduire les impacts sur l'environnement liés à la production, la distribution et l'utilisation de l'énergie, de veiller à une gestion prudente et responsable des ressources non renouvelables incluant l'utilisation du sol, de mettre en place une politique énergétique qui assure un compromis entre la concurrence du marché et les exigences du service public (Sarlos et al., 2002 : p.16). En Guinée, la stratégie énergétique vise à accroitre l'offre afin de satisfaire les besoins de l'économie nationale incluant les industries minières (Guinée, 2000 : p.38). Il est aussi envisagé à terme, au regard de son immense potentiel hydroélectrique, de faire de la Guinée un exportateur d'énergie électrique dans la sous région ouest africaine.

Il découle de ce qui précède et pour faire face aux enjeux exposés, que les pouvoirs publics sont appelés à effectuer des choix pour satisfaire les besoins énergétiques de manière plus efficace et plus respectueuse de l'environnement. Cela suppose d'adopter une vision et une approche plus globale et interdisciplinaire, ainsi que des actions coordonnées. Pour ce faire, les actions publiques dans le domaine énergétique doivent faire l'objet d'évaluations permettant la prise en compte des préoccupations environnementales au même titre que les aspects économiques et techniques et ce, dès l'étape d'élaboration des orientations générales. L'intégration des préoccupations environnementales à l'étape de conception des politiques, plans et programmes (PPP) est de plus en plus souhaitée pour une meilleure prise en compte des impacts cumulatifs et des effets synergiques (Dussault et al., 1990 ; Sadler, 1996).

Cet objectif difficile à atteindre par l'étude d'impact sur l'environnement (ÉIE) des projets constitue une nouvelle demande sociale de production de l'information environnementale pour aider à la prise de décision dans une perspective de développement durable. L'évaluation environnementale stratégique (ÉES) est considérée comme l'outil approprié pour la production de cette information. Selon Leduc et Raymond (2000), l'ÉIE de projets est l'ensemble des études plus ou moins systématiques sur les impacts prévisibles, tant directs qu'indirects, qui résultent d'une intervention projetée et impliquant l'environnement. Ces auteurs considèrent l'ÉIE de projets comme un outil d'aide à la décision. Elle permet de bonifier et d'optimiser les projets individuels, et de les intégrer harmonieusement dans leur milieu récepteur. Cependant, compte tenu de la complexité du processus décisionnel et du sens global que prend la notion d'environnement, l'évaluation environnementale doit être intégrée au processus de planification du développement aussi bien au niveau des politiques, des programmes et des plans qu'à celui des projets (Dussault et al., 1990). L'évaluation environnementale s'appuie sur l'ÉIE de projets relativement tard dans le cycle du projet, pour s'orienter alors vers une approche plus globale qui s'étend du début à la fin du processus décisionnel (Sadler, 1996 : p.34).

Toutefois, contrairement à l'ÉIE, les méthodes et processus d'ÉES ne sont pas encore bien développés. Ainsi, l'ÉES constitue un domaine de recherche et de pratique récent et en pleine évolution, pouvant contribuer à la mise en œuvre du développement durable (Thérivel, 1993; Sadler, 1996; Partidario, 1996; Sadler, Verheem, 1996; Thérivel, Partidario, 1996). Il s'agit en effet, d'un domaine d'application de l'évaluation environnementale relativement nouveau pour lequel on ne trouve que peu d'exemples. L'ÉES vise à intégrer les préoccupations environnementales le plus en amont possible du processus décisionnel. En permettant d'intégrer les préoccupations environnementales à ce niveau, l'ÉES contribue à la prise de décision éclairée et éventuellement au développement durable.

La prise en compte des préoccupations environnementales dès l'étape de la planification dans le secteur de l'énergie constitue un défi majeur, notamment dans les pays en développement. La planification énergétique est donc l'un des secteurs prioritaires du champ d'application de l'ÉES. Toutefois, en raison des limites actuelles inhérentes à la mise en place de ce type

d'évaluation relativement aux méthodologies et à la forme de la procédure à adopter (Partidario, 1996 ; Dom, 1997 ; Risse, 1998), il importe de réfléchir à la façon de produire l'information environnementale.

Le mandat devient alors de faciliter la concertation et la négociation des enjeux entre les acteurs ; de rendre cohérentes la planification stratégique et la mise en œuvre des projets ; de mettre en place des outils méthodologiques d'ÉES capables d'adapter les choix en permanence selon les évolutions constatées. Cette thèse vise à appréhender la dimension environnementale des choix énergétiques dans l'optique d'une vision de planification globale du secteur de l'énergie en Guinée maritime. A cet égard, une démarche de résolution de problème a été adoptée en réunissant les acteurs clés du secteur énergétique autour d'une table de concertation pour discuter des grands enjeux et intégrer leurs préoccupations dans l'analyse des options. Cette démarche structurée se situe dans un contexte de planification concertée qui est présentée dans le chapitre 2.

En effet, le processus de décision dans le secteur de l'énergie est complexe en raison de la diversité des acteurs impliqués. Les méthodes de décision doivent prendre en compte et permettre de gérer cette diversité d'acteurs (Sarlos et al., 2002 : p.778). Dans le cas de l'ÉES, plusieurs auteurs militent en faveur de l'intégration de la participation du public à son processus, parce qu'elle permet d'ajouter de l'information pertinente au processus décisionnel et accroît la crédibilité des PPP retenus (Sadler, 1996; Sadler, Verheem, 1996; Thérivel, Partidario, 1996). Toutefois, selon Martel et Rousseau (1993), ce processus de participation peut être restreint à certains acteurs en fonction de leurs responsabilités et de leurs compétences, ce qui est d'ailleurs pertinent dans le cas de l'expérimentation effectuée dans cette thèse, en raison du contexte socioculturel de la zone d'étude qui est décrite au chapitre 4. Cette recherche contribue à concevoir, modéliser, analyser et gérer des options énergétiques dans le cadre de politiques et stratégies compatibles avec le développement durable.

La thèse est structurée en cinq chapitres. Le chapitre I présente le contexte global de la thèse en précisant la problématique générale, la problématique spécifique et les objectifs

poursuivis. La problématique est surtout caractérisée par les enjeux liés au développement d'une approche méthodologique d'ÉES permettant d'une part de définir des options énergétiques répondant aux besoins et au contexte de la population et d'autre part, d'apporter aux différents acteurs concernés une aide à la décision qui tienne compte des systèmes de valeur dans les choix à effectuer.

Le chapitre II aborde le cadre théorique supportant la démarche suivie dans la thèse. Une recension de la littérature est effectuée pour retracer l'évolution de la pensée environnementale. Les concepts de l'évaluation environnementale stratégique, ainsi que les liens que celle-ci entretient avec les approches de planification sont exposés. L'aide à la décision et les outils utiles à l'ÉES sont aussi examinés dans ce chapitre.

Le chapitre III présente la démarche méthodologique et le cadre opératoire de la thèse. La méthodologie générale y est décrite et les étapes du cadre opératoire sont expliquées en détail. Le modèle générique d'impact élaboré pour évaluer les options énergétiques est présenté. L'approche méthodologique utilisée s'inscrit dans le cadre d'une démarche concertée de résolution de problème.

L'expérimentation de la démarche adoptée constitue le cœur de cette recherche. Les chapitres IV et V traitent de l'expérimentation par l'étude de cas réalisée en Guinée maritime, les principaux résultats de la table de concertation, ainsi que les résultats des analyses multicritères. Le chapitre IV dresse tout d'abord un portrait général de la situation environnementale et socioculturelle de la zone d'étude. Les principaux résultats de la table de concertation relativement aux constats sur le secteur de l'énergie en Guinée sont présentés et discutés. La description des options énergétiques et leurs spatialisations par le biais du SIG sont également présentées. Le chapitre V aborde la traduction des enjeux en critères, ainsi que le choix et la description d'indicateurs pour les critères d'évaluation retenus. Ce chapitre se termine par l'exposé des résultats des analyses multicritères par les méthodes PROMETHEE et GAIA, la discussion de ces résultats et les recommandations.

CHAPITRE I

PRÉSENTATION DE LA RECHERCHE

Ce chapitre vise à présenter le contexte, la problématique, les objectifs et les résultats attendus de la thèse. Il consiste donc à démontrer la pertinence de la thèse et à permettre une meilleure compréhension de l'objet de la recherche.

1.1 Mise en contexte

L'évaluation devient de plus en plus un impératif incontournable. Dans les domaines économique, social, politique, environnemental où des décisions stratégiques se prennent et où des actions sont menées, l'évaluation s'impose comme une nécessité pour appuyer toute démarche stratégique (Rolland-May, 2000 : 17). Cette situation est par nature, multicritère et multi-acteurs, dans la mesure où elle concerne autant la situation environnementale, économique, sociale, politique de départ que l'adéquation entre les objectifs fixés et ceux qui sont réellement atteints. L'évaluation se justifie aussi de plus en plus dans un contexte de complexité du processus décisionnel où les méthodes de décision doivent permettre de prendre en compte plusieurs points de vue. D'où la nécessité pour les décideurs de se doter de moyens adaptés en méthodes et outils d'évaluation leur permettant de progresser dans la résolution d'un problème de décision où de nombreux systèmes de valeur sont en jeu.

Ce constat relatif au caractère multi-acteurs et multicritère du processus décisionnel dans le domaine de l'évaluation est particulièrement pertinent en matière de planification énergétique et de développement régional. La prise en compte des préoccupations des acteurs dans l'intelligence de la démarche décisionnelle se justifie davantage dans les situations où il faut négocier et choisir entre différentes options énergétiques.

Le secteur énergétique s'inscrit dans un système socio-économique global où les objectifs à satisfaire sont par nature aussi nombreux que variés (Sarlos et al., 2002 : 797). De ce point de vue, les aspects techniques et économiques ne peuvent plus être considérés comme les seuls

critères dans les choix à faire. Ces choix doivent tenir compte de nombreux objectifs dont, entre autres, la protection de l'environnement, la préservation des ressources naturelles et le bien être social.

La sensibilité croissante envers un développement durable, la nécessité de gérer au mieux les ressources naturelles fragiles, la conscience croissante de l'imputabilité des décisions sont autant d'arguments qui militent en faveur d'une démarche évaluative. Les approches actuelles d'évaluation sont par ailleurs soumises à des questionnements et doivent être repensées sous la pression des contraintes sociales et environnementales (Christin, 1991 ; Sadler, 1996). La plupart de ces approches, sur le plan opérationnel, relèvent des sciences économiques. Celles-ci confrontent coûts et avantages en un bilan chiffré clair et parfaitement lisible, mais qui est en fait très réducteur par rapport à la complexité réelle des systèmes, du moins en ce qui concerne le domaine des évaluations environnementales.

Les implications de la gestion d'un système énergétique sont nombreuses et complexes. Les systèmes énergétiques tout en permettant l'enrichissement collectif et l'amélioration de la qualité de vie, consomment des ressources, perturbent l'environnement et créent des déchets. Chaque activité qui s'insère dans un circuit énergétique donné s'accompagne d'une série d'impacts biophysiques et humains. Dans les pays en développement, en plus des impacts sur l'environnement des technologies modernes, de sérieux problèmes d'environnement résultent de la forte dépendance à l'égard de l'utilisation du bois énergie.

Un processus décisionnel efficace dans le secteur de l'énergie doit reposer non seulement sur une bonne compréhension de la structure et des caractéristiques des systèmes énergétiques, mais aussi sur le cadre général institutionnel dans lequel les décisions devront être mises en œuvre (Sarlos, 2002 : 797). En Guinée, l'État a dans le passé joué un rôle important dans la gestion du secteur énergétique. En 1984, à la suite d'un changement de régime, l'État a en grande partie renoncé à cette prérogative au profit du secteur privé par la mise en place d'un système d'affermage entre SOGEL et ENELGUI. Ce changement du rôle joué par l'État est survenu lorsque les partenaires au développement ont attiré son attention sur le fait que

planifier le secteur énergétique au niveau de l'économie nationale n'était plus d'actualité dans un contexte de mondialisation[1] et de libéralisation des marchés.

Toutefois, l'intervention du secteur privé en tant que gestionnaire n'a pas amélioré la fourniture de services énergétiques aux populations (BNP, 1999 : p.27), en raison de sérieux problèmes de décision et de planification. Ces problèmes ont contraint l'État guinéen à abandonner, en août 2001, le système d'affermage pour revenir au schéma classique de gestion du secteur de l'énergie. Dans ce schéma classique, le secteur de l'énergie électrique est géré par une entreprise publique en situation de monopole qui est bureaucratique et inefficace. Cette situation lui a valu des critiques de la part des tenants de la privatisation. L'État est souvent responsable d'une telle situation, en raison du fait qu'il a tendance à confondre ses missions d'autorité et de tutelle avec ses fonctions d'actionnaire ou de régulateur (Percebois, 2002 : p.42). Le secteur de l'énergie s'inscrit dans un système socioéconomique global où les objectifs à atteindre sont par nature aussi nombreux que variés (Sarlos et al., 2002 : 797). Les projets énergétiques ne peuvent être entrepris et durablement gérés que si le système d'évaluation des actions prévues a été bien mené.

L'évaluation environnementale stratégique occupe une place de choix dans ce système discuté au chapitre 2, et tente de répondre à ce nouveau besoin en intégrant les préoccupations environnementales le plus en amont possible du processus décisionnel. Elle peut favoriser le traitement précoce des considérations environnementales à l'étape appropriée de la planification au même titre que les aspects économiques, entre autres. Cela permet aux décideurs d'intégrer les considérations environnementales, socioculturelles, techniques et économiques pour prendre des décisions éclairées dans une perspective de développement durable. Nous allons préciser dans la section suivante la problématique générale de la recherche.

---

[1] L'aspect mondialisation est abordé dans cette thèse par le biais du critère flexibilité des options énergétiques (Cf. chapitre 4)

1.2 Problématique générale de la recherche

Les activités énergétiques produisent des changements dans l'environnement physique, social et économique. Ces changements peuvent affecter non seulement l'environnement immédiat des consommateurs d'énergie, mais aussi peuvent s'étendre géographiquement bien au delà des frontières nationales et des durées de vies des gens pour qui les investissements sont réalisés (Siddayao et Percebois, 1994). Ainsi, l'atteinte d'une croissance économique par la fourniture de services énergétiques ne doit pas être considérée comme le but principal de la planification du développement. Les critères du développement durable doivent être perçus comme une contrainte nécessaire (Siddayao et al., 1993), voire même une opportunité. L'évaluation environnementale stratégique est considérée comme un outil pertinent de mise en œuvre du développement durable. Ce type d'évaluation est maintenant implanté dans certains pays industrialisés et fait partie des progrès réalisés dans le domaine de l'évaluation environnementale (Sadler, 1996 ; Crowley, 2000). Selon Sadler (1996), les enjeux majeurs liés à ces progrès sont le perfectionnement de l'évaluation environnementale pour assurer le développement durable et la mise en application de l'ÉES à grande échelle.

Les récents progrès de l'application de l'ÉES aux politiques, plans et programmes suscitent beaucoup d'intérêt et font l'objet de nombreuses études. Cette démarche est considérée comme une avenue prometteuse pour intégrer les préoccupations environnementales aux plus hauts échelons du processus décisionnel (Sadler, 1996). L'insuffisance de méthodologies connues et testées ainsi que le manque de connaissances relatives à la forme de procédure à adopter constituent des limites à la mise en place de l'ÉES (Partidario, 1996 ; Dom, 1997; Risse, 1998).

Les obstacles de mise en oeuvre de l'ÉES résultent de la difficulté à traiter certaines questions fondamentales qui ont des impacts majeurs sur les milieux biophysique et humain, en raison du caractère flou des PPP et du fait que l'évaluation environnementale est plus appliquée à des projets spécifiques. Il est en effet difficile de traiter à l'échelle du projet, certaines questions telles que le traitement d'éléments stratégiques dans la justification du projet, les solutions de rechange, les effets cumulatifs et synergiques des impacts (Dussault et

al., 1990). À cela s'ajoute également la difficulté de cerner les enjeux essentiels et décisionnels, en raison du fait que l'ÉE est effectuée trop tard dans le processus de planification des projets et que les préoccupations des acteurs ne sont intégrées qu'à la fin des processus d'autorisation (Gariépy et al., 1986 ; Lacoste et al., 1988). Dans certains pays en développement, il faut aussi signaler la difficulté de remettre en cause certains projets à caractère politique.

Bien que l'ÉIE ne suffise pas pour la mise en œuvre du développement durable, l'ÉES ne peut remplacer la partie ÉIE des projets. Les systèmes d'évaluation décrits au chapitre 2 doivent être intégrés pour rendre cohérent le processus d'ÉE. C'est ainsi que la CMED nous fait constater que les problèmes ne peuvent être traités de façon fragmentaire et suggère d'adopter une nouvelle approche qui s'attarde aux sources des effets. À cet égard, elle souligne la nécessité d'une réforme institutionnelle et juridique qui permette de tenir compte des dimensions écologiques des politiques, des plans et programmes en même temps que des aspects économiques, énergétiques, agricoles, industriels et autres, afin d'assurer un développement durable (Brundtland et coll., 1988).

Les principaux obstacles à l'examen efficace des facteurs environnementaux au niveau des PPP concernent les attitudes, les méthodologies, les institutions et la connaissance du milieu (Jacobs et Sadler, 1990). Selon Devuyst et *al.* (2000), les agents de l'administration demeurent toujours les moins favorables à l'implication du public dans le processus de l'ÉES. Le manque de recul et d'expérience relatif à l'ÉES suscite auprès des instances officielles concernées, ainsi que de leurs bureaux techniques, une demande certaine d'outils méthodologiques opérationnels. Les méthodes de l'ÉIE appliquées à l'ÉES sont critiquables d'un point de vue conceptuel et peuvent ne pas s'avérer utiles dans la pratique (Gariépy et al., 1986 ; André et al., 1999). Ainsi, des méthodes propres à l'ÉES doivent être développées.

Étant donné qu'il n' y a pas de méthode universelle adaptée à toutes les situations, les méthodes d'ÉES doivent être adaptées aux besoins et aux contextes socioculturels. C'est au niveau de l'exploitation des données en vue de prendre une décision que le problème se pose souvent. Dans d'autres contextes comme celui des pays en développement, c'est le manque

de données qui constitue le principal problème. En effet, plusieurs intervenants, avec des points de vue discordants et obéissant à des rationalités divergentes, interviennent dans un processus décisionnel et leurs préoccupations doivent être prises en compte. La non prise en compte de ces préoccupations peut constituer un facteur de retard ou de blocage des projets de développement. La participation des acteurs concernés en amont des processus décisionnels permet d'éviter ce blocage (Fisher, 1999 ; Sheate, 1994). Il importe de reconnaître dans un premier temps, la diversité et la légitimité des systèmes de valeur en présence et, dans un second temps, de dépasser les oppositions et les blocages par le biais d'une négociation (Sarlos et al., 2002).

Les obstacles mentionnés ci-dessus sont inévitables dans une démarche de planification traditionnelle qui laisse peu de place à l'implication des acteurs. Pour prendre en compte les implications environnementales du développement énergétique, il importe d'adopter une démarche plus holistique. La prise de décision par les approches traditionnelles n'est plus compatible avec la complexité du processus décisionnel. Il est essentiel que les décideurs disposent de processus adéquats et de méthodologies adaptées pour mener à bien leurs tâches et pour agir le plus légitimement possible. Pour résoudre ces problèmes, l'ÉES s'affirme comme un instrument potentiellement très efficace pour évaluer de manière plus systématique et structurée les impacts sur l'environnement des PPP concernant le secteur de l'énergie. Elle peut permettre de faire participer les acteurs, d'englober une perspective plus large, d'étudier des solutions de rechange à un stade précoce et de mettre l'accent sur les problèmes d'environnement dès le début de la planification.

1.3 Problématique spécifique de la recherche

La problématique de l'énergie et de l'environnement dans la plupart des pays en développement est complexe et variée. Certains auteurs soutiennent qu'elle est liée aux problèmes de déforestation et d'aridification provoqués par un faible niveau de consommation d'énergie électrique et la dégradation des écosystèmes (Siddayao et al., 1993). Selon Siddayao et Percebois (1994), la haute importance accordée aux combustibles traditionnels dans le bilan énergétique et les possibilités limitées de développement des énergies conventionnelles dues à la mobilisation de financements extérieurs et aux transferts

de technologies ont pour conséquences, d'une part, une forte pression des populations sur les ressources forestières, et d'autre part, les déséquilibres des paiements extérieurs qui accentuent l'endettement des pays et constituent un frein à leur développement socioéconomique.

Depuis 1978, la Guinée connaît un déficit énergétique chronique dû essentiellement à l'insuffisance de l'offre par rapport à la demande. Selon une étude réalisée par la Banque mondiale en 1986, la consommation d'énergie électrique en Guinée était environ 45 kWh/habitant, alorsqu'elle était de 100 kWh/habitant au Sénégal et de 90 kWh par habitant en Côte d'Ivoire. Jusqu'à présent le niveau de consommation d'énergie électrique en Guinée reste toujours bas et ne représente qu'environ 2% de la consommation totale d'énergie finale. Face à cette situation persistante, le gouvernement guinéen a récemment mis en place une politique sectorielle visant à assurer l'autonomie énergétique par le développement du riche potentiel hydroélectrique du pays d'une valeur estimée de 26 000 GWh. Ce qui représente un objectif légitime car il ne peut y avoir d'activités humaines ni de progrès économique sans un minimum de consommation d'énergie (Shea, 1995 : p.74), mais à condition que ce développement énergétique ne s'effectue pas au détriment de l'environnement. La Commission mondiale sur l'environnement et le développement concluait ainsi dans certains de ses travaux : un avenir énergétique, sûr, peu nuisible à l'environnement, économiquement viable et capable de soutenir le progrès humain est une nécessité absolue (Brundtland, 1988).

Toutefois, le développement énergétique prévu en Guinée et par conséquent la promotion d'un développement économique réel ne peut se faire sans en envisager les implications qui conduisent à la modification de l'environnement physique et social dont, entre autres, la déforestation, la qualité de l'eau, le déplacement de populations, la perte de sedimentation aux embouchures et la perte de fertilité des espaces agricoles. La majeure partie des agressions contre l'environnement sont imputables à des activités énergétiques, que l'on fasse référence à la pollution atmosphérique ou à la transformation des sites (Shea, 1995). À titre d'exemple, citons le barrage d'Assouan en Egypte, les grands aménagements hydroélectriques au Québec et en Chine. Si l'on prend pour acquis la nécessité d'accroître l'approvisionnement énergétique en Guinée, différentes options sont à considérer, chacune

ayant des répercussions environnementales spécifiques. Une approche de planification traditionnelle[2], basée sur les considérations politiques, économiques et financières ne peut permettre d'effectuer des choix éclairés. Selon Sarlos et al. (2002), ces choix doivent intégrer des objectifs généraux dont le bien-être social, l'efficacité économique, la protection de l'environnement, ainsi que la sécurité des approvisionnements énergétiques et la qualité des services. La prise en compte de ces objectifs au niveau des PPP nécessite des méthodes et outils qui permettent de trouver des solutions pour rencontrer différents objectifs de manière satisfaisante. Les stratégies intégrées dans le cadre d'une ÉES sont particulièrement importantes pour aborder les problèmes touchant l'environnement et le développement durable qui se posent par définition au niveau global (Sarlos, 2002 : p797). En d'autres termes, il s'agit d'adopter un modèle de gestion intégrée et négociée de l'environnement qui facilite l'ouverture du processus à tous les acteurs, la prise en compte des enjeux, la flexibilité et l'adaptabilité (Lang, 1986 ; Taylor et al., 1995).

En Guinée, le manque d'outils méthodologiques, le cloisonnement dans le fonctionnement des institutions et le manque de concertation constituent des problèmes majeurs dans la gestion du secteur énergétique. Une des critiques formulées à l'encontre du processus traditionnel de planification est de ne laisser aucune place à la participation d'organismes, de la société civile ou de groupes intéressés par le développement régional, la qualité de l'environnement ou les questions sociales. Les méthodes de décision doivent prendre en compte et gérer la diversité des acteurs et leurs préoccupations. L'arrimage entre ÉES, SIG et l'AMCD permet d'effectuer des choix entre différentes options énergétiques tout en intégrant les préoccupations des acteurs. L'ÉES et ses outils sont mis au service d'un processus décisionnel adapté, préalablement conçu pour répondre à divers objectifs et capable de tenir compte des incertitudes et de générer des solutions robustes, suffisamment souples pour s'adapter à des changements de situation. Cette thèese mettra l'accent sur le cadrage dont la pertinence est établie en matière d'ÉES. Il s'agit d'évaluer et de sélectionner en amont, parmi les grandes options énergétiques envisageables, celles qui sont les plus prometteuses pour une

[2] Le processus traditionnel de planification a toujours été de privilégier la gestion d'opérations qui brassent directement de l'argent sous forme de projets, d'engager des ressources financières pour des raisons diverses, avant même qu'une vision et des objectifs clairs n'aient été définis dans le secteur de l'énergie (World Bank, 1995 : p.4)

analyse subséquente en profondeur. Cette évaluation se fera à partir d'un nombre restreint de variables discriminantes issues des enjeux exprimés par les acteurs. La thèse portera sur l'approche méthodologique d'ÉES mais avec une réflexion sur un processus adapté.

1.4 Questions de recherche et concepts de base

La Guinée recèle un bon potentiel hydraulique à la fois pour le développement énergétique et celui de l'irrigation. Le potentiel hydroélectrique est estimé à 26 000 GWh par an, soit 6 000 MW de puissance pouvant être installée. De ce riche potentiel moins de 1% était exploité avec une production annuelle de 156 GWh en 1999. Cette limitation et les contraintes liées à l'approvisionnement en énergie sont l'un des principaux obstacles au développement économique et l'une des principales sources de dégradation de l'environnement. La dégradation de l'environnement physique du Fouta Djallon et du haut bassin du Niger a entraîné des conséquences hydrauliques néfastes dépassant les frontières du pays (MRNE, 1991). Comment développer le potentiel hydraulique et exploiter les autres ressources énergétiques, notamment la biomasse, tout en maintenant leur pérennité et leurs effets tampon sur le régime des rivières et fleuves ainsi que l'approvisionnement des nappes phréatiques qui alimentent les sources d'eau? Le développement du potentiel hydraulique et des autres ressources énergétiques suppose le choix de stratégies de production énergétique et la mise en œuvre de nombreux projets. L'examen des impacts n'est généralement pas fait en amont des projets. Or, ces projets engendrent des effets complexes qui ne peuvent être cernés que par les ÉIE (Christin, 1991 ; Pictet, 1996). Ces ÉIE interviennent tard dans le processus décisionnel. La complexité des enjeux environnementaux impose l'élaboration d'une méthodologie de prise en compte de l'environnement située le plus possible en amont du processus décisionnel. Une telle méthodologie permettra-t-elle de répondre à la demande sociale d'information sur l'environnement pour aider à la prise de décision dans l'élaboration des stratégies de production énergétique?

En répondant à ces questions, cette thèse contribue à l'amélioration de prises de décisions éclairées dans l'élaboration de stratégies énergétiques en permettant :

- ✓ de forger les outils et les techniques d'analyse et d'évaluation ;

- ✓ d'identifier un grand éventail d'options énergétiques et de procéder à leur évaluation comparative dans un processus multicritère et multi-acteurs ;
- ✓ de réaliser l'étude environnementale intégrée d'un ensemble d'options énergétiques de manière à optimiser la dynamique du territoire et contribuer au développement durable.

Les concepts de base de cette thèse sont décrits comme ci-dessous.

Option énergétique: c'est une combinaison de filières énergétiques, incluant le réseau de transport d'énergie. Le paramètre associé à ce concept est la part occupée par les différentes formes d'énergie dans le bilan énergétique.

Parties prenantes: elles représentent l'ensemble des acteurs ou décideurs concernés dans l'élaboration et la mise en œuvre de la politique énergétique. Le gouvernement, les partenaires privés et économiques, les experts, les ONG et les groupes sociaux font partie de cet ensemble. Selon Martel et Rousseau (1993), le degré d'implication des personnes constitue le paramètre-étalon. Dans cette thèse, c'est la représentation de ces groupes d'acteur au sein d'une table de concertation qui est considérée.

Stratégie: elle est l'art de faire converger des moyens pour atteindre les buts et les objectifs fixés. La stratégie offre une perspective permettant d'orienter des actions pour répondre convenablement aux besoins et aux contraintes (adapté de Proulx, 2002).

Aménagement du territoire: ce concept regroupe les notions de gestion territoriale, de planification territoriale et régionale. On fait référence à la science ayant pour objet la meilleure répartition des activités socio-économiques, sur un territoire donné, selon les ressources naturelles et humaines disponibles, dans une perspective du développement durable (Campbell et Fainstein, 1996). La zone d'affectation et l'emprise des options énergétiques constituent le paramètre de synthèse.

Négociation : ce concept est abordé dans cette thèse selon le sens qui lui est donné par Simos (1990). La négociation est une interaction finalisée entre plusieurs acteurs interdépendants qui permet, à partir de positions initiales divergentes, d'opter pour une solution acceptable, voire satisfaisante, pour ces acteurs.

Cohérence : ce concept réfère à une chaîne de cohérence relative au processus d'évaluation et de prise de décision, dont chacun des maillons représente une étape incontournable qui s'appuie sur les acquis de l'étape précédente en formant le socle de l'étape suivante (adapté de Rolland-May, 2000).

Système énergétique : ce concept réfère à la structure de la consommation et l'ensemble des activités de production incluant les approvisionnements extérieurs, de transport et de distribution de l'énergie. Il est constitué d'un ensemble de filières qui captent en amont du système, des ressources telles que cours d'eau, vent, rayonnement solaire et biomasse, les transforment et transportent l'énergie sous diverses formes pour satisfaire en aval des besoins en énergie utile (IEPF, 1988).

Système d'évaluation environnementale : ce concept englobe les études et bases informationnelles, les stratégies, l'évaluation environnementale stratégique, l'étude d'impact sur l'environnement, l'évaluation environnementale interne, l'audit environnemental et le suivi environnemental.

Processus : ce concept fait référence dans cette thèse aux étapes, aux acteurs qui y participent et aux décisions qu'ils prennent. Il détermine l'implication des acteurs aux différentes étapes et les outils dont ils disposent pour agir dans une approche participative.

Procédure : par procédure, on entend ici l'ensemble des règles d'organisation à respecter dans le cheminement menant à la prise de décision. Elle représente donc la chaîne organique d'ordre administratif qui détermine ce qu'il faut faire dans le processus pour atteindre les objectifs fixés.

Outils : c'est l'ensemble des moyens utilisés pour réaliser une ou plusieurs étapes de l'évaluation. Les outils peuvent être utilisés séparément ou en combinaison.

Méthode : ce concept fait référence à la recherche de résultats concrets à un problème particulier, selon un cheminement précis et à l'aide d'outils spécifiques (Leduc et Raymond, 2000).

Méthodologie : ce concept est abordé dans cette thèse comme une approche globale interdisciplinaire permettant de produire l'information pour les besoins de prises de décisions (adapté de Leduc et Raymond, 2000).

1.5 Hypothèse de recherche

Comme nous l'avons mentionné précédemment, un processus décisionnel efficace dans le secteur de l'énergie doit reposer sur une bonne compréhension de la structure et des caractéristique des systèmes énergétiques, ainsi que du cadre institutionnel dans lequel les décisions prises devront être mises en œuvre. De ce point de vue, une vision globale de la planification du secteur de l'énergie et la recherche d'une démarche adaptée au contexte décisionnel s'avèrent une nécessité. La démarche doit permettre de gérer la diversité des acteurs et la complexité du processus décisionnel. Ainsi, dans cette thèse, l'hypothèse centrale est que : **l'aide multicritère à la décision appliquée à l'ÉES dans le choix d'options énergétiques permet d'améliorer la prise de décision dans une perspective du développement durable**. La question des choix énergétiques est au cœur du développement socioéconomique des pays en développement. Les pays en développement voient dans le concept du développement durable la possibilité de poursuivre une dynamique de croissance pour améliorer leurs conditions d'existence. Inévitablement, plusieurs aspects doivent être pris en compte pour éclairer la prise de décision afin d'aller vers un développement socio-économique, plus harmonieux et respectueux des systèmes de soutien écologique.

1.6 Objectifs de la thèse

L'objectif principal de cette thèse est d'élaborer une méthodologie pour aider au processus décisionnel en stratégies énergétiques, en tenant compte des aspects environnementaux, économiques, techniques et socioculturels. Cet exercice sera limité, dans l'envergure de l'évaluation environnementale stratégique, au niveau du cadrage ou scoping. Ce cadrage dont

il sera ici question, consiste à déterminer les éléments prioritaires de l'ÉES à réaliser, en explorant les grandes options et en ayant une discussion sur les grands enjeux. Une analyse des grandes options sera donc réalisée en mettant l'accent sur la filière hydroélectrique étant donné son importance potentielle dans la production énergétique en Guinée. Les autres filières seront également considérées dans la définition des options pour avoir une vision globale.

Cette thèse constitue une contribution à l'élaboration des outils de gestion de l'environnement. La démarche se situe dans le cadre d'une recherche appliquée et consistera à concevoir, expérimenter et valider un processus décisionnel d'ÉES intégrant des outils d'aide multicritères à la décision, centré sur la problématique environnementale, et appliqué à la Guinée maritime. Ainsi, notre cadre d'analyse aura une portée régionale et sera centré sur la Guinée maritime.

Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques de la thèse sont :

- ✓ analyser les fondements du concept d'évaluation environnementale stratégique. Cette analyse constituera une contribution théorique aux différentes réflexions portant sur ce concept ;
- ✓ concevoir, expérimenter et valider une approche méthodologique d'aide au processus décisionnel dans l'élaboration de stratégies énergétiques, centrée sur la problématique environnementale et appliquée à l'écosystème de la Guinée maritime. Pour ce faire, nous réalisons une simulation en contexte réaliste mais non réel, c'est à dire que les acteurs sont vrais, de même que les enjeux énergétiques, mais pas la politique énergétique.

Le modèle conceptuel fait appel à une méthode intégrée que nous proposons aux planificateurs pour l'élaboration de stratégies énergétiques et l'aménagement du territoire, particulièrement pour la conception et la mise en œuvre d'un plan directeur d'approvisionnement énergétique. La réalisation de ce projet expérimental passe par les phases suivantes :

- ✓ mettre sur pied une table de concertation composée d'intervenants majeurs dans le secteur de l'énergie en Guinée et tester les outils d'aide multicritères à la décision ;
- ✓ dresser un constat du secteur de l'énergie et réaliser un portrait de l'état des lieux pour identifier les enjeux majeurs et apprécier la dynamique du système territorial à l'étude ;
- ✓ analyser les procédures décisionnelles appliquées par le ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie, ainsi que les mécanismes de collecte et d'analyse de l'information nécessaires à la prise de décision afin de définir une démarche d'ÉES adaptée dans une perspective de développement énergétique durable ;
- ✓ identifier les potentialités énergétiques et les grands enjeux qui leur sont associés, en vue d'obtenir une information intégrée sur le fonctionnement de l'écosystème régional ;
- ✓ élaborer des options énergétiques et valider les méthodes qui seraient à même de refléter le poids des préférences de l'ensemble des acteurs concernés ;
- ✓ inférer les leçons de projets pour concevoir une approche méthodologie d'ÉES adaptée au contexte et aux besoins de la Guinée.

1.7 Contributions attendues de la recherche

La réalisation de la thèse apporte les contributions suivantes.

1.7.1 Contributions théoriques de la recherche

La thèse apporte une contribution au cadre d'analyse du concept d'ÉES et aux outils qu'il peut emprunter à l'AMCD.

1.7.2 Contributions appliquées de la recherche

L'expérimentation réalisée dans la thèse par une étude de cas en Guinée maritime permet de documenter le processus décisionnel, de favoriser l'appropriation de la démarche utilisée par les acteurs, d'identifier les éléments d'adaptation au contexte et aux besoins. À cet égard, la thèse contribue à la culture d'un cadre de concertation pour définir une politique énergétique cohérente qui prend en compte les besoins actuels et les perspectives de développement.

1.7.3 Contribution méthodologique

La thèse propose une approche méthodologique adaptée au contexte et aux besoins des acteurs, ainsi que les outils nécessaires. L'approche proposée est une contribution aux efforts de recherche portant sur le développement des outils méthodologiques d'ÉES permettant de mieux cerner l'impact global des choix énergétiques. La méthodologie et les indicateurs élaborés peuvent être adaptés à d'autres situations décisionnelles.

Nous allons maintenant préciser dans le chapitre suivant le cadre théorique de la thèse afin de rendre plus tangibles les objectifs poursuivis.

CHAPITRE II

REVUE DE LITTÉRATURE ET CADRE THÉORIQUE

Ce chapitre présente le cadre théorique supportant la thèse. Il est structuré en quatre sections. La première section présente l'évolution de la pensée environnementale des projets aux politiques, plans et programmes. Cette section examine les différentes conceptions relatives à l'environnement et les efforts de prise en compte de l'environnement dans les activités humaines. La deuxième section présente quelques approches méthodologiques d'évaluation environnementale de projets. La troisième section présente une revue de la littérature traitant de l'évaluation environnementale stratégique et des théories de planification sur lesquelles elle repose dans le but de circonscrire la portée de la thèse sur les enjeux de développement méthodologique. L'aide multicritère et ses outils utiles en évaluation environnementale stratégique sont examinés dans la quatrième section.

2.1 Évolution de la pensée environnementale des projets aux PPP

2.1.1 Conceptions de l'environnement

Il n'existe pas de définition universellement admise de l'environnement. L'objet environnement est complexe, en raison des difficultés éprouvées à le délimiter de manière spatiale et temporelle, à connaître l'ensemble de ses composantes et leurs interrelations (Rousseaux et Apostol, 2000 : p.10). Cette complexité de l'environnement et la variabilité de ses représentations expliquent le fait que chacun peut y trouver sa propre vision et perception du monde. Ainsi, les nombreuses définitions proposées de l'environnement peuvent être regroupées en deux ou trois conceptions distinctes selon les auteurs et ce, en fonction du sens donné aux relations entre l'homme et son milieu ambiant. On distingue donc en gros, trois conceptions de l'environnement (Rousseaux et Apostol, 2000 : p.10-11, Theys, 1990 cité par Larrue, 2000 : p.37-38) :

1 une conception objective et biocentrique assimilée à la nature, dans laquelle l'environnement se définit comme une collection d'objets naturels à savoir par exemple espèces, milieux, écosystèmes, en interaction, incluant l'homme, dont il faut assurer la

conservation ou la reproduction. Cette conception permet d'observer chaque objet au travers de la comptabilité du patrimoine naturel, mais exclut les objets artificiels pourtant importants pour caractériser le cadre de vie des activités humaines. Aussi, dans la conception biocentrique, l'existence de l'environnement est posé à priori, indépendamment de l'existence de l'homme ;

2 une conception subjective et anthropocentrique qui assimile l'environnement à un ensemble de relations entre l'homme et le milieu naturel ou construit dans lequel il vit. Ces relations d'ordre physique, social ou économique peuvent être qualifiées, voire quantifiées en terme d'utilité. Cette conception prend en compte toutes les dimensions de l'environnement, incluant la dimension artificielle, mais restreint le champ de l'environnement à celui utilisé par et pour l'homme. Sous cet angle, contrairement à la conception biocentrique, l'environnement n'existe que par rapport à l'homme.

3 une conception technocentrique qui fonde la définition de l'environnement sur les interrelations entre l'homme et la nature, en déterminant ce qui dans la nature, est acceptable pour l'homme, et ce qui, dans les activités humaines est acceptable pour la nature. De ce point de vue, l'environnement est défini comme un champ d'actions publiques et privées et comme un ensemble de problèmes, dont la perception varie dans le temps et dans l'espace.

Les deux premières conceptions, apparemment irréductibles, sont à la base des affrontements entre certains écologistes, car tous ne sont pas biocentriques, et les tenants du développement. Pour les premiers, la préservation de la nature est un objectif en soi. Pour les seconds, l'objectif de la préservation de la nature est de maximiser le bien-être humain.

En se référant à la conception technocentrique, la notion d'environnement développée dans cette thèse, renvoie à un champ d'action publique qui peut être appréhendé au travers de six dimensions auxquelles il est possible d'associer un objectif d'intervention publique (Larrue, 2000 : p.39) :

1 la dimension écologique vise à préserver la diversité et la vitalité des milieux biologiques en maintenant leurs conditions de reproduction ;

2 la dimension pollution vise à minimiser les rejets dans les milieux et à adapter ces rejets aux capacités de support de ces milieux ;

3 la dimension sécurité vise à minimiser et à prévenir les risques sanitaires, technologiques et naturels aussi bien pour l'homme que pour la nature ;

4 la dimension ressources naturelles vise à assurer l'utilisation rationnelle et durable des ressources naturelles, énergie, eau, sol et autres, en prélevant de manière à ce que les générations futures puissent avoir accès aux mêmes jouissances ;

5 la dimension cadre de vie vise à améliorer le cadre et la qualité de vie des humains ;

6 la dimension esthétique et culturelle vise à conserver et à transmettre aux générations futures les éléments remarquables du patrimoine biologique, paysager et culturel.

La section qui suit examine les efforts de prise en compte de l'environnement dans les activités humaines par le biais de l'adoption d'une vision plus large de l'environnement, de la tenue des grandes rencontres environnementales et le développement de nouveaux modèles de prises de décision.

2.1.2 Prise en compte des préoccupations environnementales

Nous allons retracer ici les étapes importantes de l'évolution des efforts de prise en compte des préoccupations environnementales. Les classes moyennes et supérieures des milieux tant urbains que ruraux deviennent de plus en plus attentives à la qualité de l'air et de l'eau, à la présence de produits toxiques, à la bio accumulation, à la gestion des déchets, au caractère pittoresque des paysages, à l'efficience énergétique, à la valeur de la vie sauvage, et autres (Georgeu et al., 1997). La promulgation du National Environmental Policy Act (NEPA) en

1969 aux États Unis marquait sans doute l'acte pionnier exigeant la prise en compte des préoccupations environnementales dans la prise de décision. Le NEPA représentait la réponse politique et législative de l'administration fédérale américaine à certaines préoccupations croissantes de sa population (Leduc et Raymond, 2000 : p.17)

La tenue de la Conférence de Stockholm et la création en 1972 du programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) constituent des tournants institutionnels importants. À l'échelle planétaire se manifestait une reconnaissance accrue de la crise de l'environnement et des efforts étaient déployés pour comprendre sa dynamique sous-jacente (Tolba, 1992).

Le rapport du Club de Rome constitue le premier effort de compréhension globale de la dégradation de l'environnement à l'échelle mondiale. L'idée centrale de la conclusion de ce rapport est que l'utilisation de modèles peut servir à révéler les tendances les plus probables de l'évolution naturelle en fonction des habitudes de consommation. La « croissance zéro » était ainsi un cri d'alarme pour tenter d'éviter l'inéluctable et surtout pour démontrer la nécessité de l'émergence d'une nouvelle humanité soucieuse du sort des générations futures. Le rapport du Club de Rome statuait sans équivoque sur les effets de la croissance économique sur l'environnement. Toutefois, si les conclusions de ce rapport ne se sont pas matérialisées telles que prévues, il faut peut-être y voir le fait que c'est justement leur cri d'alarme qui a sensibilisé le monde et que c'est grâce à elles que des mécanismes de rétroaction ou de réaction ont pu être mis en place et ainsi empêcher la catastrophe appréhendée. Cette remarque est d'autant plus importante que dans notre société, on evoque le fait que les prévisions catastrophiques ne se sont pas matérialisées pour justifier la non action.

Le rapport Brundtland pour sa part a été préparé sous l'égide des Nations Unies et a été publié en 1987. Il a eu pour mérite de reprendre les thèmes de fond du rapport du Club de Rome sous un angle différent. Les commissaires ont profité du recul du temps et des remarques portées à l'endroit de la « croissance zéro » pour présenter une alternative de gestion de l'environnement basée non pas sur une réponse aux effets de la croissance économique mais plutôt sur une initiative pour une meilleure rentabilité. Il s'agit de

s'inquiéter aussi bien des effets globaux de la croissance économique sur l'environnement que des effets plus spécifiques recensés des agressions contre l'environnement, soit la dégradation des forêts, du sol, du régime des eaux, sur les perspectives économiques. Le consensus établi au niveau mondial sur cette problématique a donné naissance au concept[3] de développement durable.

> *« Le développement durable ou soutenable n'est pas un équilibre, mais plutôt un processus de changement dans lequel l'exploitation des ressources naturelles, le choix des investissements, l'orientation du développement technologique ainsi que le changement institutionnel sont déterminés en fonction des besoins tant actuels qu'à venir (Brundtland, 1988 : p.10-11) ».*

Dans le domaine de l'énergie le rapport stipule qu'un avenir énergétique, sûr, peu nuisible à l'environnement, économiquement viable et capable de soutenir le progrès humain est une nécessité absolue.

La publication du rapport Brundtland a été suivie de plusieurs réunions et accords internationaux tournant autour de la Conférence mondiale sur l'environnement et le développement (CMED) tenue en 1992, ainsi que la mise en œuvre de l'Agenda 21 (McDonald, 1998).

La CMED ou Sommet de la terre a été tenue vingt ans après la Conférence de Stockholm en 1972 et adopta vingt-sept principes relatifs au lien entre développement et environnement, parmi lesquels dix-sept relevaient de la mise en œuvre des études d'impact sur l'environnement. La déclaration finale de la CMED s'insérait dans l'Agenda 21 qui était considéré comme un programme pour le XXIème siècle en matière de développement durable. Ainsi, de nombreux problèmes relatifs à la pauvreté, à l'éducation, au logement, à l'hygiène et à de meilleures conditions de vie sur notre planéte faisaient l'objet de divers programmes d'intervention. Il faut noter que l'Agenda 21, dans son huitième chapitre, mettait l'accent sur la nécessité de l'émergence de nouvelles stratégies dans la prise de décision. Des

---

[3] Ce concept invite à intégrer la dimension environnementale au sein de toute stratégie ou démarche de développement. Il convie à réviser les objectifs du développement et la façon de concevoir celui-ci afin d'assurer la conservation des ressources, la protection des écosystèmes et le maintien de la qualité des milieux de vie pour le bénéfice des générations actuelles et futures (Dussault et al., 1990 : p.26)

stratégies qui doivent désormais établir un compromis entre facteurs sociaux, économiques et environnementaux dans les processus de planification et gestion des ressources.
En effet, les préoccupations environnementales ont été longtemps absentes à l'étape de définition des grandes orientations. L'évaluation environnementale doit être intégrée à la planification du développement, se concentrer sur les éléments significatifs et être ouverte à la participation des acteurs.

Pour clore ce bref historique, rappelons que les années 70 ont marqué le début des premières ÉIE centrées exclusivement sur l'environnement physique. Dans les années 80, on a commencé à prendre en compte les préoccupations sociales lors de la réalisation des ÉIE. Dans les années 90 on a intégré la gestion environnementale à toutes les étapes du cycle de vie des projets. Aujourd'hui, l'évaluation environnementale stratégique émerge comme outil proactif pour intégrer les préoccupations environnementales au niveau des politiques, plans et programmes. Toutes ces démarches dénotent un effort sans précédent de coopération internationale pour régler les problèmes environnementaux à l'échelle planétaire.

2.2 Évaluation environnementale de projets et approches méthodologiques

L'éveil à la conscience environnementale a eu pour conséquence dans plusieurs pays, l'adoption de lois et la mise en vigueur de procédures relatives à la protection de l'environnement. Ces dispositifs légaux ont remplacé ou renforcé des textes juridiques sectoriels en rapport avec certains aspects des problèmes environnementaux tels que l'eau, les forêts et les sols. La mise en œuvre des législations environnementales a nécessité une réflexion sur les méthodologies à employer. Le désir de mettre en lumière la structure d'un milieu et de comprendre sa dynamique a entraîné la mise en pratique de nouvelles formes de pensée, à travers des méthodes et techniques variées relevant de nombreuses disciplines scientifiques (Prévil, 2000 : 25). Le développement de l'évaluation environnementale s'est tout d'abord effectué en s'inspirant des principes de la planification rationnelle axés sur l'objectivité du processus, la prise en compte d'alternatives et la considération d'approches scientifiques et systématiques (Risse, 2003 : 28). Toutefois, les études pionnières, dites environnementales, étaient beaucoup plus descriptives et orientées sur les différentes

disciplines de l'environnement. Elles ont vite montré les limites des études encyclopédiques et la juxtaposition des études thématiques.

La pratique et l'évolution des mentalités relatives à l'importance de la prise en charge des valeurs sociales et politiques dans les processus décisionnels ont permis une reconnaissance progressive des facteurs subjectifs en évaluation environnementale (Risse, 2003 : 28). D'où la nécessité d'une approche intégrée et interdisciplinaire complètée par une utilisation accrue de données factuelles. Ainsi, il s'est avéré pertinent de repenser les objectifs des études environnementales de manière à dépasser la dimension statique des études thématiques. Les approches développées dans ce sens ont donc été orientées vers une plus grande démocratisation[4] des décisions (Weston, 2000 : 189 cité par Risse, 2003 : 28) et ont été imprégnées de différents courants de planification dont nous parlerons plus loin (voir paragraphe 2.3.4). Cette nouvelle conception du milieu naturel et de ses liens avec l'homme est multivariée, dynamique et globalisante (Guigo et al., 1991).

L'étude d'impact sur l'environnement consiste à insérer harmonieusement un projet dans son milieu récepteur. Elle traite essentiellement de l'allocation optimale des ressources en recherchant un compromis acceptable entre les objectifs de développement et ceux de protection de l'environnement.

Les procédures d'évaluation environnementale varient selon les pays et les régions mais, en règle générale, elles comportent les phases suivantes : avis de projet, définition de la directive, réalisation de l'ÉIE, présentation du rapport de l'ÉIE, consultation publique et prise de décision (Parent, 1998 : p.259). Les méthodologies utilisées dans les ÉIE relèvent pour la plupart des méthodes économiques. Nous allons passer en revue quelques unes de ces méthodes (Parent, 1998 ; Leduc et Raymond, 2000).

L'analyse coût-bénéfice (ACB) : elle représente la procédure de référence pour la comparaison des coûts sociaux exprimés en termes monétaires avec les bénéfices sociaux d'un programme ou d'un projet. La différence entre les bénéfices sociaux et les coûts sociaux est appelée bénéfice social net. Ainsi, la préférence accordée à un programme ou projet est

[4] Cette démocratisation doit être basée sur effort d'éducation et d'information des acteurs.

proportionnelle à la valeur de son bénéfice social net pour la société. Selon Graaff (1993), il est possible d'obtenir la mesure monétaire des coûts et bénéfices au moyen d'un processus assez simple qui consiste à additionner les sommes correspondant aux coûts et bénéfices enregistrés par les membres individuels d'une société. Toutefois, l'auteur constate qu'il n'est pas évident de définir exactement cette société, particulièrement quand les avantages se feront sentir à long terme pour profiter à des générations d'individus non encore nés. De ce point de vue, la manière dont les coûts et bénéfices futurs devront être actualisés devient discutable. Dans le domaine des choix énergétiques, l'horizon des conséquences s'étend sur plusieurs générations, ce qui rend complexe l'application d'une ACB.

L'analyse économique classique est généralement limitée à un horizon d'une génération soit 30 ans. Elle ignore donc les phénomènes de *rentes* et de *fardeaux* pour les générations futures résultant des choix énergétiques actuels. Il est généralement difficile, en période d'argent cher, de choisir des taux d'actualisation faibles pour favoriser des solutions qui ont des coûts d'investissement élevés et par contre des coûts d'exploitation faibles. Dans le contexte des pays en développement, l'arbitrage en faveur du long terme devient particulièrement difficile, en raison de la rareté des ressources en capital et des conditions socioéconomiques difficiles. Le choix de taux d'actualisation élevés par rapport aux dépenses prévues à long terme revient à affaiblir la valeur des sommes à investir au présent. Même dans ce cas, la garantie de la pérennité de ces sommes est difficile à obtenir dans des contextes de crises économiques et des conflits socio-politiques.

La méthode ACB est souvent utilisée pour évaluer des programmes pour lesquels les références au prix du marché ne seraient pas pertinentes tels que les investissements dans les domaines de la santé, de l'éducation, de la protection de l'environnement.

L'optimisation économique : elle a été initiée par Vilfredo Pareto et évoque une situation économique dans laquelle il est impossible d'accroître les avantages d'une personne ou d'un groupe de personnes sans porter préjudice à une autre personne ou un autre groupe. Partant de cette approche, le principe de la compensation a été développé dans les situations où il y a des gagnants et des perdants. Ce principe stipule que celui qui est avantagé par une politique

ou un projet devrait dédommager le perdant. Cette démarche réfère aux outils classiques des sciences économiques comme les modèles, les matrices, les réseaux, les modèles avec intrants et extrants et les indices. La difficulté de cette démarche réside dans la manière de pondérer et d'évaluer les différents éléments du milieu de vie.
La situation s'avère d'autant plus ambiguë que chaque expert est libre de proposer sa fourchette d'estimation en fonction des influences politiques, de l'importance des groupes de pression, de la législation, de la récession et des conflits environnementaux de l'heure (Munn, 1977).

L'analyse coût efficacité (ACE) : elle est utilisée dans les situations où l'ACB est inappropriée en pratique tel que dans le cas des programmes qui sont politiquement bien justifiés mais dont les bénéfices escomptés ne se feront sentir que dans le long terme. Cette situation est assez fréquente en développement régional quand il s'agit de supporter les régions marginales. L'ACE mesure la manière d'atteindre l'objectif fixé au moindre coût. De ce point de vue, elle est utilisée pour discriminer des scénarios de projets à objectifs similaires (Jones, 1972).

Le coût d'opportunité : il mesure le coût consenti pour atteindre un objectif en le comparant à la valeur que ces fonds pourraient avoir dans une utilisation alternative potentiellement plus profitable. Il y a un coût réel si l'on constate que l'allocation des ressources n'a pas été optimale, c'est à dire que l'investissement aurait eu un meilleur rendement dans un autre usage. Il faut noter que ce coût n'est pas de nature comptable et n'apparaît donc pas dans la balance des paiements. Le coût d'opportunité est souvent utilisé pour justifier comment le choix d'un projet représente la meilleure façon de dépenser les fonds disponibles (Hung et Richelle, 1996)

L'analyse des retombées économiques : couramment utilisée en évaluation environnementale, cette approche analyse les avantages sociaux d'un programme ou d'un projet en aval d'un investissement initial donné. Le résultat s'exprime par un taux qui estime les retombées totales de l'investissement initial en termes de revenus et d'emplois.

En effet, un investissement peut avoir un effet multiplicateur dans la mesure où il constitue une source de revenu pour les facteurs de production. Ainsi, les revenus dépensés après les taxes et les épargnes constituent à leur tour des sources de revenus pour d'autres facteurs de production, et ainsi de suite. L'emploi fourni à un chômeur devient la source d'un autre emploi pour un autre chômeur; tout se passe comme dans une réaction en chaîne. Dans ce cas de figure, les retombées se multiplient jusqu'à ce que la totalité de l'investissement initial soit converti en taxes et en épargnes (Fréchette, 1993). Cette méthode a été utilisée dans différentes études de la Banque Mondiale pour les pays en développement. Elle est souvent utilisée pour se prémunir contre les critiques des groupes environnementaux dans les pays occidentaux et constitue un argument choc pour les promoteurs. Il importe ainsi, dans les ÉIE, de faire la balance entre les opportunités de revenus et d'emplois face aux impacts négatifs des projets de développement.

La méthode d'évaluation contingente : elle sert à attribuer une valeur monétaire à certaines catégories de biens et de services en demandant aux gens, par enquête d'opinion, le prix qu'ils seraient disposés à payer pour en avoir ou en préserver. La méthode peut aussi exprimer un désir de payer pour une meilleure qualité de l'environnement ou l'acceptation d'une compensation pour la dégradation de l'environnement. La méthode est donc basée sur le concept du consentement à payer. Toutefois, la méthode présente des limites, en raison du fait qu 'il est difficile d'obtenir des gens la même réponse selon qu'ils sont disposés à payer ou à recevoir une compensation. Selon Lambert et Rambeau (1997), la difficulté majeure dans la méthode contingente réside dans la construction, la présentation et la compréhension du scénario à soumettre à l'enquête. Ces auteurs mentionnent également de nombreux biais qui font douter de la fiabilité de la méthode. Ces biais sont, entre autres, liés à l'échantillonnage et aux comportements des enquêtés.

L'approche du coût du déplacement : elle permet d'attribuer une valeur économique à des biens tels les monuments, aires protégées et aires de récréation, en évaluant les coûts consentis par les gens quand ils se déplacent pour y accéder. La relation entre les coûts et les fréquences des visites devient la courbe de la demande du bien environnemental. Cette méthode est bien adaptée dans l'établissement de la propension maximale à payer de la

clientèle cible. Cependant, elle sous-estime, dans d'autres cas, d'autres avantages réels du site (Hyman and Stiftel, 1988).

La technique du prix hédonique : cette technique, appelée aussi méthode de l'évaluation foncière, consiste à estimer la valeur implicite attribuée par des acheteurs d'habitations pour des attributs environnementaux. Dans cette méthode, on présume que le prix de vente d'une maison sera moindre dans un environnement médiocre que si elle était située dans un environnement de qualité. Ainsi, cette différence de prix, appelée « prix hédonique », peut être considérée comme une estimation de la propension des acheteurs à payer pour la qualité de l'environnement (Rosen, 1974; Des Rosiers et al, 1997).

Cette méthode est souvent utilisée pour évaluer les dommages associés au trafic routier, à la proximité des aéroports ou au passage des lignes électriques à haute tension sur la valeur des habitations. La méthode présente des limites, car l'accès à un environnement de qualité peut aussi être apprécié par d'autres facteurs tels qu'un faible taux de criminalité, l'accessibilité aux centres d'achat, aux services culturels, et autres (Thériault, M et al., 1999). La méthode hédonique ne fournit pas des chiffres exacts, mais plutôt des ordres de grandeur (Godard, 1997).

D'autres méthodes, autres qu'économiques, sont également utilisées en évaluation environnementale. Certaines sont reprises ci-dessous

Les matrices et les listes de contrôle : les matrices permettent de porter un jugement sur les impacts théoriques et relatifs d'un projet. Elles servent à la fois à identifier ou à évaluer les impacts environnementaux. Les deux axes composant la structure d'une matrice sont la reproduction de listes de contrôle reconnues ou l'adaptation de telles listes au milieu d'insertion et les composantes du projet (Leduc et Raymond, 2000). La matrice élaborée par Léopold et al. (1971), à la demande du United States Geological Survey, est à l'origine du développement de la méthode matricielle. Elle représente le premier effort scientifique de production d'un cadre méthodologique de prise en compte de l'évaluation environnementale dans toute son amplitude.

La matrice de Léopold est constituée d'une grille à double entrée de 101 colonnes pour les actions projetées liées au projet, et 86 lignes représentant les éléments du milieu, groupées en quatre classes, biologiques, physico-chimiques, écologiques et culturelles. Bien que les matrices permettent de visualiser et de présenter l'ensemble des impacts d'un projet, ainsi que les interactions entre les activités projetées et les éléments du milieu, il n'en demeure pas moins que leur utilisation présente certaines limites. Quelques unes de ces limites sont (Lenco, 1998 cité par Kourouma, 1999; Prévil, 2000) :

- ✓ la non prise en compte des paramètres sociaux et économiques ;
- ✓ le fait de ne pas permettre d'appréhender les aspects spatiaux des impacts ;
- ✓ le fait de ne pas tenir compte du caractère dynamique des impacts ;
- ✓ le fait de trop se reposer sur le jugement des experts.

L'évaluation écologique : contrairement aux autres méthodes qui tentent d'attribuer une valeur à un bien ou à un service, l'évaluation écologique sert à identifier l'importance de la conservation de la valeur intrinsèque de la nature. L'origine de la méthode provient de la superposition cartographique qui est elle même issue de techniques et de manipulations utilisées depuis longtemps dans le domaine de l'aménagement et de la planification du territoire. L'approche de superposition développée par McHarg (1969) est l'une des plus employées en planification environnementale et en évaluation des impacts environnementaux. Elle permet de déterminer les contraintes liées à une entité géographique et de mettre en évidence la compatibilité des différentes options avec le milieu récepteur.

L'approche de McHarg a connu des développements ultérieurs par des travaux de recherche de plusieurs chercheurs et organismes portant sur :

- ✓ la prise en compte des aptitudes du milieu et des considérations économiques (Falque, 1972; Falque et coll., 1973) ;
- ✓ l'écogéographie utilisant la technique des cartes contraintes/potentialités (Tricart, 1973; Tricard et Killian, 1979) ;

- ✓ la planification écologique, employée récemment pour certains systèmes d'information géographique (Tarlet, 1985) ;
- ✓ l'inventaire du capital nature (Jurdant et coll., 1972; Jurdant, 1977) ;
- ✓ le cadre écologique de référence pour une meilleure interprétation de la capacité de support, des potentiels de production et des risques de dégradation du milieu (MEF et MAM, 1997) ;
- ✓ l'élaboration des cartes de sensibilité utilisées dans la localisation des lignes de transport électrique (Hydro-Québec, 1990 et 1994).

Les modèles et systèmes : grâce aux progrès réalisés dans le domaine de l'informatique, des modèles et des bases de données informatiques sont de plus en plus utilisés pour prédire et évaluer l'impact sur l'environnement des projets de développement dès l'étape de la planification. Les modèles mathématiques sont les plus employés en évaluation environnementale. Ces modèles qui s'appuient sur la théorie des systèmes (Le Moigne, 1984) permettent de tenir compte de la dynamique des éléments environnementaux, en expliquant les liens et interactions entre les activités projetées et le milieu. Ils permettent ainsi, de simuler la dynamique d'un système et d'examiner différentes options dans une démarche itérative. Cependant, la conception de modèles pour les besoins d'évaluation environnementale se heurte à des difficultés liées à l'intégration de tous les éléments permettant la représentation du fonctionnement d'un milieu donné (Canter, 1977 et 1996).

En prenant en considération les forces et faiblesses des méthodes présentées ci-dessus, il importe d'adopter une approche holistique de prise en compte de l'environnement aussi bien au niveau de l'interaction entre les actions projetées et les éléments environnementaux, qu'au niveau de l'interaction entre acteurs. Un tel but peut être rencontré par une évaluation de type intégré permettant de considérer un ensemble d'enjeux. Selon Gilpin, (1995), la qualité d'une évaluation environnementale repose sur un dispositif de prospective territoriale et sur un plan environnemental régional capables d'identifier l'essentiel des enjeux environnementaux. Un tel dispositif d'aide à la décision permet d'apprécier les impacts cumulatifs des effets physiques et biologiques d'un projet et d'établir la compatibilité des objectifs de

développement avec ceux qui se rapportent à la protection de l'environnement (Georgeu et al., 1997).

L'ÉES appliquée à la planification énergétique doit supporter et aider la prise de décision de manière à assurer une utilisation optimale des ressources et à améliorer la qualité de vie des populations. Les ÉIE, bien que très répandues et mises en pratique, restent insuffisantes pour assurer un développement durable. Au delà de leur utilité ponctuelle, plusieurs critiques ont été formulées par rapport aux pratiques des ÉIE, notamment la non prise en compte des effets synergiques ou cumulatifs des impacts environnementaux, la limitation du nombre d'options véritablement examinées et l'incapacité d'évaluer correctement certains dommages tels que la polution à l'échelle de grands bassins versants. L'ÉES tire son origine de ces insuffisances constatées au niveau de l'ÉIE des projets.

2.3 Évaluations environnementales stratégiques

2.3.1 Considérations générales

L'ÉES est un domaine d'activité relativement nouveau qui suscite beaucoup d'intérêt aussi bien chez les chercheurs que chez les praticiens en évaluation environnementale. L'ÉES a une fonction d'aide à la décision pouvant être mise au service d'un contexte de développement durable. C'est une pratique en construction, qui se développe, se généralise et s'ajuste dans une perspective à long terme, en dépassant la logique des projets. Plusieurs pays et institutions internationales ont développé leurs propres systèmes d'évaluation environnementale stratégique sous différentes formes (Risse, 1998). L'ÉES est une pratique répandue dans de nombreux pays en Amérique du Nord, en Europe et en Océanie (Crowley, 2000). L'ÉES apparaît comme une avenue prometteuse pour la prise en compte des préoccupations environnementales le plus en amont possible du processus décisionnel. La procédure de l'évaluation environnementale actuelle présente un certain nombre de lacunes méthodologiques qui sont décrites dans la littérature (Lacoste et al., 1988 ; AIEF, 1995 ; Gauthier et al., 1999 b) et que pourraient corriger les ÉES. Ces lacunes concernent notamment des discussions sur la justification du projet, l'agrégation des évaluations et les modes d'implication des citoyens.

Les avantages présumés de l'ÉES résultent du fait qu'elle facilite la démarche d'évaluation environnementale des projets en permettant de gagner en temps à l'étape de planification, d'identifier les problèmes environnementaux d'un ensemble de projets et de résoudre la question de leur justification à l'étape des grandes orientations. Contrairement aux ÉIE, l'ÉES permet d'examiner les impacts environnementaux de plusieurs options au niveau des PPP en considérant les impacts cumulatifs, indirects ou secondaires, ainsi que d'identifier des mesures d'atténuation appropriées pour les actions découlant des PPP (Thérivel et Partidario, 1996; Dom, 1997).

Selon Falque (1995), l'ÉES encourage l'implication d'organismes dans la prise de décisions ayant des incidences environnementales importantes afin de porter les mêmes attentions aux questions environnementales que celles portées aux aspects économiques et sociaux. Toutefois, la pratique de l'ÉES se heurte à des difficultés d'ordres méthodologique, institutionnel et budgétaire (Sadler, 1996). La résistance et l'insuffisance de capacités institutionnelles, les flous méthodologiques ainsi que les flous en matière de processus décisionnels sont, entre autres, quelques difficultés liées à l'implantation des ÉES.

2.3.2 Définitions et concepts d'ÉES

Il existe plusieurs définitions de l'ÉES dans la littérature. L'examen de ces définitions montre une certaine évolution du concept d'ÉES dans le temps. Certaines définitions présentent l'ÉES comme un outil qui effectue la seule prise en charge des effets environnementaux des politiques, plans et programmes déjà formulés. Voyons certaines de ces définitions.

Thérivel et al. (1992) présentent l'ÉES comme :

> *« un processus systématique, formel et exhaustif servant à évaluer les effets environnementaux de politiques, plans ou programmes ainsi que leurs solutions de rechange; le processus donne lieu à un rapport écrit dont les conclusions sont utilisées dans la prise de décision par les autorités publiques imputables. »*

Sadler et Verheem (1996) considèrent l'ÉES comme :

> *« un processus systématique servant à anticiper et à évaluer les incidences environnementales des politiques, plans ou programmes proposés afin d'assurer que celles-ci soient pleinement intégrées et adressées de manière appropriée, le plus tôt possible dans le processus de prise de décision, au même niveau que les considérations économiques et sociales ».*

D'autres définitions de l'ÉES élargissent sa portée au delà des enjeux environnementaux pour l'étendre aux enjeux sociaux, économiques et technique, ainsi qu'à son intégration dans la formulation même des politiques, plans et programmes. Ce sont par exemple les définitions données ci-dessous.

Dans cet esprit, Brown et Thérivel (2000) définissent l'ÉES comme :

> *« Un processus dont la finalité est de fournir au proposeur, durant la formulation de la politique, et au décideur, au moment de l'approbation de la politique, une compréhension globale des implications environnementales et sociales de la politique proposée, élargissant la portée des enjeux au delà des déterminants à l'origine de cette nouvelle politique. »*

Dalal-Clayton et Sadler (2003) décrivent également l'ÉES comme un processus visant à identifier les dimensions, effets et conséquences sur l'environnement en y incluant de plus en plus les considérations sociales et économiques, des politiques, plans et programmes et d'autres initiatives se situant en amont des projets. Cette approche devrait constituer une contribution à la formulation des politiques, plans et programmes en s'intégrant au processus avant les prises de décisions inhérentes à cette formulation.

Dans cette même perspective, Risse (2004) définit l'ÉES comme :

> *« un processus et un outil d'aide à la décision intégré, visant à évaluer les incidences environnementales des PPP, incluant leurs alternatives, et à proposer des recommandations sur les mesures qui pourraient être prises pour réduire ou valoriser ces incidences. Cette démarche vise à impliquer le public, fait référence à des autorités publiques imputables et donne lieu à un rapport d'évaluation environnementale ».*

Pour les besoins de cette thèse, nous considérons l'ÉES comme un processus ayant à son service un ensemble d'outils pour prendre en compte les considérations environnementales et sociales dans l'élaboration des PPP. Sous cet angle, nous examinons les atouts des définitions

ci-dessus par rapport à la prise en compte des solutions de rechange, le recours à un rapport écrit, l'intégration précoce de l'ÉES dans le processus de planification, l'utilité de coordonner l'ÉES avec les autres outils de planification, la caractérisation de l'ÉES et son aspect d'aide à la décision. Toutefois dans le contexte de cette thèse, une adaptation concerne l'implication des acteurs clés concernés par l'action publique à la place d'une implication du public (voir chapitre III et chapitre V).

Plusieurs termes sont souvent utilisés à travers le monde pour désigner le concept d'ÉES. Il s'agit entre autres de l'évaluation d'impacts de politique, l'évaluation programmatique, l'évaluation environnementale de politiques, plans et programmes, l'évaluation environnementale sectorielle, l'évaluation environnementale de propositions gouvernementales, ainsi que l'évaluation régionale (Thérivel et Partidario, 1996; IAIA, 1999). Dans l'expression *évaluation environnementale stratégique*, le terme stratégique se réfère à l'évaluation qui se situe en amont des projets. En effet, les décisions prises en regard des politiques, plans et programmes influencent directement l'aménagement du territoire, l'environnement et surtout la sélection des projets. Les concepts de politique, plan et programme sont définis ci-dessous.

- ✓ **La politique** est un ensemble de principes généraux adoptés par une organisation privée ou publique pour l'exercice de ses activités. Dans le domaine public auquel s'interesse particulièrement cette recherche, ce sont en effet, des actes d'orientation ou des lignes de conduite générales adoptées par les instances gouvervementales pour guider les prises de décision subséquentes (Dom, 1997; Sadler, 1996). Les politiques prennent souvent la forme de livres blancs, de lois, de règlements, ainsi que de déclarations gouvernementales (Dussault et al, 1990).

- ✓ **Le plan** est un ensemble structuré d'objectifs que se fixe une organisation privée ou publique, ainsi que des moyens qu'elle se donne pour les atteindre. Ces objectifs sont coordonnés et planifiés dans le temps en vue de la mise en œuvre d'une politique dans un secteur ou un domaine particulier (Dom, 1997). Le plan est aussi considéré comme une stratégie élaborée, projetée dans l'avenir, souvent assortie de priorités, d'options et

de mesures, le tout servant à étayer la politique et à la mettre en œuvre. Il peut s'agir de plans généraux d'utilisation du sol, de plans d'urbanisation ou de plans de transport.

- ✓ **Le programme** est une suite d'actions qu'une organisation privée ou publique se propose d'accomplir en vue d'atteindre les objectifs d'un plan. Il prend la forme d'un calendrier structuré et cohérent d'engagements, d'instruments proposés, d'activités ou de projets dans un secteur ou dans un domaine particulier (Sadler, 1996; Dom, 1997).

Objectifs de l'ÉES

Les objectifs de l'ÉES sont multiples. Un des objectifs clés de l'ÉES est de favoriser l'atteinte d'un développement durable, par l'intégration de l'environnement et du développement dans la prise de décision afin de concevoir des PPP soutenables d'un point de vue environnemental (Sadler, 1996). Toutefois, vu sous cet angle, l'ÉES aborde uniquement le volet environnement du développement durable alors que celui-ci comporte des dimensions sociales, économiques et techniques. Un autre objectif de l'ÉES consiste à renforcer et à mieux encadrer les ÉIE en identifiant tôt dans le processus de planification les impacts génériques potentiels et les effets cumulatifs, en intégrant les enjeux stratégiques reliés à la justification et la localisation des projets et finalement en réduisant le temps et les efforts requis à l'évaluation de projets individuels.

2.3.3 ÉES et développement durable

Le développement durable est défini comme une forme de développement qui peut permettre de satisfaire les besoins actuels sans remettre en cause la capacité des générations futures à satisfaire leurs besoins. Selon Waaub (1993), le concept de développement durable s'affirme comme un paradigme de développement en émergence. Ce concept ne pouvant être rendu opérationnel uniquement par les ÉIE de projets, l'ÉES est perçue comme un outil permettant d'assurer la mise en œuvre des principes de ces derniers. L'ÉES, en favorisant la prise en compte des considérations environnementales le plus en amont possible du processus décisionnel, permet aux décideurs d'intégrer les considérations économiques, sociales et environnementales pour prendre des décisions éclairées. De ce point de vue, l'ÉES peut être

considérée comme un outil de planification pouvant contribuer à la mise en œuvre du développement durable.

Dans le domaine de l'évaluation environnementale, le processus de questionnement du développement durable repose sur les quatre principes suivants (Gardner, 1989 : 343-344) qui sont reliés à la gestion intégrée :

1 la recherche de solutions se réalise de manière proactive, c'est-à-dire que «les décisions sont fondées sur l'analyse d'une vaste gamme d'options et inspirées de la convergence des intérêts des individus et de la société» ;

2 l'obligation d'intégrer les facteurs économiques, sociaux et environnementaux dans le processus de questionnement entraîne l'adoption de pratiques systémiques reposant sur la connaissance des interrelations entre les systèmes humains et biophysiques et entre l'économie et l'environnement ;

3 les stratégies de développement durable sont adaptatives, c'est-à-dire ouvertes au changement ou à des situations particulières et visent à adapter les politiques et les décisions au progrès des connaissances, notamment en y incorporant les incertitudes scientifiques par des mesures telles que anticipation, prévention et gestion des risques, suivi et surveillance environnementale ;

4 la mise en œuvre de l'approche systémique implique une stratégie organisationnelle interactive qui favorise la collaboration interdisciplinaire, la coordination inter organisationnelle, l'harmonisation des politiques environnementales et l'intégration des systèmes de gestion entre eux à savoir coordination, concertation, consultation, négociation, médiation et résolution de conflits.

Une évaluation intégrée qui adopte ces principes n'est pas encore tout à fait mise au point. Selon Sadler (1996), l'évaluation environnementale est une pratique qui se construit dans un monde en évolution. Ainsi, elle a tout d'abord été considérée comme une contrainte

additionnelle imposée à la production, entraînant par conséquent un coût supplémentaire. Selon Gauthier et al. (1999b), l'avènement du concept de développement durable a modifié complètement le regard sur cette question. Selon ces mêmes auteurs, il est actuellement admis, mais non encore pleinement assumé surtout dans les pays en developpement, que la prise en compte de l'environnement fait partie des conditions qui permettent la production. Nous passons ainsi d'une vision réactive, telle que véhiculée par l'étude d'impacts sur l'environnement, dans laquelle les questions environnementales sont examinées après la conception des projets, ce qui est considéré comme une étape technique, à une vision proactive, telle que véhiculée par les formes récentes d'ÉES dans lesquelles la conception des PPP intègre *a priori* la question environnementale (Brown and Thérivel, 2000).

.

2.3.4 ÉES et planification

En tant que démarche planificatrice, l'ÉES est très influencée par les diverses théories de la planification (Waaub, 2003 : 12). Celles-ci influencent l'ÉES sur deux aspects; le mode de mise en œuvre de l'ÉES et le mode de participation du public au processus d'ÉES. L'ÉES s'inscrit dans la pratique plus large de l'évaluation qui constitue elle même une composante du processus de planification (Risse, 2003). Il n'existe pas de définition unique de la planification même si elle est largement véhiculée dans la littérature. Toutefois, elle peut être définie 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. De ce point de vue, elle suppose notamment l'identification d'alternatives, l'analyse de chacune d'elles et la mise en place d'un processus de sélection de ces alternatives. Nous examinons ci-après quelques théories de la planification qui sous-tendent l'ÉES et qui ont influencé et influencent toujours les processus de prise de décision dans les organisations.

a) **La planification rationnelle :** elle est apparue dans les années 1950-1960, à la suite de la mise en évidence d'un besoin de rendre plus « scientifique » le processus de la planification. Cette forme de planification se caractérise par l'établissement d'une démarche procédurale linéaire, qui se veut logique, cohérente et systématique (Lawrence, 2000). Selon Gariépy (1986), l'ÉES s'inscrit dans le prolongement du modèle de la planification rationnelle

classique. En d'autres termes, elle s'inscrit dans une perspective qui conçoit la planification comme un outil d'aide à la décision permettant aux collectivités de faire des choix rationnels en fonction d'objectifs préétablis. De ce point de vue, comme le souligne Waaub (2003 : 7), l'ÉES s'appuie sur une vision globale de la situation et met en œuvre des outils permettant d'atteindre des buts précis; elle renvoie à des transformations structurelles et à des choix collectifs basés sur la connaissance scientifique dans une logique positiviste, déterministe et linéaire; elle présume que la communication ne se fait qu'entre l'expert et le décideur et qu'aucune communication externe n'est jugée utile.

Étant basée sur le principe selon lequel la science permet de guider l'action publique, la planification rationnelle fait principalement appel à la connaissance de l'expert et laisse très peu de place à la participation publique. Les outils utilisés en planification rationnelle relèvent de l'analyse coût-bénéfices et de ses techniques dérivées, les modèles probabilistes, l'optimisation et les jugements d'experts. La planification rationnelle a fait l'objet de nombreuses critiques dont, entre autres, son rejet des connaissances non scientifiques et non techniques, sa difficulté à considérer le rôle central de la concertation et du dialogue dans le processus de planification, ainsi que sa difficulté à prendre en considération la complexité des processus décisionnels (Risse, 2003 : 8), et des systèmes humains. La planification rationnelle s'avère aussi inadéquate pour répondre aux questions relatives à l'harmonisation de la multiplicité des intérêts divergents, voire même conflictuels, et à la prise en charge de la multiplicité des intérêts dans le processus décisionnel en environnement (Gauthier et al, 1999a). Elle pose également des problèmes opérationnels importants en terme de coûts et de durée pour réaliser le portrait de la situation, l'inventaire et l'analyse de toutes les options, la prévision des impacts, l'évaluation et la comparaison des différentes options.

D'autres courants de la planification ont émergé suite aux critiques formulées à l'égard de la planification rationnelle classique. Nous passons ci-après en revue quelques uns de ces courants de planification auxquels l'ÉES peut s'arrimer.

b) La planification stratégique : elle a vu le jour en 1965 (Mintzberg, 1994 : 1) et est basée sur le concept de « stratégie[5] ». Cette forme de planification a été mise en application dans le secteur privé puis dans les organisations publiques suite à la mise en évidence de besoins variés dont, entre autres, l'orientation de la planification vers l'action, les résultats et l'opérationnalisation (Risse, 2003 : 9).

Selon Waaub (2003) :

> *« La planification stratégique, s'appuie sur la mise en place d'un cadre d'orientation nécessitant une démarche évaluative (ex-ante et ex-post) et adaptative (boucles de rétroaction) s'appuyant sur la connaissance des planificateurs. Elle vise à allouer les moyens nécessaires pour atteindre des buts. La supériorité des experts demeure même s'ils sont amenés à consulter des ressources internes et externes pour mieux saisir les enjeux et extraire les données pertinentes de leur modèle cognitif ».*

Le processus de planification stratégique est basé sur le modèle Strengths and Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT) selon lequel l'élaboration d'une stratégie dans une organisation découle de l'évaluation des menaces et des opportunités auxquelles elle fait face, ainsi que l'évaluation de ses forces et faiblesses (Mintzberg, 1994 :37). Le processus sous-jacent au modèle SWOT est composé de plusieurs étapes[6] avec des boucles de rétroaction (Eadie, 1983 : 448 ; Denhart 1985 : 177-178 ; Sorkin, Ferris et Hudak in Kaufman et Jacobs 1996 cités par Risse, 2003 : 10). Contrairement à la planification rationnelle, la planification stratégique vise à permettre une planification plus
« participative » des organisations ou des communautés (Denhart 1985 :175). Selon Risse (2003), la planification stratégique fait appel à des outils diversifiés axés sur les aspects

---

[5] La stratégie peut être définie comme un plan, un guide, une ligne de conduite, une action dans l'avenir (Eadie 1983 : 448 ; Denhart 1985 :175). Elle peut être considérée comme une façon de faire propre à une organisation ou comme une position adoptée par celle-ci (Mintzberg, 1994 : 23, 27). La stratégie est l'art de faire converger des moyens pour atteindre les buts et les objectifs fixés (Proulx, 2002)

[6] Étapes de la planification stratégique : 1) identification des objectifs de l'organisation et détermination de la portée de l'évaluation, 2) évaluation de l'organisation en terme d'opportunités et de contraintes, 3) examen des forces et des faiblesses de l'organisation, 4) identification des valeurs, des intérêts et des aspirations des acteurs impliqués dans la planification, 5) élaboration d'alternatives ou de scénarios de la stratégie, 6) choix de la stratégie satisfaisant le mieux les étapes 1 à 4 ; 7) élaboration d'un plan d'actions visant à mettre en œuvre la stratégie, 8) mise en application du plan d'actions, 9) suivi et mise à jour du plan d'actions.

participatifs et prospectifs de la planification. Ainsi, des techniques comme le brainstorming et les panels d'experts sont utilisées pour la composante participation. La mise en application de la planification stratégique requiert un investissement important en temps et en ressources humaines et matérielles. Selon Risse (2003 : 12), la planification stratégique exige une implication politique et organisationnelle conséquente, en raison du fait qu'elle repose sur une participation active des acteurs concernés et une plus grande démocratisation des décisions.

c) La planification communicationnelle, ou interactive, ou concertée

La planification communicationnelle a été développée dans les années1980 et a connu son apogée dans les années 1990 (Taylor, 1998 cité par Risse, 2003 : 17). Son émergence fait aussi suite aux critiques formulées à l'égard de la planification rationnelle classique et stratégique. La planification communicationnelle s'inscrit ainsi dans un contexte visant à rendre le processus de planification plus efficace en y impliquant les acteurs pertinents, tout en s'intéressant aussi bien aux aspects opérationnels de la planification qu'aux composantes de participation et de démocratie (Taylor 1998 cités par Risse, 2003 : 17))

L'évaluation environnementale est actuellement fortement influencée par le courant de la planification interactive. Selon Waaub (2003 : 12) :

> *« La planification interactive, ou concertée, ou communicationnelle s'appuie sur une dynamique d'interaction des acteurs basée sur le dialogue, l'échange d'opinions et la mise en évidence de logiques communes visant un mariage entre connaissances et actions avec réflexion dans l'action dans une logique constructiviste. Elle renvoie à des transformations structurelles et à des choix collectifs basés sur la négociation intégrative d'enjeux dans une perspective innovatrice. La confrontation est alors perçue comme révélatrice des divergences à partir desquelles émerge une solution originale ».*

Le processus de planification communicationnelle repose donc sur une logique constructiviste, une logique de recherche et de construction de consensus (Lawrence, 2000 : 616 ; Waaub, 2003 : 8 ; Risse, 2003 : 18). Il est ouvert et interactif et fait appel à des acteurs diversifiés susceptibles d'apporter une plus-value au processus en matière d'aide à la décision, d'expertise et de démocratie (Risse, 2003 : 18). L'expert ne joue plus un rôle central

comme dans la planification stratégique, mais fait partie du système d'acteurs. Les outils utilisés dans le processus de planification communicationnelle sont fondés sur l'apprentissage et le dialogue et sont plutôt de nature qualitative (Lawrence, 2000 : 617 ; Healey, 1996 : 247 ; Risse, 2003 : 19)

Le modèle d'une gestion intégrée et négociée de l'environnement caractérisé par une ouverture du processus à tous les acteurs, la prise en compte des enjeux, la flexibilité et l'adaptabilité (Lang, 1986; Sadler, 1986; Taylor *et al.*, 1995) relève davantage de l'approche de planification communicationnelle (Gauthier et al., 1999b). La gestion intégrée de l'environnement est définie comme une diversité de porteurs d'enjeux (stakeholders) qui se réunissent pour partager de l'information et des points de vue, pour se concerter et collaborer afin de gérer l'environnement (Margerum, 1999 : 151). L'accent mis sur la flexibilité des procédures en gardant toutes les options ouvertes permet d'apporter des modifications constantes basées sur des processus d'apprentissage et la valorisation de diverses formes de connaissances telles que les connaissances vernaculaires ou traditionnelles (Gauthier et al., 1999 b).

L'approche de gestion intégrée de l'environnement met l'accent sur les problèmes organisationnels à savoir les relations entre élus locaux, planificateurs, experts, groupes d'intérêts, citoyens et autres, et ce, dans une perspective de résolution des problèmes basée sur la compréhension intersubjective du rôle des représentations comme fondement de l'action (Habermas 1987 in Hamel 1997, p.316 cité par Gauthier et al, 1999 b). Selon ce modèle intégré, en émergence, la participation du public se réalise tout au long du processus de planification dans l'optique de favoriser le développement durable. De ce point de vue, le processus d'évaluation environnementale est conçu comme un instrument privilégié permettant aux communautés locales de prendre en charge leur développement et de gérer leur devenir (Gauthier et al., 1999 b).

d) La planification incrémentielle : elle est apparue pour s'opposer à l'approche de planification rationnelle en considérant que les jugements de valeur ne peuvent être écartés dans les processus décisionnels. Ainsi, pendant les trente cinq (35) dernières années, elle a été

largement débattue et discutée (Lawrence, 2000 : 611 ; Risse, 2003 : 13). Selon Waaub (2003 : 7) :

> *« La planification incrémentielle par petits pas s'appuie sur des décisions opérationnelles débouchant sur des actions dont les résultats inspirent les actions subséquentes; elle vise à gérer la réalité de façon fonctionnelle en insistant sur les moyens d'allocation satisfaisante des ressources disponibles ».*

Le processus de planification incrémentielle peut être défini comme une démarche caractérisée par des négociations politiques et des coalitions, donnant lieu à des changements graduels dans le processus de décision (Nilsson et Dalkmann, 2001 : 311 cités par Risse, 2003 : 13). La planification incrémentielle n'est pas caractérisée par une procédure de planification clairement pré déterminée comme dans le cas de la planification rationnelle (Risse, 2003 : 13). Elle implique plusieurs acteurs ayant des intérêts divergents, et ce, dans un processus décisionnel décentralisé. Ainsi, selon Risse (2003 : 13), les décisions de grande envergure sont divisées en petites décisions réparties entre plusieurs petits groupes d'acteurs qui travaillent de façon indépendante en poursuivant leurs propres intérêts. Les outils utilisés en planification incrémentielle sont en général basés sur des analyses et des études axées sur la pratique et l'expérience (Lawrence, 2000 : 611 ; Risse, 2003 : 15). Selon Etzioni (1973 : 220 cité par Risse, 2003 : 15), la planification incrémentielle n'est pas représentative des intérêts de la communauté, en raison de sa vision pluraliste mais inéquitable de la société. On pense aux groupes organisés par opposition à la communauté en général.

e) La planification justificative (Advocacy planning) : elle est apparue aux États-Unis vers le milieu des années 1960. Selon Gauthier et al. (1999 b), c'est une forme de planification dans laquelle les experts mettent leurs savoirs et compétences au service de groupes sociaux défavorisés qui ne peuvent intervenir, faute de ressources, au processus de planification et d'aménagement pour défendre leurs intérêts. Cela permet d'associer ces groupes sociaux aux processus de planification, de contrebalancer la distribution inégale de pouvoir et de l'influence dans la société. De ce point de vue, la planification justificative met en avant les principes de démocratie, d'équité et de justice, en préconisant l'aspect pluraliste et la représentation des citoyens dans les processus de planification et d'aménagement territorial. La planification justificative exige que le planificateur aide les citoyens à formuler leur

propre vision de la planification (Davidoff, 1996 : 307 ; Checkoway, 1994 : 141 ; Risse, 2003 : 16). Elle est basée sur une démarche pluraliste, prenant en compte les valeurs de différents groupes d'acteurs; elle s'intègre dans un processus politique de planification (Davidoff, 1996 : 309 ; Risse, 2003 : 16). À cet effet, cette approche de planification préconise essentiellement des outils permettant de mettre en lumière les valeurs qui orientent la planification (Risse, 2003 : 17). Les critiques formulées à l'égard de la planification justificative concernent sa non prise en compte des valeurs réellement prônées par la société et son insuffisante appréciation des composantes physiques du territoire au détriment des considérations socio-économiques (Checkoway, 1994 : 141 ; Hayden, 1994 : 161 ; Risse, 2003 : 17). Elle a généré une vision de la planification reliée à des interactions entre acteurs poursuivant des objectifs différents dans des logiques d'action différentes. Cela est très utile. Par contre la planification communicationnelle essaie de fournir un cadre décisionnel et donc de récupérer dans le processus de planification des acteurs qui auraient tendance, se sachant exclus ou se percevant comme tel, à élaborer des stratégies hors processus, du genre tous les coups sont permis pour gagner.

Pour les besoins de cette thèse, nous inscrirons l'ÉES dans les courants de la planification stratégique et de la planification communicationnelle. En effet, dans un contexte stratégique multi acteurs comme celui de la planification énergétique, c'est l'approche de planification communicationnelle qu'il convient de privilégier parce qu'elle favorise l'implication des acteurs dans le processus décisionnel et l'évolution de leurs points de vue par apprentissage. Les acteurs abordent le processus de décision dans un esprit de collaboration fondée sur une perception de la situation de type gagnant. La planification stratégique correspond au contexte actuel de planification dans les administrations. Elle permet de considérer des enjeux complexes et des choix à long terme qui ne peuvent être traités dans un cadre de planification communicationnelle. De ce point de vue, la planification stratégique et la planification communicationnelle sont complementaires. Cette dernière permet de prendre en compte le caractère multiacteurs des implications environnementales des choix énergétiques tout en favorisant la démocratisation du processus décisionnel.

2.3.5 Processus et procédures d'ÉES

L'ÉES vise à fournir un processus par lequel la stratégie est basée sur un ensemble plus large de perspectives, d'objectifs et de contraintes que juste ceux initialement identifiés par le partisan ou l'initiateur de la politique (Brown and Therivel, 2000). Ce processus d'ÉES constitue une démarche qui vise à la mettre en œuvre à travers une succession d'étapes se traduisant par des options, des choix et des prises de décision (Risse, 2004). Cela implique des interactions entre différents acteurs et l'utilisation d'outils variés. Il n'y a pas de processus unique d'évaluation des PPP. Selon Dom (1997), un processus d'ÉES est fonction du niveau de l'action stratégique et des procédures de planification nationale. Cependant, il est possible de dégager un processus général d'ÉES dont les étapes sont les suivantes (Pacaut, 2000) : le tri préliminaire, le cadrage, l'analyse des impacts environnementaux, la proposition de mesures d'atténuation et de suivi environnemental, l'analyse de la qualité de l'évaluation, la prise de décision à l'égard du PPP et enfin le suivi et le contrôle des impacts des PPP. Le tableau suivant indique le contenu de chaque étape :

Tableau 2.1 Étapes du processus d'ÉES

Étapes du processus général d'ÉES	Contenu
1. Tri préliminaire	Déterminer la nécessité ou non d'une ÉES
2. Cadrage*	Définir les objectifs de l'ÉES ; Identifier les enjeux environnementaux importants reliés à la proposition de PPP ; Déterminer les limites spatiales et temporelles de l'ÉES ; Identifier les options et solutions de rechange.
3. Identification et évaluation des impacts environnementaux	Prédire et évaluer les principaux impacts environnementaux.
4. Proposition de mesures d'atténuation et de suivi	Proposer des actions permettant de réduire ou de supprimer les impacts négatifs, ou d'accroître les impacts positifs ; définir un programme de suivi.
5. Examen externe*	Soumettre le rapport d'ÉES à une analyse préalable à la décision ; Critiquer les conclusions de l'ÉES.
6. Prise de décision	Prendre une décision par l'autorité gouvernementale, basée sur le contenu du rapport d'ÉES et d'autres considérations.

7. Mise en œuvre du programme de suivi et de surveillance*	Mettre en application le programme de suivi et de surveillance ; Surveiller la mise en application des actions prévues aux PPP ; Mesurer la performance environnementale du PPP réalisée.

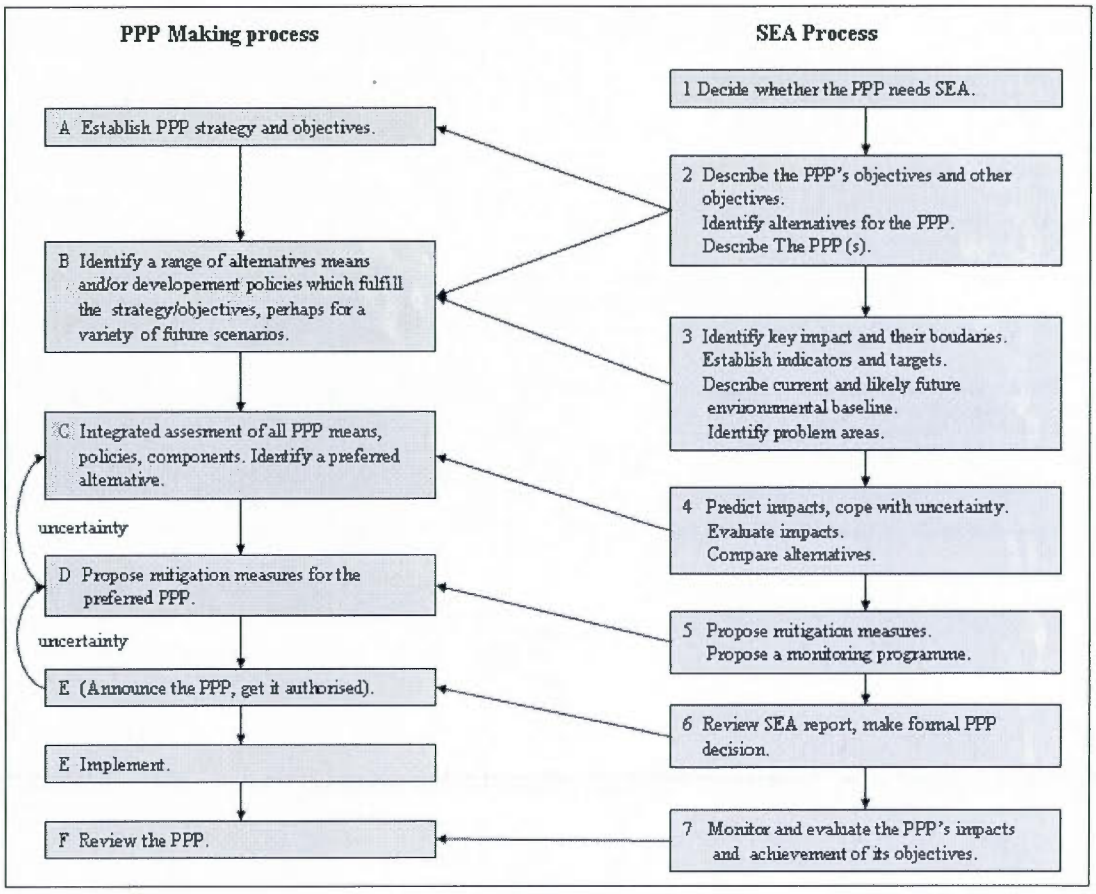
*Étapes où il est fortement recommandé de faire participer le public.

Quant aux procédures d'ÉES, celles-ci varient énormément dans différents pays et organismes en fonction du rôle des acteurs impliqués, du cadre institutionnel adopté, ainsi que du degré de complexité et de la portée de l'ÉES (Sadler, 1996 ; Dom, 1997). Le caractère procédural de l'ÉES résulte du fait qu'elle peut se référer à une série de règles, d'instructions ou d'exigences pré-établies pour sa mise en œuvre (Risse, 2004). Dans ce cas l'application de l'ÉES est prescrite par un document légal ou même par un manuel d'implantation comme c'est le cas pour la directive européenne.

Dans un contexte d'ÉES, la prise en compte des facteurs environnementaux doit reposer sur une approche itérative et intégrée[7] en permettant l'ouverture à la participation publique et le traitement des problèmes le plus en amont possible du processus décisionnel. Le niveau d'intégration de l'ÉES dans le processus de planification détermine son influence sur les décisions. Cette thèse préconise l'intégration du processus d'ÉES aux processus déjà existants d'élaboration des PPP. Il existe en effet des liens étroits entre l'ÉES et le processus de planification. L'ÉES peut fournir de l'information pour éclairer la prise de décision dans le processus de planification tandisque les données de la planification servent à l'ÉES des PPP. De ce point de vue, il est souhaitable que l'ÉES soit adaptée au processus de planification déjà en place et que ce dernier tienne compte des résultats fournis par l'ÉES. La figure suivante montre les imbrications possibles entre ces deux processus.

[7] Il s'agit d'insérer l'ÉES tôt dans le processus de planification, de faire une ouverture du processus aux acteurs, de considérer un grand éventail d'options et d'arrimer l'ÉES avec la prise en compte d'autres enjeux dans la planification.

Figure 2.1 Étapes et liens entre le processus d'élaboration des PPP et l'ÉES



Source : Thérivel et Partidario, 1996.

2.3.6 Méthodes d'évaluation environnementale stratégique

Il existe une grande variété d'outils utilisés en évaluation environnementale stratégique. Certains auteurs considèrent ces outils comme des méthodes (Leduc et Raymond, 2000; André et al., 1999). Ces outils proviennent principalement de deux sources, ceux des ÉIE de projets et ceux de l'analyse et de l'évaluation des politiques telss que l'analyse coût-avantage, l'analyse multicritère et l'analyse de scénarios[8]. Nous avons passé en revue à la *section 2.2*

[8] Il s'agit de faire des projections fondées sur des hypothèses raisonnées afin de décrire et de comparer les conditions dans lesquelles une option proposée peut être mise en œuvre (Sadler, 1996). Les

quelques outils déjà utilisés en ÉIE de projets et qui peuvent être adaptés dans un contexte d'ÉES. D'autres méthodes, telles que l'analyse du cycle de vie et l'évaluation de l'effet cumulé sont en cours de développement pour répondre aux exigences particulières de l'ÉES (Risse, 1998 ; Pacault, 2000; Rousseaux et Apostol, 2000).

La méthodologie d'analyse du cycle de vie (ACV) vise à analyser des filières complètes dans le but d'effectuer une évaluation exhaustive des différentes formes de pollution et de traduire les résultats sous forme d'impacts potentiels sur l'environnement (Rousseaux et Apostol, 2000). L'analyse s'applique au cycle de vie des produits de l'extraction des matières premières à l'élimination en passant par la production, la distribution, la consommation et le recyclage. La méthodologie de l'ACV est basée sur quatre étapes (Rousseaux et Apostol, 2000) : 1) la définition des objectifs et du champ de l'étude selon une approche systémique, 2) la réalisation du bilan matière-énergie à partir du génie des procédés et des systèmes industriels pour identifier et quantifier les flux de matière et d'énergie entrant et sortant des systèmes, 3) la caractérisation des impacts selon une approche multidisciplinaire et comparaison des bilans, 4) analyse des résultats de comparaison des bilans environnementaux et exploitation pour rencontrer les objectifs fixés. L'ACV s'avère un outil approprié d'examen et d'évaluation des options énergétiques. Toutefois, l'application de cet outil soulève deux préoccupations importantes : 1) la réalisation des bilans matière-énergie exige d'importantes collectes de données et de recherche bibliographiques, ainsi que la consultation de nombreux acteurs, 2) l'inexistence actuelle de banques de données à l'échelle d'un pays ou d'une région pour réaliser les bilans matière-énergie.

L'ÉES fait également recours à des avis d'expert et des revues de littérature. Les avis d'expert sont couramment exploités dans le domaine des évaluations environnementales. Il s'agit de tirer parti des opinions de personnes ayant des connaissances et de l'expérience dans un domaine donné. Ce sont généralement des spécialistes ou des professionnels du domaine concerné. Les avis d'expert peuvent être recueillis au moyen de la technique Delphi qui

---

solutions de rechange sont formulées de manière à ce que chacune puisse rencontrer des objectifs environnementaux fixés. On choisit alors parmi l'ensemble des solutions un nombre restreint d'options suffisamment détaillées pour effectuer l'analyse des impacts et l'analyse en vue d'une décision (Commission des communautés européennes, 1994 citée par Pacault, 2000).

consiste à confronter les opinions d'un groupe dont les membres ne se rencontrent pas, afin d'obtenir un consensus sur un aspect incertain de l'évaluation après quelques tours de révision de leurs jugements. Les avis d'expert peuvent aussi être recueillis par des tables de concertation, la technique du groupe nominal ou des ateliers de discussion. Dans ces cas, les acteurs sont réunis dans un même lieu à travers une ou plusieurs rencontres structurées et centrées sur l'identification d'enjeux et la résolution de problèmes (Sadler, 1996). La méthode des avis d'expert est souple et représente un bon moyen pour obtenir de l'information dans des situations où l'on manque de données quantitatives. Cette méthode de collecte de l'information est rapide et relativement peu coûteuse (Conseil du trésor du Canada, 1991 cité par Pacault, 2000). Toutefois, certaines difficultés reliées à l'application de cette méthode résident dans le choix des experts et le fait que la crédibilité des opinions de ceux-ci peut être remise en cause. De plus ces experts ne sont pas imputables des conséquences des actions publiques vis à vis des citoyens.

La revue de littérature en vue de réaliser des ÉES consiste à collecter de l'information relative aux PPP et à leur milieu d'insertion à partir d'ouvrages spécialisés. À cet égard les rapports sur l'état de l'environnement, les études spécifiques de projets, les suivis des impacts des projets existants et les politiques sectorielles sont utiles pour effectuer une revue des connaissances (Sadler, 1996). Aussi, les rapports d'ÉES de PPP similaires peuvent être d'une grande utilité. La revue de littérature peut aider surtout à identifier les questions d'évaluation à examiner à l'étape du cadrage, ainsi que les obstacles d'évaluation à contourner tout en permettant d'économiser du temps et de l'argent. Par contre les informations issues d'une revue de littérature peuvent ne pas être pertinentes par rapport au contexte des PPP à l'étude en raison de l'évolution rapide dans les actions publiques. Aussi, il peut être difficile de déterminer la fiabilité des informations recueillies.

Chacun des outils mentionnés ci-dessus a ses avantages et ses inconvénients (Pacault, 2000) et font souvent l'objet d'une utilisation simultanée de manière complémentaire et ce, à des étapes spécifiques de l'ÉES. Le tableau suivant présente l'utilité de l'usage de quelques uns de ces outils aux différentes étapes de la méthodologie d'ÉES.

Tableau 2.2 Quelques outils utiles en ÉES

Étapes de la méthodologie d'ÉES	Outils utiles
1. Détermination de la portée de l'évaluation	✓ Analyse multicritère à la décision ✓ Revues de littérature
2.Description des options stratégiques en terme de domaine d'application, de limites d'application spatio-temporelle et d'objectifs environnementaux et socio-économiques	✓ Revues de littérature ✓ Avis d'expert ✓ Analyse de scénarios
3.Définition des objectifs de l'ÉES et identification des acteurs à impliquer	✓ Analyse multicritère à la décision
4. Évaluation des effets potentiels	✓ Analyse multicritère à la décision ✓ Analyse du cycle de vie ✓ Système d'information géographique ✓ Avis d'expert ✓ Modélisation
5. Détermination de l'importance des impacts	✓ Analyse multicritère à la décision ✓ Avis d'expert ✓ Analyse du cycle de vie ✓ Technique Delphi
6. Comparaison des options	✓ Analyse multicritère à la décision ✓ Technique Delphi ✓ Matrice d'impact
7. Identification des meilleures options	✓ Analyse multicritère à la décision

Les trois premières étapes requirent de l'information provenant du processus de planification des PPP, tandis que les étapes 4, 5 et 7 fournissent de l'information pour nourrir le processus (Noble, 2002).

2.3.7 Enjeux de développement méthodologique

Comme nous l'avons dit précédemment, les procédures actuelles d'évaluation environnementale présentent un certain nombre de lacunes méthodologiques décrites dans la littérature (Sadler, 1996 ; Dom, 1997; Noble et Storey, 2001). Ces dernières concernent notamment la discussion sur la justification du projet, l'agrégation des évaluations et les modes d'implication des citoyens. Des méthodes efficaces pour effectuer des ÉES manquent toujours à l'appel (Dom, 1997; Noble et Storey, 2001). Plusieurs administrations ou organismes s'intéressent de plus en plus à l'ÉES mais se trouvent confrontés à des problèmes d'ordre méthodologique pour effectuer des ÉES efficaces. Pour aider les planificateurs à

appliquer l'ÉES aux PPP qu'ils élaborent, il devient utile de concevoir des approches adaptées et souples de réalisation des ÉES. À cet égard l'exploration des outils d'aide à la décision qui peuvent être utiles à l'ÉES s'avère d'une grande utilité pour concevoir des démarches d'ÉES au profit du processus de planification. Les SIG, les modèles géographiques et analyse spatiale, ainsi que l'aide multicritère à la décision sont potentiellement intéressants dans ce contexte.

2.4 Aide à la décision et outils utiles en ÉES

2.4.1 Utilisation des SIG dans les processus décisionnels

Un système d'information géographique est un ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à référence spatiale utilisés pour saisir, conserver, transformer, analyser, modéliser, simuler et cartographier les phénomènes et les processus distribués dans l'espace géographique. Les données sont ensuite analysées afin de produire l'information nécessaire pour aider les décideurs (Thériault, 1995). Les SIG sont de plus en plus utilisés dans les processus de planification environnementale. La démarche d'évaluation des ÉES tout comme celle de l'ÉIE implique la définition des domaines de référence par rapport auxquels l'évaluation est réalisée. Ceux-ci concernent notamment l'état de référence du milieu, l'espace de référence, l'horizon de référence et le niveau décisionnel. En ce qui concerne l'espace de référence, celui ci est relié à la notion de niveaux de perception de l'espace. Pour les questions sociales il y a aussi des niveaux d'organisation de la société à considérer. La définition des domaines de référence s'avère donc incontournable dans l'étude des effets cumulatifs et synergiques qui constitue un des principaux objectifs de l'ÉES. Les SIG peuvent aider dans la production d'informations intégrées à dimensions multiples. Ils recèlent le potentiel nécessaire pour réaliser des analyses comparatives d'options d'aménagement et du suivi des processus environnementaux qui leur sont associés (Collet et Hussy, 1995).

De nombreuses initiatives de planification en environnement ont pour but de faciliter la négociation des enjeux territoriaux en mettant à la disposition des gestionnaires des ressources méthodologiques adaptées afin de produire des analyses et des rapports favorisant

la compréhension, la négociation et la communication des enjeux. Le but final est de produire des informations utiles à la prise de décision en temps réel dans des contextes d'incertitude. Le concept d'information constitue un élément central dans le domaine de la planification énergétique. La prise de décision se déroule dans un espace temps appelé temps réel lorsque les informations, sur lesquelles se basent les décisions, parcourent la pyramide décisionnelle et parviennent aux centres de décision avant les échéances (Obermayer et Pinto, 1994). L'étalon temps réel est la durée maximale tolérée pour qu'une information engageant une décision puisse parvenir à un récepteur avant la prise de décision. Elle peut varier de quelques microsecondes dans le cas d'un ordinateur contrôlant le départ d'une fusée, à plusieurs mois dans le cas des systèmes sociaux (Rosnay, 1975).

Les SIG se réfèrent à l'ensemble des logistiques que ce soit en terme de personnel, matériel ou logiciel, qui permettent de traiter les données géographiques de manière à en extraire des informations utiles à la décision. Le système est un des concepts de base des SIG. Il se rapporte à un ensemble d'éléments en interaction dynamique organisé en fonction d'un but. L'approche systémique, un des concepts privilégiés dans cette étude, est une approche transdisciplinaire par excellence. Cette nouvelle méthodologie du macroscope cherche à rassembler et à organiser les connaissances pour accroître l'efficacité des interventions (Rosnay, 1975).

Le cycle de fonctionnement d'un SIG est lié à l'organisation des flux d'information et sert à :

- ✓ sélectionner et organiser les données externes afin que les informations pertinentes à l'analyse des actions soient regroupées et d'un accès efficace, sécuritaire et rapide;
- ✓ apporter à chaque palier de l'organisation, l'information nécessaire à la prise de décision;
- ✓ recueillir auprès de chaque palier de l'organisation l'information élaborée, la normaliser et la rendre disponible pour la gestion territoriale courante.

Un SIG est composé de données numériques ou alphanumériques à savoir des coordonnées de points et des tableaux de données, des données cartographiques où chaque carte, couche de plan ou classes d'objets peut représenter un thème spécifique que ce soit des parcelles de

terrain, un réseau hydrographique, la végétation, tel que ce thème peut être défini par le concepteur, ainsi que des images aéroportées du territoire (Montgomery et Schuch, 1993)

Le SIG permet entre autres de :

- ✓ faciliter la consultation et la mise à jour rapide des données ;
- ✓ superposer les cartes et manipuler des données à différentes échelles ;
- ✓ représenter les réseaux, le zonage, le plan d'occupation du territoire ;
- ✓ utiliser des modèles de simulation pour étudier les dynamiques de transformation du territoire.

La constitution d'un SIG permet d'obtenir des informations en temps réel. Il aide à identifier et à hiérarchiser les facteurs à considérer pour la résolution d'un problème, en relevant notamment l'intensité, autant que la qualité des interdépendances, entre les lieux en fonction de la distance géographique, économique, temporelle, culturelle ou sociale (Openshaw & Openshaw, 1997).

2.4.2 Modèles géographiques et analyse spatiale

L'utilisation des SIG permet d'appréhender les espaces géographiques à travers des représentations systémiques du territoire. Dans ce contexte, l'analyse spatiale doit composer avec les lois propres à l'espace géographique relatives à l'échelle des phénomènes, la distance, la gravitation et les réseaux d'interrelation. Le rapprochement entre SIG et analyse spatiale nécessite le recours à des postulats et principes spécifiques à l'approche systémique pour définir et circonscrire le cadre de l'analyse spatiale.

L'analyse spatiale met l'emphase sur :

- ✓ l'étude de phénomènes quantifiés et quantifiables ;
- ✓ l'étude de faits à l'aide de traitements mathématiques ;
- ✓ la modélisation des processus;
- ✓ l'approche formelle pour l'étude des phénomènes géographiques.

Dans un premier temps, l'analyse spatiale correspond à l'étude des configurations spatiales formées par des distributions, les assemblages, les concentrations ou les dispersions des faits

observés spatialement. On n'y étudie pas des lieux, des territoires, mais des valeurs, des phénomènes différenciés spatialement. On y explique les attributs et non la nature des faits (Pinchemel et Pinchemel, 1995). À un second niveau d'appréhension, les faits, les lieux ou les territoires sont étudiés à travers le prisme des matrices découlant de leurs valeurs.

Un système territorial est un système ouvert dans lequel les sous-systèmes et les phénomènes sont hiérarchisés, emboîtés et corrélés. Il peut être caractérisé par les éléments ci-dessous (Prélaz-Doux, 1995; Eckert, 1996), pouvant être appliqués aussi bien pour les projets que pour les PPP :

- ✓ le niveau d'activité : l'activité de base d'un système territorial est sa production globale d'espace, soit l'offre d'espace; le système territorial peut être à la fois considéré comme système de production ou moyen de reproduction de systèmes sociaux ;

- ✓ l'échelle d'observation : elle correspond aux dimensions permettant une organisation autonome et une nette différentiation avec son voisinage ;

- ✓ la structure organisationnelle par les limites et interfaces : les limites d'un système territorial ne sont pas toujours repérables et peuvent varier selon les thèmes ou les phénomènes; l'interface sert à réguler les interactions du système avec son environnement ou à exprimer les limites des aires de marginalité ou de dépendance des sous-systèmes territoriaux; l'interface n'est pas toujours localisée à la périphérie géographique du système territorial; celle-ci peut être constituée par un marché public ou un aéroport.

- ✓ la cohérence : le système territorial n'est pas soumis à la théorie du chaos et son évolution ne se résume pas au cumul des stratégies individuelles ou sectorielles; la pérennisation ou la reproduction du système dépend dans une grande mesure de l'internalisation des processus décisionnels par les parties prenantes ;
- ✓ le système de pilotage : essentiellement composé par les gestionnaires, les décideurs, les groupes d'intervention, etc.; ces acteurs constituent des régulateurs ou les

processeurs de la production d'espace social; ils assurent l'intelligence, l'exécution et la coordination de leurs projets; le système de pilotage est à la fois la représentation des projets et des décisions des acteurs et le lieu où se réalise l'arbitrage entre les besoins, les préférences et les projets de ces acteurs, et où s'effectue l'attribution des moyens de production dont l'espace lui-même; les acteurs de l'espace entrent en effet en compétition pour l'attribution des facteurs localisés nécessaires à la réalisation de leurs projets. Il y a donc nécessité d'une affectation (Eckert, 1996; Rudolf, 1998) ;

- ✓ les résultats et performances : ils correspondent au produit de l'activité du système territorial et peuvent révéler des incompatibilités ou des incohérences entre les projets des groupes d'acteurs; ils sont à l'origine des boucles de rétroaction allant du positif au négatif et entraînant l'appauvrissement, l'enrichissement ou la reproduction du système.

Les performances du système sont donc la mesure de sa capacité à innover ou à réagir à des perturbations provenant de son environnement (résilience). Elle évoque l'idée d'une norme d'appréciation du résultat mesuré ou observé et représente un niveau de fonctionnement de l'objet d'étude. La performance réfère à l'adéquation entre activités et organisation, au couple intrant et extrant, à la mesure de l'énergie du système, etc. Elle est toujours relative dans le sens où elle permet de comparer des systèmes territoriaux même quand les critères de comparaison sont difficiles à élaborer. Les notions de structure et de système sont donc essentielles à l'analyse spatiale. La modélisation et l'analyse spatiale, intégrées aux SIG, permettent de comprendre des processus, de décomposer des mécanismes d'évolution, pour accumuler des connaissances et se les approprier (Gayte et al., 1997).

L'utilisation en parallèle ou en série des SIG et des modèles environnementaux permet aux SIG de fonctionner comme des engins pour l'anticipation de choix environnementaux alternatifs et pour définir des choix éclairés (Claramunt et al., 1995; King et al., 1991). Les SIG sont basés sur les concepts de localisation, de distribution spatiale et de relation. Les pixels, les objets spatiaux comme les points, les lignes et les zones ainsi que leurs propriétés statistiques en sont les unités de base. Les statistiques concernant les objets spatiaux sont particulièrement utiles en ÉES (voir chapitre V), en raison du fait qu'à ce niveau de planification il n'est pas nécessaire d'avoir une localisation précise des éléments des PPP.

Les interactions spatiales se rapportent à la localisation géométrique et topologique des différents éléments (Obermayer et Pinto, 1994), ainsi que les projets des acteurs. Par ailleurs, la modélisation environnementale est basée sur les concepts de système, d'état, de conservation de la masse et de l'énergie, de transformation et de translocation d'espèces et d'individus, et donc, d'interaction et de dynamique. Les unités de base sont les populations, les espèces, les vecteurs environnementaux tels eau, air, sols, forêts ou autres et les produits chimiques.

Ainsi, il importe d'analyser l'espace lorsqu'il intervient dans le déroulement d'une activité telle que la production et le transport de l'énergie, à la fois comme support et facteur actif dans la transformation. Pour cela, il faut gérer sa transformation dans le temps en fonction de sa localisation. Les deux unités peuvent être considérées en continu par la durée et l'étendue et on mesure alors des intensités ou les densités du phénomène, ou discrétisées par les évènements, période, lieu ou zone et on caractérise alors des états différents. Le tableau suivant montre les types de requêtes que l'on peut faire à l'aide des outils mentionnés plus haut.

Tableau.2.3 Types de traitements avec des données spatiales

Traitements	Usages	Exemple de requête
Localisation	Inventaire localisé	Qu'y a-t-il à tel endroit ?
Distribution	Analyse thématique	Où trouve-t-on tel genre de phénomène ?
Évolution	Analyse temporelle	Qu'est-ce qui a changé depuis?
Répartition	Analyse spatiale	Quelle est la forme, la structure ou l'organisation fonctionnelle de…?
Modélisation	Simulation des processus	Que se produit-t-il si…?
Optimisation	Aide à la décision	Quelle est la meilleure façon de…?

Source : Thériault, 1995

L'arrimage des SIG, de l'analyse spatiale et de la modélisation environnementale permet d'élaborer des représentations théoriques du territoire pour ensuite les confronter à la réalité par la superposition. Il devient ainsi possible de vérifier et d'ajuster certains paramètres pour

conduire des opérations courantes liées à la simulation environnementale (Openshaw et Openshaw, 1997). Dans les enjeux actuels de protection de l'environnement, il est de plus en plus pertinent de concevoir des cartes de potentialité des sols multi-échelles ou de confronter des cartes de potentialités environnementales multi-objectifs, afin de réaliser de véritables états des lieux en fonction des systèmes de valeurs proposés pour l'aménagement du territoire. Cela est particulièrement utile dans le contexte des aménagements hydroélectriques où des territoires peuvent être inondés et des lignes électriques construites sur de longues distances. D'où la nécessité de produire de l'information environnementale à travers la discussion des enjeux majeurs pour aider à la prise de décision éclairée. Ainsi, l'information environnementale devient incontournable et constitue le moteur du système territorial dans son fonctionnement et sa transformation. Les SIG, avec leur puissance d'intégration, de combinaison et d'extraction de données, aident à la synthèse et à la production d'information à propos du territoire. Les SIG ont fait leur preuve dans le domaine de la planification et de la gestion de l'environnement (Projets CORINE[9], modélisation des climats à petite échelle, etc.). Toutefois, l'utilité des SIG en tant qu'outils d'aide à la décision concernant le territoire peut être remise en question à une échelle d'analyse où il est difficile de trouver le compromis entre les principes biophysiques et les revendications socio-politiques ou culturelles. La représentation du territoire est fonction des valeurs particulières des acteurs concernés. Cette représentation se construit selon des critères et des conceptions légitimes et différentes, voire divergentes (Prévil, 2000 : 60). L'aide véritable à la décision consiste à mobiliser des connaissances, à actualiser des points de vue afin d'expliquer aux acteurs les conséquences probables de leur choix et finalement de négocier des compromis. Cela reviendrait à construire de nouvelles fonctionnalités dans les SIG, entraînant de nouveaux comportements pour s'adapter à la nouvelle technologie.

Les SIG, à eux seuls, sont loin de produire des informations adaptées aux enjeux et acteurs impliqués dans la prise de décision courante en gestion de l'environnement.
Thériault, (1996) nous fait remarquer que :

---

[9] CORINE, Coordination de l'information sur l'environnement (Agence européenne pour l'environnement : www.eea.eu.int)

- ✓ les SIG sont encore déficients en ressources pour la prévision et l'analyse des problèmes environnementaux, malgré la pertinence de la représentation spatiale pour l'analyse de ces phénomènes ;
- ✓ les outils de modélisation classiques manquent de flexibilité et sont souvent inaccessibles aux usagers ordinaires qui ne disposent pas des connaissances des spécialistes ;
- ✓ la modélisation environnementale et les SIG gagneront tous les deux à leur plus grande association, voire à une intégration complète au plan informatique ;
- ✓ les SIG nécessitent que les informations soient préalablement organisées ce qui alourdit considérablement leur mise en œuvre ;
- ✓ il y a lieu d'intégrer dans les modèles spatiaux des modes d'observation plus diversifiés s'étendant à la limite jusqu'aux représentations mentales, aux valeurs, mais aussi des degrés d'intensité exprimés sur des échelles ordinales, voire l'échelle nominale ou binaire.

De ce qui précède, le manque de données demeure une préoccupation dans le processus de planification. Cela ne doit pas constituer un frein à la prise de décision. La planification vise à formuler des objectifs et des actions en visant leur atteinte même dans un contexte d'incertitude (Chevalier et Gagnon, 1994). Tout processus de planification comporte trois étapes fondamentales :

- ✓ fixation des objectifs ;
- ✓ élaboration des variantes d'action ;
- ✓ choix de la variante à réaliser.

La décision est un acte d'autorité déterminant ce qui doit être fait ou réalisé alors que le choix est une activité technique permettant de situer les variantes d'action retenues, les unes par rapport aux autres (Simon, 1977, Buogo et Chevalier, 1995). Il s'ensuit donc que la décision sera d'autant plus facile à prendre que les travaux relatifs au choix auront été approfondis et que l'information relative à la décision à prendre aura été claire, nette et précise. Dans la problématique environnementale, en lien avec la planification énergétique, l'enjeu majeur dans l'élaboration des options consiste à intégrer les préoccupations des acteurs ayant des

intérêts divergents. Dans ce contexte, le défi consiste à arriver à un compromis environnementalement respectable, économiquement viable et socialement acceptable afin de rencontrer les objectifs du développement durable. D'où la pertinence d'avoir recours aux outils d'aide multicritères à la décision.

2.4.3 Aide multicritère à la décision et multi-acteurs

Dans le processus de prise en charge de plusieurs objectifs contradictoires, il est pratiquement impossible de les atteindre tous à la fois de manière optimale. En effet, une option présentant une performance optimale sur un critère donné est le plus souvent moins performante sur d'autres critères et par rapport à d'autres options. C'est ce qui fait dire à Sarlos et al.(2002 : 833), que la notion d'optimum devient vide de sens en situation de décision multicritère. L'approche multicritère en s'appuyant en partie sur des hypothèses mathématiques moins rigides et en partie sur des informations recueillies directement auprès des décideurs, permet de préserver la multiplicité des dimensions de la question et par conséquent la multiplicité des critères pertinents pour la prise de décision (Sarlos, 2002 : 833).

Le choix des options énergétiques implique de multiples perceptions et des compromis. L'analyste doit tenir compte de ces perceptions dans la conception et l'évaluation des options d'intervention afin de procéder à une allocation optimale des ressources disponibles. L'aide à la décision multicritère est utile à la prise de décision dans des situations complexes, dynamiques et incertaines.

L'analyse multicritère est un outil efficace permettant de décider en tenant compte de points de vue multiples et devient de ce fait multi-acteurs. Elle permet d'intégrer les différentes valeurs et préoccupations véhiculées par les intervenants, dans les processus de décision, afin de bien cerner les besoins, les attentes ainsi que le bien fondé des choix effectués (Prévil, 2000 : 64).

L'approche traditionnelle de planification énergétique est principalement basée sur des considérations économiques et financières. Une telle approche, orientée exclusivement vers les moyens de production, néglige les options de conservation de l'énergie et laisse très peu

de place à la participation d'organismes ou de groupes intéressés par le développement régional, la qualité de l'environnement ou les questions sociales (Hydro-Québec, 1995 : 426). Une telle approche présente donc des limites pour analyser l'ensemble des répercussions liées à un développement énergétique. Ces répercussions du secteur de l'énergie sur l'environnement biophysique et humain résultent des activités de production, de transport et de consommation. En se préoccupant de toutes les implications des options énergétiques envisageables, on s'aperçoit vite de la complexité du problème de la décision à prendre. En effet, compte tenu de la multitude des acteurs impliqués dans un système énergétique et des interactions importantes entre celui-ci et le reste de l'économie, on perçoit facilement la difficulté de la planification. Il apparaît donc opportun de proposer (Nijkamp et al., 1990; Martel et Rousseau, 1993) le recours à une analyse multicritère et multi-acteurs, en raison du fait que :

- ✓ plusieurs critères et systèmes de valeur sont en interaction dans le processus d'évolution du système ;
- ✓ ces critères sont conflictuels et les valeurs ajoutent potentiellement des sources de conflit ;
- ✓ la solution optimale n'existe pas en raison du caractère conflictuel des critères et les compromis sont possibles en prévoyant des stratégies d'arbitrage;
- ✓ la finalité du compromis ou de l'arbitrage est de trouver des situations d'équilibre entre les valeurs divergentes ou de réaliser une vision holistique du développement.

Les avantages de l'analyse décisionnelle multicritère par rapport aux méthodes d'évaluation traditionnelles, telles que l'analyse coût avantage viennent du fait qu'elle reconnaît et incorpore explicitement les jugements de valeur, et incorpore formellement les mesures qualitatives aussi bien que quantitatives permettant d'évaluer des options énergétiques retenues pour étude (Siddayo, 1993 : 85). Les modèles d'aide multicritères à la décision ont déjà été expérimentés dans le contexte de l'évaluation environnementale dans le but de faire un arrimage avec le processus de planification (Hickey et Jankowski, 1997; Maldonado, 1986; De Neuville et Keeney, 1972).

Le défi actuel consiste à développer un processus d'aide à la décision basé sur des principes d'opérationnalité ou de fonctionnalité. Une telle démarche devra être orientée vers une optimisation des conditions d'utilisation grâce à une accessibilité et une facilité d'emploi accrues (Karimi et Houston, 1996). Il faut mentionner les apports dans ce sens de Brans et Mareschal (2002 : 8 et 72) au sujet des méthodes PROMETHEE et GAIA qui offrent l'avantage d'être faciles à implanter et laissent une grande liberté au décideur alors qu'il est amené à préciser progressivement ses préférences et finalement sa décision au moyen d'un jeu de poids.

L'aide à la décision vise à rendre plus sûre la prise de décision dans les situations critiques. Elle ne remplace pas la prise de décision, mais vise à fournir aux décideurs une information technique et stratégique qui leur permettra de saisir les conséquences des décisions possibles et de prendre les actions nécessaires. Cela revient à construire à chaque fois une représentation fiable de la réalité, définir les objectifs à atteindre ainsi que les solutions permettant de les atteindre (Scharlig, 1985). Un processus d'aide à la décision comporte trois étapes (Martel et Rousseau, 1993) :

- ✓ l'intelligence du problème ;
- ✓ la description du problème ;
- ✓ la quête de réponses structurées et démontrables selon les interrogations du décideur.

Le processus décisionnel relatif à la planification énergétique nécessite la prise en compte de toutes les composantes du système territorial à l'étude afin d'en évaluer la performance environnementale.

Choix d'un modèle de processus décisionnel

Les décisions relatives à la gestion et à la conservation des ressources naturelles ne sont pas faciles à prendre. La gestion d'un milieu a pour principales fonctions (Prévil, 2000: 66) :

- ✓ la localisation et la répartition des différentes affectations du sol ;
- ✓ la localisation et l'évaluation des infrastructures et des équipements publics ;
- ✓ la détermination et la réhabilitation de la qualité des milieux construits et naturels.

Ainsi, de l'identification de la problématique à la mise en œuvre d'un plan d'équipements énergétiques, les gestionnaires adoptent une démarche de prise de décision en vue d'aboutir à des compromis. La prise de mauvaises décisions peut avoir des conséquences néfastes sur l'environnement ou sur les activités économiques. Cette étude a pour objet d'élaborer une méthodologie afin d'améliorer la démarche de prise de décision. Il convient donc de présenter le modèle existant en vue de démontrer par la suite en quoi la méthode proposée permet de l'améliorer. La décision peut être définie comme étant le résultat d'un choix et le processus de formulation et de résolution progressive d'un problème par un ensemble d'acteurs au sein d'une organisation (Simon in Chevallier et Gagnon, 1994). Un processus décisionnel met toujours en jeu des intérêts multiples, souvent conflictuels. Selon Roy (1975), aider à la décision, c'est apporter l'information qui autorise une appréciation plus sûre du champ des possibles et une anticipation plus correcte des résultats susceptibles de découler des actions projetées, de manière à ce que le processus se déroule autour de la table des acteurs plutôt que sur le terrain. De ce point de vue, la problématique concernant la satisfaction des besoins énergétiques et la dynamique du milieu naturel nécessitent la prise en compte de toutes les activités qui entrent en interaction avec le territoire qui sert de support.

Les décisions dans le domaine de la planification énergétique impliquent des considérations d'ordres écologique, économique, social et technique. Les choix possibles doivent donc être analysés soigneusement. De manière générale, l'élaboration de la décision comporte cinq étapes (Chevallier, 1995; Caron, 1997) :

1 bien cerner le problème à traiter par l'acquisition de données et d'information pertinentes à la connaissance du problème décisionnel ;
2 concevoir une procédure de résolution de problème ou de litige;
3 construire et évaluer les options possibles ;
4 choisir et documenter les solutions privilégiées ;
5 évaluer le choix effectué; cette phase est itérative avec comparaison entre les options sélectionnées et négociation entre les parties prenantes de la décision.

Dans le domaine de la planification énergétique, la démarche comporte trois étapes (IEPF, 1988 :48) :

1 identifier un ensemble de futurs possibles pour le système énergétique. Cette phase essentiellement analytique de la planification débouche sur la description, aussi précise que possible, de scénarios d'évolution du système énergétique national à l'horizon temporel que l'on s'est fixé ;
2 choisir entre les futurs possibles ;
3 déterminer un programme d'action.

Dans le contexte de la planification environnementale, le modèle d'aide à la décision comporte les étapes suivantes (Fisher et Nijkamp, 1992) :

Perception de la situation et définition des enjeux :

La perception correspond, dans un processus décisionnel, à une situation, à un moment donné, qui équivaut à la position initiale du problème à résoudre. Le processus décisionnel peut concerner l'élaboration d'un plan directeur d'approvisionnement énergétique, une crise environnementale ou tout autre projet de développement. L'historique du problème peut avoir débuté depuis longtemps, mais le processus décisionnel débute réellement au moment de la phase de perception de la situation. La réalisation de cette phase exige une information circonstanciée sur le profil socio-économique et les composantes biophysiques. Elle doit aussi permettre de préciser si les informations préliminaires sont suffisantes pour identifier les enjeux du milieu, l'ampleur des phénomènes ainsi que leurs causes probables. À cette étape, si l'opportunité de lancer une concertation s'avère justifiée, on en détermine la thématique précise.

Analyse préliminaire et définition des solutions possibles

Après avoir identifié les enjeux, il importe alors de définir une base de planification contenant les principales solutions, en d'autres termes, de définir les objectifs des solutions éventuelles pour corriger la situation identifiée à l'étape précédente. À cet effet, les orientations gouvernementales constituent le cadre de référence pour la préparation des

scénarios. Les ressources disponibles ainsi que les contraintes et les réalités du territoire doivent être inventoriées. Il est nécessaire de jauger leur pertinence et leur efficacité pour solutionner le problème décisionnel à l'étude. Il est aussi important de s'assurer de la fermeté du consensus existant sur les enjeux et de vérifier la cohérence de l'adéquation entre objectifs et actions possibles.

Élaboration des options et modélisation

Cette phase requiert une détermination d'objectifs concrets, réalistes et opérationnels permettant d'identifier les actions appropriées à entreprendre. Il faut ici hiérarchiser et rendre compatibles les différentes actions. Dans cet ordre d'idée, on associe, à chaque groupe d'options et de moyens, un groupe de variables mesurables auxquelles on adjoint des critères dans le but d'harmoniser ou de vérifier la compatibilité des préférences. Cette phase nécessite parfois le recours à un complément d'information et l'évaluation de la capacité d'intervention des partenaires. Les intervenants doivent s'assurer de disposer des pouvoirs juridiques et des ressources techniques et financières requises. Toutes les actions possibles sont étudiées et les options jugées réalistes doivent rencontrer les objectifs définis aux phases précédentes.

Évaluation et choix

Cette étape consiste à circonscrire les options et les actions les plus réalistes en considérant leurs performances et leur niveau d'acceptabilité. Des informations prioritaires sont identifiées pour les actions possibles. Dans le cadre d'une vision holistique, pour chaque option en tenant compte des critères associés aux variables, on projette l'image du territoire correspondant afin de saisir la portée de l'option par rapport à la globalité du milieu. Ensuite, la modélisation des différentes options permet de les comparer les unes par rapport aux autres pour faciliter le choix, le tri ou le classement. Les actions retenues sont documentées et testées de manière à éclairer la décision formelle prévue à la phase suivante. S'il y a lieu, des mesures compensatoires ou de mitigation pourront être définies. Notons que ce processus n'est pas linéaire et qu'il fonctionne de manière itérative et qu'il s'enrichit à chaque boucle grâce aux rétroactions avant de déboucher sur le choix définitif. Le but fondamental de la vision environnementale est de préserver la ressource en fonction de sa rareté et de garder la marge de manœuvre nécessaire pour les générations futures.

Réalisation et consolidation du choix

Cette étape correspond à la mise en œuvre de la solution retenue. Les enseignements tirés, en phase de post-évaluation, servent à la fois à alimenter le cadre théorique de la démarche et les prochaines boucles de planification de manière à mieux :

- ✓ établir les calendriers de réalisation ;
- ✓ prévoir l'enchaînement et la sélection des actions ;
- ✓ coordonner les moyens d'intervention ;
- ✓ assurer l'atteinte des objectifs.

Ces étapes de planification présentées ci dessus apparemment similaires se différencient au niveau des approches dans la prise en compte des préoccupations environnementales. Par exemple l'étape 1 concernant l'approche de planification énergétique sera essentiellement centrée sur l'évolution de la demande plutôt que sur les aspects environnementaux.

Prise en compte des préoccupations environnementales dans la planification énergétique :

L'activisme des groupes environnementaux et les recherches scientifiques ont, peu à peu , amené les politiciens à adopter successivement des textes de loi, parfois globaux, parfois sectoriels sur différentes facettes du milieu de vie (Guigo et al., 1995; Georgeu, 1997). En planification énergétique, le défi réside dans la nécessité de transformer la démarche de prise de décision en exercice de concertation afin de pouvoir y intégrer toute la gamme des préoccupations environnementales des parties prenantes. La finalité sera d'esquisser une méthodologie à même de produire une information environnementale éclairant la prise de décision concernant les choix énergétiques.

Pertinence de l'aide à la décision en planification énergétique et en aménagement du territoire

L'aide à la décision peut être définie comme un processus favorisant un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus décisionnel d'une part, les

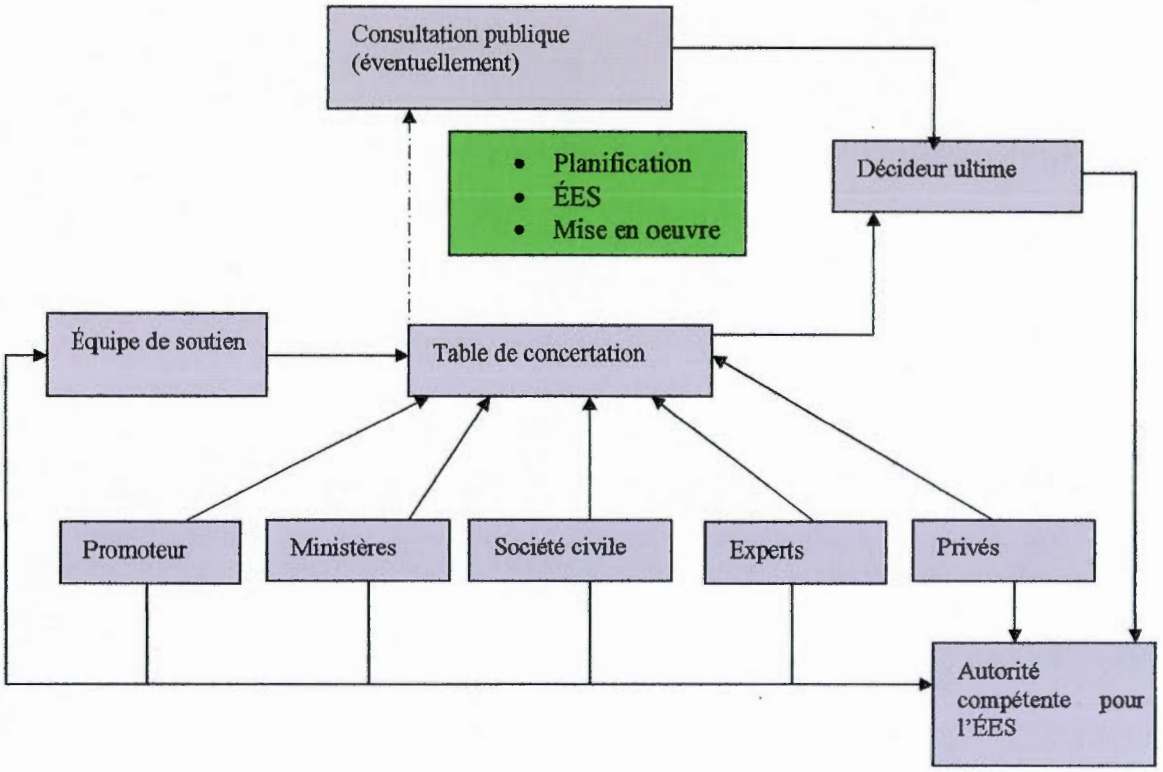
objectifs et le système de valeurs au service desquels un intervenant se trouve placé d'autre part (Roy, 1985).

Il existe quatre niveaux dans l'univers de l'aide à la décision selon Zoller et Béguin (1992) :

1 aide passive qui propose des outils sur lesquels le décideur agit peu, comme par exemple un système expert ;
2 aide traditionnelle basée sur l'hypothèse selon laquelle la capacité de générer et d'analyser plus d'alternatives améliore l'efficacité du processus décisionnel ;
3 aide normative qui se fonde sur une approche théorique de l'aide à la décision qui doit guider la conception et la réalisation de toute application;
4 aide étendue, intermédiaire entre les deux dernières, qui implique un effort explicite pour influencer et guider la prise de décision, tout en respectant la primauté du jugement du décideur, ses attentes, ses attitudes et ses concessions.

Une méthode d'aide au processus décisionnel devrait d'un côté, structurer les phénomènes et leurs relations selon les principes de gestion des ressources naturelles et des équipements, et d'autre part, les harmoniser avec les objectifs visés et les moyens prévus par le cadre légal. L'identification de critères logiques permet d'organiser la hiérarchie des variables choisies en fonction de leur pouvoir de discrimination. Dans l'univers de la décision qui porte sur la planification énergétique centrée sur la problématique environnementale, il ne s'agit pas de définir un nombre fini de solutions, mais il importe plutôt de mobiliser et de dynamiser les acteurs, d'anticiper les évolutions possibles et les conflits potentiels, de chercher les opportunités pour établir des consensus en terme d'aménagement. De ce point de vue et dans le but d'améliorer la concertation entre les acteurs la démarche d'ÉES et de planification énergétique peut se dérouler dans le contexte guinéen, où les services fonctionnent de façon cloisonnée, selon le schéma suivant.

Figure 2.2 Processus adapté d'ÉES dans le contexte guinéen



Le rôle de l'équipe de soutien et des acteurs sera abordé au chapitre IV.

Dans cette thèse, la méthodologie à proposer devra être adaptée pour des décisions peu structurées, qui ne se réfèrent pas à la routine et qui ne s'appuient pas sur des règles strictes comme des normes formelles. Elle sera basée sur une hiérarchisation de variables choisies en fonction de leur pouvoir de discrimination par rapport à des nœuds de décisions prédéfinis.

L'AMCD a été utilisée dans de nombreux domaines dont, entre autres, la gestion intégrée des ressources en milieu forestier (Martel et Rousseau, 1993), le projet de recherche portant sur le développement durable (Jacobs et Sadler, 1990), la planification territoriale et

environnementale (Nijkamp & al., 1990), la résolution de problèmes environnementaux peu structurés (Hickey & Jankowski, 1997), la gestion des déchets (Chang et Wang, 1996) et l'ÉIE de projets (Côté, 1997 ; Martin et al., 1997). Il existe des ponts interdisciplinaires entre la planification environnementale et les SIG d'une part et, d'autre part, entre la planification environnementale et l'aide multicritère à la décision, et finalement entre les SIG et l'AMCD.

Sur le plan opérationnel l'analyse multicritère est une méthode ou un ensemble de procédures permettant d'évaluer un problème décisionnel dans des situations assez complexes. Si la résolution d'un problème requiert, de par les méthodes de la recherche opérationnelle, l'obtention de la valeur symbolique d'un seul critère, l'AMCD quant à elle cherche un domaine de résolution de problème qui prend en compte l'ensemble des critères qui sont à même d'affecter la décision. Le critère est un facteur à prendre en considération pour apprécier une option donnée. Il peut se mesurer à l'aide d'un indicateur pouvant varier selon l'horizon de planification (Bourret, 1994; Laarbi, 1995).

L'analyse multicritère permet de décomposer la divergence et la nature quantitative/qualitative des critères en vue d'aboutir à un compromis acceptable (Simos, 1990). Les méthodes d'analyse multicritères visent à mettre à la disposition des décideurs des outils permettant de progresser dans la résolution de problèmes décisionnels lorsque plusieurs points de vue, souvent contradictoires, doivent être pris en compte (Simos, 1990). Sur le plan opérationnel, l'analyse multicritère s'effectue par la comparaison, à savoir par choix, tri, rangement ou description, de scénarios d'actions ou de variantes, à l'aide de procédures informatiques, de formules mathématiques ou plus simplement d'algorithmes. Ces algorithmes permettent d'évaluer les valeurs reportées dans des tableaux à double entrée caractérisant des couples du genre critère et option. Ces tableaux de performance constituent des matrices multicritères d'évaluation (Maystre et al., 1994)

Approches multicritères

Il existe de nombreuses méthodes d'analyse multicritères. Toute analyse multicritère dans un processus décisionnel s'articule autour de quatre étapes (Martel et Rousseau, 1993) :

- ✓ inventaire de l'ensemble des actions possibles a_i et désigné par $A=\{a_1, a_2,\ldots, a_i, \ldots a_n\}$;
- ✓ élaboration de la liste des critères de performance désignée par l'ensemble $C=\{1, 2,\ldots, j, \ldots m\}$;
- ✓ évaluation de la performance de chacune des options pour chacun des critères retenus (Voir Chapitre V); ces critères font référence à des paramètres de mesure appelés indicateurs; l'évaluation où la performance d'une action a_i selon le critère j est notée par $g_j(a_i)$;
- ✓ agrégation des performances multicritères pour déterminer le scénario présentant la meilleure évaluation.

Les méthodes d'agrégation multicritères sont regroupées en trois grandes approches opérationnelles (Martel et Rousseau, 1993; Scharlig, 1996) : l'approche par agrégation complète, l'approche par agrégation partielle et l'approche du jugement local interactif.

a) L'approche par agrégation complète appartient à l'école de pensée américaine. Elle permet de passer du multicritères au mono-critère et est basée sur les postulats suivants :

- ✓ il existe une fonction d'utilité pour le décideur qu'il cherche à maximiser dans le cadre d'un choix ;
- ✓ cette fonction d'utilité est suffisamment proche de la réalité pour qu'elle puisse être reproduite par modélisation, directement ou indirectement.

La robustesse des préférences permet d'agréger leurs évaluations ou utilités locales de manière additive ou multiplicative, en un critère unique qui représente l'utilité totale. Ainsi, les actions sont rangées de la meilleure à la moins bonne, en considérant que le décideur est parfaitement rationnel. Cela permet d'arriver à une appréciation relative pour chaque scénario. Cependant, cette approche écarte toute incomparabilité et implique la transitivité complète.

L'incomparabilité est une situation dans laquelle le décideur peut avoir à trancher entre deux scénarios non comparables mais tous deux valables. Quant à l'intransitivité, elle se réfère à la notion de préférence faible. Lorsque la différence relative entre trois objets n'est pas significative, on conclut que si a est meilleur que b et si b est meilleur que c, alors a est meilleur que c. Toutefois, la méthode est appréciée dans des situations à décideur unique,

avec des critères quantifiables et quand il y a plusieurs critères variant de manière continue dans l'espace (Eastman et al, 1993; Pereira et al., 1993). Les méthodes d'analyse avantages/coûts, les méthodes dites « somme et produit », et les méthodes de la programmation mathématique relèvent de l'approche par agrégation complète. Roy, (1985) et Scharling, (1985) formulent des critiques par rapport à l'approche par agrégation complète :

- ✓ l'optimisation est beaucoup plus théorique que pratique, en raison des flous et des changements dans les préférences des acteurs ;
- ✓ l'incomparabilité et la non transitivité sont des situations plus proches de la vie pratique, car les conflits d'objectifs et de valeurs sont généralement inévitables ;
- ✓ la méthode est inappropriée pour étudier les problèmes où les scénarios sont difficilement dissociables de leur contexte.

Roy (1985) démontre que les hypothèses de la globalité du problème, de la stabilité du processus décisionnel et de la complète comparabilité transitive (a >b et b>c ce qui implique a>c) qui sont à la base de l'approche d'optimisation, sont rarement réunies. L'approche du surclassement de synthèse est d'origine franco européenne et est reconnue comme une approche d'agrégation partielle. Dans une telle approche, l'objectif ne consiste pas à rechercher une solution optimale, mais plutôt certaines actions parmi les plus intéressantes. Cette approche, contrairement à celle par agrégation complète, admet l'incomparabilité et l'intransitivité.

b) L'approche par agrégation partielle compare deux à deux l'ensemble des actions de façon à établir le surclassement de synthèse. Dans ce processus de surclassement, trois conditions peuvent surgir, à savoir la préférence, l'indifférence et l'incomparabilité. La force de l'approche réside dans l'enrichissement du contexte décisionnel, en raison du fait que l'approche permet d'établir à la fois l'ensemble des relations entre les critères et entre les scénarios. Elle facilite aussi l'intégration de critères qualitatifs et quantitatifs en acceptant des critères exprimés sur une échelle ordinale, nominale, d'intervalle ou de rapport. Cela permet de distinguer les solutions efficaces de celles qui seraient seulement acceptables (Roy, 1985; Scharlig, 1985).

Plusieurs méthodes relèvent de l'approche par agrégation partielle. Parmi les plus connues, citons la méthode ELECTRE (ÉLimination Et Choix Traduisant la Réalité) et la méthode PROMETHEE (Preference Ranking Optimisation METHod For Enrichment Evaluation). La méthode ELECTRE fait partie d'une famille de méthodes qui ont été à l'origine du développement de nombreux logiciels pour l'exploration de la relation de surclassement valué. Il s'agit de ELECTRE I (Roy, 1968); ELECTRE II (Roy et Berthier, 1973) ; ELECTRE III (Roy, 1968) ; ELECTRE IV (Roy et Hugonard, 1982) ; ELECTRE I-S et TRI (Roy et Bouyssou, 1993). La méthode PROMETHEE (Brans et al., 1986) quant à elle permet, entre autre, une analyse de sensibilité des résultats, une construction géométrique des actions et des critères par application d'une analyse en composantes principales (Martin et al. 1997).

Les critiques formulées à l'encontre des méthodes par agrégation partielle peuvent être résumées comme suit :

- ✓ le meilleur choix possible ne s'obtient pas forcement dans tous les cas, parfois on assiste à des situations d'incomparabilité totale ;
- ✓ la décision repose sur des seuils complexes pouvant s'avérer obscurs pour le décideur qui est confronté à évaluer la concordance, la discordance, le veto et la crédibilité ;
- ✓ les procédures de certaines méthodes de surclassement sont lourdes et compliquées alors que la fonction d'utilité s'obtient facilement; ce qui fait dire à Arrow et Raynauld (in Zoller et Béguin, 1992) « Pourquoi faire compliqué, quand on peut faire simple? ».

c) L'approche du jugement local interactif, aussi appelée approche par agrégation locale ou approche interactive, s'applique aux cas embrouillés où le nombre de solutions est grand et distribué sur une échelle continue. Elle se fonde sur le principe selon lequel la décision se construit par l'enrichissement mutuel de l'analyste et du décideur. Cette approche semble efficace dans les situations où il n'est pas facile pour le décideur de formuler ses préférences dans un contexte de grande incertitude. Le processus se déroule pas à pas par l'évaluation d'un nombre limité de critères. Le but visé est davantage la recherche de plusieurs choix satisfaisants plutôt qu'une solution optimale (Vinke, 1989; Scharlig, 1985).

Les méthodes les plus connues de l'approche interactive sont la méthode (définition) STEM, la méthode de Zionts & Wallenius ainsi que la méthode de la programmation interactive à objectifs (Vinke, 1989). Les critiques formulées pour l'approche du jugement local interactif sont les mêmes que celles de l'approche par agrégation partielle. De plus, mentionnons que l'approche du jugement local interactif exige la disponibilité du décideur et que des risques de conflits sont possibles à chaque boucle d'itération dans les cas où les décideurs sont nombreux. Par ailleurs, la méthode est très accessible aux non spécialistes.

De ce qui précède, il ressort que les SIG peuvent permettre dans un processus d'ÉES de documenter certains impacts notamment ceux sur l'aménagement du territoire et d'évaluer les indicateurs associés. L'AMCD quant à elle permet d'encadrer la démarche des acteurs et de réaliser les étapes techniques de structuration des critères et d'évaluation des options. L'ÉES contribue à une bonne planification environnementale au niveau global.

Choix d'une méthode d'analyse multicritère

Après avoir démontré la pertinence de l'arrimage entre ÉES, planification environnementale, SIG et les méthodes d'analyse multicritères, cette thèse contribue à l'exploration d'un cadre conceptuel permettant une révision des processus de planification adaptée à un contexte décisionnel centré sur des préoccupations environnementales.

Dans la planification qui porte sur la satisfaction des besoins énergétiques et l'aménagement du territoire, les problèmes traités peuvent présenter certaines caractéristiques dont:

- ✓ la problématique du choix ou du rangement, avec un contenu socio-politique qui peut exiger la négociation (Roy et Bouyssou, 1993) ;
- ✓ le choix des options énergétiques qui implique inévitablement des compromis (Siddayao, 1993) ;
- ✓ la nature complexe des problèmes qui met en interaction des aspects biophysiques et humains, les valeurs, les traditions et les rapports de force du milieu (Laarbi, 1995) ;

- ✓ le territoire étant un construit des acteurs du milieu (Grassland, 1994), l'évaluation de la plupart de ses composantes variera en importance selon le groupe cible, d'où son incomparabilité (Martin et al, 1997). Ainsi, sa conceptualisation est par essence multicritère et porteuse de germes de discordes ou de conflits (Vinke, 1989) ;
- ✓ la limite et la portée des actions sont difficiles à cerner; elles sont donc semi-structurées et ne s'accommodent pas facilement d'une démarche de recherche opérationnelle (Scharlig, 1985).

En tenant compte de tous les constats énumérés, nous avons retenu une méthode d'agrégation partielle pour traiter la problématique de rangement d'options énergétiques. La méthode est non compensatoire et est bien adaptée dans un contexte de gestion environnementale. À titre d'exemple, un impact majeur sur un écosystème ne peut être compensé par un impact mineur sur un autre écosystème. Ainsi, pour l'approche de surclassement de synthèse, nous avons accordé la préséance aux méthodes PROMETHEE et GAIA. Ces méthodes requièrent du décideur une information particulièrement simple et claire, consistant à attribuer des poids d'importance relative aux critères et à établir pour chaque critère le degré de préférence d'une action par rapport à une autre en fonction de l'écart observé sur ce critère (Brans et Mareschal, 2002).

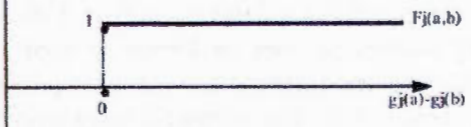
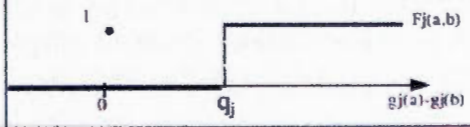
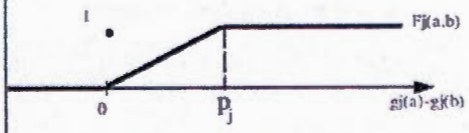
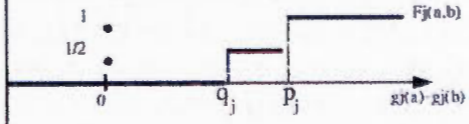
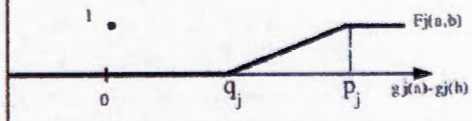
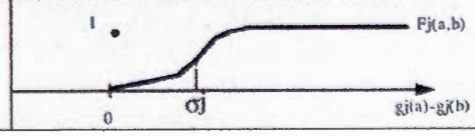
Les méthodes PROMETHEE et GAIA

Nous présentons dans cette section certaines spécificités de PROMETHEE et GAIA (Brans et al., 1986 ; Brans et Mareschal, 2002 ; Sarlos et al., 2002). Les méthodes PROMETHEE tout en conservant l'essentiel des avancées méthodologiques introduites dans ELECTRE III sont simples et plus compréhensibles par l'utilisateur. Elles fonctionnent essentiellement selon les trois étapes décrites ci-après.

1 L'enrichissement de la structure de préférence du décideur. Cette étape permet de définir les fonctions de préférence ou critères généralisés. En effet, la première simplification introduite dans les méthodes PROMETHEE est de choisir pour chacun des critères une seule fonction, appelée fonction de préférence, qui prend des valeurs comprises entre 0 et 1 pour exprimer le degré de cette préférence. Ainsi, une action a_i ne peut être préférée à une a_k qu'à droite de la valeur 0 ; inversement a_k ne peut être préférée à a_i qu'à gauche de

0. Les méthodes PROMETHEE et GAIA présentent en outre l'originalité d'offrir au décideur la possibilité de choisir entre six types différents de fonctions de préférence dans un même processus décisionnel. Ces types permettent d'opter pour une fonction de préférence qui soit adaptée à chaque critère ; en pratique, ils couvrent la majorité des besoins des décideurs. Les six fonctions de préférence utilisées dans les méthodes PROMETHEE et GAIA sont décrites ci-après.

Figure.2.3. Les différents types de fonction de préférence

Type de fonction critère	Forme proposée	Paramètres à définir
Vrai critère		Pas de paramètre à déterminer
Quasi-critère		q : seuil d'indifférence qui doit être fixé
Critère à préférence linéaire		p : seuil de préférence qui doit être fixé
Pseudo-critère		q, p
Critère à préférence linéaire avec zone d'indifférence		q, p
Critère gaussien		σ : écart-type

Source : Laaribi, 2000

Dans le type I correspondant au vrai critère ou critère usuel, la fonction Fj (a,b) traduit une préférence stricte dès qu'un écart, si petit soit-il, existe entre les évaluations de a et de b ; Fj prend alors la valeur 1. Si Fj=0, il y a indifférence entre a et b.

Le deuxième type de fonction de préférence de forme U est le quasi critère. Un seul paramètre q doit être fixé. Il représente le seuil d'indifférence à partir duquel il existe une préférence stricte, c'est à dire que l'écart entre les évaluations des actions a et b doit être supérieur à q. Si cet écart est inférieur ou égal à q, il y a indifférence entre a et b.

Le troisième type de critère de forme V appelé critère à préférence linéaire exige la fixation d'un paramètre p qui représente un seuil de préférence. La préférence entre les actions croit linéairement jusqu'au seuil p. Dès que l'écart entre les évaluations des actions devient supérieur à p, il y a préférence stricte. Il y a indifférence entre les actions si l'écart est nul.

Un quatrième type de fonction de préférence correspond au critère à paliers ou pseudo critère. Deux paramètres p et q doivent être fixés. Entre 0 et q il y indifférence entre les actions, de q à p la préférence est faible, au delà de p la préférence devient stricte.

Le critère à préférence linéaire avec zone d'inférence correspond au cinquième type de fonction. Deux paramètres p et q doivent aussi être fixés. Il y a une zone d'indifférence entre 0 et q, ensuite vient une zone de palier de préférence jusqu'à p et au delà de p la préférence devient stricte.

Enfin, le sixième type de fonction de préférence est le critère gaussien. C'est une fonction à un seul paramètre appelé seuil gaussien. Si l'écart entre les évaluations des actions est égal à ce seuil, la préférence est faible.

2 L'enrichissement de la relation de dominance et la construction d'une relation de surclassement valué. Une fois les types de fonctions de préférence choisis, ainsi que les paramètres qui leur sont associés, on cherche à déterminer pour chaque paire d'action (a_i , a_k) laquelle des deux surclasse l'autre en tenant compte de la différence de leurs

évaluations $g_j(a_i)$- $g_j(a_k)$ sur un critère donné j. Pour obtenir une valeur globale des préférences, on calcule un indice multicritère pour l'hypothèse a_i *surclasse* a_k en additionnant toutes les valeurs de préférence par critère, chacune étant multipliée par le poids attribué au critère correspondant. Cet indice traduit le degré de préférence du décideur de l'action a_i par rapport à l'action a_k, et ce, pour l'ensemble des critères. Il est donné par l'expression suivante :

$$\Pi_{ik}=\sum_{j=1}^{m} w_j.P_j(a_i,a_k) \quad ; \quad \sum_{j=1}^{m} w_j = 1$$

où les w_j sont des poids associés aux critères j et représentent l'importance relative de ceux-ci. Une valeur de Π_{ik} proche de 0 traduit une préférence faible alors qu'une valeur proche de 1 traduit une préférence forte. Les flux de surclassement permettent d'exploiter la relation de préférence.

3 L'exploitation des flux de surclassement pour ranger les actions selon un pré ordre partiel PROMETHEE I ou un pré ordre complet PROMETHEE II. Ces deux types de rangements des options sont établis en considérant les flux multicritères sortant et entrant tout en acceptant les incomparabilités et les indifférences. Le flux sortant mesure le caractère surclassant d'une action et est donné par l'expression suivante :

$$\Phi^+(a_i)=\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\Pi_{ik}$$

Le flux entrant mesure le caractère surclassé d'une action et est donné par l'expression suivante :

$$\Phi^-(a_i)=\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}\Pi_{ki}$$

Le flux multicritère net ou flux résultant est la différence entre le flux sortant et le flux entrant. Les meilleures actions sont celles qui ont la plus grande valeur positive de flux net.

$\Phi=\Phi^+(a_i)-\Phi^-(a_i)$

La valeur du flux net varie entre –1 et +1.Les flux sortant et entrant sont utilisés pour effectuer le rangement partiel PROMETHEE I des options. Ce rangement permet de mettre en évidence s'il y a lieu l'incomparabilité ou l'indifférence entre les options. Quant au

classement complet PROMETHEE II, il est obtenu à partir des flux multicritères nets. C'est ce dernier type de classement des options qui est considéré dans le cadre de cette thèse.

Analyse GAIA : L'analyse GAIA est une méthode de visualisation géométrique interactive permettant de décrire et d'interpréter les données du tableau d'évaluation. Elle complète les résultats fournis par PROMETHEE. Le plan GAIA est issu de la technique de l'analyse en composantes principales et consiste en une représentation géométrique des données du tableau des évaluations en utilisant les flux nets uni-critère Φ_j défini par :

$$\Phi_j(a_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{a_k \in A} \{P_j(a_i, a_k) - P_j(a_k, a_i)\}$$

Les flux nets uni-critère déterminent une matrice comparable au tableau d'évaluation initial, mais plus riche en informations, notamment sur les degrés de préférence attribués aux écarts observés entre les évaluations des actions pour chacun des critères. Le but du plan GAIA est de visualiser l'information contenue dans cette matrice. Pour ce faire, chaque action a_i est représentée par un point α_i dans un espace réel à k dimensions dont les axes sont représentatifs des critères :

$\alpha_i : (\phi_1(a_i), \phi_2(a_i), \ldots \phi_j(a_i), \ldots \phi_k(a_i))$; i=1,2…n

On obtient alors un nuage de n points dans R^k centré à l'origine. Étant donné la difficulté de visualiser ce nuage de points dans R^k, on obtient le plan GAIA en faisant une projection orthogonale sur un plan (u,v) passant par l'origine de manière à perdre le moins d'information possible. Le paramètre δ permet de mesurer la quantité d'information préservée après la projection du nuage de points. Dans le plan GAIA, les coordonnées de la projection d'un vecteur quelconque sont définies par x'u et x'v. Les critères y sont représentés par la projection cj (j=1,2,…k) des vecteurs unités e_j (j=1,2,…k). Quant à l'axe de décision, il est représenté par la projection du vecteur w : (w_1, w_2, …, w_j, …w_k) des poids déterminant l'importance relative des critères.

L'interprétation du plan GAIA se fait de la manière suivante. L'axe de décision π indique la direction dans laquelle se trouvent les meilleures actions du classement PROMETHEE II. Elles découlent de la projection des actions a_i sur l'axe de décision. La fiabilité de

l'information est d'autant meilleure que les axes cj représentant les critères et l'axe de décision π sont plus longs. La longueur des axes cj permet de comparer le pouvoir discriminant des différents critères. Plus ces axes sont longs, plus les critères différentient les actions et influencent la décision. La longueur de l'axe π détermine son degré de pouvoir de décision. Si il est long, le pouvoir de décision est élevé. Par contre le pouvoir de décision de l'axe π est faible si sa longueur est courte et une solution de compromis doit être recherchée près de l'origine. Dans le plan GAIA la position des axes c_j traduit les fonctions de préférence. Les critères de même préférence sont orientés dans la même direction, les critères conflictuels sont orientés dans des directions opposées, tandis que les critères indépendants sont orthogonaux. La position des actions dans la direction de certains axes représentant les critères indique qu'elles performent bien sur ces derniers. Cette performance est d'autant meilleure que les actions sont situées plus loin de l'origine. Deux actions sont semblables si leurs images sont proches dans le plan GAIA.

Les actions situées près de l'origine des axes sont des actions moyennes qui constituent de bons compromis lorsque les critères sont très conflictuels. Deux actions deviennent incomparables lorsqu'elles sont situées dans des directions opposées dans le plan, en présence avec deux groupes de critères conflictuels. Enfin, notons que la position relative des axes de critères et de l'axe de décision indique quels sont les critères qui sont en accord avec la décision. Lorsqu'on modifie les poids accordés aux critères, seules la position et la longueur de l'axe de décision changent. Il devient alors possible d'effectuer une analyse de sensibilité sur les poids pour mettre en évidence leur impact sur le classement
PROMETHEE II ou sur le processus décisionnel. Dans cette étude les actions sont représentées par les options énergétiques.

Contexte multi-acteurs

Dans un processus décisionnel il y a souvent plus qu'un décideur même si celui-ci détient exclusivement un grand pouvoir de décision. Le fonctionnement des méthodes PROMETHEE et GAIA décrit ci-dessus est valable aussi bien pour un seul acteur que pour plusieurs acteurs.

Selon Belton et Pictet (1997), l'application d'un modèle d'analyse multicritère à la décision de groupe est basée sur trois procédures qui sont le partage, l'agrégation et la comparaison. Ces procédures définissent la façon dont les points de vue individuels sont rassemblés pour parvenir à une décision de groupe. Les informations générées individuellement ou en groupe peuvent être mises à profit dans un contexte multi-acteurs. Le processus de concertation amène les acteurs à partager de l'information et ce, sur une base de discussion pour définir les options et identifier les critères d'évaluation selon une approche socio-constructiviste[10]. Toutefois, certaines règles peuvent être fixées dans le processus de construction des options et des critères (Sarlos et al., 2002). Par exemple on peut se donner pour règle de considérer toute option qui même aux yeux d'un seul acteur peut permettre l'atteinte des objectifs visés. Cela évite de mener des discussions souvent inutiles sur les forces et les faiblesses d'une option et de s'en tenir aux résultats d'évaluation. Il en est de même pour la sélection des critères puisque chaque acteur a la liberté d'attribuer un poids faible à un critère qu'il juge non pertinent.

La considération des systèmes de valeur des acteurs laisse la possibilité à chacun de définir et de conserver son propre jeu de paramètres, telle que par exemple la pondération des critères, sans interagir avec les autres. Ces différents jeux de paramètres permettent de produire des résultats individuels. L'équipe de soutien effectue une comparaison de ces résultats pour souligner les positions minoritaires et majoritaires. Enfin, une procédure d'agrégation des préférences individuelles est utilisée par l'équipe de soutien pour produire un résultat global à partir des résultats individuels.

Dans les méthodes PROMETHEE et GAIA la décision de groupe est analysée à travers la notion de scénarios. Chaque acteur peut être représenté par un scénario. Tous les scénarios représentant les différents acteurs sont définis dans un même document Decision Lab qui permet le partage des mêmes critères et options, ainsi que des données d'évaluation de celles-ci. Seuls les paramètres de préférences comme la distribution des poids des critères et les fonctions de préférences peuvent être différents d'un scénario à l'autre. La définition des

[10] Selon cette approche les critères doivent être construits par les acteurs sociaux, incluant les experts qui débattent de ce qui est convenable pour leur milieu.

scénarios permet de les analyser séparément et aussi de les comparer entre eux. Les classements PROMETHEE et les plans GAIA[11] de tous les acteurs s'obtiennent à partir de la combinaison des informations relatives aux différents scénarios. Dans une décision de groupe les classements PROMETHEE fournissent une information sur un consensus possible tenant compte du pouvoir de décision de chaque acteur. Dans la réalité des poids doivent être accordés aux différents scénarios pour exprimer l'influence relative des acteurs sur la décision. Dans cette recherche nous avons considéré que tous les acteurs ont la même influence sur la décision car nous ne pouvions faire autrement en raison de la simulation de certaines étapes du processus décisionnel. Mentionnons enfin que dans l'analyse des résultats multi-acteurs, deux plans GAIA distincts sont disponibles le GAIA-Critères et le GAIA-Scénarios.

Le GAIA-Critères est similaire à celui obtenu pour un seul scénario, mais dans lequel les axes des critères correspondent chacun à une vue agrégée du critère à travers l'ensemble des scénarios pondérés. Le GAIA-Scénarios représente les scénarios à la place des critères. Chaque axe représente le classement multicritère des options dans un scénario donné. Dans une décision de groupe, ce plan GAIA est utile pour identifier des coalitions d'acteurs ayant des opinions similaires, ainsi que les conflits entre les acteurs.

2.5 Conclusion partielle

Les systèmes d'évaluation environnementale sont en pleine évolution à l'échelle internationale dans la plupart des pays. L'évaluation environnementale stratégique émerge comme une avenue prometteuse pour intégrer les préoccupations environnementales au plus haut niveau du processus décisionnel. La mise au point d'une méthodologie permettant d'évaluer la valeur environnementale des systèmes énergétiques, ainsi que les autres dimensions concernant les aspects économiques et socioculturels constitue l'un des grands axes de recherche en matière d'évaluation environnementale. Cette thèse s'inscrit dans cette logique. Compte tenu des limites signalées au niveau des outils méthodologiques

[11] Ces graphiques peuvent être produits en accedant aux fonctions multi-scénarios de Decision Lab au moyen de l'option Tous Scénarios dans la liste déroulante de la barre d'outils Principale.

actuellement utilisés en ÉES, le défi consiste à faire un arrimage entre l'analyse environnementale, les systèmes d'information géographique et l'aide multicritère à la décision. Le but est de mettre à la disposition des acteurs des approches adaptées leur permettant de produire de l'information pour l'aide à la décision dans l'élaboration de stratégies énergétiques. Les options énergétiques recouvrent une grande diversité de réalités spatiales et socio-économiques et, seule une approche intégrée et concertée permet de prendre en compte la majorité des préoccupations du milieu.

L'utilisation des techniques d'analyse multicritères et des SIG dans le cadre d'une ÉES s'avère une solution adaptée à ce besoin. La gestion des problèmes environnementaux du secteur de l'énergie est complexe et nécessite l'utilisation de méthodes multicritères, car de nombreux aspects environnementaux, techniques, économiques et socioculturels doivent être considérés. L'analyse multicritère offre un cadre méthodologique réaliste permettant de traiter de multiples critères décisionnels aussi bien quantitatifs que qualitatifs. L'approche multicritère s'avère donc essentielle pour élaborer la méthodologie visant à intégrer les préoccupations environnementales dans l'élaboration des stratégies de production énergétique, au même titre que les aspects techniques et économiques. Dans le contexte africain il est important que les acteurs soient suffisamment motivés par le processus décisionnel décrit à la section 2.4.3 et qu'ils y participent activement.

Toutefois, un compromis doit être trouvé entre les souhaits des acteurs et les contraintes méthodologiques, notamment en ce concerne la définition des critères et des options potentielles. Aussi, les acteurs ne sont pas tenus de participer à toutes les étapes de la procédure de décision. De ce point de vue, le choix des fonctions de préférence et le travail d'évaluation des options potentielles selon les critères retenus peuvent être effectués par l'analyste en aide à la décision. Dans le contexte africain, le fait d'impliquer les acteurs aux étapes d'identification et de négociation des enjeux liés à la définition des grandes orientations du secteur de l'énergie constitue un pas important vers la prise en compte de l'environnement dans la prise de décision. C'est aussi le début du chemin qui mènera vers une production énergétique durable et vers un véritable développement socio-économique de ces pays.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE GÉNÉRALE ET CADRE OPÉRATOIRE

Ce chapitre traite de la description de l'approche méthodologique adoptée pour générer les options énergétiques, définir les critères d'évaluation et évaluer les options en tenant compte de points de vue multiples. L'approche est basée sur un processus d'aide multicritrère à la décision dans le cadre d'une démarche de décision participative.

3.1 Méthodologie générale

La démarche générale de notre recherche consiste à faire un cheminement, selon une approche constructiviste, avec les acteurs du secteur de l'énergie pour explorer les possibilités d'intégration des considérations environnementales le plus en amont possible dans le processus décisionnel. Par la suite, une approche méthodologique d'ÉES vouée au secteur de l'énergie est proposée sur la base des enseignements tirés du cheminement avec les acteurs et les principaux résultats de recherche obtenus. La méthodologie de recherche développée constitue donc une contribution importante de la thèse, tant au plan des critères de décision construits que sur la démarche elle même. Elle s'appuie principalement sur une démarche de décision participative. Une démarche basée sur la gestion des parties prenantes et sur l'aide multicritère à la décision est particulièrement adaptée aux problèmes de gestion de l'environnement (Martel et Rousseau, 1996). Ainsi, notre démarche générale repose sur un processus décisionnel multicritère et multi-acteurs d'ÉES.

Les procédures de planification d'une politique énergétique doivent permettre d'arbitrer les choix entre les multiples options possibles, et de coordonner l'élaboration des projets et les programmes d'action environnementaux (IEPF, 1988 : p.46). Chacune des options envisagées a des répercussions spécifiques sur les milieux biophysique et humain.

Des visites de terrain de certaines infrastructures énergétiques (Garafiri, Grande chute, Donkéa) ont été effectuées dans le but de s'imprégner des impacts de telles infrastructures et de prendre connaissance de la dynamique spatiale dans la zone d'étude. Ces visites ont été

rendues possibles grâce au soutien logistique de la SOGEL et d'Hydro-Québec International (HQI) en Guinée. Elles ont permis de saisir les problématiques relatives au développement hydroélectrique dans le contexte géographique à l'étude.

La tenue d'une table de concertation regroupant les principaux acteurs du secteur de l'énergie et l'équipe de soutien a favorisé la collecte d'une partie des données de la recherche. Les groupes d'acteurs ont pu exprimer leurs préoccupations en fonction de leurs systèmes de valeurs. Les enjeux soulevés ont été traduits en critères et pondérés selon les systèmes de valeurs des acteurs par l'importance relative accordée aux différents critères. Ces critères ont permis d'effectuer une évaluation comparative des options énergétiques construites en collaboration avec les acteurs. Les données concernant les filières permettent de justifier la position de chaque option sur l'échelle de mesure des critères. Les méthodes PROMETHEE I et II (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations) ont été employées pour procéder à cette évaluation comparative. Ces méthodes sont très utilisées dans le domaine de la prise de décision environnementale confrontée à des choix d'options stratégiques (Mareschal, 1989).

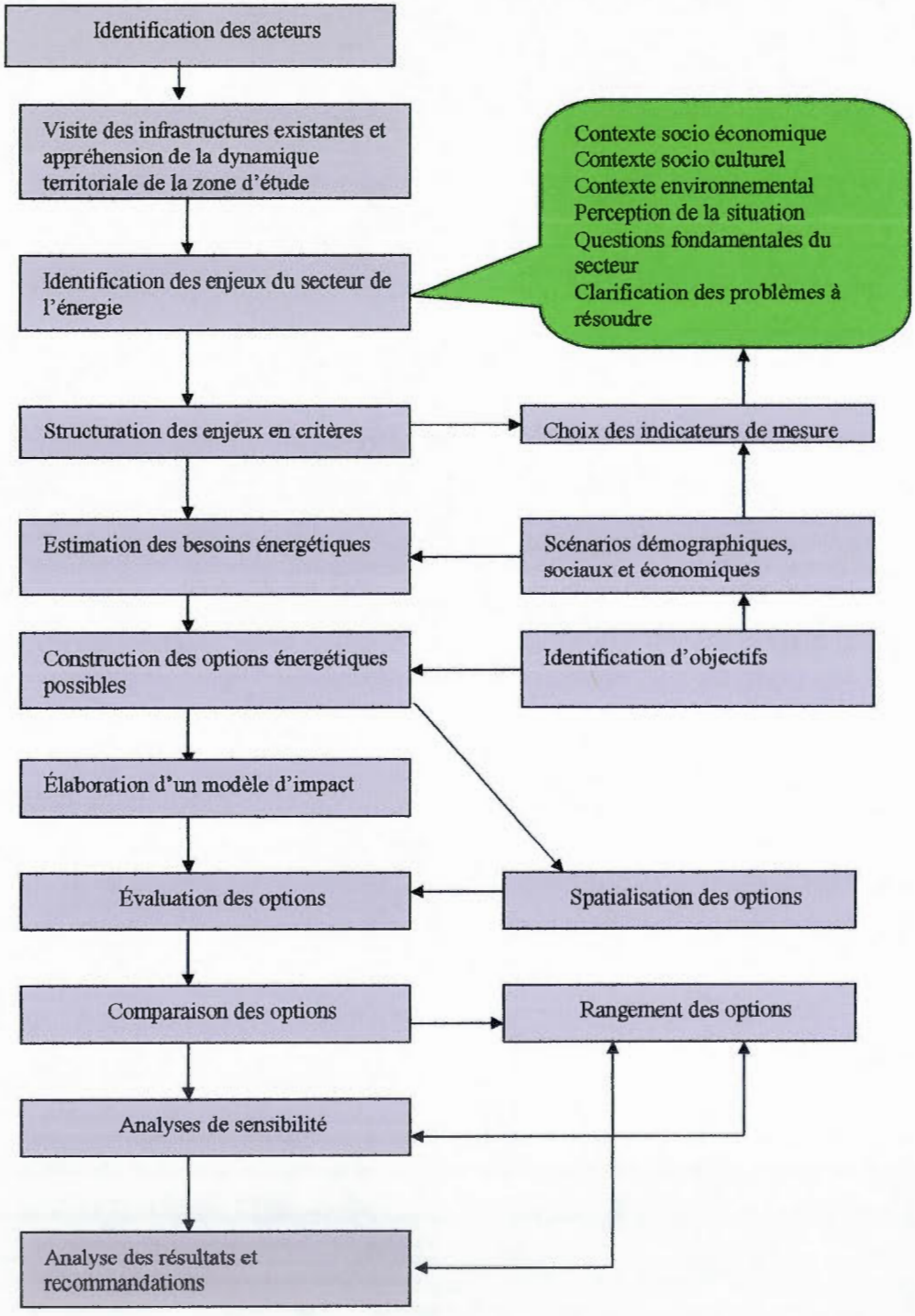
Une politique énergétique a pour objet de faire des choix parmi les options proposées par le processus de planification et de décider des mesures à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs fixés. De ce point de vue, la planification énergétique doit envisager un grand éventail d'options et les évaluer. L'évaluation comparative des options énergétiques implique une somme d'informations de plus en plus complexes à travers la recherche de solutions de compromis. Les acteurs en présence ayant des intérêts divergents, il est souvent souhaitable d'optimiser plusieurs critères simultanément. Toutefois, lorsque la recherche de solution est d'ordre multicritère, il n'y a plus de solutions optimales car aucune solution n'optimise tous les critères de la même façon en raison justement de leur caractère conflictuel (Brans et Mareschal, 2002).

La méthode PROMETHEE offre une certaine liberté aux décideurs ou aux acteurs en leur permettant d'attribuer des poids d'importance relative aux critères : plus le poids d'un critère est élevé, plus le critère est important selon la préférence du décideur ou des acteurs.

En plus de l'attribution de poids aux critères, les acteurs ou décideurs doivent définir leurs degrés de préférence d'une action par rapport à une autre, et ce, pour chaque critère. Ce degré de préférence est défini par le choix d'une fonction de préférence (Brans et Mareschal, 2002). La reconnaissance explicite de la composante subjective est indispensable au processus de décision. C'est pourquoi on appuie généralement l'idée qu'un problème multicritère n'a pas de solutions si on n'apporte pas une information supplémentaire qui est la préférence du décideur.

L'analyse multicritère à la décision permet l'agrégation des performances des options, et l'intégration des préoccupations et des valeurs des acteurs dans l'évaluation des impacts socio-économiques et environnementaux des options. En somme, l'agrégation des performances permet de choisir les options qui, globalement, ont reçu les meilleurs rangements ou résultats, par ordre de préférence.
La figure ci-dessous présente les étapes de la démarche générale de la recherche.

Figure 3.1 Étapes de la démarche d'ÉES



Il est indispensable dans les évaluations comparatives d'options énergétiques, d'indiquer les cadres temporel et spatial dans lesquels celles-ci s'inscrivent. Dans l'optique de cette recherche, un horizon de 20 ans à compter de l'année 2000 et un cadre spatial correspondant à la région naturelle et administrative de la Guinée maritime ont été considérés. Le choix de la Guinée maritime se justifie simplement parce qu'elle correspond à la région industrielle de la Guinée ayant plus de 70% de la demande énergétique du pays et à cause de son poids démographique et économique par rapport au reste du pays.

3.2 Cadre opératoire

Nous exposons ici la manière dont les données de terrain ont été utilisées dans l'expérimentation pour parvenir aux résultats, conformément aux questions et aux objectifs de recherche. Premièrement, les résultats d'une série d'entretiens individuels réalisés avec les acteurs concernés par le secteur énergétique ont servi à la vérification de la pertinence des thèmes d'exploration sélectionnés parmi l'ensemble des grands enjeux du secteur de l'énergie. Cela a permis de construire et de valider les critères pertinents par rapport au contexte décisionnel à l'étude. Deuxièmement, à l'aide d'observations et d'entretiens, au sein du ministère de l'Énergie, nous avons décrit le fonctionnement de l'appareil décisionnel. Troisièmement, dans le but de documenter le processus décisionnel nous avons constitué une banque de données en répertoriant les données existantes au ministère de l'Énergie, les données issues de la littérature et celles obtenues de la table de concertation, ainsi que les données inventoriées chez les autres groupes d'acteurs qui n'ont pas voulu participer à la table de concertation. Ces acteurs n'ont pas expliqué les raisons de leur non participation à la table de concertation, mais ils ont collaboré à la recherche en fournissant de l'information. Enfin, les informations contenues dans la banque de données ont été traitées et ont servi à la construction de la matrice de performance, pour les analyses multicritères, ainsi qu'à la conception d'une approche méthodologique d'ÉES adaptée au contexte guinéen et au secteur de l'énergie. Les éléments constitutifs de cette approche adaptée concernent notamment le processus d'ÉES, le cadre participatif et le rôle dévolu aux acteurs.

Comme nous l'avons dit précédemment, notre approche méthodologique s'appuie sur une approche par décision participative dans un contexte multi-acteurss et multicritère. Elle adopte une démarche constructiviste qui reconnaît le caractère conflictuel des préférences des acteurs et sa dynamique au sein du processus décisionnel. Un modèle d'aide à la décision est élaboré en cherchant à tirer parti de ce qui semble être la partie stable de la perception du problème qu'ont les acteurs (Côté, 1997 : p.45). De ce point de vue, le modèle d'aide à la décision vise à fournir aux acteurs des concepts, des modes de représentation et de raisonnement leur permettant d'enrichir leurs perceptions. La méthode est employée de manière itérative pendant que les acteurs négocient pour trouver des compromis difficiles entre les multiples options. L'approche méthodologique utilisée dans cette thèse s'inscrit dans cette logique et les principales étapes sont décrites ci-après. De plus, elle sera illustrée par l'étude de cas au chapitre 4.

3.2.1 Identification des acteurs

En matière de planification stratégique, il est souhaitable de considérer non seulement les personnes qui seront affectées par les décisions prises, mais aussi toute personne ou groupe de personnes ayant des intérêts liés à l'objet de décision. C'est ainsi que Martel et Rousseau (1993) recommandent l'exhaustivité dans l'identification des acteurs. Dans cette étude, les acteurs sont d'abord recrutés de manière active à partir d'un processus d'information et de communication entre les départements ministériels, les groupes d'intérêt en énergie et en environnement, le milieu universitaire et les entreprises avec l'appui du ministère de l'Énergie et de l'Hydraulique qui est l'initiateur de la politique énergétique (Kourouma et Waaub, 2001). La consultation d'un premier groupe d'acteurs dûment identifiés a permis d'en identifier d'autres. De plus, le processus de concertation est resté ouvert à l'ajout d'autres acteurs en cours de chemin. Tous les acteurs ont été par la suite regroupés par secteurs d'intérêt. Chaque secteur a été représenté par un ou deux représentants à la table de concertation à la suite de l'envoi de lettres d'invitation par le ministère de l'Énergie et de l'Hydraulique aux différents chefs de service.

Des rencontres individuelles avec ces acteurs au sein de leurs services ont permis d'améliorer et de faire accepter les règles de procédure de la table de concertation, notamment la garantie

de la confidentialité des informations fournies à travers un protocole d'entente, l'accord sur un calendrier des séances de travail incluant les pauses café et les repas, la précision des exposés à faire, le déroulement des séances de travail, le respect des temps de parole, le respect des opinions des autres, la définition des rôles et responsabilités de l'équipe de soutien. Ces rencontres préparatoires effectuées dans le cadre d'entrevues exploratoires ont aussi aidé à mieux cerner les principaux thèmes à aborder lors des réunions de la table de concertation.

Un examen des documents relatifs à la politique de l'énergie et à celle de l'environnement a aussi été réalisé pour compléter les informations fournies par les acteurs.

3.2.2 Organisation d'une table de concertation

Les différentes données de la thèse ont été collectées durant le travail d'une table de concertation, ainsi qu'au moyen d'entretiens exploratoires et par une recherche documentaire. Les activités de collectes de données ont eu lieu à Conakry en Guinée du 4 mai au 20 août 2001. Les réunions de la table de concertation ont eu lieu une fois par semaine durant les mois de juin, juillet et août 2001. La table de concertation a regroupé les principaux acteurs du secteur de l'énergie. La prise en compte des préoccupations des acteurs dans l'intelligence de la démarche décisionnelle se justifie davantage dans les situations où il faut négocier et choisir entre différentes options énergétiques. La démarche adoptée dans cette thèse engage donc une communication interactive entre les acteurs. Cette communication prend place à plusieurs niveaux, notamment aux étapes d'identification des enjeux, de construction des options et des critères d'évaluation. Les enjeux sont identifiés par les acteurs de la table de concertation et l'équipe de soutien. Ces enjeux sont structurés en critères par l'équipe de soutien et validés par la table de concertation. Les indicateurs de mesure sont déterminés et validés par l'équipe de soutien et la table de concertation. En ce qui concerne la construction des options énergétiques, la philosophie générale et les objectifs sont définis par la table de concertation tandis que la conception et la description relèvent de l'équipe de soutien. L'évaluation des options est faite sur le plan technique par l'équipe de soutien, mais les poids des critères sont fixés par la table de concertation. Ensuite l'équipe de soutien revient à la charge pour simuler la négociation de la table de concertation.

La table de concertation organisée dans le cadre de cette recherche s'inscrit dans un mode de participation sociétale restreinte (voir le processus décrit à la section 2.4.3). Ce mode de participation est utile à certaines étapes d'une ÉES. Selon Rousseau et Martel (1996), il n'est pas nécessaire que tous les acteurs participent à toutes les étapes d'un processus de décision. Une participation de type restreinte permet une bonne efficacité de travail mais ne remplit pas le besoin d'une consultation sur une base élargie à d'autres étapes du processus d'ÉES.

Toutefois, le fonctionnement d'une table de concertation limitée aux acteurs provenant des directions techniques de différents départements ministériels et à quelques autres acteurs clés du secteur de l'énergie constitue à notre avis un pas en avant vers l'ouverture et le mode de démocratie institutionnelle par rapport au mode traditionnel de planification énergétique en Guinée. Une telle approche est bien adaptée à la situation de pays en développement où l'implication publique dans les processus décisionnels se heurte à de nombreux obstacles.

Dans l'expérimentation, nous avons choisi de statuer sur la représentativité de l'ensemble des acteurs potentiels et sur les méthodes capables de rendre plus performants la négociation et l'établissement de consensus entre les parties prenantes. Les décisions en matière de choix énergétiques sont globales et multisectorielles. Elles impliquent des considérations d'ordre écologique, économique, socioculturel en plus des aspects techniques liés à la solution des problèmes. Les choix énergétiques possibles doivent être analysés soigneusement.

L'approche utilisée pour la table de concertation s'inspire donc d'un modèle global de prise de décision centré sur l'aide multicritère.

L'une des étapes importantes de la planification énergétique est de poser correctement les questions fondamentales du secteur, d'identifier les enjeux importants et d'établir un consensus entre les acteurs sur les solutions.

3.2.3 Identification des enjeux

Des entretiens exploratoires avec les acteurs ont été effectués par secteur d'intérêts avant de regrouper tout le monde à la table de concertation. Ces entretiens exploratoires ont permis de bien définir les principaux thèmes abordés par la suite à la table de concertation et ce, selon le principe qui consiste à avoir quelque chose à proposer pour inciter les discussions mais pas trop structurés pour ne pas donner l'impression d'une simple validation par les acteurs. Pour saisir les grands enjeux, l'ampleur des phénomènes ainsi que leurs causes probables, il faut disposer d'informations suffisantes relatives au profil socio-économique, aux composantes biophysiques et aux orientations du secteur de l'énergie. Pendant les séances tenues à la table de concertation, une série de questions portant à la fois sur les objectifs et les conséquences des solutions éventuelles de la fourniture d'énergie ont été posées aux acteurs pour leur permettre d'exprimer leurs points de vue. En premier lieu, un groupe d'acteurs présente des exposés portant sur la thématique du jour. Ensuite les exposés sont suivis d'un débat au cours duquel des questions sont posées aux acteurs.

Chaque acteur ou groupe d'acteurs a défini les questions qui lui semblaient importantes par rapport à la fourniture d'énergie et a formulé des pistes de solutions. Aussi, comme mentionné précédemment, un examen des documents relatifs aux politiques sectorielles de l'énergie et de l'environnement a été réalisé pour compléter les informations fournies par les acteurs. Cette étape a servi à identifier les grands enjeux du secteur de l'énergie. Les enjeux identifiés ont été structurés par classes d'impacts de manière à faciliter l'identification d'indicateurs de mesure (voir paragraphe 2.2.7). L'analyse des besoins énergétiques et de l'offre est essentielle à l'identification de solutions permettant de faire un arbitrage entre production énergétique nationale et importation d'énergie.

3.2.4 Estimation des besoins énergétiques globaux par rapport à l'horizon temporel considéré

La projection de la demande d'énergie finale est basée sur l'analyse du passé et de la situation actuelle du système énergétique (IEPF, 1988 : p.51). La prévision de l'évolution

future de la demande d'énergie constitue une information essentielle pour définir une stratégie de réalisation des infrastructures et des aménagements énergétiques (Sarlos et al., 2002). Les besoins énergétiques globaux de la Guinée maritime en 2020 ont été estimés dans le but que chacune des options à construire puisse permettre de les satisfaire. Les méthodes d'analyse de l'évolution de la demande d'énergie sont très différentes selon qu'on s'intéresse au court terme (d'heure en heure, journée, mois, saison ou, année), au moyen terme (de 1 à 15 ans) ou au long terme (au-delà de 15 ans).

Dans la présente thèse, l'analyse de l'évolution de la demande en énergie est faite à long terme. Dans le long terme, les modifications qui peuvent intervenir sur les plans social, économique et technologique sont tellement importantes qu'une analyse quantitative de l'évolution devient toujours incertaine. Il faut alors formuler plusieurs ensembles d'hypothèses pour construire des options énergétiques valables. La demande globale d'énergie a ainsi été déterminée en la fractionnant en trois composantes : les besoins en énergie pour les centres urbains, les besoins pour les industries minières et les besoins pour les milieux ruraux. Nous avons considéré les résultats de l'analyse de l'évolution de la demande en énergie réalisée par la firme SNC-Lavalin pour les centres urbains et les industries minières (MRNE, 1999). Nous avons estimé les besoins énergétiques en milieu rural pour lesquels il n'existait aucune donnée. L'estimation de ces besoins est fondée sur un ensemble d'hypothèses pour chacune des composantes suivantes :

- ✓ **les besoins en énergie liés aux activités productives** qui se subdivisent en besoins en énergie liés à l'irrigation, les besoins en énergie liés à la transformation agricole, les besoins en énergie dans les commerces et restaurants, ainsi que les besoins en énergie pour les activités artisanales ;

- ✓ **les besoins en énergie liés aux infrastructures sociales** comprenant les besoins en énergie pour le pompage et la distribution de l'eau potable, les besoins en énergie pour l'éclairage public et les besoins en énergie pour les infrastructures rurales de santé ;

- ✓ **les besoins énergétiques domestiques** qui se fractionnent en besoins en énergie pour l'éclairage, les besoins en énergie pour la télévision, les besoins en énergie pour la ventilation, les besoins en énergie pour la réfrigération et les besoins en énergie pour la cuisson.

Les données issues de ces étapes de collecte de données combinées à une analyse de l'offre permettent de construire des options énergétiques représentant des images futures du système énergétique qui sera requis.

3.2.5 Construction des options énergétiques

La connaissance des enjeux permet en partie de définir les objectifs des options à envisager. Les options de fourniture d'énergie sont construites sur la base des ressources disponibles, des problèmes identifiés et des solutions proposées par les acteurs. Étant donné qu'il est utile de pré structurer un problème à résoudre avant de faire participer les acteurs concernés, nous avons proposé au départ quelques options de base composées de filières énergétiques telles que l'hydroélectricité, le thermique, la biomasse et, le solaire pour stimuler la réflexion des acteurs. Toutefois, ces options de base ne sont pas très élaborées pour ne pas laisser apparaître aux yeux des acteurs que les solutions sont établies à l'avance. Comme proposé par Keeney (1992) pour stimuler la génération d'options, les acteurs seront amenés à se concentrer sur certains objectifs, à améliorer les options déjà générées et à combiner ces options. La combinaison de filières énergétiques et le choix de sites de production ou de consommation ont permis de construire des options comprenant des équipements de production et de transport. Chaque option énergétique est constituée par des équipements de production comprenant les sources hydrauliques, thermiques, solaires et biomasses.

La proportion de chacune de ces sources dans les différentes options est déterminée en fonction des besoins globaux à satisfaire et du potentiel énergétique disponible ainsi que de certaines considérations stratégiques (électrification rurale, diminution de la dépendance aux énergies importées, développement du secteur minier, autonomie énergétique, potentiel hydroélectrique du pays, etc.). Dans les options décentralisées, le pourcentage d'énergie affectée aux localités est estimé au prorata de la densité de population et tient compte du

statut économique des localités. Dans les options centralisées, ces pourcentages sont déterminés en tenant compte des besoins d'énergie d'origine thermique pour certaines industries ainsi que de l'éloignement de certaines localités par rapport au réseau électrique.

Les sites de production hydroélectriques ont été retenus sur la base de critères relatifs au potentiel de développement régional, à la qualité et à la précision de l'information technique disponible, aux besoins énergétiques, ainsi qu'au coût unitaire de production des équipements (HQI, 1985 : p3-4). Les équipements de production thermique et solaire (photovoltaïque et éolienne) ont été retenus de manière à ce que l'éventail des capacités à installer soit adapté à la taille des besoins.

Chaque option est ensuite analysée en fonction de ses répercussions sur l'environnement naturel et socio-économique. Cette étape a aidé à dresser l'inventaire des moyens déjà disponibles ainsi que celui des contraintes et des réalités du territoire à l'étude. Aussi, à cette étape, la validation des enjeux auprès des acteurs a permis de s'assurer de la fermeté du consensus existant à leur sujet, de vérifier la cohérence de l'adéquation objectifs/options.

En effet, les discussions sur les enjeux amènent les acteurs à évoquer à la fois des préoccupations qui seront traduites en critères par les spécialistes d'Aide à la décision ; et à la fois des objectifs et des besoins qui servent à établir des options. Ces systèmes de valeurs qui émergent dans un cadre de controverses publiques sont multiples et complexes (Côté, 1997 : p.49). Ainsi, on note parfois des inversions de valeurs au niveau des acteurs : ce qui pour certains fait partie de la solution, pour d'autres apparaît comme relevant du problème (Limoge et al., 1993 cités par Côté, 1997 : p.49).

3.2.6 Construction de critères d'évaluation

Les enjeux ayant été identifiés, il faut les traduire en critères. Selon Roy et Bouyssou (1993 : p.80-100), les conditions nécessaires à l'élaboration d'une famille de critères présentant un caractère discriminant sont l'exhaustivité, la cohésion et la non redondance. L'exhaustivité concerne la façon de regrouper entre eux les effets ou attributs traduisant les conséquences des options pour aboutir à une famille de critères. La cohésion vise à cerner le minimum

d'adéquation entre le rôle dévolu à un critère quelconque au niveau des préférences restreintes à son axe de signification et le rôle qui lui est dévolu une fois intégré au niveau des préférences globales. La redondance consiste à éviter dans la famille de critères retenus tout critère superflu dont l'absence n'influence pas le rôle joué par cette famille. La prise en compte du caractère discriminant des critères pose parfois des problèmes car du point de vue mathématique certains n'ont pas de raison d'apparaître sur la liste alors que du point de vue des acteurs ils veulent les retrouver dans le modèle. Le spécialiste en Aide à la décision doit alors faire attention à la pondération pour éviter les redondances bien qu'il soit recommandé de considérer un critère même s'il est jugé pertinent pour le problème à résoudre qu'aux yeux d'un seul acteur ; si un autre acteur juge ce critère non pertinent, il peut à l'étape de pondération lui attribuer un faible poids ou nul. Ces critères discriminants peuvent être identifiés pour la compréhension de la situation et seront utiles pour la mise en œuvre de la solution retenue.

Dans cette étude, certains critères ont été choisis dans la littérature et adaptés au contexte guinéen, d'autres ont été construits avec les acteurs à partir de la représentation de leurs préférences. Dans ce dernier cas, nous avons utilisé deux approches complémentaires pour construire les critères. La première consiste à structurer de façon hiérarchique les objectifs de la fourniture d'énergie jusqu'à un niveau adéquatement mesurable (Keeney, 1992 ; Rousseau et Martel, 1996: 20). La seconde consiste à analyser l'ensemble des conséquences des options pour identifier des axes de signification afin de choisir des critères environnementaux et leurs indicateurs de mesure (Roy, 1985 ; Rousseau et Martel, 1996: 20).

Les tableaux suivants sont un exemple d'une première ébauche de construction des critères à partir de la littérature, et des objectifs et enjeux préalablement identifiés par les spécialistes en Aide à la décision de la fourniture d'énergie en Guinée maritime. Cette ébauche a servi à procéder à une pré structuration du problème à résoudre et a été présentée aux acteurs pour stimuler leurs réflexions.

Tableau.3.1 Construction des critères à partir de la structuration des objectifs de la fourniture d'énergie.

Objectifs généraux	Sous-objectifs	Critères
Assurer l'autonomie énergétique	Mettre en valeur les potentialités énergétiques du pays	Mettre en lumière l'apport des différentes formes d'énergie dans le bilan énergétique
Assurerl'autofinancement du secteur énergétique	Assainir la gestion financière	Identifier le taux de recouvrement des factures d'électricité et les investissements dans le secteur énergétique
Assurer un niveau de service adéquat et son accès à l'ensemble de la population.	Satisfaire les besoins énergétiques domestiques, industriels et commerciaux	Obtenir une amélioration des conditions de vie et une amélioration des activités économiques

Tableau 3.2: Construction des critères à partir de l'analyse des conséquences des options

Conséquences des actions	Axes de signification	Critères
Impacts sur les populations	habitudes et déplacements	modification des modes de vie
Destruction d'écosystèmes	perte de biodiversité	modification d'écosystèmes
Pollution de l'air	émissions de polluants	qualité de l'air
Impacts sur la structuration de l'aménagement	occupation au sol des installations énergétiques	modification de l'aménagement
accidents dans de l'environnement	rupture de barrage, déversement de pétrole	risques de catastrophe
Pollution des eaux	émissions de polluants dans les eaux douces et maritimes	qualité des eaux
Impacts physico-chimiques sur les sols	érosion des sols	pollution des sols
Réchauffement global	émission de gaz à effet de serre	changement climatique global
Déforestation	défrichement	perte de couvert végétal

Cette première ébauche de construction des critères a été développée avec les acteurs lors des travaux de la table de concertation. Certains critères sont mesurés quantitativement par calculs et d'autres qualitativement (voir 3.2.7). Pour ces mesures, les données de base proviennent des informations fournies à la table de concertation et de la recherche documentaire. L'ensemble des critères est évalué à partir d'une série d'indicateurs. Si un

critère est évalué par l'intermédiaire de plusieurs indicateurs, son évaluation finale est obtenue par l'agrégation des valeurs des indicateurs qui le composent. Les critères construits sont pondérés par les acteurs en fonction de leurs systèmes de valeur. Cette pondération est effectuée par l'attribution directe de notes exprimant les préférences des acteurs pour l'importance relative des critères les uns par rapport aux autres. En plus de la pondération des critères les acteurs doivent aussi choisir une fonction de préférence pour chacun d'eux et fixer les seuils correspondants. Les méthodes PROMETHEE et GAIA offrent aux acteurs la possibilité de choisir entre six types de fonctions de préférence et deux types de seuils (voir chapitre II : figure 2.1). Les règles de choix des fonctions de préférence et de fixation des seuils sont expliquées au chapitre V.

3.2.7 Détermination et évaluation des indicateurs de mesure

Après avoir traduit les enjeux en critères, un ou plusieurs indicateurs ont été définis pour chaque critère. Les indicateurs de mesure sont évalués quantitativement par des mesures précises à savoir coût, dénombrement ou calcul, ou qualitativement sur la base des considérations évoquées ci-dessus et d'un ensemble d'hypothèses. La méthode de surclassement de synthèse favorisée dans cette étude (voir chapitre II), permet l'utilisation d'une échelle ordinale et d'une échelle cardinale. Le choix du type d'échelle dépend essentiellement de la fiabilité des données. L'échelle ordinale est généralement utilisée quand on dispose des données peu fiables alors que l'échelle cardinale est utilisée quand les données sont fiables. Dans une échelle ordinale, les valeurs en jeu sont reliées par les relations *plus petit que*, *plus grand que* et *égal à*. Dans cette étude, l'échelle cardinale a été essentiellement utilisée pour l'évaluation des indicateurs. Une telle échelle est caractérisée par le fait que les valeurs peuvent être représentées par les quatre opérations arithmétiques de base (Maystre et al. 1994, p.174). La mesure de certains indicateurs s'est faite par analyse spatiale à l'aide d'un SIG élaboré. Cela a nécessité la spatialisation des options énergétiques, incluant les sites de production et le réseau de transport électrique dans un SIG. L'élaboration de la version de base de ce SIG a été une contribution du projet de maîtrise de Marc-Antoine Ladouceur pour une analyse approfondie des aspects d'aménagement du territoire relatifs à notre recherche. La base de données numérisées à cet effet a été conçue à partir de l'*Atlas Infogéographique de la* Guinée maritime (formats papier et PDF) (Rossi et al., 2000), d'une carte topographique

de la Guinée (IGN, 1968), du *Schéma de l'Aménagement du Territoire National* (Guinée, 1991) et d'autres documents cartographiques (Ladouceur, 2003).

Les critères et indicateurs retenus réfèrent à plusieurs enjeux biophysiques, économiques, techniques, socioculturels et autres, qui doivent être pris en compte dans les options énergétiques. Nous avons donc élaboré un modèle d'impacts pour estimer les résultats pour chaque option par rapport à ces critères retenus. La démarche d'élaboration des indicateurs de mesure détaillés est présentée avec les résultats dans le chapitre V.

Les enjeux soulevés par les acteurs ont été structurés en indicateurs d'impacts. Pour mesurer l'impact de chaque option, nous avons élaboré un modèle générique d'impacts qui tient compte de l'effet relié au critère, de la sensibilité du milieu, ainsi que de la technologie ou la filière énergétique en jeu (Kourouma et Waaub, 2004). Les mesures initiales concernent les effets, lesquels sont qualifiés d'impacts à partir d'une information supplémentaire relative à la sensibilité du milieu et la nature de la technologie utilisée. A cet égard, les options étant composées de filières énergétiques, leurs impacts dépendent non seulement de la proportion de ces filières, de l'effet de chacune de ces filières, mais aussi de la nature des milieux touchés et de la technologie utilisée. Ainsi, nous avons défini des classes d'impact tenant compte de la sensibilité des milieux susceptibles d'être touchés par la mise en œuvre des stratégies d'équipement énergétiques. Les impacts de la construction et de l'utilisation d'une centrale hydroélectrique ne sont pas les mêmes que pour une centrale photovoltaïque. De même, détruire X km^2 de mangrove n'a pas le même effet que pour la même superficie en savane sèche. Le modèle permet donc de discriminer l'importance de l'impact en considération de la sensibilité du milieu et de la nature de la technologie utilisée pour la production énergétique. La nature de la technologie donne des indications sur l'intensité de l'impact ou le niveau de destruction de la composante environnementale, sa durée et son étendue[12]. 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 :

---

[12] L'intensité de l'impact 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. L'étendue correspond au rayonnement de l'impact, elle est évaluée en fonction de la proportion spatiale de la composante qui sera affectée par une ou plusieurs

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

Où :

E (P(f), X (j)) = mesure de l'effet relié aux critères ou effet d'un projet sur le milieu X(j) pour le critère j

$M_{p(j)}$ = 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 j

f(n) = filière énergétique (constituée de sites potentiels à aménager et/ou d'équipements à installer) variant de 1 à n

P (f) = projet énergétique variant de 1 à q(f)

Les paramètres $M_{p(j)}$ et Tech (f,j) permettent de moduler l'impact en fonction du milieu et de la filière utilisée.

L'évaluation des options nécessite l'estimation de la performance des critères et l'établissement des échelles de mesure. Les options étant composées de filières énergétiques, l'évaluation de ces filières agrégées pour chaque option se fait à partir des pourcentages des filières constituantes. Chacun des critères retenus doit permettre d'associer à chaque option une performance donnée sur une échelle de mesure. La performance d'un critère indique la mesure à laquelle une évaluation élevée traduit l'effet ou le résultat recherché (Prévil, 2000: p.234). Chacune des options, y compris l'option tendancielle de référence, est évaluée par rapport à chaque critère selon le modèle d'impact présenté ci-dessus. Pour chaque option, en tenant compte des critères d'évaluation, on projette l'image du territoire correspondant. Cela permet de saisir la portée de l'option par rapport à la globalité du milieu, c'est-à-dire avoir une vision holistique. Pour associer à chacune des options un niveau de performance pour chacun

---

sources d'impact. La durée réfère à la période pendant laquelle l'impact se fait sentir (HQ, 1995 citée par Kourouma, 1999 : p.41-43)

des critères, les experts portent des jugements sur les faits en établissant une relation de cause à effet, mais les aspects de l'évaluation des options qui font appel à des jugements de valeurs sont laissées aux autres acteurs (Rousseau et Martel, 1996: 20). Ce dernier type d'évaluation peut prendre la forme d'une distribution de notes représentant l'évaluation subjective des différents acteurs.

L'utilisation du modèle théorique d'impact présenté ci-dessus a permis d'évaluer la performance de chaque option énergétique par rapport à chacun des critères et représente la mesure des indicateurs d'impacts. Les résultats obtenus ont permis de construire la matrice des performances utilisée dans l'évaluation comparative des options.

3.2.8 Évaluation et comparaison des options énergétiques

Une fois complétée l'association à chaque option d'un niveau de performance pour chacun des critères, il faut procéder à l'agrégation des performances. Mais avant, les acteurs définissent l'importance relative des objectifs ou critères. C'est l'étape de spécification explicite des préférences des acteurs pour chaque critère traduisant un objectif. Ces préférences ou valeurs sont en général fondées sur l'expérience, le jugement scientifique et technique, ainsi que les valeurs personnelles (Siddayao et al., 1993 : p.86). Comme nous l'avons dit précédemment, les acteurs ont simplement pondéré les critères par attribution directe de points proportionnellement à l'importance relative des critères (information inter critères). De plus, un type de fonction de préférence et les seuils correspondants sont déterminés pour chacun des critères (voir chapitre V). Cela permet de produire de l'information plus riche concernant les situations d'indifférence, de préférence faible et préférence stricte. Par exemple jusqu'à combien d'hectares de forêt détruits, représentant l'écart d'évaluation entre deux options énergétiques, un acteur peut-il se considérer indifférent pour ces options? La pondération des critères et le choix des fonctions de préférence et leurs seuils correspondants ont permis de compléter la matrice des performances que nous avons utilisée avec les méthodes PROMETHEE et GAIA pour l'agrégation des performances.

Plusieurs auteurs ont émis des recommandations sur la façon d'agréger les préférences ou évaluations. Selon Tanz & Howar (1991), la méthode utilisée doit être assez simple pour être comprise par le grand public et le modèle doit être transparent de manière à ce que les participants puissent constater qu'ils ont un impact sur la solution. Ainsi, Rousseau & Martel (1996: p.25) proposent d'agréger des préférences en trois temps. Premièrement, on agrège les performances des différentes options de façon à refléter les préférences individuelles de chacun des acteurs. Dans une deuxième agrégation, on fait la synthèse de l'ensemble des préférences des acteurs pour un même secteur d'intérêt. Troisièmement, on réalise une agrégation des intérêts des différents secteurs de façon à représenter un système de préférences globales à partir duquel la recommandation sera élaborée. Simos (1990), Rousseau & Martel (1996), Côté et Waaub (1997), Martin et Waaub (1997) soutiennent que, 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.

Les composantes des méthodes PROMETHEE et GAIA appartiennent à cette approche et reposent sur trois étapes que nous avons décrites en détail au chapitre II, 1) l'enrichissement de la structure de préférence du décideur et introduction de la notion de critère généralisé, 2) l'enrichissement de la relation de dominance par la relation de surclassement, 3) l'exploitation des flux de surclassement pour l'aide à la décision en rangeant les options selon PHROMETHEE I et II (Brans et Marschal, 2002 : p.50). Ces composantes des méthodes PROMETHEE représentent un moyen efficace d'agrégation des performances et d'intégration des préoccupations et des valeurs des acteurs dans l'évaluation des impacts socio-économiques et environnementaux des options énergétiques. Nous avons utilisé le logiciel[13] *Decision Lab 2000* pour mettre en œuvre les méthodes PROMETHEE et GAIA. L'agrégation des performances permet de choisir les options qui, globalement, ont reçu les meilleures évaluations.

---

[13] Ce logiciel permet essentiellement de classer les actions à l'aide de PROMETHEE 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.

3.2.9 Analyses de sensibilité et de robustesse

Les démarches d'aide multicritères et multi-acteurs relèvent d'une perspective constructiviste. Ce concept dont la paternité est attribuée à Jean Piaget (1896-1980) est basé sur l'idée selon laquelle la construction de connaissances nouvelles et donc la production d'information, prend racine dans les expériences passées des humains (Richard, 2004 : p.39). L'information produite devrait aider à une prise de décision éclairée permettant la réussite d'une action. Dans ce processus de production de l'information les acteurs confrontent différents points de vue, demeurent actifs en appliquant leurs connaissances actuelles, notent les éléments significatifs, jugent de leur constance et procèdent à des modifications à partir de ces jugements (Richard, 2004 : p.40). A cet égard, c'est en cheminant que les acteurs construisent leur chemin et tout changement de critère entraîne un changement dans les résultats.

Une fois les options classées en fonction des informations contenues dans la matrice des performances, c'est-à-dire celles concernant les mesures des indicateurs d'impacts, les fonctions de préférence et les poids des critères, les acteurs peuvent modifier ces paramètres pour juger des différentes options énergétiques et les compromis qu'elles impliquent. Pour ce faire et ce dans un contexte de négociation, ils peuvent utiliser :

- ✓ les intervalles de stabilité des poids qui donnent une indication sur les critères à considérer dans les analyses de sensibilité ;
- ✓ les profils des actions qui fournissent les forces et les faiblesses de chaque option ;
- ✓ les Walking Weights qui indiquent l'influence des modifications apportées aux poids sur le rangement des options ;
- ✓ les rangements PROMETHEE I et II qui fournissent un classement partiel avec possibilité d'incomparabilité entre les options ou un classement complet de la meilleure à la moins bonne option ;
- ✓ le plan GAIA qui permet de mettre en évidence les conflits entre critères, d'identifier les compromis possible et d'aider à fixer les priorités.

Ces outils d'aide à la décision permettent à chaque acteur d'améliorer sa propre compréhension du problème à travers une meilleure perception des positions des autres

acteurs. Le but recherché par les acteurs est de trouver des options qui réussiront le mieux à fournir une combinaison de filières énergétiques aux moindres coûts directs, avec le moins possible de perturbations sur les milieux humain et naturel.

L'analyse de sensibilité consiste justement à faire varier les valeurs initialement attribuées aux paramètres ci-haut mentionnés qui sont d'ailleurs empreintes de subjectivité ou d'incertitudes, pour étudier la façon dont les modifications apportées influencent les résultats fournis par PROMETHEE. Les analyses de sensibilité sont importantes d'une part, afin de s'assurer que des modifications légères n'entraîneront pas un bouleversement des résultats obtenus et, d'autre part, afin d'étudier facilement les conséquences de modifications importantes des paramètres sur la sensibilité des résultats (Brans & Marschal, 2002 :p.119-120). Dans cette étude, les analyses de sensibilité ont été effectuées pour le poids des critères à l'aide de la procédure *Walking Weights* et d'autres informations fournies par les outils de visualisation des données et des résultats. Ces poids représentent l'espace de liberté des décideurs et jouent un rôle fondamental dans l'analyse d'un problème multicritère. L'analyse de sensibilité portant sur les seuils, dans des limites raisonnables d'écart, associés aux fonctions de préférences ne présente qu'un intérêt marginal en raison de la robustesse des classements établis PROMETHEE I et II (Brans & Marschal, 2002 : p.133). La robustesse n'est pas limitée seulement aux résultats. Elle peut concerner aussi bien les méthodes utilisées que les conclusions tirées.

Selon Roy (2002), plusieurs préoccupations peuvent se retrouver en arrière plan du concept *Robustesse* et, auxquelles l'analyse de robustesse cherche à apporter des réponses. L'auteur mentionne entres autres quelques situations typiques dans lesquelles l'analyse de robustesse s'avère nécessaire : a) la décision a un caractère pontuel et exceptionnel, l'analyse de robustesse consiste à mettre en évidene une solution accompagnée d'argument ou à faire des recommandations permettant de baliser le champ des décisions en fonction de conclusions robustes ; b) la décision concerne l'adoption d'une méthode à utiliser de façon répétitive dans des conditions et environnements dynamiques, l'analyse de robustesse vise à prendre en compte la variabilité des résultats fournis par la méthode selon la procédure adoptée : c) la décision a un caractère séquentiel, l'analyse de robustesse consiste à mettre en évidence et à

prendre en compte le maintien des possibilités d'adaptation et de réaction à chaque étape décisionelle. Dans ce dernier cas d'analyse de sensibilité, l'accent est sutout mis sur l'adaptation et la fléxibilité. Dans cette étude, il s'agit principalement de s'assurer que les recommandations faites aux décideurs de la politique énergétique de la Guinée maritime et issues du processus d'ÉES n'entrainent pas la prise de décisions qui rendent impossibles les meilleures possibilités de choix énergétiques ultérieures.

3.2.10 Analyse des résultats et recommandations

Toute démarche d'aide à la décision doit aboutir à l'élaboration de recommandations qui sont soumises à l'approbation de décideurs officiels. Ces recommandations doivent respecter les avis minoritaires, notamment pour gérer la mise en œuvre des décisions prises. Une fois toutes les analyses terminées, nous élaborerons des recommandations à partir des résultats de l'étude de cas et de la démarche méthodologique d'ÉES dans le secteur de l'énergie. Cette approche sera adaptée au contexte de la Guinée.

CHAPITRE IV

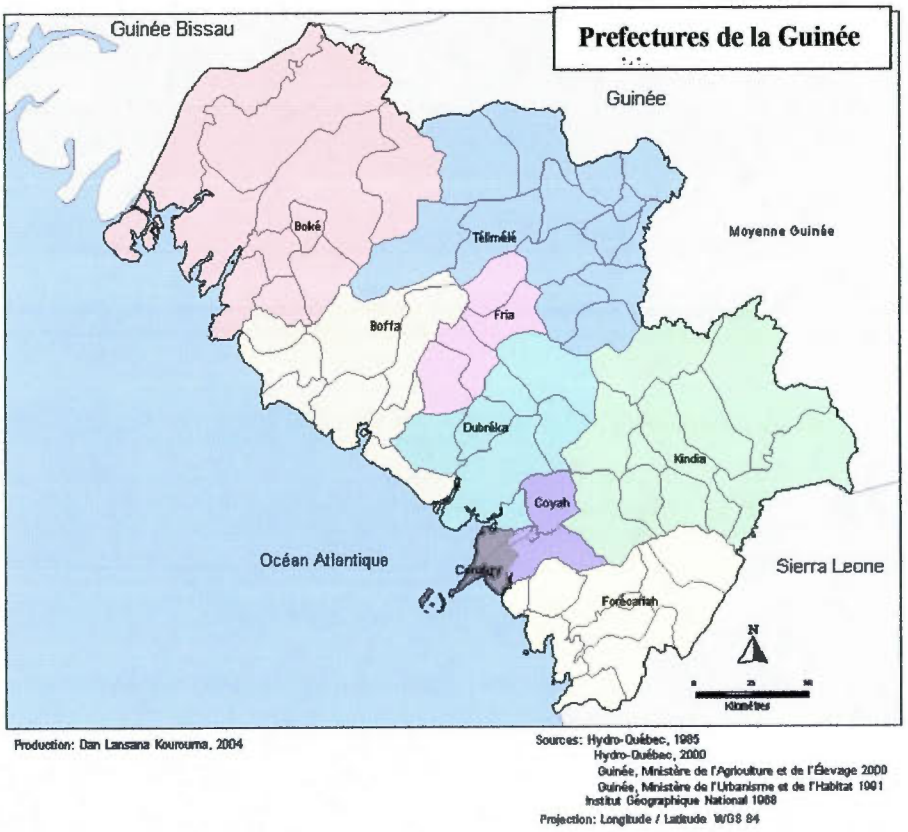
ÉTUDE DE CAS EN GUINÉE MARITIME : PRESENTATION DE L'ÉTAT DES LIEUX, CONSTRUCTION ET SPATIALISATION DES OPTIONS

La présentation d'un état des lieux est nécessaire dans les études environnementales. Dans cette thèse, il s'agit d'avoir une meilleure compréhension du potentiel énergétique en regard de la configuration naturelle du territoire et du climat, des besoins en énergie en regard de la situation démographique et des disparités entre milieux urbain et rural, du niveau de déforestation de l'environnement et des pressions qui s'exercent afin de pouvoir évaluer les impacts des choix énergétiques. Ainsi, la présentation de l'état des lieux porte sur le constat de la situation du secteur de l'énergie, les bases biophysiques ainsi que le profil socio-économique de la Guinée maritime. Cette présentation de l'état des lieux s'inspire des démarches de la prospective territoriale qui tient compte de la dimension dynamique des processus de transformation du territoire. Le but est d'aider au processus décisionnel par une réflexion en profondeur sur les aspects en aménagement du territoire (Ladouceur, 2003) et sur l'ensemble des grands enjeux du secteur de l'énergie. En analysant les procédures utilisées pour la production de l'information nécessaire à la prise de décision, cette thèse introduit une méthode d'aide au processus décisionnel en stratégies énergétiques. Il importe de promouvoir l'émergence d'une méthodologie globale capable de prendre en considération l'évolution des enjeux, les changements de valeur et leur implication dans le processus de planification énergétique et sur le caractère prospectif des affectations du territoire. Cela permet aux acteurs de bien définir des stratégies globales d'énergie et de mieux mesurer les conséquences de leur action sur le fonctionnement des écosystèmes.

4.1 Description du territoire à l'étude

La Guinée maritime est l'une des quatre régions naturelles du pays. Sur le plan administratif, cette région est composée de 3 gouvernorats, 9 préfectures, 13 communes urbaines, 33 sous-préfectures et 285 districts, incluant Conakry. A noter qu'il y a une commune urbaine par préfecture à l'exception de la capitale Conakry qui en contient 5. Cette section présente le contexte environnemental dans lequel s'insère le développement énergétique en Guinée maritime. Il s'agit donc de présenter le portrait de cette région à travers ses caractéristiques biophysiques, humaines et économiques. Les unités administratives au niveau sous préfectoral sont présentées sur la figure suivante.

Figure 4.1 Unités administratives en Guinée maritime



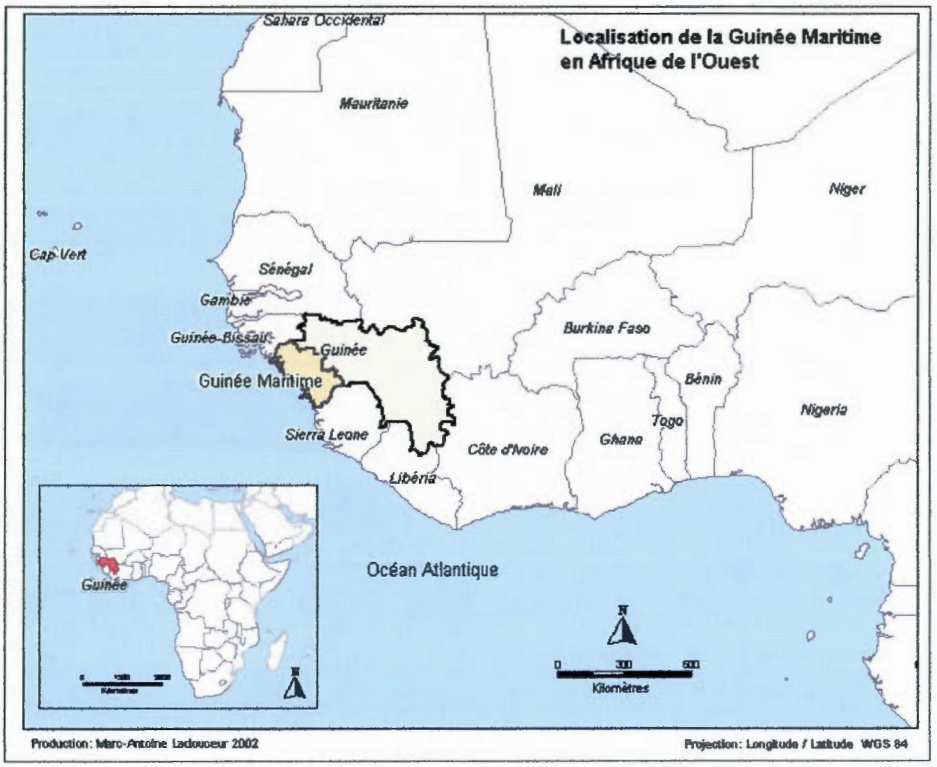
4.1.1 Le milieu naturel

a) Localisation géographique

La Guinée maritime s'étend sur près de 300 km, entre la Guinée-Bissau au nord et la Sierra Leone au sud; c'est une bande côtière large d'environ 100 km à 150 km allant des contreforts ouest du Fouta-Djalon au littoral de l'océan Atlantique. D'est en ouest, on caractérise les paysages de cette région par son plateau côtier à partir du contrefort du Fouta-Djalon, auquel succèdent ensuite un ensemble de plaines et enfin de formations de mangroves qui forment

une frontière amphibie entre l'Atlantique et la marge continentale ouest africaine. La zone d'étude est présentée sur la figure suivante.

Figure.4.2 Localisation de la zone d'étude



b) Relief et hydrographie

La topographie de la Guinée maritime est faible, ce qui favorise la création d'un important réseau de chenaux. Les eaux douces submergeant les plaines sont ainsi refoulées par le flux des marées qui remontent assez loin dans les terres. La Guinée maritime abrite les estuaires de nombreux petits cours d'eau qui prennent leur source dans le massif du Fouta Djallon. Parmi ces cours d'eau, nous pouvons citer, le Rio Nunez, le Rio Kapatchez, la Mélikhouré, la Soumbouya, la Mourebaya, la Forécariah, le Cogon et la Konkouré. Ces derniers recèlent un

potentiel énergétique important aussi bien pour la Guinée que pour les pays environnants. La géographie physique de la Guinée maritime est aussi caractérisée par son climat tropical humide bi-modal. Une saison pluvieuse qui s'étend d'avril à novembre avec des précipitations qui atteignent leur maximum en août et peuvent dépasser 4 000 mm à Conakry. Une saison sèche qui s'étend de décembre à mars et qui est marquée par une diminution du niveau hygrométrique avec l'arrivée de l'harmattan.

c) Le couvert végétal et la faune

Milieu riche, très dynamique et sensible, la mangrove est depuis longtemps exploitée par les populations côtières. En Guinée maritime, la forêt couvre moins de 7 % de la superficie de la région dont 50 000 ha qui reste de la forêt dense mésophile et 200 000 ha de mangrove (MRNE, 1991 : 31), en pleine régression. Le couvert végétal de la Guinée maritime comprend les mangroves, la savane boisée et arborée, le palmier à huile, le cocotier et les plantations fruitières. La mangrove couvre la bande côtière basse alors que le sol de l'arrière région supporte une végétation plus variée avec des essences dominantes comme le drepanocarpus, les palmiers et les cocotiers (MRNE, 1991 : 31).

La formation de terre constituée de mangroves et la zone de végétation variée sont séparées par des terrasses sableuses sèches qui forment la transition entre la plaine côtière et le pied-mont. Ces formations végétales génèrent diverses valeurs économiques mais ont également une valeur écologique importante, notamment en ce qui concerne les mangroves. Les atteintes au patrimoine forestier résultent de la croissance de la population, des besoins en bois énergie, des cultures et de l'urbanisation qui empiètent sur les zones forestières. Ces facteurs ont considérablement modifié le couvert forestier. La cueillette du bois-énergie[14], le fumage de poissons pêchés artisanalement en mer[15] et la production de sel de mangrove[16] constituent les trois activités humaines qui pèsent lourdement sur les potentialités naturelles

[14] Cette cueillette de bois-énergie sert à ravitailler la ville de Conakry et d'autres centres urbains. L'approvisionnement énergétique est essentiellement fait en bois énergie et charbon de bois.
[15] Le produit de la pêche artisanale est estimé à 26 000 tonnes par an, alors que 80 % du produit est fumé avec du bois en utilisant des techniques dont les rendements sont faibles.
[16] La technique consiste à dessaler le sol de mangrove par lessivage et à porter à ébullition le filtrat obtenu jusqu'à l'obtention du sel cristallisé.

de la mangrove (MRNE, 1991 : 32). La dégradation de la mangrove principalement aux alentours de la capitale Conakry devient une préoccupation majeure en raison de l'importance de cet écosystème. La ressource faunique de la mangrove est riche. On y retrouve l'avifaune composée d'une grande variété d'oiseaux comme le pélicans gris, les martins pêcheurs, le cormoran africain, l'aigrette à gorge blanche, les vautours, les hérons, etc., des reptiles de type tortue olivâtre et crocodile du Nil, des mammifères terrestres tels le callitriche, le mone de campbell, la mangouste, le potamochère, etc., ainsi qu'une faune aquatique riche et variée (MRNE, 1991 : 33).

4.1.2 Le milieu humain

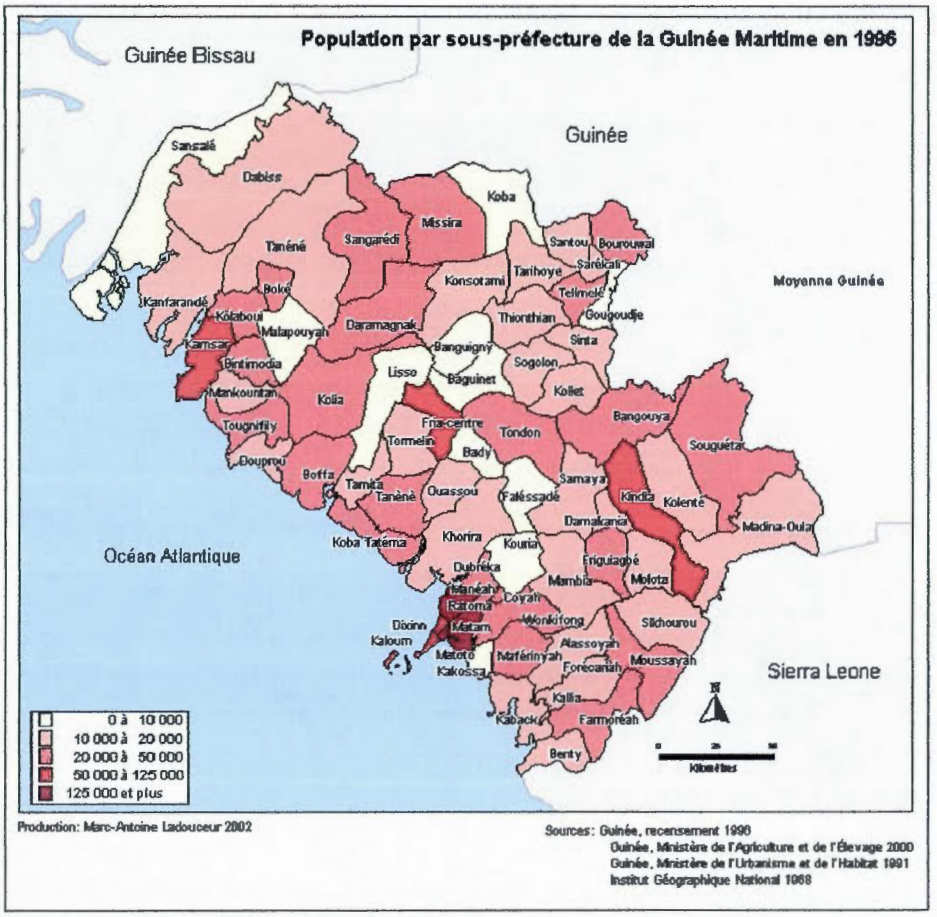
a) Les caractéristiques de la population

La population de la Guinée maritime est estimée à 2 560 000 habitants (RGPH, 1996). Cette population inclut la population de Conakry dont le poids démographique représente 1 094 000 habitants, soit un peu plus du tiers de la population totale. Le poids démographique de Conakry s'explique par son statut de capitale et de ville portuaire qui attire les populations du reste du pays. La population de la Guinée maritime à l'exception de celle de Conakry représente 20,4% de la population totale du pays (RGPH, 1996 : 17). La densité de la population en Guinée maritime est de 31 habitants/km^2. Elle est très élevée à Conakry soit de 2429 habitants/km^2 (RGPH, 1996 : 22), comparativement à une moyenne nationale de 29. Les données des recensements de la population effectués en 1983 et en 1996 permettent d'en déduire un taux de croissance démographique relativement élevé pour la Guinée maritime (3,6 %), excepté Conakry qui a un taux de 3,1%. La ville de Conakry abrite à elle seule plus de la moitié de la population urbaine du pays (51,1 %) et le reste de la Guinée maritime 15,4% (RGPH, 1996 : 25). La Guinée maritime est donc fortement urbanisée en raison de la présence de la ville de Conakry qui abrite 42,9% de la population de cette région. Le groupe d'âge de 15-64 ans correspondant à l'âge d'activité représente 58,8 % de la population totale à Conakry et 48,2 % pour le reste de la Guinée maritime (RGPH, 1996 : 39).

La Guinée maritime et la Guinée forestière sont les deux régions qui reçoivent des flux migratoires en provenance des autres régions de la Guinée, ainsi que du Libéria, de la Sierra

Leone et de la Côte d'Ivoire en raison de guerres civiles dans ces pays. Des courants migratoires en provenance du nord et de l'intérieur du continent expliquent aussi le peuplement de la Guinée maritime (Rossi et al., 2000). La figure 4.3 présente la concentration de population au niveau sous préfectoral en Guinée maritime. Il existe une diversité ethnique en Guinée maritime composée des ethnies Balante, Nalou, Landouma, Mikhiforé, Baga, Mandenyi, Peul et Soussou. Toutefois, l'ethnie Soussou demeure dominante et c'est donc la langue Soussou qui est la plus parlée en Guinée maritime.

Figure 4.3 Concentration de population par sous préfecture en Guinée maritime



b) les principales activités économiques

La Guinée dispose d'importantes ressources naturelles. Elle recèle les 2/3 des réserves mondiales de bauxite et les gisements les plus importants sont localisés en Guinée maritime (MRNE, 1991 : 30). L'exploitation minière de bauxite en Guinée est principalement faite par la Société d'Économie Mixte FRIGUIA, celle de OFAB/CBG et l'Office des Bauxites de Kindia (OBK). Ce secteur joue un rôle crucial dans l'économie nationale en procurant à l'État guinéen 88% des recettes d'exportation et 25% de son PIB (MRNE, 1991 : 44 ; MNRE, 1996). Toutefois, l'industrie minière de bauxite tout comme les autres industries sont loin d'atteindre leur pleine capacité en regard de leurs potentialités réelles. En Guinée, l'agriculture, l'élevage et l'artisanat représentent les principales activités économiques. En effet, plus de 70 % de la population tire ses revenus des activités agricoles et d'élevage (MRNE, 1991 : 38).

La Guinée maritime est l'une des grandes régions agricoles du pays. Son espace agricole est structuré en trois zones (Guinée, 1991 : 159) : 1) une zone littorale correspondant à un système agraire de riziculture, de mangrove et d'eau douce, 2) une zone continentale nord et, 3) une zone continentale sud correspondant à une production pluviale. Les rendements des cultures sont en général faibles et le pays doit importer pour combler le déficit en denrées alimentaires. La région de la Guinée maritime offre au pays une façade littorale de 300 km avec une zone économique riche d'environ 330 espèces de poissons et une dizaine d'espèces dominantes de macrozoobenthos. Le potentiel de ces ressources halieutiques est estimé à plus de 200 000 t (MRNE, 1991 : 39). La richesse exceptionnelle des eaux côtières de la Guinée s'explique par les phénomènes « d'upwelling » observés dans les eaux septentrionales (Rossi et al., 2000). Toutefois, cet important potentiel est peu exploité par la Guinée et les ressources halieutiques sont souvent piratées jusque dans sa zone exclusive. Le maintien et l'amélioration des activités économiques ci-dessus mentionnées ne peuvent se faire sans une fourniture adéquate d'énergie. Cette fourniture d'énergie ne peut se faire sans impacts sur l'environnement.

4.2 Gestion du secteur énergétique en Guinée et constats

4.2.1 Identification des acteurs

Dans une perspective de développement durable, les actions de la société sont décidées à partir d'un questionnement sur les valeurs (Coté, 1997 : p.18). Une approche multi-acteurs dans le cadre de l'aide à la décision multicritère est donc nécessaire pour examiner les questions que se posent les acteurs et trouver des solutions. Comme nous l'avons souligné précédemment dans notre méthodologie, nous avons effectué une recherche active d'acteurs par un processus de communication interactive d'identification des acteurs concernés par le secteur de l'énergie dans le cadre de cette étude. Des lettres officielles d'invitation ont été envoyées aux autorités des institutions et organismes retenus qui ont désigné leurs représentants pour participer à la table de concertation. La base du travail participatif se fait avec cette table de concertation à laquelle interviennent les acteurs du Gouvernement, les partenaires économiques et privés, la société civile et les experts. Le principal but était d'améliorer la concertation des acteurs gouvernementaux et si possible d'obtenir des inputs par la collaboration d'autres acteurs de la société guinéenne impliqués ou intéressés par la planification énergétique. Le tableau 4.1 présente la liste des groupes d'acteurs identifiés[17] pour participer à cette table de concertation sur l'énergie en Guinée. Rappelons que chaque groupe d'acteurs était représenté par un ou deux acteurs.

[17] Certains acteurs identifiés n'ont pas voulu participer à la table de concertation, mais ont fourni de l'information concernant le secteur de l'énergie en Guinée. C'est le cas du Centre d'Étude et de Recherche en Environnement (CÉRE) et l'Agence française de développement en Guinée.

Tableau 4.1 Liste des groupes d'acteurs de la table de concertation sur l'énergie en Guinée maritime.

Catégorie d'acteurs	Groupe d'acteurs
Gouvernement	A1 : Direction Nationale de l'Énergie A2 : Direction Nationale de l'Environnement A3 : Direction Nationale du Plan A4 : Direction Nationale des Mines et Centre de Promotion du Développement Minier A5 : Administration et Contrôle des Grands Projets A6 : Direction Nationale de l'Aménagement du territoire et de l'Urbanisme A7 : Direction Nationale des Eaux et Forêts A8 : Direction Nationale des Hydrocarbures A9 : Direction Nationale du Transport Terrestre
Partenaires économiques et privés	A10 : Énergie Électrique de Guinée (ENELGUI) A11 : Société Guinéenne d'Électricité (SOGEL)
Société civile	A12 : ONG en environnement A13 : Groupe d'intérêt en énergie
Experts	A14 : Association des professionnels en études d'impact sur l'environnement A15 : Centre de Recherche Scientifique Conakry-Rogbané (CERESCOR) A16 : Chaire d'hydraulique de l'Université de Conakry

Les acteurs identifiés ont participé au processus d'ÉES selon la démarche adoptée et basée sur l'aide multicritère à la décision participative (Voir méthodologie au chapitre III). Cette démarche vise à fournir aux participants de la table de concertation des outils leur permettant de progresser dans la résolution du problème décisionnel à l'étude en prenant en compte leurs systèmes de valeurs. Les acteurs ont bénéficié de l'appui de deux analystes[18]. Le tableau 4.2 présente l'implication des acteurs et des analystes aux différentes étapes de la démarche adoptée.

[18] L'équipe de recherche (Dan Lansana Kourouma et Marc-Antoine Ladouceur) a joué ici le rôle d'analystes

Tableau 4.2 Démarche systématique d'ÉES du secteur de l'énergie en Guinée

Étape	Implication des acteurs et /ou analystes
Encadrement de l'ÉES	Organisme responsable
Identification des enjeux et des objectifs	Acteurs et analystes
Construction des critères d'évaluation et validation	Acteurs et analystes
Choix des indicateurs de mesure	Analystes
Construction des options énergétiques	Acteurs et analystes
Évaluation des options énergétiques par rapport à chacun des critères	Analystes
Modélisation des préférences globales	Acteurs[19] et analystes
Synthèse multicritère, négociation et identification des meilleures options	Analystes
Prise de décision finale	Décideur ultime

Les étapes ci-dessus ne sont pas linéaires, il y a eu des rétroactions en tout temps permettant de revenir en arrière pour réviser le processus à la lumière de nouvelles considérations. La négociation a été simulée à partir des données du terrain en raison des contraintes de temps et de ressources. A l'aide d'une démarche structurée et d'une communication interactive mises à la disposition des acteurs, les travaux de la table de concertation ont commencé par une analyse critique de la situation énergétique guinéenne, notamment en ce qui concerne les ressources disponibles, les objectifs du secteur, les problèmes institutionnels et les processus de prise de décision.

4.2.2 Les ressources énergétiques

Les ressources énergétiques actuellement exploitées en Guinée sont la biomasse, l'hydroélectricité et l'énergie solaire considerée dans cette étude par les filières photovoltaique et éolienne. La production brute de bois énergie est estimée à 32 millions de m^3 par an et celle de bois accessible à 14 millions de m^3 (Banque Mondiale, 1986 : p.8). La Guinée possède en effet, un important potentiel forestier en raison d'une bonne pluviométrie et de la bonne qualité des sols. Le bois énergie et le charbon de bois demeurent les principaux combustibles utilisés par la population avec plus de 80 % de la consommation totale

[19] Les acteurs ont partiellement participé à cette étape en pondérant les critères.

d'énergie. Ce niveau de consommation de la biomasse s'explique par le faible taux d'accès à l'électricité des populations, soit environ 10% qui habitent surtout dans les villes.

Cette situation constitue une des contraintes majeures au développement socio-économique du pays et une menace à la dégradation de l'environnement. Le potentiel hydroélectrique est important et est estimé à 26 000 GWh par an. La répartition de ce potentiel par région naturelle est présentée dans le tableau 4.3. Sur 156 sites hydroélectriques identifiés (voir Appendice B), 123 sont aménageables pour permettre l'installation d'une puissance totale de 7 180 MW et la production de 23 300 GWh (DNP, 2001 : p.4). Toutefois, le potentiel hydroélectrique de la Guinée est encore très peu exploité à moins de 2% depuis l'an 2000.

Quant à l'énergie solaire, son exploitation est encore au stade expérimental. En effet, le Centre de recherche scientifique Conakry-Rogbané n'a pas reçu les appuis politiques et financiers nécessaires pour développer ses activités de promotion et de vulgarisation des énergies renouvelables. Les quelques rares installations de générateurs PV dans le pays ne sont pas inventoriées par le ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie. En plus des ressources énergétiques ci-dessus mentionnées, la Guinée importe des produits pétroliers essentiellement destinés aux secteurs des mines et des transports.

Tableau.4.3 Répartition du potentiel hydroélectrique par région naturelle

Régions naturelles	% du potentiel hydroélectrique	Bassins fluviaux
Guinée maritime	33	7
Moyenne Guinée	52	7
Haute Guinée	10	2 (Niger et Tinkisso)
Guinée forestière	5	Inventaire incomplet

Source : MRNE, (1996)

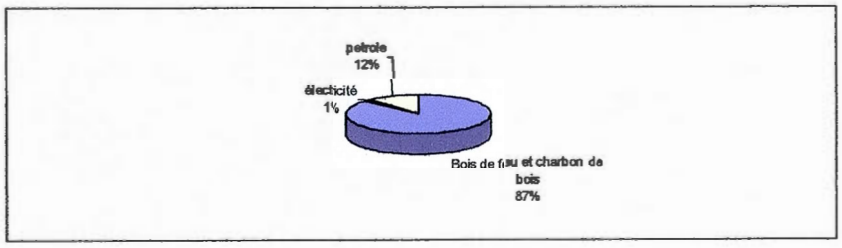
Avec le plus important potentiel hydroélectrique de la sous région africaine, une moyenne pluviométrique nationale de 2500 mm, un couvert forestier sur 60% de la superficie du pays

et un ensoleillement intéressant durant la majeure partie de l 'année, la Guinée dispose certainement d'atouts importants pour développer son secteur énergétique.

4.2.3 Les interactions offre/demande

L'analyse des interactions offre/demande permet aux acteurs du secteur de l'énergie d'identifier des options possibles. La définition des options d'offre et des options de demande ou de maîtrise des consommations sert en fait à éclairer les décideurs au sujet des politiques et des programmes d'actions possibles, ainsi que sur les impacts de ces programmes (IEPF, 1988 : p.75). Dans le processus de planification du secteur énergétique, la prévision de la demande doit être basée non seulement sur la situation présente mais aussi sur l'analyse du passé du secteur. En Guinée, il n'y a pas de données fiables et continues sur l'offre d'énergie dans le passé à part les résultats de quelques études ponctuelles. Ce manque de données fiables ne permet pas d'analyser correctement le système d'approvisionnement énergétique. Une étude réalisée par la Banque mondiale en 1986 établissait la consommation énergétique totale de la Guinée à 2 426 000 tep équivalent à 28209 GWh[20]. Cette consommation finale d'énergie était répartie comme suit : 87% de bois énergie et charbon de bois, 1,3% d'électricité et 11,7% de produits pétroliers.

Figure.4.4 Répartition de la consommation finale d'énergie



Source : Banque mondiale, (1986)

Le total de la consommation des 2 426 000 tep était réparti selon les sources de consommation, comme suit : 72,7% pour les ménages, 15,5% pour le commerce et

[20] 1 GWh=86 tep si l'on considère la quantité d'énergie utilisable dans 1 kWh (IEPF, 1988 : p.450)

l'administration, 7,5% pour les sociétés minières, 3,6% pour les transports et 0,7% pour autres consommateurs. Le tableau 4.4 présente la structure de la consommation finale d'énergie par forme d'énergie. Si l'on considère uniquement les produits pétroliers et l'électricité, 58% de la consommation provient du secteur minier, 28% du secteur des transports, 3% du commerce/administration, 4% de l'industrie et seulement 7% pour les ménages (Banque mondiale, 1986 : p.3). Cette répartition sectorielle de la consommation d'énergie commerciale reflète le faible niveau d'industrialisation de la Guinée et le faible taux d'accès des populations à l'électricité.

Tableau.4.4 Structure de la consommation finale d'énergie en 1984 (milliers de tep)

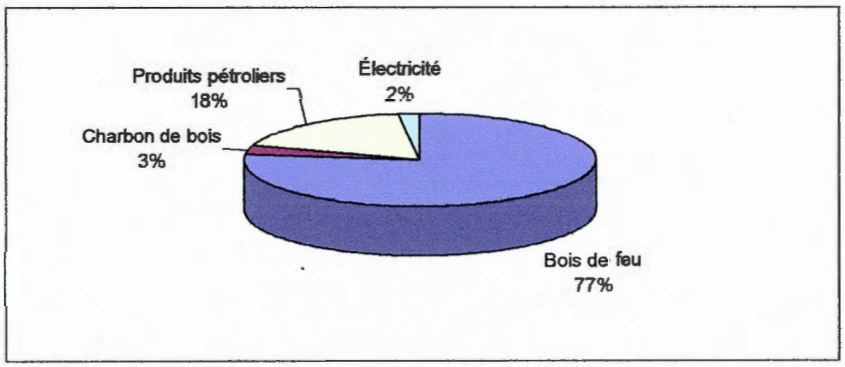
	Bois énergie	Charbon de bois	Électricité	Pétrole	Total	Part en %
Ménages	1696	47	4	17	1764	72,7
Commerce/Administration	368	-	6	3	377	15,5
Extraction minière	-	-	18	164	182	7,5
Transport	-	-	-	88	88	3,6
Divers	-	-	5	10	15	0,7
Total	2064	47	33	282	2426	100,0
Part en %	85,0	1,9	1,4	11,7	100,0	

Source : Estimation de la mission Banque mondiale/PUND, (1986)

En 1984, l'estimation de la production énergétique était de 2 244 370 tep. La consommation totale étant estimée à 2 426 000 tep, il en résulte un déficit de 181 630 tep. Ce déficit concernait essentiellement les énergies commerciales et notamment l'électricité. Pour cette dernière, la production nécessaire était de 341 GWh en 1984 alors que l'approvisionnement réel a été de 200 GWh, soit un déficit de 141 GWh. Ce déficit était comblé en partie par des productions autonomes dans des petits groupes électrogènes. L'approvisionnement en énergie électrique est aussi très affecté par des pertes considérables sur le réseau, en raison de son état vétuste. En 1984, les pertes ont été estimées à 35% de la production brute qui était de 200

GWh. En 1995, la consommation finale d'énergie en Guinée était estimée à environ 3 millions de tep (MRNE, 1996 : p.11). La répartition de cette consommation par forme d'énergie est présentée dans la figure suivante.

Figure 4.5 Consommation finale d'énergie par forme d'énergie



Source : MRNE, (1996)

Le bois énergie et le charbon de bois comptent pour 80% de la consommation d'énergie finale et sont essentiellement utilisés pour la satisfaction des besoins énergétiques des ménages. Cette consommation d'énergies traditionnelles représente environ l'équivalent de 6 millions de tonnes de bois, soit 2,5 millions de tep[21]. De cette consommation, 83% représente la consommation domestique des ménages et les 17% la consommation du secteur artisanal informel.

Le 18% des produits pétroliers est essentiellement utilisé par les industries minières et le secteur des transports. Quant à l'électricité qui compte seulement pour 2% de la consommation totale d'énergie finale, elle est aussi essentiellement utilisée par le secteur des mines. En 2000, la production électrique était de 447 GWh alors que la consommation n'était que de 301 GWh. Cela correspond à des pertes techniques dues à la consommation des centrales en plus des pertes de réseau et des pertes non techniques, soit les raccordements illégaux, le tout étant estimé à 32,6%.

[21] Le pouvoir calorifique inférieur du bois commercial est de 3 420 kcal/kg. Un tep équivaut à environ 42 gigajoules.

Le tableau suivant présente l'évolution de l'approvisionnement et de la demande

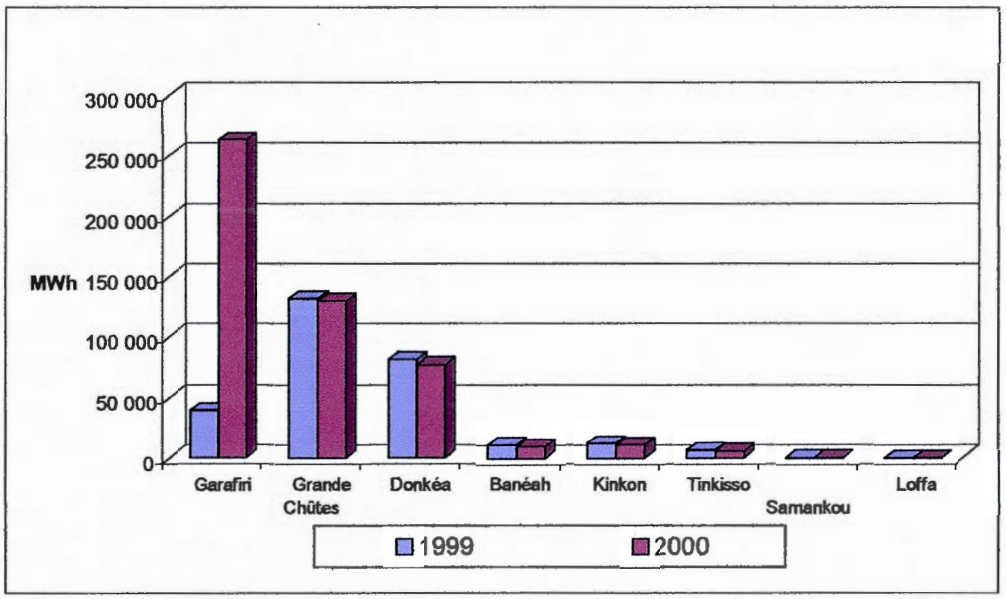
Tableau 4.5 Évolution de l'approvisionnement et de la demande d'électricité

	1970	1975	1980	1984	1995	1999	2000
Puissance installée (MW)	35	46	46	61	102,5		
Hydroélectrique (%)	100	76	76	57			
Thermique (%)	0	24	24	43			
Production (GWh)	74,9	106,1	106,7	168,5	278,3	281,9	496,9
Hydroélectrique (%)	100	98	95	80		55,32	82,68
Thermique (%)	0	2	5	20		44,68	17,32

La part de l'hydroélectricité dans la puissance installée est tombée de 100% en 1970 à 57% en 1984. Ainsi, la production thermique qui était inexistante en 1970, a augmenté régulièrement pour assurer 20% de l'approvisionnement total en 1984. En 1999, le thermique a occupé un fort pourcentage dans le bilan énergétique mais la construction du nouveau barrage de Garafiri a changé la situation en 2000.

La production hydraulique a compté, en 2000, pour 82,68% de la production globale avec 496 960 MWh, contre respectivement 55,32% et 281 973 MWh en 1999 (SOGEL, 2001). Le site du barrage de Garafiri a produit 263 254 MWh, soit 52,97% de la production hydraulique de l'année 2000. La production hydraulique dans le réseau interconnecté s'établit à 490 524 MWh en 2000 soit 83,66% du total produit par ce système, contre 275 059 MWh en 1999 (55,74%).

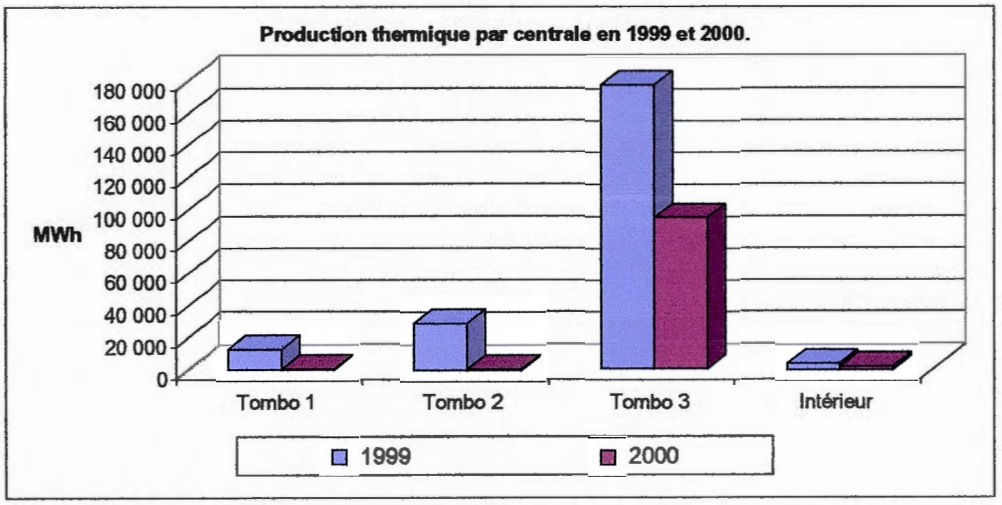
Figure 4.6 Répartition de la production hydroélectrique



Source : SOGEl, (2001)

La production thermique a vu sa part dans la production globale chuter de 44,68% en 1999 à 17,32% en 2000. En effet, elle est passée de 222 089 MWh en 1999 à 98 083 MWh pour 2000, soit un recul de 55,84%. Le thermique dans le réseau interconnecté a produit 95 826 MWh soit 16, 34% du total de ce système pour 2000 et 218 375 MWh en 1999 pour 44,26%.

Figure 4.7 Répartition de la production thermique



Source : SOGEL, 2001

Il découle de qui précède, que la situation énergétique de la Guinée reste caractérisée par l'importance des énergies traditionnelles dans la consommation finale d'énergie et le faible niveau de consommation des énergies commerciales, notamment l'électricité. Cette situation persiste jusqu'à présent. L'analyse de la structure de l'approvisionnement du réseau montre qu'elle n'a pas progressé au même rythme que la demande faute d'investissements suffisants, de pièces de rechange et d'un entretien approprié. L'analyse de l'ensemble des résultats observés permet de faire les constats suivants :

- ✓ le bilan de l'offre et de la demande révèle la faible intégration du secteur de l'énergie à l'économie nationale, en raison de la faible consommation de l'énergie électrique ;

- ✓ le déficit entre l'offre et la demande d'énergie concerne essentiellement l'énergie électrique ;

- ✓ le développement du secteur de l'énergie ne suit pas le rythme d'expansion des activités socio-économiques et culturelles du pays ;

- ✓ le secteur de l'énergie contribue très faiblement au PIB;

- ✓ la situation médiocre du secteur de l'énergie constitue un frein à l'implantation de certains investisseurs en Guinée ;

- ✓ le secteur de l'énergie contribue très faiblement à l'amélioration de la qualité de vie des populations.

Ce dernier constat explique en partie, les pressions sur les ressources forestières pour la satisfaction des besoins énergétiques domestiques. La consommation par tête de combustibles ligneux est de 2,4 kg par jour en zone rurale et 1,1 kg en zone urbaine (Guinée, 1999). Pour les centres urbains à l'exception de Conakry, la consommation de charbon de bois est de 0,4 kg par personne et par jour. À Conakry cette consommation de charbon de bois est de 0,3 kg par personne par jour. La consommation est de 2,31 kg pour les ménages urbains utilisant en parallèle le bois et le charbon de bois, soit autant que la consommation rurale de combustibles ligneux. Si ces chiffres demeurent inchangés, la démographie influencera directement les projections de consommation en combustibles ligneux.

Toutefois, la consommation de biomasse dans les ménages peut être influencée par les facteurs tels que la taille du ménage, le revenu du ménage, la disponibilité en biomasse et la disponibilité en énergies de substitution. En Guinée maritime, les demandes prévues à l'horizon 2020 en énergie électrique sont énormes pour satisfaire les besoins des industries minières et les grandes agglomérations. Les tableaux suivants montrent la projection de l'évolution de la demande solvable et la production requise en énergie électrique pour les chefs lieu de préfecture et les industries minières.

Tableau 4.6 Demande solvable en MWh à l'horizon 2020 au niveau des consommateurs autres que les miniers.

Consommation (MWh)	1999	2000	2005	2010	2015	2020
Conakry	181443	263034	415725	536830	699478	913960
Forécariah	892	1720	3938	4977	6315	8022
Coyah	1826	3149	6553	8081	9995	12370
Dubréka	824	1116	1685	2024	2436	2933
Kindia	6356	11694	25803	32347	40761	51477
Fria	2998	9177	16292	20872	26936	34829
Télimélé	416	1206	2210	3094	4380	6201
Boké	1331	3610	4968	6576	8808	11843
Boffa	-	600	1230	1652	2254	3099
Sangarédi	-	1381	2692	3999	6029	9144
Kamsar	-	5077	10450	13898	18758	25497
Guinée maritime	196086	301762	491547	634349	826150	1079375

Source : MRNE, (1999)

Tableau 4.7 Projection de la production requise pour les chefs lieu de préfecture

Production requise (MWh)	1999	2000	2005	2010	2015	2020
Conakry	382049	400100	515500	665700	867400	1133400
Forécariah	1197	2100	4900	6200	7800	9900
Coyah	2451	3900	8100	10000	12400	15300
Dubréka	1107	1400	2100	2500	3000	3600
Kindia	8532	14500	32000	40100	50500	63800
Fria	4023	11400	20300	25900	33400	43200
Télimélé	559	1500	2700	3800	5400	7700
Boké	1786	4500	6200	8200	10900	14700
Boffa	-	700	1500	2000	2800	3800
Sangarédi	-	1600	3300	5000	7500	11300
Kamsar	-	5900	13000	17200	23300	31600
Guinée maritime	4017404	447600	609500	786600	1024400	1338300

Source : MRNE, (1999)

Tableau 4.8 Demande potentielle des industries minières en Guinée maritime

Consommation (MWh)	1999	2000	2005	2010	2015	2020
SBK-carrière et cité	12364	12487	13124	13794	14497	15237
Friguia	188648	190535	200254	210469	221205	232488
CBG-carrière	17515	17690	18593	19541	20538	21585
CBG-Port et cité	99939	100939	106087	111499	117187	123164
Total	**318466**	**321651**	**338058**	**355302**	**373426**	**392475**

Source : MRNE, (1999)

La demande pressentie en Guinée maritime de 1338 GWh en 2020 représente près de 72 % de la demande totale du pays qui est de 1861 GWh, incluant les pertes totales de 20 % entre la production et la consommation.

La demande minière totale de 429 GWh en l'an 2000 atteindra 532 GWh en 2020 (MRNE, 1999). La demande liée aux projets potentiels qui ont été identifiés à Fomi, Kaléta et Guildé n'est pas incluse dans la prévision ; celle-ci est de l'ordre de 460 GWh. L'analyse des informations fournies par la table de concertation (voir section 4.4.3) révèle que la principale stratégie d'approvisionnement électrique consiste à aménager les sites hydroélectriques les plus prometteurs, de préférence à l'option "centrales thermiques", et à procéder parallèlement à l'interconnexion progressive des réseaux distincts actuels et des centres isolés ainsi qu'à celle des principaux producteurs autonomes, par exemple les industries minières.

4.2.4 Processus décisionnel et prise en compte de l'environnement dans la planification

Nous présentons ici l'appareil décisionnel, son contexte logistique, sa structure et son fonctionnement. Le secteur énergétique soulève une problématique environnementale, absente dans l'actuel schéma directeur d'électrification de la Guinée maritime. L'absence de méthodologie appropriée au ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie ne facilite pas une prise de décision éclairée, notamment en regard des préoccupations environnementales

soulevées par les différents acteurs. Dans les dix dernières années, aucune décision importante n'a été prise dans le secteur de l'énergie.

4.2.5 Les problèmes institutionnels et réglementaires

En Guinée, la gestion du secteur de l'énergie relève à la fois du ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie et du ministère des Eaux et Forêts. Le ministère du Plan et de la Coopération internationale intervient aussi en examinant les programmes et les projets du secteur de l'énergie dans le cadre de la préparation du plan de développement national. Le Gouvernement guinéen s'est engagé depuis 1985 dans un vaste programme de réforme globale de tous les secteurs économiques du pays. En ce qui concerne le secteur de l'énergie, les objectifs ont été clairement définis dans la lettre de politique sectorielle No O6 MRNEE CAB 93 du 26 juin 1992. Il s'agit d'assurer à terme la couverture totale de la consommation énergétique du pays. L'État, en tant que puissance publique, contrôle le secteur, définit et met en œuvre la politique énergétique et tarifaire, fixe les règles du jeu et veille à leur correcte application. Pour atteindre cet objectif, un plan d'action en cinq points a été défini pour être mis en œuvre (MRNE, 1999).

1. Assurer l'autosuffisance énergétique par le développement du potentiel hydroélectrique du pays.

2. Assurer un niveau de service adéquat et un accès à ce service à tous les consommateurs capables d'en assumer la charge.

3. Assurer en bout de ligne un autofinancement du secteur au moyen de la correction des distorsions institutionnelles existantes, l'adoption d'une politique tarifaire équitable et d'une gestion commerciale efficace. Toutefois, le Gouvernement s'engage à financer directement mais de façon transparente les programmes d'électrification de type social et non rentables.

4. Favoriser la participation d'opérateurs privés dans la production, le transport et la distribution d'électricité par la mise en place d'un cadre réglementaire garantissant un traitement uniforme à tous les opérateurs.

5. Limiter le rôle de l'État en matière de gestion du secteur, à la définition et à la mise en place de politiques et de stratégies sectorielles ainsi qu'à la régulation.

C'est ainsi que le Gouvernement a été amené à prendre la décision de libéraliser le secteur de l'électricité en mettant en place un cadre légal par l'adoption et la promulgation de la loi L 93 O39 CTRN du 13 novembre 1993. C'est en application de cette disposition légale que l'État a signé le 30 avril 1994 avec le groupement d'opérateurs privés composés des Sociétés Hydro-Québec International, SAUR International et Électricité de France International, une convention de concession de service public d'électricité pour une période de 10 ans à partir de son entrée en vigueur le 25 juillet 1994. C'est sur cette base que la Société Guinéenne d'Électricité (SOGEL) a été créée sous forme d'une société autonome régie par la loi 92/043 du 8/02/1992. La convention de concession sur la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique a été signée le 20 avril 1994.

La concession accordée à la SOGEL est de type affermage, c'est à dire que la SOGEL agit tel un fermier chargé d'exploiter les installations qui lui sont concédées moyennant paiement d'une redevance au propriétaire (BNP, 1999). C'est SOGEL qui assure la commercialisation de l'énergie produite. Le rôle de propriétaire des installations de production, transport et distribution a été donné à une Société anonyme à participation publique, créée[22] par l'État et dénommée Entreprise Nationale d'Électricité de Guinée (ENELGUI). Celle-ci a pour mandat la gestion du patrimoine public de production, de transport et de distribution de l'énergie mise en concession, par le financement et la mise en œuvre de programmes de réhabilitation, de renouvellement et d'extension des moyens de production d'énergie. Malgré la mise en place de ce schéma, le secteur est confronté à ce jour à de nombreuses difficultés dont une situation déficitaire qui s'accentue d'année en année[23]. Le manque de ressources financières chez ENELGUI a paralysé la mise en œuvre des programmes de réhabilitation, de renouvellement du parc de production et de distribution, de même que la réalisation de

[22] Cette création a été consacrée par les disposition de la loi L/93/039/ CTRN en son article 24.
[23] En 2000, le total des déficits d'exploitation encourus depuis 1996 était estimé à plus de 24 milliards de GNF soit plus de 12 millions de dollars américains.

nouveaux projets de développement. Ce problème a affecté négativement les indices de performance de la SOGEL. Les principales causes de cette situation sont (BNP, 1999) :

- ✓ **une distorsion structurelle** se traduisant par une mauvaise définition entre les attributions respectives des deux sociétés opérant dans le secteur à savoir ENELGUI et SOGEL. Le manque de dialogue a porté un préjudice à l'entretien des installations et à la qualité de service ;

- ✓ **un manque de motivation** du concessionnaire qui non seulement n'a aucune obligation d'investissement, mais est assuré d'être rémunéré quelque soit par ailleurs les résultats d'exploitation ;

- ✓ **un taux de fraude** qui se développe à une grande échelle et qui touche toutes les catégories d'abonnés. La SOGEL estime que les pertes annuelles dûes à la fraude s'élèvent à plus de 91 millions de kWh, ce qui représente 22.5% de l'électricité fournie au centre principal de Conakry ;

- ✓ **une culture de non-paiement des factures** qui résulte d'une culture de non-paiement des services dans la période de la première République et qui affecte particulièrement les responsables et l'élite de la société ;

- ✓ **le fardeau financier de l'électricité** qui se traduit par des factures et un coût de branchement élevé pour les clients. Nous pensons que l'importance de ces coûts peut être un facteur incitant les futurs usagers à s'arranger pour se faire raccorder illégalement au réseau; ce qui conduit à un cercle vicieux ;

- ✓ **le développement de réseaux illégaux de distribution** qui résulte de l'incapacité à étendre le réseau de distribution en fonction du rythme d'urbanisation. Ce problème s'est soldé par l'installation clandestine de centaines de kilomètres de réseaux illégaux, parfois cautionnés par les salariés de la SOGEL moyennant rémunération ;

- ✓ **la non application de la Loi no 039/99** sur l'électricité, ce qui fait que le vol d'électricité n'est pas puni.

En raison de l'effet combiné de l'ensemble de ces problèmes et particulièrement de sérieux problèmes d'ordre institutionnel, les deux sociétés n'ont pas pu cohabiter et ont cessé d'exister à l'été 2001, en cédant la place à l'Électricité de Guinée (EDG) par un décret du président de la République. La situation actuelle du secteur énergétique montre que les objectifs fixés par l'État sont loin d'être atteints.

L'analyse des différents sous-secteurs énergétiques en Guinée révèle des problèmes institutionnels à chaque niveau. Les problèmes majeurs sont la faible coordination des activités, la non prise de décisions, le manque de données fiables, l'absence de planification réelle, l'insuffisance de ressources budgétaires pour le bon fonctionnement des services et l'entretien des installations existantes, ainsi que le manque de motivation du personnel. Le dénominateur commun à l'ensemble de ces problèmes est le dysfonctionnement du cadre institutionnel et réglementaire. Ces problèmes résultent essentiellement des erreurs de choix en matière de politique et de stratégies qui se sont accumulées pendant des années (DNP, 2001 : p.7). La mauvaise coordination entre les différents ministères et structures impliqués dans le secteur de l'énergie se traduit souvent par le double emploi et ne permet pas de percevoir clairement les responsabilités. Le manque de données fiables tient non seulement au fait que l'on n'a pas clairement défini et attribué les responsabilités concernant la collecte et l'analyse des statistiques d'énergie, mais aussi au fait que l'on n'a pas pris conscience de l'importance d'une base de données appropriées pour la programmation des activités énergétiques. Ainsi, l'inexistence d'un système de collecte et d'analyse des données d'énergie a pour conséquence l'absence d'un système d'information sur l'énergie, ce qui entrave la production d'information pour nourrir le processus décisionnel.

L'insuffisance de ressources budgétaires et le manque de défis professionnels pour le personnel affectent grandement le moral des agents et l'efficacité opérationnelle du secteur. Le processus de planification énergétique souffre aussi de l'absence d'un ensemble de critères uniformes et cohérents applicables à tout le secteur pour l'élaboration de plans et de

programmes. Les différents sous-secteurs de l'énergie évoluent de façon autonome sans stratégie et politique énergétiques d'ensemble. Ce manque de stratégie cohérente d'intervention avec implication des acteurs concernés donne lieu à des incohérences et de l'inefficacité dans le système. Il existe donc d'importants enjeux dans le secteur de l'énergie en Guinée.

4.3 Identification des principaux enjeux

Les acteurs présents à la table de concertation ont pu identifier les grands enjeux stratégiques liés au secteur de l'énergie en Guinée. Ces enjeux découlent de la définition des objectifs des politiques énergétique et minière du pays. Les grands enjeux à considérer concernent l'amélioration de la fourniture d'énergie pour satisfaire les besoins énergétiques des industries et des centres urbains, le développement de l'électrification rurale et la prise en compte des considérations environnementales et sociales. L'amélioration de la fourniture d'énergie vise à développer ou à mettre en valeur, à moindre coût, les ressources énergétiques du pays, à diminuer la dépendance vis-à-vis de l'importation d'énergie, ainsi qu'à accroître la flexibilité des moyens de production pour s'adapter aux besoins des clients et aux modifications des conditions socio économiques.

L'approvisionnement énergétique en Guinée pose des problèmes de fiabilité. L'approvisionnement fiable en énergie électrique rejoint moins de 10 % de la population. Les acteurs présents à la table de concertation sur l'énergie ont exprimé le souhait d'avoir une continuité de service, une stabilité dans la distribution de l'énergie électrique et une bonne solvabilité des clients. Cet enjeu soulève la nécessité d'augmenter le parc de production énergétique en Guinée de manière à répondre de façon continue et fiable aux besoins des consommateurs en terme de puissance et d'énergie. L'enjeu stratégique, lié à la prise en compte des considérations environnementales et devant être intégré au processus conduisant aux choix des options, vise à faire du développement énergétique durable. Dans cette perspective, la production énergétique doit se faire dans le respect des critères du développement durable, et ce, en concertation avec l'ensemble des acteurs concernés.

4.4 Construction des options énergétiques

Sept options ont été définies sur la base des ressources disponibles et des informations fournies par les acteurs lors de la table de concertation. Ces options ont été validées par les acteurs après avoir été structurées et décrites par l'équipe de soutien. Nous avons fait l'hypothèse que chaque option doit être en mesure de satisfaire les besoins globaux et essentiels de la Guinée maritime pour l'an 2020. Chacune des options construites dans le cadre de cette étude comprend une combinaison de filières hydroélectrique, thermique, solaire (photovoltaique et éolienne) et biomasse. Les équipements de production pourraient donc comprendre des aménagements hydroélectriques, des groupes diesel, des centrales photovoltaïques et éoliennes, ainsi que de la combustion de biomasse.

La part de chaque filière dans les différentes options est déterminée en fonction des besoins globaux à satisfaire et du potentiel énergétique disponible, ainsi que de certaines considérations stratégiques comme l'électrification rurale, la diminution de la dépendance aux énergies importées, le développement du secteur minier, l'autonomie énergétique, le potentiel hydroélectrique du pays et d'autres encore. Les données de base présentées ci-dessous ont été considérées pour déterminer la proportion des différentes formes d'énergie dans les options.

a) Les besoins énergétiques totaux en Guinée maritime se fractionnent en différentes composantes.

- ✓ Demande potentielle en énergie pour le secteur urbain, pour les chefs lieux de préfecture, incluant Sangarédi, Kamsar et Conakry et les projets miniers actuels de la Guinée maritime planifiés pour l'an 2020 : 1 581 706 MWh soit 1 582 GWh. Cette demande inclut les projets industriels autres que les seuls projets miniers.

- ✓ Demande potentielle en énergie des futurs projets miniers en 2020 : projet Diandian avec 288,7 GWh, et le projet de fonderie d'aluminium avec 2689, 8 GWh pour un total de 2979 GWh.

- ✓ Demande potentielle en énergie pour les besoins ruraux de 349 919 MWh, soit 350 GWh, ce qui représente 22 % de la demande en énergie pour les centres urbains et les zones minières. Nous avons estimé les besoins énergétiques en milieu rural en tenant compte de certaines hypothèses de développement et de planification territoriale. Le détail de la démarche méthodologique est présenté à l'appendice A.

Le tableau suivant présente les besoins en énergie des différentes fractions de la demande.

Tableau 4.9 Besoins énergétiques en Guinée maritime à l'horizon 2020

Demande énergétique pour le milieu urbain	1 189,2 GWh
Demande énergétique pour les projets miniers actuels	392,5 GWh
Demande énergétique pour les futurs projets miniers	2 979 GWh
Demande énergétique en milieu rural	1 910,2 GWh
Total de la demande en l'an 2020	6 470,9 GWh
Production actuelle en énergie (2000)	588 GWh
Énergie à produire pour rencontrer la demande en 2020	5883 GWh
Perte estimée (4% de l'énergie à produire)	235 GWh
Énergie à produire réellement	6118 GWh

b) Les ressources énergétiques disponibles et la taille des centrales thermiques à installer :

- ✓ potentiel hydroélectrique des sites retenus;
- ✓ potentiel éolien disponible;
- ✓ puissance de la centrale thermique à installer en fonction de certains besoins;
- ✓ potentiel de la biomasse disponible déterminé selon l'emplacement des noyaux de population dans la région.

Le tableau 4.10 présente la proportion de chacune des filières énergétiques dans chaque option.

Tableau 4.10 Pourcentage des filières par option

Filière	Option 1.	Option 2. *	Option 3.	Option 4.	Option 5.	Option 6.	Option 7.
Hydroélectrique	14%	50%	70%	90%	60%	55%	40%
Thermique	4%	35%	8%	3%	20%	15%	10%
Biomasse	80%	5%	17%	4%	10%	10%	46%
Solaire (photovoltaïque et éolienne)	2%	10%	5%	3%	10%	20%	4%

* Part des filières déterminée selon les objectifs du gouvernement par le ministère de l'Hydraulique et de l'énergie en concertation avec le ministère du Plan et de la Coopération internationale. Les autres pourcentages ont été définis par la table de concertation et l'équipe de soutien afin de diversifier le nombre de scénarios possibles.

4.4.1 Description des options construites

Rappelons qu'à l'étape d'identification des solutions à la table de concertation, quelques options de base ont été proposées aux acteurs pour stimuler leur réflexion. Les acteurs ont alors généré à travers leurs débats des éléments d'information qui ont permis de construire les options et par la suite de les faire valider par la table de concertation. La description de ces options est donnée ci-dessous. Parmi ces options énergétiques, il y a une option de statu quo, deux options centralisées présentant un grand degré d'intégration et nécessitant la construction d'une grande proportion d'équipements de plus grande taille, trois options décentralisées nécessitant la construction d'équipements de production énergétique de plus faible taille. Dans les options centralisées, l'extension du réseau interconnecté permet de satisfaire une bonne partie des besoins du milieu rural, alors que dans les options décentralisées, c'est essentiellement la production par centrales autonomes dans des réseaux isolés qui permet l'électrification de l'arrière pays.

Option de référence ou option statu quo (Option 1)

L'option statu quo est une option tendancielle de la situation énergétique actuelle de la Guinée. Il y a moins d'investissements pour l'acquisition de nouveaux équipements de production, le taux d'accroissement de la consommation d'électricité est faible et l'utilisation des combustibles traditionnels avec l'utilisation accrue du bois reste dominante dans le bilan énergétique.

Option centralisée Hydro-Thermique (Option2)

Cette option nécessite la construction de grands barrages hydroélectriques à Fomi, Guildé et Kaléta et l'installation de grandes centrales thermiques. Toutes les centrales sont intégrées à un seul réseau électrique interconnecté. L'extension du réseau interconnecté permet de répondre à une partie des besoins de l'électrification rurale. Cette option comprend également l'installation de générateurs photovoltaïques et éoliens. Aucune mesure n'est prise pour l'utilisation durable de la biomasse.

Option centralisée Synergie Énergie/Mines (Option3)

Cette option comprend la construction de grands équipements de production thermique et hydroélectrique comprenant un complexe intégré de type Centrale Hydro de 1000 MW et une Fonderie d'aluminium, dans lequel 80% de l'énergie produite est utilisée par la fonderie et 20 % est injecté dans un réseau interconnecté. Tous les besoins miniers sont raccordés au réseau interconnecté. La stratégie de valorisation du produit minier guinéen intègre le développement du potentiel énergétique nécessaire à la transformation bauxite-aluminium (Guinée, 2000 : p.35). La politique de développement énergétique est définie de manière à assurer une meilleure synergie entre le secteur de l'énergie et celui des mines. L'option comprend également l'installation de quelques centrales solaires photovoltaïques et éoliennes. L'utilisation du bois énergie est maximale dans la satisfaction des besoins énergétiques domestiques.

Option centralisée Maximum Hydraulique (Option4)

Cette option inclut le développement de tout le potentiel hydroélectrique du fleuve Konkouré ainsi que d'autres sites intéressants du pays. La production énergétique obtenue est

importante pour satisfaire les besoins industriels et l'essentiel de la distribution publique de la Guinée maritime. Le surplus énergétique est exporté vers les autres régions de la Guinée et/ou vendu aux pays voisins de la Guinée. L'option comprend également une faible production énergétique d'origine thermique, éolienne et photovoltaïque, ainsi qu'un usage limité de la biomasse.

Option décentralisée Hydro Thermique et Biomasse (Option5) :

Cette option comprend la construction d'une grande proportion de petites centrales hydroélectriques, de quelques grandes centrales hydroélectriques ainsi que l'installation de centrales thermiques, photovoltaïques et éoliennes. La production énergétique se fait essentiellement par centrales autonomes alimentant des réseaux locaux. L'option englobe également des programmes d'utilisation durable de la biomasse.

Option décentralisée Maximum Solaire (Option6)

Cette option inclut la construction de plusieurs équipements de production hydroélectrique de faible taille, ainsi que l'installation d'une grande proportion de centrales photovoltaïques et éoliennes. Cette option repose sur la vulgarisation et la promotion des énergies renouvelables. L'alimentation électrique se fait par réseaux isolés alimentés par des centrales autonomes. L'utilisation du bois énergie est conçue de manière durable.

Option décentralisée Maximum de bois durable (Option7)

Cette option comprend des aménagements forestiers permettant de freiner fortement la dégradation des ressources forestières en réduisant les superficies déboisées dans la satisfaction des besoins en bois énergie. Les programmes de plantation résultant des aménagements permettent d'augmenter sensiblement les superficies régénérées. L'option englobe la construction de quelques grands barrages hydroélectriques et l'installation de quelques centrales thermiques pour la satisfaction des grands besoins. Elle comprend également l'installation de quelques générateurs photovoltaïques et éoliens. La caractéristique principale des options énergétiques centralisées est l'établissement d'un réseau électrique interconnecté permettant de raccorder les centrales de production requises

pour satisfaire les besoins. Ce réseau électrique interconnecté devra être construit sur la base du réseau électrique actuel.

4.4.2 Description du réseau électrique actuel

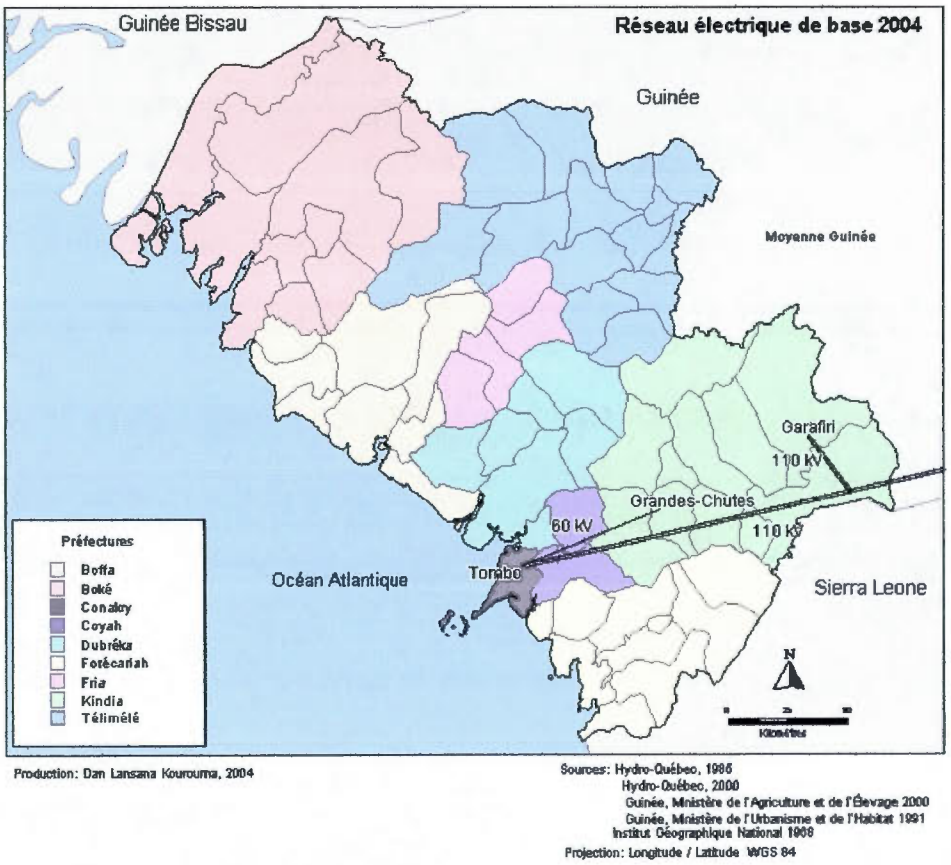
Le réseau électrique actuel de la Guinée regroupe un réseau interconnecté et des réseaux isolés. À la suite de la mise en service de la centrale hydroélectrique de Garafiri, le réseau interconnecté s'étend maintenant de la Guinée maritime à la moyenne Guinée. Ce réseau est constitué de lignes de transport à 110 kV, d'un lien 60 kV entre les centrales Grandes Chutes et Tombo et d'un lien 30 kV entre Mamou et Labé. Les réseaux isolés sont ceux du système Tinkisso en Haute Guinée qui a un lien à 30 kV entre Faranah et Dinguiraye en passant par Dabola, ceux des 12 chefs lieux de préfecture alimentés de façon isolée par des groupes électrogènes, ainsi que ceux des auto producteurs miniers qui desservent certaines localités environnantes. Le tableau suivant présente le portrait du réseau électrique actuel en Guinée.

Tableau 4.11 Réseau de transport électrique en Guinée

Équipement de transport	Longueur en km	Date de la mise en service
Ligne 110 kV biterne	220 km	1999
Ligne 110 kV monoterne	131 km	1970 et 1999
Ligne 60 kV	82 km	1954
Ligne 30 kV	131 km	De 1954 à 1999

Le réseau électrique actuel est présenté sur la figure suivante :

Figure 4.8 Schéma du réseau électrique actuel



4.4.3 Définition d'un réseau interconnecté de base

La définition d'un réseau interconnecté de base a été examinée dans le rapport de l'étude sur la restructuration du secteur électrique en Guinée réalisée par SNC-Lavalin en août 1999 pour le compte du ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie. Il s'agit de raccorder au réseau électrique de 1999, les centrales hydroélectriques des projets Fomi, Kaléta et Guildé,

et quelques centrales diesel fonctionnant au fuel lourd près de Conakry, à Kankan et à N'Zérékoré (MRNE, 1999). Le raccordement de la centrale Fomi au réseau existant permet d'étendre le réseau, de Conakry à Kankan. Il s'agit de construire une ligne biterne à 110 kV de 280 km entre Fomi et Mamou, de 52 km entre Mamou et Linsan et de 50 km entre Fomi et Kanakan. Ces liens permettent d'intégrer au réseau principal les préfectures de Kankan, Kouroussa, Dabola, Faranah et Dinguiraye. Le raccordement de Kaléta consiste à construire une ligne biterne à 110 kV de 60 km allant de la centrale à Fria et de 90 km de Fria au poste de Sonfonia situé entre Coyah et Conakry. Ce raccordement permet d'intégrer la préfecture de Fria et les charges minières de Friguia.

Le raccordement de Guildé consiste à construire une ligne monoterne à 110 kV de 20 km entre la centrale et Sangarédi, de 110 km allant de la centrale à Kamsar, en passant par Boké et de 90 km entre Boké et Fria. La construction et le raccordement de ces trois centrales hydroélectriques permettent d'obtenir un réseau interconnecté de base rejoignant trois des quatre régions naturelles de la Guinée. Une fois ce réseau de base obtenu, seules les préfectures de Boffa et de Télimélé restent non raccordées. Ce réseau de base sera considéré dans l'analyse des options énergétiques centralisées. Boffa peut être relié à Fria par une ligne à 30 kV de 60 km et Télimélé peut être relié à Kinkon par une ligne à 30 kV de 65 km.

Nous supposons dans l'analyse des options que lorsqu'un chef lieu de préfecture est raccordé au réseau de transport, tout son territoire aura accès à l'électricité au moyen d'un réseau de distribution. Il est aussi supposé, que la longueur des lignes de transport est négligeable dans les cas d'une alimentation décentralisée par production thermique, éolienne ou photovoltaïque. Les micros centrales au fil de l'eau ne sont pas raccordées au réseau intégré et servent essentiellement à l'alimentation électrique de l'arrière pays.

4.4.4 Équipements de transport requis pour chaque option

Nous décrivons ci-après le réseau de transport électrique pour chaque option. Un tableau synthèse est présenté à la fin de la description et les cartes des différents réseaux sont presentées à la
section 4.5.

Option 1 : Le réseau de transport électrique défini dans cette option est le réseau actuel auquel on intègre la centrale de Guildé et celle de Korafindi. Cette intégration nécessite la construction d'une ligne monoterne à 110 kV de 20 km entre la centrale de Guildé et Sangarédi, de 110 km allant de la centrale à Kamsar, en passant par Boké, de 74 km entre la centrale de Korafindi et Boké, de 25 km entre Koranfindi et Fria, et une ligne biterne à 110 kV de 90 km entre Fria et le poste de Sonfonia.

Option 2 : Dans cette option, le réseau de transport comprend les projets Fomi, Kaléta, Guildé, Tiopo, Ousséguélé, Soukou-Doukourha, Amaria, Diolo-Yllabé et Korafindi intégrés au réseau électrique actuel. Cette option nécessitera donc la construction de : a) une ligne biterne à 110 kV de 280 km entre la centrale de Fomi et Mamou, de 52 km entre Mamou et Linsan, de 31 km entre Diolol-Yllabé et Kaléta, de 24 km entre la centrale de Kaléta et Fria, de 15 km entre Fria et Amaria, de 74 km entre Amaria et le poste de Sonfonia, de 48 km entre Soukou-Dourha et le poste de Sonfonia; b) une ligne monoterne à 110 kV de 20 km entre la centrale de Guildé et Sangarédi, de 110 km entre la centrale de Guildé et Kamsar via Boké, de 74 km entre Korafindi et Boké, de 25 km entre Korafindi et Fria, de 42 km entre Guildé et Tiopo, de 100 km entre Tiopo et Ousséguélé; c) une ligne 30 kV de 60 km entre Ousséguélé et Telimelé et de 60 km entre Fria et Boffa.

Option 3 : Le réseau de l'option 3 est défini par la construction : a) d'une ligne biterne à 110 kV de 23 km entre Souapiti et Kaléta, de 24 km entre Kaléta et Fria, de 98 km entre Fria et Boké, de 90 km entre Fria et le poste de Sonfonia; b) d'une ligne monoterne à 110 kV de 20 km entre Guildé et Sangarédi, de 17 km entre Sangarédi et Belidima, de 31 km entre Belidima et Boké, de 45 km entre Boké et Kamsar; c) d'une ligne 30 kV de 60 km entre Fria et Boffa, de 40 km entre Boké et Dabiss et de 53 km entre Souapiti et Télimélé.

Option 4 : Dans cette option, toutes les productions sont injectées dans un réseau à forte intégration permettant de satisfaire les besoins industriels, ceux des centres urbains ainsi que l'essentiel des besoins en milieu rural. Le réseau est conçu de manière à assurer aux grands centres de consommation au moins deux sources d'alimentation. Les lignes à construire sont :

a) une ligne biterne à 110 kV de 23 km entre Souapiti et Kaléta, de 35 km entre Kaléta et Amaria, de 15 km entre Amaria et Fria, de 74 km entre Amaria et le poste de Sonfonia, de 48 km entre Soukou-Doukourha et le poste de Sonfonia, de 110 km entre la centrale de Guidé et Kamsar via Boké, de 31 km entre Kaléta et Diolol-Yllabé, de 71 km entre Diolol-Yllabé et Guildé; b) une ligne monoterne à 110 kV de 20 km entre la centrale de Guildé et Sangarédi, de 17 km entre Belidima et Sangarédi, de 42 km entre Guildé et Tiopo, de 36 km entre Diolol-Yllabé et Télimelé, de 40 km entre Boké et Dabiss; c) une ligne 30 kV de 56 km entre Amaria et Boffa et de 26 km entre Soukou-Doukourha et Forécariah.

Option 5 : Dans cette option, deux réseaux électriques isolés sont construits et ne sont pas reliés au réseau initial, seul le projet Soukou-Doukourha est intégré à ce dernier. Ces réseaux isolés sont alimentés par les centrales de Amaria et de Korafindi ainsi que celles de Guildé et Tiopo. Tous les autres projets sont en production décentralisée près des centres de consommation. Les lignes à construire sont : a) une ligne biterne à 110 kV de 15 km entre Amaria et Fria, de 25 km entre Korafindi et Fria, de 42 km entre Guildé et Tiopo, de 48 km entre Soukou-Doukourha et le poste de Sonfonia; b) une ligne monoterne à 110 kV de 20 km entre la centrale de Guildé et Sangarédi, de 110 km entre la centrale Guildé et Kamsar via Boké, de 93 km entre Sangarédi et Télimelé; c) une ligne 30 kV de 60 km entre Fria et Boffa.

Option 6 : Dans cette option, les projets Souapiti, Amaria et Soukou-Dourha sont intégrés au réseau initial. Tous les autres projets sont répartis en production décentralisée dans de petits réseaux isolés. Les lignes à construire sont : a) une ligne biterne à 110 kV de 38 km entre Souapiti et Amaria, de 15 km entre Amaria et Fria, de 98 km entre Fria et Boké, de 74 km entre Amaria et le poste de Sonfonia, de 48 km entre Soukou-Dourha et le poste de Sonfonia, b) une ligne monoterne à 110 kV de 45 km entre Boké et Kamsar.

Option 7 : Dans cette option, les projets Kaléta, Korafindi, Guildé et Tiopo sont regroupés dans un réseau isolé. Le projet Soukou-Dourha est intégré au réseau initial. Les lignes de transport à construire sont : a) une ligne biterne à 110 kV de 24 km entre Kaléta et Fria, 25 km entre Korafindi et Fria, de 62 km entre Korafindi et Sangarédi, de 20 km entre Guildé et Sangarédi, de 48 km entre Soukou-Doukourha et le poste de Sonfonia,; b) une ligne

monoterne à 110 kV de 117 km entre Tiopo et Kamsar via Boké et de 61 km entre la centrale de Guildé et Boké; c) une ligne 30 kV de 60 km entre Fria et Boffa.

Le tableau suivant résume la longueur en km des types de lignes de transport par option.

Tableau 4.12 Longueur en km des types de lignes de transport par option

	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Option 6	Option 7
Ligne 110 kV monterne	229	371	113	155	223	45	178
Ligne 110 kV biterne	90	524	235	407	130	273	179
Ligne 30 kV		120	153	82	60		60
Total	319	1015	501	644	413	318	417

4.5 Spatialisation des options

Nous avons effectué la spatialisation des options énergétiques dans un SIG dans le but de mieux estimer certains de leurs impacts. Dans la spatialisation des options, chaque site énergétique est représenté par un cercle dont la surface correspond à la superficie de l'emprise[24] du site au sol. Dans les sites où les barrages avec réservoirs seront construits, le cercle est disposé en amont du site de manière à tenir compte du sens d'écoulement du cours d'eau. Le site est un point de la circonférence du cercle. Les sites de centrales photovoltaïques et de barrages au fil de l'eau sont au centre des circonférences représentant ainsi leur emprise. Les centrales photovoltaïques et thermiques sont supposées être construites dans les centres d'agglomérations ou en périphérie sur les terres agricoles. L'impact de leur emprise sur les différents types d'occupation du sol dépend des statistiques concernant ces types d'occupation. Pour les barrages avec réservoir, les sites ont été retenus en considérant les énergies annuelles moyennes, alors que pour les barrages au fil de l'eau, les sites ont été retenus sur la base des énergies annuelles garanties (voir appendice B). Pour

[24] Espace occupé par les équipements et leurs pourtours immédiats, incluant les réservoirs et la zone d'influence environnementale.

les filières thermique, éolienne et photovoltaïque, le pourcentage d'énergie affectée aux localités de consommation est estimé au prorata de la densité de population et inclut le statut

économique des villes[25], pour les options décentralisées. Dans les options centralisées, ces pourcentages sont déterminés en tenant compte des besoins d'énergie d'origine thermique pour certaines industries ainsi que de l'éloignement de certaines localités par rapport au réseau électrique.

La demande globale à satisfaire en 2020 est de 5 883 GWh. En tenant compte des pertes estimées à 4 %, l'énergie à produire réellement devient de 6118 GWh. À partir de cette donnée et des informations concernant les sites retenus et les filières énergétiques, nous calculons les emprises correspondant à chaque site en y incluant sa zone d'influence estimée à 30% de son encombrement direct au sol. Pour ce faire, nous considérons les valeurs de consommation d'espace des différentes filières par unité d'énergie produite. Ces valeurs sont consignées dans le tableau 4.13.

Tableau 4.13 Superficie nécessaire par filière pour produire 1 GWh

Filière	Surface directement requise km^2/GWh
Hydraulique avec réservoir	0,2
Hydraulique au fil de l'eau	0,004
Biomasse	3,3
Solaire éolien	0,125
Thermique	0,0002
Solaire photovoltaïque	0,055

Source, Hydro-Québec, 2000

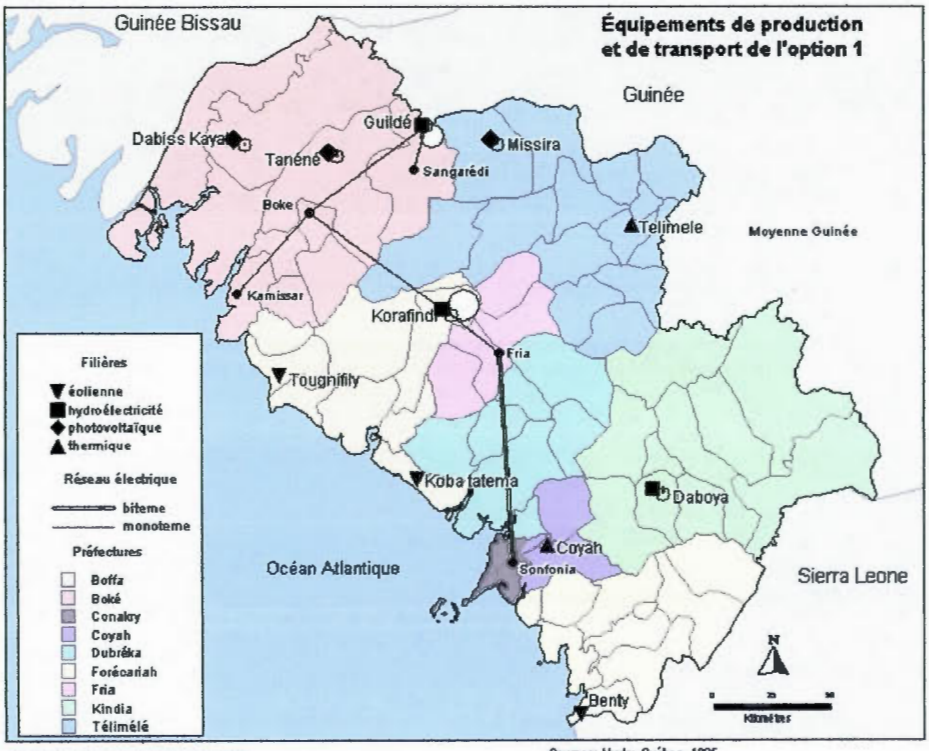
Les tableaux ci-après présentent l'emprise des sites et la spatialisation pour chaque option.

25Ville riche : 1800 kWh/hab (Fria, Kamsar, Koba, Tougnifily)
Ville moyenne :1500 kWh/hab (Mousayah, Boké)
Ville pauvre : 1200 kWh/hab (Boffa, Benty). Toutes les sous-préfectures sont considérées pauvres.

Tableau 4.14 Emprise des sites de l'Option de référence ou option statu quo (Option 1)

	Proportion des filières dans l'option	Demande à combler par filière (GWh)	Sites retenus et production moyenne annuelle en GWh ou le pourcentage d'énergie à produire	Emprise totale au sol en km^2 des infrastructures (surface directe et zone d'influence)
Opt1	Aménagements hydroélectriques. avec réservoir (14%)	856,52	Guildé : 300	78
			Daboya : 7,3	1,90
			Korafindi : 550	143
	Thermique (4%)	244,72	Ville de Coyah : 50% : 122,36	0,03
			Ville de Télimélé : 50%	0,03
	Biomasse (80%)	4894,4	----------	15 531,12
	Éolienne (1%)	61,18	Benty : 24%	2,39
			Tougnifily : 33%	3,28
			Koba tatéma : 43%	4,27
	Photovoltaïque (1%)	61,18	Dabiss : 20%	0,87
			Missira : 35%	1,53
			Tanéné : 45%	1,97

Figure 4.9 Représentation spatiale de l'option 1



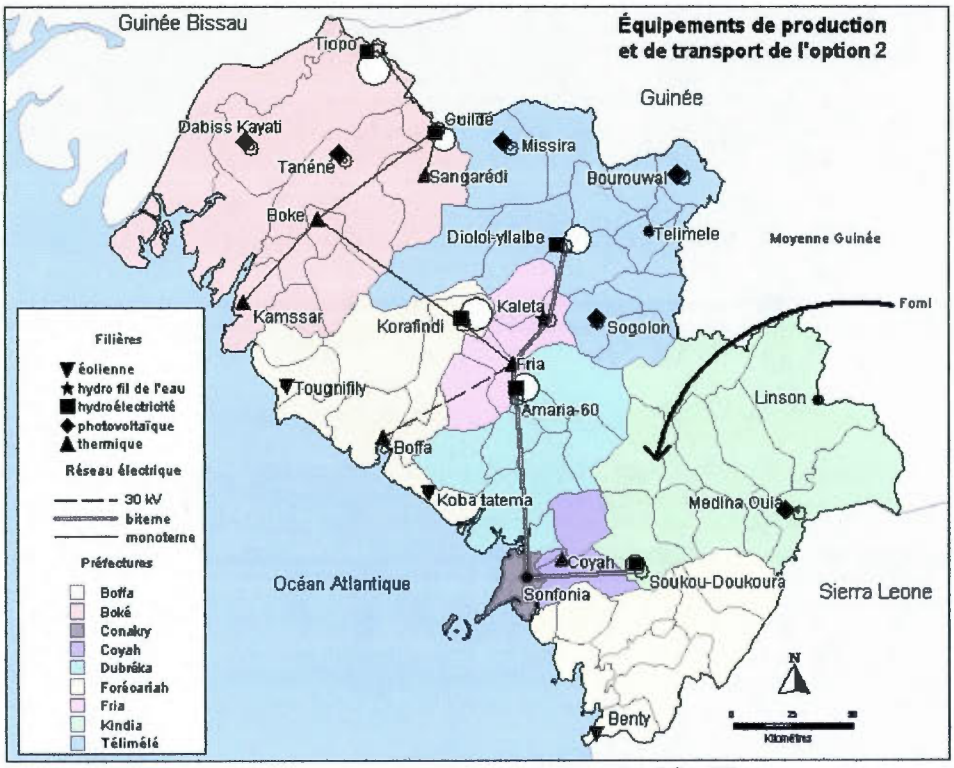
Production: Dan Lansana Kourouma, 2004

Sources: Hydro-Québec, 1995
Hydro-Québec, 2000
Guinée, Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage 2000
Guinée, Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat 1001
Institut Géographique National 1998
Projection: Longitude / Latitude WGS 84

Tableau 4.15 Emprise des sites de l'option centralisée Hydro-Thermique (Option 2)

	Proportion des filières dans l'option	Demande à combler par filière (GWh)	Sites retenus et production moyenne annuelle en GWh ou le pourcentage d'énergie à produire	Emprise totale au sol en km^2 des infrastructures (surface directe et zone d'influence)
Opt2	Aménagements hydroélectriques. avec réservoir (44%)	2691,92	Tiopo : 590	153,4
			Guildé : 300	78
			Korafindi : 550	143
			30% Fomi : 112	29,12
			Soukou-doukoura : 190	49,4
			Amaria 60 : 440	114,4
			35 % Oussegel : 55	14,3
			Diolol-Yllabé : 390	101,4
	Aménagement hydroélectrique au fil de l'eau (6%)	367,08	Kaléta : 410	2,132
	Thermique (35%)	2141,3	Boké (30%) : 642,39 GWh	0,17
			Boffa (10%)	0,06
			Kamsar (15%)	0,08
			Sangaredi (15%)	0,08
			Fria (20%)	0,11
			Coyah (10%)	0,06
	Biomasse (5%)	305,9	.....	1009,47
	Éolienne (3%)	183,54	Benty :24% (44 GWh)	7,16
			Tougnifily 33%	9,84
			Koba tatéma 43%	12,82
	Photovoltaïque (7%)	428,26	Dabis (20%) : 85,65 GWh	6,12
			Missira (25%)	7,66
			Madina-Oula (10%)	3,06
			Sogolon (15%)	4,59
			Bourouwai (15%)	4,59
			Tanéné (Boké) (15%)	4,59

Figure 4.10 Représentation spatiale de l'option 2



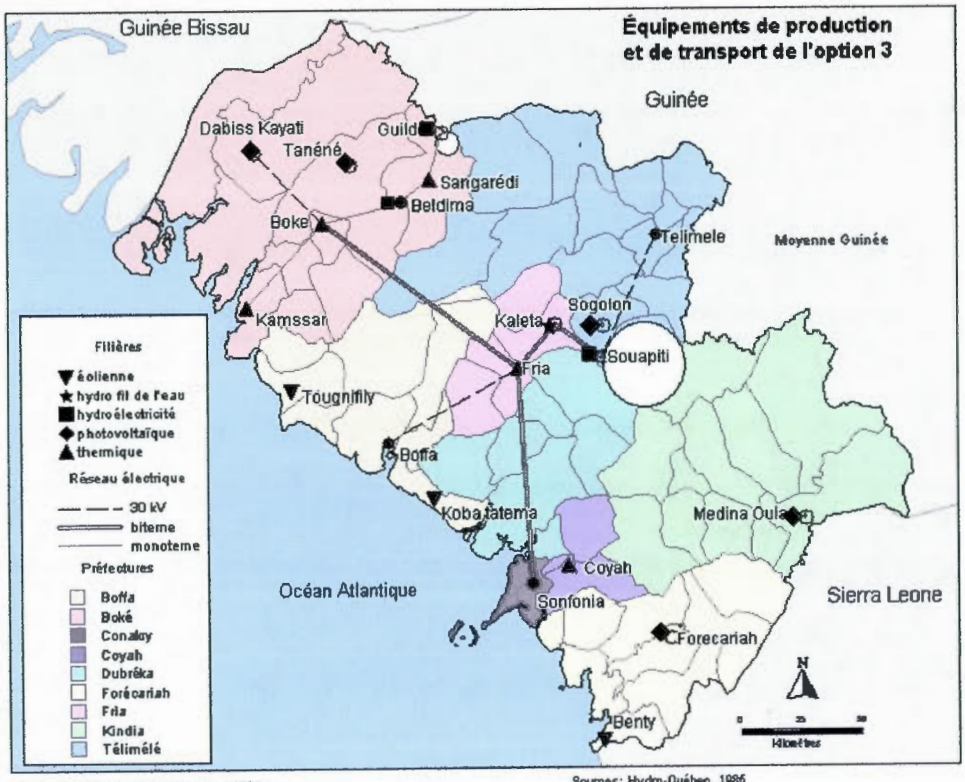
Production: Dan Lansana Kourouma, 2004

Sources: Hydro-Québec, 1985
Hydro-Québec, 2000
Guinée, Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage 2000
Guinée, Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat 1991
Institut Géographique National 1988
Projection: Longitude / Latitude WGS 84

Tableau 4.16 Emprise des sites de l'option centralisée Synergie Énergie/Mines (Option 3)

	Proportion des filières dans l'option	Demande à combler par filière (GWh)	Sites retenus et production moyenne annuelle en GWh ou le pourcentage d'énergie à produire	Emprise totale au sol en km^2 des infrastructures (surface directe et zone d'influence)
Opt3	Aménagements hydroélectriques. avec réservoir (63%)	3854,34	Souapiti : 3520	915,2
			Guildé : 300	78
			Beldima :71	18,46
	Aménagements hydroélectriques au fil de l'eau (7%)	428,26	Kaléta : 410	2,13
			Fatala : 20	0,10
	Thermique (8%)	489,44	Boké (25%) : 122,36 GWh	0,03
			Kamsar (15%)	0,02
			Coyah (15%)	0,02
			Sangaredi (20%)	0,03
			Fria (25%)	0,03
	Biomasse (17%)	1040,06	.....	3432,20
	Éolienne (2%)	122,36	Benty :24% : 29,36 GWh	4,77
			Tougnifily 33%	6,56
			Koba 43%	8,55
	Photovoltaïque (3%)	183,54	Dabis (20%) : 36,7 GWh	2,62
			Koba (10%)	1,31
			Madina-oula (15%)	1,97
			Sogolon (20%)	2,62
			Forecriah (15%)	1,97
			Tanéné (Boké) (20%)	2,62

Figure 4.11 Représentation spatiale de l'option 3



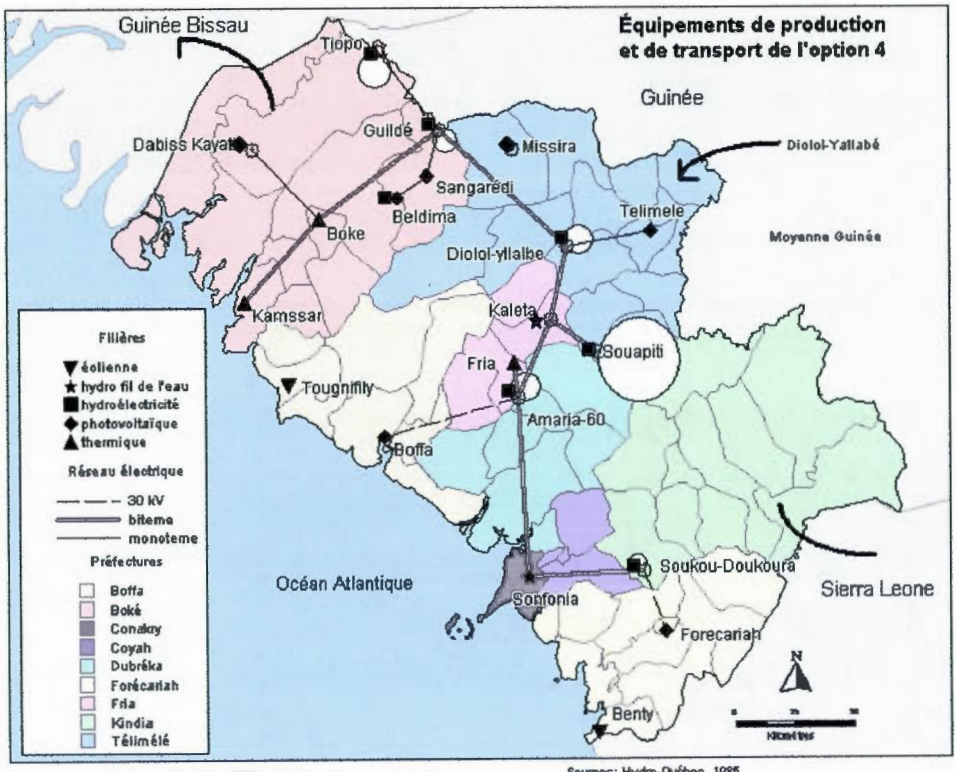
Production: Dan Lansana Kourouma, 2004

Sources: Hydro-Québec, 1986
Hydro-Québec, 2000
Guinée, Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage 2000
Guinée, Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat 1991
Institut Géographique National 1968
Projection: Longitude / Latitude WGS 84

Tableau.4.17. Emprise des sites de l'option centralisée Maximum Hydraulique (Option 4)

	Proportion des filières dans l'option	Demande à combler par filière (GWh)	Sites retenus et production moyenne annuelle en GWh ou le pourcentage d'énergie à produire	Emprise totale au sol en km^2 des infrastructures (surface directe et zone d'influence)
Opt4	Aménagements hydroélectriques. avec réservoir (84%)	5139,12	Soukou-Doukourha 190	49,4
			Tiopo C : 590	153,4
			Guildé : 300	78
			Amaria 60 : 440	114,4
			Diolol-yalbé C: 450	117
			Belidima: 71	18,46
			Souapiti : 3520	915,2
	Aménagement hydroélectrique au fil de l'eau (6%)	367	Kaleta : 410	2,13
	Thermique (3%)	183,54	Boké : 20 % : 36,7 GWh	0,01
			Fria : 44 %	0,02
			Kamsar : 36 %	0,02
	Biomasse (4%)	244,72		807,58
	Éolienne (1%)	61,18	Benty :58% : 35,48 GWh	5,77
			Tougnifily 42%	4,18
	Photovoltaïque (2%)	122,36	Missira : 67%	5,86
			Dabiss :33 %	2,89

Figure 4.12 Représentation spatiale de l'option 4



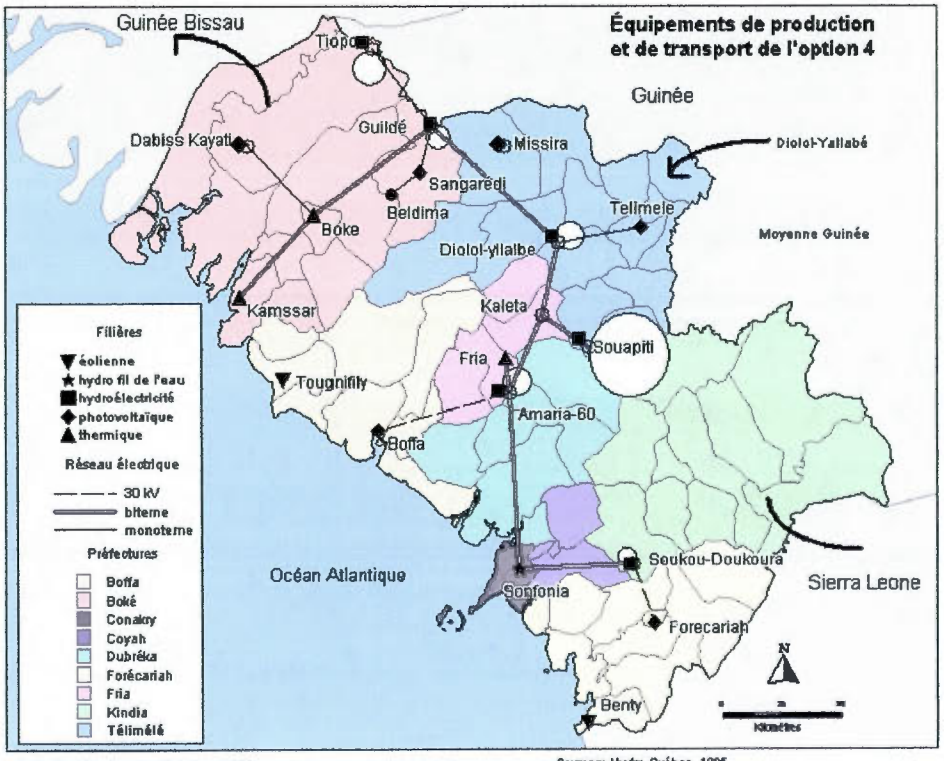
Production: Dan Lansana Kourouma, 2004

Sources: Hydro-Québec, 1985
Hydro-Québec, 2000
Guinée, Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage 2000
Guinée, Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat 1991
Institut Géographique National 1998
Projection: Longitude / Latitude WGS 84

Tableau 4.18 Emprise des sites de l'option décentralisée Hydro Thermique et Biomasse (Option 5) :

	Proportion des filières dans l'option	Demande à combler par filière (GWh)	Sites retenus et production moyenne annuelle en GWh ou le pourcentage d'énergie à produire	Emprise totale au sol en km^2 des infrastructures (surface directe et zone d'influence)
Opt5	Aménagements hydroélectriques. avec réservoir (58%)	3548,44	Soukou-Doukourha : 190	49,4
			Tiopo C : 590	153,4
			Guildé : 300	78
			Amaria 80 : 1400	364
			Diolol-Yalbé C: 450	117
			Korafindi : 550	143
			Belidima : 71	18,46
	Aménagements hydroélectriques au fil de l'eau (2%)	122,36	Fatala : 35	0,18
			Foro : 5	0,03
			Batafon : 6	0,03
			Santa : 17	0,09
			Kelelouma : 36	0,19
			Malikore : 3	0,02
			Yoplare : 8	0,04
			Daboya : 7,3	0,04
			Wawa : 3,45	0,02
			Klissi : 25	0,13
	Thermique (20%)	1223,6	Boké : 16 % : 195,77 GWh	0,05
			Boffa : 39 %	0,12
			Fria : 15 %	0,05
			Moussayah : 20 %	0,06
			Kamsar : 10 %	0,03
	Biomasse (10%)	611,8	.....	2018,94
	Éolienne (3%)	183,54	Benty :23% : 42,21 GWh	6,86
			Tougnifily 35%	10,44
			Koba (Boffa) 42%	12,53
	Photovoltaïque (7%)	428,26	Télimélé : 62% :256,52 GWh	18,98
			Missira : 22%	6,74
			Dabiss :16 %	4,90

Figure 4.13 Représentation spatiale de l'option 5



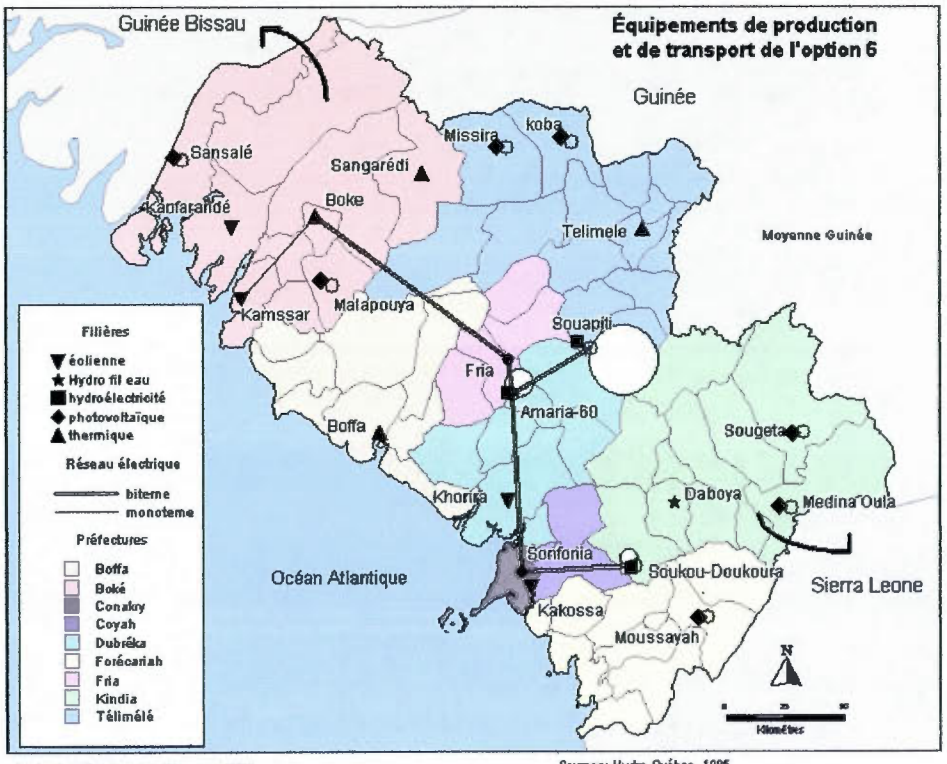
Production: Dan Lansana Kourouma, 2004

Sources: Hydro-Québec, 1985
Hydro-Québec, 2000
Guinée, Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage 2000
Guinée, Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat 1991
Institut Géographique National 1998
Projection: Longitude / Latitude WGS 84

Tableau.4.19 Emprise des sites de l'option décentralisée Maximum Solaire (Option 6)

	Proportion des filières dans l'option	Demande à combler par filière (GWh)	Sites retenus et production moyenne annuelle en GWh ou le pourcentage d'énergie à produire	Emprise totale au sol en km^2 des infrastructures (surface directe et zone d'influence)
Opt6	Aménagements hydroélectriques avec réservoir (52%)	3181,36	Souapiti:3520 (exploitation partielle)	915,2
			Amaria 60 (440)	114,4
			Soukou-doukoura : 190	49,4
	Aménagements hydroélectriques au fil de l'eau (3%)	183,54	Tinguilita : 100	0,52
			Koutouya : 36	0,19
			Yolare : 8	0,04
			Kilissi : 25	0,13
			Kitouni : 3	0,02
			Daboya : 7,3	0,04
			Fatala : 5	0,03
	Thermique (15%)	917,7	Sangarédi (8%): 73,416GWh	0,02
			Télimélé (24%) :	0,06
			Boffa (22%) :	0,05
			Boké (46%) :	0,11
	Biomasse (10%)	611,8		2018,94
	Éolienne (6%)	367	Kanfarandé (16%) :58,72 GWh	9,54
			Kamsar (65%)	38,77
			Kakossa (12%)	7,16
			Khorira (7%)	4,18
	Photovoltaïque (14%)	856,52	Moussaya (32%) :274 GWh	19,60
			Sougueta (16%)	9,80
			Missira (25%)	15,31
			Madina Oula (11%)	6,74
			Malapouya (6%)	3,67
			Koba (Télimélé) (4%)	2,45
			Sansalé (6%)	3,67

Figure 4.14 Représentation spatiale de l'option 6



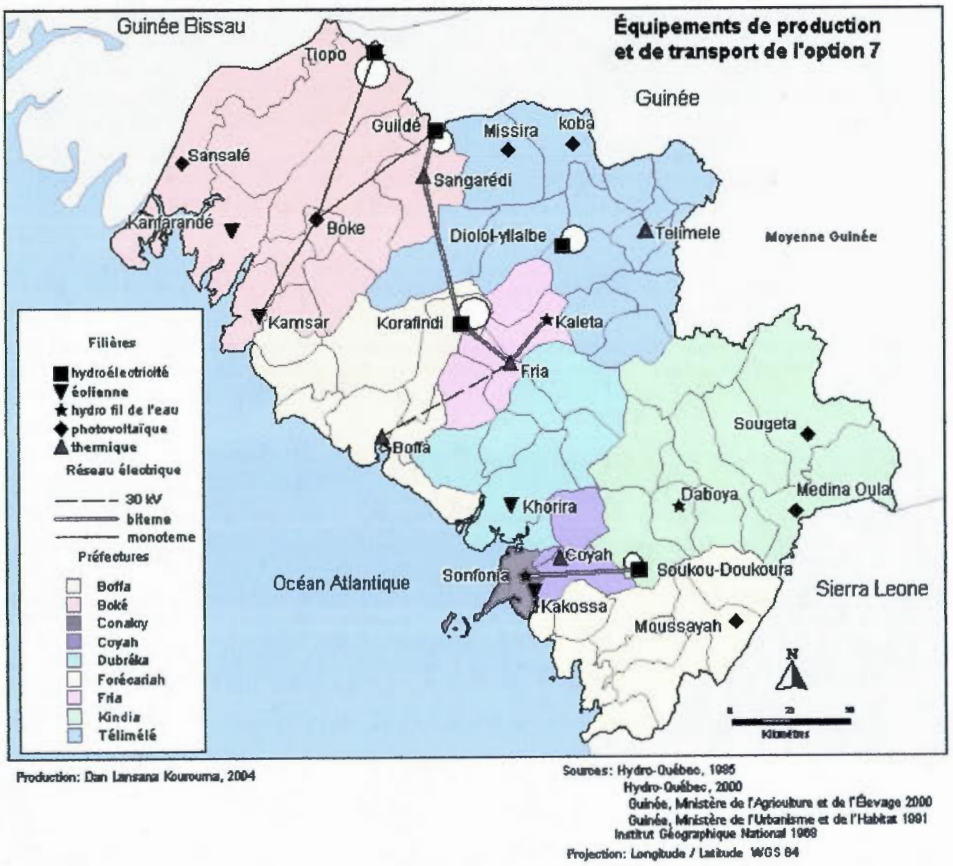
Production: Dan Lansana Kourouma, 2004

Sources: Hydro-Québec, 1985
Hydro-Québec, 2000
Guinée, Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage 2000
Guinée, Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat 1991
Institut Géographique National 1998
Projection: Longitude / Latitude WGS 84

Tableau 4.20 Emprise des sites de l'Option décentralisée Maximum de bois durable (Option 7)

	Proportion des filières dans l'option	Demande à combler par filière (GWh)	Sites retenus et production moyenne annuelle en GWh ou le pourcentage d'énergie à produire	Emprise totale au sol en km^2 des infrastructures (surface directe et zone d'influence)
Opt7	Aménagements hydroélectriques avec réservoir (33%)	2018,94	Guildé : 300	78
			Tiopo C : 590	153,4
			Soukou-Doukoura : 190	49,4
			Koranfindi B : 550	143
			Diolol-Yllabe : 390	101,4
	Aménagements hydroélectriques au fil de l'eau (7%)	428,26	Kaleta : 410	2,13
			Yolare : 8	0,04
			Kitouni : 3	0,02
			Daboya : 7,3	0,04
	Thermique (10%)	611,8	Fria (32%) : 195,776 GWh	0,05
			Télimélé (18%)	0,03
			Coya (21%)	0,03
			Boffa (15%)	0,02
			Sangarédi (14%)	0,02
	Biomasse (46%)	2814,28		9287,12
	Éolienne (2%)	122,36	Kanfarandé (16%) : 19,57GWh	3,18
			Kamsar (65%)	12,92
			Kakossa (12%)	2,39
			Khorira (7%)	1,39
	Photovoltaïque (2%)	122,36	Moussaya (32%) : 39,15 GWh	2,80
			Sougueta (16%)	1,40
			Missira (25%)	2,19
			Madina Oula (11%)	0,96
			Malapouya (6%)	0,52
			Koba (Télimélé) (4%)	0,35
			Sansalé (6%)	0,52

Figure 4.15Représentation spatiale de l'option 7



4.6 Conclusion partielle

La Guinée est riche en potentiel énergétique. Ce potentiel est encore très peu exploité en raison de nombreux problèmes institutionnels et de prise de décision. Pour le développement énergétique de la Guinée maritime, plusieurs options d'approvisionnement sont envisageables. Chacune de ces options a des repercussions spécifiques sur l'environnement. La spatialisation des options permet d'appréhender leurs impacts potentiels et de choisir celles qui sont moins dommageables à l'environnement. Le chapitre suivant va s'attarder sur

la définition de critères d'évaluation en vue d'une évaluation comparative des options envisageables.

CHAPITRE V

ÉTUDE DE CAS EN GUINNÉE MARITIME: AIDE MULTICRITÈRE À LA DÉCISION, RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

L'identification des objectifs et la construction des options ont été présentées dans le chapitre précédant. Nous allons maintenant présenter dans ce chapitre les critères d'évaluation retenus, l'évaluation des options énergétiques, la formalisation des préférences des acteurs, ainsi que l'agrégation des performances. Nous terminerons par une analyse et une discussion des résultats obtenus.

5.1 Construction des critères

Nous avons traduit les enjeux identifiés lors de la table de concertation en critères d'évaluation. Ces critères qui constituent une modélisation de la réalité doivent être compris et acceptés par l'ensemble des acteurs. De ce point de vue, un critère est considéré comme une expression qualitative ou quantitative de points de vue, objectifs, aptitudes ou contraintes relatives au contexte réel, permettant de juger et de comparer entre elles les options envisagées (Sarlos, 2002 : p.835). La validité d'un critère dépend de la pertinence de cette expression par rapport au contexte décisionnel. Les critères issus des enjeux de cette recherche, ainsi que de la littérature sur la problématique des choix énergétiques sont présentés ci-dessous

Tableau 5.1 Enjeux et critères définis

No	Enjeux	Critères
1	Développement du potentiel énergétique	Coût des options
2	Occupation et structuration du territoire	Impact sur l'occupation du sol
3	Richesse de l'environnement naturel	Perte de biodiversité
4	Protection des écosystèmes	Modification des écosystèmes
5	Qualité de l'air	Impact sur la qualité de l'air
6	Qualité des eaux	Impact sur le milieu aquatique
7	Destruction des forêts	Déforestation
8	Perturbation du regime thermique des cours d'eau	Pollution thermique
9	Santé humaine	Impact sur la santé humaine
10	Protection des lieux de cultes et des sites archéologiques	Impact sur les lieux de culte et les sites archéologiques
11	Accessibilité à l'énergie	Accessibilité à l'énergie en terme de coût
12	Optimisation du réseau électrique	Perte d'énergie sur le réseau
13	Relocalisation de population	Déplacement de population
14	Amélioration des revenus	Création d'emploi
15	Gestion responsable du secteur énergétique	Qualité institutionnelle
16	Développement de l'économie régionale	Impact sur le développement de PME-PMI
17	Amélioration des conditions socio-économiques en milieu rural	Développement rural
18	Ouverture du territoire	Désenclavement
19	Conditions climatiques globales	Changements climatiques
20	Perceptions et tensions sociales	Adaptation aux cultures et aux traditions locales
21	Approvisionnement énergétique	Sécurité d'approvisionnement énergétique
22	Changements sociaux	Modification des modes de vie
23	Vulnérabilité et résilience du système énergétique	Dépendance énergétique
24	Satisfaction de la demande énergétique dans le temps	Flexibilité et adaptabilité
25	Disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée	Adéquation du niveau de compétence technologique

Selon Roy et Bouyssou (1993), la réunion de ces critères doit former un ensemble cohérent, exhaustif et sans redondance. Les critères servent à régler trois aspects :

1. structurer et modéliser le problème de décision qui est dans le cas de cette étude, de comparer des options de politiques énergétiques de manière à ce

que les acteurs s'y reconnaissent selon les enjeux et préoccupations auxquels ils se rattachent, ce qui exige une certaine exhaustivité ;

2. discriminer les options sur la base des enjeux soulevés, ce qui exige une famille cohérente de critères; toutefois, un compromis est à faire entre les exigences de la modélisation et les attentes des acteurs ;
3. décrire les impacts des options et permettre leur évaluation comparative; certaines informations sont peu utiles pour le processus d'aide à la décision mais le sont pour la mise en œuvre de la solution retenue.

Les 25 critères mentionnés ci-dessus sont considérés trop nombreux dans un contexte d'aide à la décision. Selon Martel et Rousseau (1993), un problème bien structuré en aide à la décision doit avoir un nombre de critères de 7 à 12 et parfois un peu plus pour les problèmes complexes.

5.2 Regroupement des critères

À partir de la liste initiale des critères identifiés dans la littérature ou issus des enjeux et préoccupations des acteurs, il est possible d'effectuer des analyses statistiques sur les données pour éliminer ceux qui sont redondants et construire une famille cohérente. En l'absence de données sur tous les critères initialement identifiés et ce, dans le contexte décisionnel de la Guinée maritime, nous avons procédé à un regroupement des critères. L'examen de la liste initiale des critères à partir des opinions exprimées par les acteurs permet de les regrouper en un nombre restreint de critères tout en tenant compte de l'ensemble des enjeux dont ils sont le reflet. Il faut aussi mentionner que d'une part, le processus de modélisation vise à capter l'essentiel des phénomènes et, d'autre part l'équipe de soutien a en tête qu'il faut pouvoir mesurer tous les critères retenus par des indicateurs. C'est ainsi que les 22 critères ont été agrégés en 13, de la manière suivante:

- *Le développement rural* et *l'impact sur le développement des PME-PMI* sont pris en compte par *l'accessibilité à l'énergie* et *la création d'emplois*. Ceci n'enlève rien à la pertinence du développement rural qui est appréhendé comme étant un concept central de l'étude. Nous considérons ces critères comme des *effets des infrastructures énergétiques*,

c'est-à-dire les effets induits que le développement énergétique peut avoir sur le développement rural et le développement des PME.

- Le critère *perte de biodiversité* est englobé à la fois dans les critères *déforestation, modification des écosystèmes* et *impact sur l'occupation du sol.*
- Les critères *qualité institutionnelle* et *perte d'énergie sur le réseau* sont considérés comme conditions préalables à la réalisation de toutes les options.
- Le critère *pollution thermique* est pris en compte dans les atteintes à la qualité de l'eau et à la vie aquatique soit le critère *Impact sur le milieu aquatique.*
- Le critère *Impact sur* la *santé humaine* est pris en compte dans les critères *Pollution atmosphérique et Impact sur le milieu aquatique.*
- Le critère *sécurité d'approvisionnement énergétique* est appréhendé à travers les critères *dépendance énergétique, flexibilité et adaptabilité, adéquation du niveau de compétence technologique* et *accessibilité à l'énergie en terme de coût* sur une base régulière aussi bien pour les industries que pour les populations urbaines et rurales ;
- Le critère *adaptation aux cultures et traditions locales* est pris en compte dans le critère *modification des modes de vie.*
- Les critères *changements climatiques* et *impact sur la qualité de l'air* sont agrégés en un seul critère appelé pollution atmosphérique.
- Le critère *modification des écosystèmes* est pris en compte dans le critère *déforestation.*
- Le critère *Impact sur les lieux de culte et les sites archéologiques* est pris en compte dans le critère *modification des modes de vie.*

Nous avons réparti ces 13 critères en 5 dimensions. Ces dimensions ont été formalisées par l'équipe de soutien à partir des résultats issus des discssions entre les acteurs. Nous utilisons une codification des critères dans laquelle la première lettre rappelle la dimension d'appartenance et les deux dernières lettres le nom du critère.

- Aménagement du territoire :
  - ✓ C.1 Impact sur l'occupation du sol (Aos)
  - ✓ C.2 Désenclavement du territoire (Adt)
- Environnement:
  - ✓ C.3 Pollution atmosphérique (Epa)

- ✓ C.4 Impact sur le milieu aquatique (Ema)
- ✓ C.5 Déforestation (Edf)

- Socio culturel :
  - ✓ C.6 Modification des modes de vie (Smv)
  - ✓ C.7 Déplacement de populations (Sdp)
- Économique :
  - ✓ C.8 Accessibilité à l'énergie (Éaé)
  - ✓ C.9 Coût des options (Éco)
  - ✓ C.10 Création d'emplois (Éce)
- Technique :
  - ✓ C.11 Dépendance énergétique (Tdé)
  - ✓ C.12 Adéquation du niveau de compétence technologique (Tnc)
  - ✓ C.13 Flexibilité et adaptabilité (Tfa)

La section suivante est consacrée à la description des critères de manière à bien exposer leur portée.

5.3 Description des critères retenus

- Aménagement du territoire :

  C.1 Impact sur l'occupation du sol : critère quantitatif à minimiser, formalise les préoccupations relatives à la consommation de surfaces utiles pour d'autres usages selon le type d'occupation du sol par les infrastructures énergétiques de production et de transport d'énergie incluant leurs zones d'influence.

  C.2 Désenclavement du territoire : critère quantitatif à maximiser, réfère aux enjeux d'ouverture du territoire par les chemins et routes d'accès qui contribuent à l'accessibilité aux sites de productions énergétiques ainsi qu'à réduire l'isolement de certaines agglomérations.

- Environnement:

  C.3 Pollution atmosphérique: critère quantitatif à minimiser, aborde les diverses émissions de polluants atmosphériques affectant les paramètres de l'air ambiant et les principales émissions de gaz à effet de serre (CO_2 et CH_4).

  C.4 Impact sur le milieu aquatique : critère qualitatif à minimiser, englobe les atteintes à la quantité et la qualité de l'eau et à la vie aquatique suite à la mise en place des infrastructures de production et de transport de l'énergie.

  C.5 Déforestation : critère quantitatif à minimiser, traduit les préoccupations concernant la perte du couvert végétal due aux prélèvements faits pour les besoins de bois énergie et les atteintes à la forêt et aux écosystèmes forestiers, et à la biodiversité.

- Socio culturel :

  C.6 Modification des modes de vie : critère qualitatif à minimiser inclut les préoccupations concernant les changements dans les habitudes traditionnelles des populations.

  C.7 Déplacement de populations : critère quantitatif à minimiser, reflète les préoccupations reliées à la relocalisation de personnes suite à la construction des infrastructures énergétiques et également les effets sur les populations déplacées et sur le milieu dans un nouveau cadre territorial. L'objectif d'amélioration de la qualité de vie des populations par le développement énergétique ne devrait pas être contredit par des activités entraînant le déplacement et la misère.

- Économique :

  C.8 Coût des options : critère quantitatif à minimiser, traduit les enjeux reliés à l'endettement national et englobe les investissements pour les infrastructures de production et de transport de l'énergie et les coûts d'opération. Ce critère inclut le fardeau des investissements énergétiques sur le développement qui se mesure par la proportion des investissements publics pour la génération d'énergie dans le

PIB. Un surinvestissement affecte négativement le développement du pays, surtout lorsqu'il provient des fonds publics plutôt que privés et qu'il empêche alors d'autres investissements cruciaux pour la santé, la production de biens essentiels ou pour l'éducation.

C.9 Création d'emplois : critère quantitatif à maximiser, exprime les enjeux relatifs aux retombées économiques engendrées par la construction et l'exploitation des infrastructures énergétiques ainsi que la croissance d'autres activités productives directement permises par le développement du système énergétique. Les hypothèses implicites sont que l'emploi représente un avantage social majeur et que les énergies viables, à la fois renouvelables et qui améliorent l'efficacité, créent de meilleurs emplois que les énergies intensives en capital qui dépendent des stocks.

C.10 Accessibilité à l'énergie : critère quantitatif à maximiser, prend en compte les préoccupations d'une fourniture d'énergie à prix abordable. Il correspond au pourcentage de la population, rurale et urbaine, et au pourcentage des industries qui disposent d'électricité par le réseau. Ce critère permet de démontrer la place qu'occupent les dépenses en énergie dans le budget total des utilisateurs et de discuter des fluctuations de prix. Il exprime aussi les enjeux de compétitivité des industries ainsi que les effets sur la consommation des ménages et leur taux d'épargne. La demande en énergie dépend non seulement de la croissance économique et de l'évolution des structures des activités, mais aussi du revenu des ménages.

- Technique :

C.11 Adéquation du niveau de compétence technologique : critère qualitatif à maximiser, traduit les préoccupations reliées à l'adéquation entre le niveau de complexité de la mise en œuvre et de la maintenance de la technologie par rapport aux compétences locales.

C.12 Dépendance énergétique : critère quantitatif à minimiser, traduit la résilience c'est-à-dire la sécurité d'approvisionnement et la stabilité des prix, du système énergétique lorsque confronté aux événements externes. Il exprime également la vulnérabilité du système énergétique face aux interruptions accidentelles en ce qui a trait aux approvisionnements extérieurs.

C.13 Flexibilité et adaptabilité : critère qualitatif à maximiser, traduit la capacité du système énergétique à réagir à la variation, soit augmentation ou diminution, de la demande et à s'y adapter. Par exemple, comment le système énergétique réagit à une baisse prolongée de la pluviosité ou à des conditions mondiales de hausse accentuée du prix du pétrole ou du gaz naturel.

Un ou plusieurs indicateurs sont associés à chacun des critères afin de les mesurer.

5.4 Détermination des indicateurs et évaluation des options

Après avoir identifié les enjeux et les avoir structurés en critères de décision, il faut mesurer ces derniers au moyen d'indicateurs. Cette section présente les indicateurs de mesure choisis pour chaque critère. La démarche de mesure des indicateurs d'impact des filières constituant les options énergétiques se fait en deux étapes. La première étape concerne la détermination de l'indicateur de mesure de l'effet, et la seconde étape consiste à calculer l'indicateur d'évaluation de l'impact en passant de l'effet à l'impact selon le modèle proposé au chapitre III.

$$I = \sum\sum\sum E_{eff} * T_{ech} * M$$

L'impact de l'option énergétique est par ailleurs évalué par la somme pondérée des impacts des filières en fonction de leur proportion dans l'option. Ci-dessous, le mode de calcul des composantes *effet* et *impact* est présenté pour chaque critère.

C.1 Impact sur l'occupation du sol (à minimiser)

L'indicateur d'effet retenu est le nombre de km^2 / GWh nécessaires à la production d'énergie par option pour satisfaire les besoins énergétiques. Ces km^2 de superficies de diverses occupations du sol représentent l'empiétement des infrastructures de production, de transport d'énergie et des routes d'accès.

a) détermination de l'indicateur d'effet

Les superficies touchées, représentant l'indicateur d'effet, sont calculées à partir du SIG élaboré et à l'aide de requêtes dans MapInfo. Les couches d'informations nécessaires aux calculs des superficies touchées par les équipements de production sont les types d'occupation du sol, les sites énergétiques et l'emprise des sites. Pour le calcul des superficies touchées par les équipements de transport d'énergie et les routes d'accès, les couches d'informations nécessaires sont les types d'occupation du sol, les sites énergétiques, l'emprise des lignes et l'emprise des routes. Nous avons considéré les emprises suivantes pour définir les tampons dans MapInfo et calculer les superficies consommées par les équipements de transport et les routes d'accès :

- ✓ emprise des lignes à 110 kV : 30 m
- ✓ emprise des lignes à 30 kV : 10 m
- ✓ emprise des routes : 40 m

La synthèse des résultats obtenus par requêtes dans MapInfo est présentée dans le tableau suivant. Les résultats détaillés se trouvent à l'appendice C.

Tableau 5.2 Occupation du sol par les équipements de production, de transport d'énergie et des routes d'accès

Option	Superficies touchées en km^2					
	Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture[26] type 1	Agriculture[27] type 2	Agriculture[28] type 3
Option 1	1.24	102.58	51.47	9.62	78.42	4.18
Option 2	3.21	263.60	91.15	26.55	246.32	138.25
Option 3	1.94	726.51	88.38	17.61	16.36	221.37
Option 4	1.73	841.55	100.07	7.18	185.64	357.25
Option 5	2.66	324.99	60.49	25.80	273.24	314.88
Option 6	1.50	443.46	82.32	32.94	14.74	343.29
Option 7	0.35	224.56	65.058	11.94	240.52	32.07

Les zones urbaines ne sont pas touchées car nous les avons considéré comme évitées de facto.

b) calcul de l'indicateur d'impact

Le passage de l'effet à l'impact se fait à partir des données contenues dans le tableau ci-dessus en faisant la somme des produits des diverses occupations du sol par les paramètres relatifs à la sensibilité du milieu et à la technologie. Un exemple de calcul est présenté ci-dessous pour l'option 1. L'ensemble des résultats pour toutes les options se trouve à l'appendice D.

[26] L'agriculture de type 1 correspond à la zone de la basse côte située en bordure des zones forestières de la mangrove. Elle est caractérisée par les marécages, les plaines salées et d'eau douce, ainsi que par les bas-fonds et de tête de vallée d'eau douce.

[27] L'agriculture de type 2 correspond à la zone continentale nord et est caractérisée par des bas fonds continentaux, des bas plateaux côtiers, des plateaux cuirassés et des sols squelettiques.

[28] Quant à l'agriculture de type 3, elle correspond à la zone continentale sud et est caractérisée par des bas plateaux côtiers.

Tableau 5.3 Indicateur d'impact de l'option 1 sur l'occupation du sol

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières
Option 1	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.24	1	1	1.24
		Savane arborée	99.87	0.6	1	59.92
		Forêt sèche	49.93	0.3	1	14.98
		AgriType1	0.34	1	1	0.34
		AgriType2	77.54	0.4	1	31.02
		AgriType3	4.18	0.7	1	2.93
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0
		Savane arborée	0.00	0.6	0.6	0
		Forêt sèche	0.00	0.3	0.6	0
		AgriType1	0.00	1	0.6	0
		AgriType2	0.00	0.4	0.6	0
		AgriType3	0.00	0.7	0.6	0
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0
		Sav. arborée	0	0.6	0.8	0
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0
		AgriType1	0.03	1	0.8	0.03
		AgriType2	0.03	0.4	0.8	0.01
		AgriType3	0	0.7	0.8	0
	Éolienne	Mangrove	0	1	0.5	0
		Savane. arborée	0.75	0.6	0.5	0.22
		Forêt sèche	0.00	0.3	0.5	0.00
		Agri 1	9.29	1	0.5	4.64
		Agri 2	0	0.4	0.5	0
		Agri 3	0	0.7	0.5	0
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0
		Sav. arborée	1.96	0.6	0.4	0.47
		Forêt sèche	1.54	0.3	0.4	0.18
		Agri 1	0	1	0.4	0
		Agri 2	0.88	0.4	0.4	0.14
		Agri 3	0	0.7	0.4	0
					Impact total de l'option	**116.12**

Remarquons que les paramètres relatifs à la sensibilité du milieu et à l'intensité de l'impact de la technologie varient entre 0 et 1. Les valeurs proches de 0 traduisent des milieux peu sensibles et les valeurs proches de 1, les milieux très sensibles ou très fragiles. De même pour la technologie utilisée les valeurs proches de 0 traduisent des technologies de faible intensité d'impact alors que les valeurs proches de 1 traduisent celles de fortes intensités d'impact. L'intensité de l'impact représente ici le degré de perturbation du milieu touché.

Le paramètre de sensibilité du milieu est considéré égal à 1 pour la mangrove. La mangrove est en effet un écosystème très fragile. C'est une forêt amphibie qui fait la transition entre la mer et le continent et est périodiquement inondée par le flux des marées. Ce milieu riche et dynamique est le siège de nombreuses activités socioéconomiques (pêche, agriculture, exploitation forestière) et constitue un habitat pour diverses espèces biologiques, ainsi qu'une zone de frayère de certaines espèces de poissons (Rue, 1995). La mangrove couvre une superficie de 250 000 ha avec un taux de régression d'environ 4% en raison des pressions anthropiques exercées sur la ressource.

Un coefficient de fragilité de 0.6 est affecté au milieu de savane arborée. Cet écosystème est moins fragile que la mangrove. Les zones de savane arborée sont nombreuses en Guinée maritime et sont caractérisées par la présence d'arbres et d'arbustes épars. Selon la nature du sol le tapis herbacé peut être continu ou non. Ces zones sont tout de même le résultat de la dégradation des formations boisées. En Guinée maritime, les zones de savane arborée subissent la pression des feux de brousse en saison sèche.

En Guinée maritime, la forêt sèche comprend une seule strate d'arbres avec une hauteur moyenne de 10 à 15 mètres et est caractérisée par l'existence de beaucoup d'essences exigeant des périodes prolongées d'ensoleillement. Ces essences sont moins exploitées en raison de la faiblesse de la densité de population aux alentours et de l'éloignement par rapport aux grandes agglomérations. Un coefficient de sensibilité de 0.3 est affecté à la zone de forêt sèche.

Les coefficients affectés aux trois zones agricoles dépendent des conditions agro-climatiques et de la fragilité des sols. Le coefficient est égal à 1 pour l'agriculture de type 1 car celle ci se pratique en bordure des zones forestières de mangrove où les sols sont fragiles et déjà soumis à l'érosion. L'agriculture de type 3 se pratiquant dans les bas plateaux côtiers reçoit un coefficient de 0.7. Ce milieu est aussi très fragile et les terres peuvent se dégrader rapidement à la suite de la destruction du couvert végétal par les infrastructures énergétiques. Quant à l'agriculture de type 2, elle se pratique dans la zone continentale nord et est moins fragile que les zones précédentes. Un coefficient de sensibilité du milieu de 0.4 est retenu pour la zone correspondant à l'agriculture de type 2.

En ce qui concerne les coefficients d'intensité des impacts pour les différentes filières, ceux-ci sont attribués en fonction des hypothèses ci-après. La filière hydroélectricité avec réservoir reçoit un coefficient de 1. Ce coefficient est de 0.8 pour la filière thermique. Ces filières peuvent provoquer une perturbation de forte intensité qui altère de façon significative un ou des éléments environnementaux, remette en cause leur intégrité ou réduit considérablement leur utilisation ou leur qualité. Pour les filières éolienne et hydroélectricité au fil de l'eau, les coefficients sont respectivement de 0.5 et 0.6. L'impact de ces filières modifie un ou des éléments environnementaux et en réduit légèrement l'utilisation ou la qualité. En fin, le coefficient pour la filière photovoltaïque est de 0.4. L'impact de cette filière modifie peu un ou des éléments environnementaux sans modifier significativement leur utilisation ou leur qualité.

C.2 Désenclavement du territoire (à maximiser)

L'indicateur d'effet retenu pour ce critère est le nombre de km de routes construits pour chaque option. Ces km de routes sont calculés à partir du SIG élaboré et à l'aide de requêtes dans MapInfo.

a) détermination de l'indicateur d'effet

Les distances des routes d'accès aux différents sites sont calculées en ligne droite entre les sites et le réseau routier existant. Nous avons utilisé des coefficients correcteurs pour tenir compte de la topographie. Ce coefficient est de 1,3 pour les sites se trouvant en zone

accidentée et de 1,1 pour les sites en zone plate. Les couches d'informations nécessaires aux calculs sont le réseau routier, les sites d'aménagement hydroélectriques retenus et les centres de consommation d'énergie. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.4. Kilomètres de routes construites par option

Option	Kilomètres de routes construites
Option 1	8.26
Option 2	51.77
Option 3	22.60
Option 4	73.95
Option 5	64.45
Option 6	16.25
Option 7	52.69

Mentionnons ici que les superficies empiétées des types d'occupation du sol par les routes d'accès ont été comptabilisées dans le critère précédent.

b) calcul de l'indicateur d'impact

Le calcul de l'indicateur d'impact s'effectue en faisant la somme des produits des valeurs de l'indicateur d'effet par les coefficients de sensibilité du milieu et d'intensité de l'impact de la technologie. Ces deux coefficients sont considérés égaux à 1. Cela signifie que tous les km de routes construits sont considérés comme ayant le même degré d'effet par option. Il faut aussi rappeler ici que la construction des routes d'accès a essentiellement lieu dans le cas seulement de la filière hydroélectricité avec réservoir.

Tableau 5.5 Indicateur d'impact lié au désenclavement

	Indicateur d'effet	Coefficient de technologie	Coefficient de sensibilité du milieu	Indicateur d'impact
Option 1	8.26	1	1	8.26
Option 2	51.77	1	1	51.77
Option 3	22.60	1	1	22.60
Option 4	73.95	1	1	73.95
Option 5	64.45	1	1	64.45
Option 6	16.25	1	1	16.25
Option 7	52.69	1	1	52.69

C.3 Pollution atmosphérique (à minimiser)

Les indicateurs d'effet pertinents pour ce critère sont les émissions de particules, de CO, d'hydrocarbures totaux (HCT), les facteurs d'émission des composées organiques volatiles (COV), de SO_2 et de NO_x ainsi que les quantités de CO_2 et de CH_4 émises (Raymond et al, 1995). Ces émissions varient en quantité en fonction de la nature du combustible utilisé et des mesures de réduction adoptées pour les centrales thermiques. Nous avons retenu les émissions de CO_2 et de CH_4 comme principaux indicateurs d'effet pour ce critère. Les émissions sont prises en compte aussi bien pour la filière thermique que pour les filières hydroélectricité et biomasse. Elles représentent les indicateurs d'effet relatif à l'augmentation de l'effet de serre. Les systèmes énergétiques des pays en développement représentent un moindre pourcentage de l'augmentation des GES. Cependant, ces pays ayant un besoin croissant en énergie électrique, leurs systèmes énergétiques vont représenter un pourcentage croissant dans les bilans nationaux des émissions de GES (Duchemin, 2000). La croissance annuelle de la production électrique de ces pays est estimée entre 6 et 12 %, tandis qu'elle est de l'ordre de 1% à 2 % dans les pays industrialisés (Munasinghe, 1991; Meyers et al., 1990; Baldwin et al., 1992 cités par Duchemin, 2000). Pour satisfaire la demande énergétique tout en diminuant les émissions de GES, plusieurs études privilégient l'utilisation d'énergies renouvelables dont la filière hydroélectrique (IPCC, 1999). Toutefois, l'existence d'un flux d'émissions atmosphériques de GES attribuables aux réservoirs hydroélectriques est au cœur

d'un débat stratégique (Rudd et al., 1993; Rosa et Schaeffer, 1994). L'IPCC reconnaît que les aménagements hydroélectriques peuvent avoir des impacts sur le bilan des émissions anthropiques de GES. En région tropicale, le choix du développement hydroélectrique a un impact direct sur le bilan des émissions de GES nationaux (Duchemin, 2000). Les émissions de GES sont d'autant plus importantes que le rapport entre production électrique et superficie inondée est inférieur à 0,005 TWh/km^2. Il est donc pertinent d'en tenir compte dans une stratégie de développement énergétique durable.

a) détermination de l'indicateur d'effet

Les facteurs d'émission utilisés sont :

- ✓ production thermique par le pétrole :
  - 74 tCO_2/TJ
  - 0,72 kg CH_4/TJ
- ✓ production par biomasse:
  - 74,08 tCO_2/TJ
  - 0,03 kg CH_4/TJ
- ✓ production hydroélectrique
  - (200/3.6) tCO_2équ./TJ
- ✓ facteur de conversion du CH_4 en CO_2 sur un horizon temporel de 100 ans : 25

Sachant que 1 kWh=3,6*10^6 J, nous en déduisons que 1GWh=3,6 TJ. À partir des pourcentages des filières par option et de la demande globale d'énergie (6118 GWh), nous calculons les productions énergétiques et par la suite les émissions polluantes en tenant compte des facteurs d'émission retenus ci-dessus.

Tableau 5.6 Proportion des filières par option (a)

Filière	Option 1.	Option 2.	Option 3.	Option 4.	Option 5.	Option 6.	Option 7.
Hydroélectrique	14%	44%	63%	84%	58%	52%	33%
Hydro fil de l'eau	0	6%	7%	6%	2%	3%	7%
Thermique	4%	35%	8%	3%	20%	15%	10%
Biomasse non durable	80%	5%	17%	0%	0%	0%	0%
Biomasse durable	0%	0%	0%	4%	10%	10%	46%
Solaire, photovoltaïque et éolienne	2%	10%	5%	3%	10%	20%	4%

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux suivants.

Tableau 5.7 Productions énergétiques par filière et par option

Option	Production thermique (en TJ)	Production hydroélectrique (en TJ)	Production par biomasse (en TJ)
Option 1	880,992	3083,472	17619,84
Option 2	7708,68	11012,4	1101,24
Option 3	1761,984	15417,36	3744,216
Option 4	660,744	19822,32	880,992
Option 5	4404,96	13214,88	2202,48
Option 6	3303,72	12113,64	2202,48
Option 7	2202,48	8809,92	10131,408

Tableau 5.8 Émission de CO_2 équivalent par filière et par option

Option	Émissions à partir de production thermique			Émissions à partir de production hydroélec-trique	Émissions à partir de production par biomasse			Émission totale M tCO_2 par Option
	tCO_2 émis $x10^6$	t CH_4 émis $x10^6$	Émission totale en tCO_2 $x10^6$	Émission totale en tCO_2 $x10^6$	tCO_2 émis $x10^6$	t CH_4 émis $x10^6$	Émission totale en tCO_2 $x10^6$	
Option1	0,0652	6,3E-07	0,0652	0.171304	1,3053	5,29E-07	1,3053	**3,9401**
Option 2	0,5704	5,6E-06	0,5706	0.6118	0,0816	3,30E-08	0,0816	**9,8292**
Option 3	0,1304	1,3E-06	0,1304	0.85652	0,2774	1,12E-07	0,2774	**13,2556**
Option 4	0,0489	4,8E-07	0,0489	1.10124	0,0653	2,64E-08	0,0653	**16,6328**
Option 5	0,3260	3,2E-06	0,3260	0.73416	0,1632	6,61E-08	0,1632	**11,5016**
Option 6	0,2445	2,4E-06	0,2445	0.67298	0,1632	6,61E-08	0,1632	**10,5024**
Option 7	0,1630	1,6E-06	0,1630	0.48944	0,7505	3,04E-07	0,7505	**8,2552**

b) calcul de l'indicateur d'impact

Le calcul de l'indicateur d'impact est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 5.9 Évaluation de l'impact des émissions atmosphériques par option

Option	Filière	Émission de CO_2 en t/TJ (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option en Mt/TJ
Option 1	Hydro	171304	1	0.8	137043.2	
	Thermique	65209.266	1	1	65209.266	
	Biomasse	489440	1	0.3	146832	**0.35**
Option 2	Hydro	611800	1	0.8	489440	
	Thermique	570581.08	1	1	570581.08	
	Biomasse	489440	1	0.3	146832	**1.21**
Option 3	Hydro	856520	1	0.8	685216	
	Thermique	130418.53	1	1	130418.53	
	Biomasse	489440	1	0.3	146832	**0.96**
Option 4	Hydro	1101240	1	0.8	880992	
	Thermique	48906.949	1	1	48906.949	
	Biomasse*	489440	0	0.3	0	**0.93**
Option 5	Hydro	734160	1	0.8	587328	
	Thermique	326046.33	1	1	326046.33	
	Biomasse	489440	0	0.3	0	**0.91**
Option 6	Hydro	672980	1	0.8	538384	
	Thermique	244534.75	1	1	244534.75	
	Biomasse*	489440	0	0.3	0	**0.78**
Option 7	Hydro	489440	1	0.8	391552	
	Thermique	163023.16	1	1	163023.16	
	Biomasse*	489440	0	0.3	0	**0.55**

* Le milieu est supposé être très peu perturbé dans le cas d'une gestion durable de la biomasse. La littérature sur les GES mentionne une contribution nette égale à zéro si l'on

adopte une stratégie de foresterie durable. L'inventaire des émissions de gaz à effet de serre réalisée en 1994 en Guinée montrait que celles-ci étaient de 14 266 Gg équivalent CO_2 contre une capacité de séquestration de 17 598 Gg (Guinée, 2002 : p5-6). Ces données montraient ainsi que la Guinée est un important puits de gaz à effet de serre. Toutefois, cette situation peut être renversée si rien n'est fait pour freiner le rythme actuel de déforestation.

En terme d'émission de gaz à effet de serre, l'intensité de l'impact est plus importante dans le cas de la filière thermique en raison de la combustion de combustibles fossiles. Le paramètre technologique retenu pour cette filière est donc égal à 1. Compte tenu de ce qui a été dit précédemment, la filière hydroélectricité en milieu tropical a aussi un impact direct sur le bilan des émissions de gaz à effet de serre et reçoit un coefficient de 0.8.

C.4 Impact sur le milieu aquatique (à minimiser)

Ce critère est évalué de façon qualitative en trois étapes : 1) détermination de l'indicateur d'effet ; 2) calcul de l'effet de chaque option en fonction des proportions des différentes filières constituantes ; 3) classement ordinal des options selon l'effet total de chaque option. L'effet est considéré majeur pour les filières thermiques et hydroélectricité avec réservoir. Le développement de la filière thermique nécessite que les centrales thermiques soient construites près des cours d'eau en vue d'une meilleure alimentation de leurs systèmes de refroidissement. Toutefois, le rejet des eaux de refroidissement dans les cours d'eau entraîne une augmentation de la température de ceux-ci. Cette augmentation de température produit des effets néfastes sur le milieu aquatique. Le milieu aquatique peut également être pollué à partir des rejets polluants des centrales thermiques qui retombent sur les plans d'eau. Le développement de la filière hydroélectricité peut engendrer plusieurs effets sur le milieu aquatique. Les modifications du régime hydrologique résultant de la construction de barrages affectent la vie des animaux et des plantes aquatiques, la qualité de l'eau et les possibilités d'irrigation. Ces perturbations modifient la production planctonique et le bilan d'oxygène (Rousseaux et Apostol, 2000 : p.91). La construction de barrages peut aussi provoquer la perte de terres cultivables et la réduction des zones de frai. Le fait que les barrages arrêtent le transport solide des sédiments prive en aval non seulement des espèces en nourriture mais aussi des limons fertilisants pour l'agriculture. Notons également en outre, l'accélération du

processus d'érosion en aval des barrages, ainsi que les modifications de débit et de salinité dans les estuaires qui perturbent fortement les écosystèmes fragiles de mangrove (MÉH, 2003).

L'effet est moyen pour les filières biomasse non-durable et hydroélectricité au fil de l'eau. La filière biomasse non durable recouvre dans cette étude le prélèvement de ressources forestières à des fins énergétiques et ce, en l'absence de pratiques forestières durables. Il en résulte des pertes considérables de couvert végétal qui ont une incidence sur l'érosion des sols et la régulation des eaux de ruissellement. Le régime hydrologique et la qualité des eaux sont alors modifiés. La filière hydroélectricité au fil de l'eau a moins d'impacts sur le milieu aquatique en raison de l'absence de retenue d'eau.

L'effet est mineur pour les filières éolienne, photovoltaïque et pour la biomasse durable. En effet, les équipements issus des filières éolienne et photovoltaïque ne nécessitent pas l'usage de l'eau et donc la présence de cours d'eau pour leur fonctionnement. Ces filières ne génèrent pas de polluants pouvant affecter la qualité des eaux. La biomasse durable, en raison des pratiques forestières durables, a aussi très peu d'impacts négatifs sur le milieu aquatique. L'échelle de mesure considérée est : 1=mineur à nul, 2=moyen, 3=majeur.

a) détermination de l'indicateur d'effet

En tenant compte de l'échelle et des classes d'impact définies ci-dessus, ainsi que des proportions des filières dans les différentes options, nous calculons l'indice total d'effet pour chaque option. Les proportions des différentes filières par option sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 5.10 Proportion des filières par option (b)

Filière	Option 1.	Option 2.	Option 3.	Option 4.	Option 5.	Option 6.	Option 7.
Hydroélectrique	14%	44%	63%	84%	58%	52%	33%
Hydro fil de l'eau	0	6%	7%	6%	2%	3%	7%
Thermique	4%	35%	8%	3%	20%	15%	10%
Biomasse non durable	80%	5%	17%	0%	0%	0%	0%
Biomasse durable	0%	0%	0%	4%	10%	10%	46%
Solaire, photovoltaïque et éolienne	2%	10%	5%	3%	10%	20%	4%

Les résultats des calculs de l'indicateur d'effet sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 5.11 Niveau d'effet relatif à l'impact sur le milieu aquatique

	1=mineur à nul	2=moyen	3=majeur	Indice total	Rang
Option 1	2	80	18	216	2
Option 2	10	11	79	269	6
Option 3	5	24	71	266	5
Option 4	7	6	87	280	7
Option 5	20	2	78	258	4
Option 6	30	3	67	237	3
Option 7	50	7	43	193	1

b) calcul de l'indicateur d'impact

Ce calcul consiste à faire la somme des produits de l'indicateur d'effet des différentes filières constituant une option par les coefficients de sensibilité du milieu et d'intensité de l'impact. Ensuite l'évaluation de l'impact de l'option se fait en agrégeant les indices des filières constituantes. Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

Tableau 5.12 Indicateur d'impact sur le milieu aquatique

Options	Filière	Proportion en %	classe d'impact	sensibilité milieu	Coef, technologique	Performance par filière	Performance par option
Option 1.	Hydroélec-tricité	14	3	1	1	42	132.5
	Hydro fil de l'eau	0	2	1	0.6	0	
	Thermique	4	3	1	0.8	9.6	
	Biomasse	80	2	1	0.5	80	
	Éolienne	1	1	1	0.5	0.5	
	Photo-voltaïque	1	1	1	0.4	0.4	
Option 2. *	Hydroélec	44	3	1	1	132	232.5
	Hydro fil de l'eau	6	2	1	0.6	7.2	
	Thermique	35	3	1	0.8	84	
	Biomasse	5	2	1	0.5	5	
	Éolienne	3	1	1	0.5	1.5	
	Photovoltaïque	7	1	1	0.4	2.8	
Option 3 .	Hydroélec	63	3	1	1	189	235.8
	Hydro fil de l'eau	7	2	1	0.6	8.4	
	Thermique	8	3	1	0.8	19.2	
	Biomasse	17	2	1	0.5	17	
	Éolienne	2	1	1	0.5	1	
	Photovoltaïque	3	1	1	0.4	1.2	
Option 4.	Hydroélec	84	3	1	1	252	
	Hydro fil de l'eau	6	2	1	0.6	7.2	
	Thermique	3%	3	1	0.8	7.2	
	Biomasse durable	4%	1	1	0.3	1.2	268.9
	Éolienne	1	1	1	0.5	0.5	
	Photovoltaïque	2	1	1	0.4	0.8	

Options	Filière	Proportion en %	classe d'impact	sensibilité milieu	Coef, technologique	Performance par filière	Performance par option
Option 5	Hydroélec	58	3	1	1	174	
	Hydro fil de l'eau	2	2	1	0.6	2.4	
	Thermique	20	3	1	0.8	48	
	Biomasse durable	10	1	1	0.3	3	
	Éolienne	3	1	1	0.5	1.5	
	Photovoltaïque	7	1	1	0.4	2.8	231.7
Option 6.	Hydroélec	52	3	1	1	156	
	Hydro fil de l'eau	3	2	1	0.6	3.6	
	Thermique	15	3	1	0.8	36	
	Biomasse durable	10	1	1	0.3	3	
	Éolienne	6	1	1	0.5	3	
	Photovoltaïque	14	1	1	0.4	5.6	207.2
Option 7.	Hydroélec	33	3	1	1	99	
	Hydro fil de l'eau	7	2	1	0.6	8.4	
	Thermique	10	3	1	0.8	24	
	Biomasse durable	46	1	1	0.3	13.8	
	Éolienne	2	1	1	0.5	1	
	Photovoltaïque	2	1	1	0.4	0.8	147

C.5 Déforestation (à minimiser)

L'indicateur d'effet retenu est la superficie perdue du couvert végétal par option dans la satisfaction des besoins énergétiques par le bois énergie. Nous utilisons ici des données grossières permettant de déterminer d'une manière assez vraisemblable la pression sur les ressources forestières avec ou sans pratique de foresterie durable. Les données concernant la consommation du bois énergie sont issues d'enquêtes réalisées en Guinée et dans la sous

région ouest africaine (Guinée, 1998). La consommation par tête de combustibles ligneux en zone rurale est de 2,4 kg/jour, soit 0,876 m^3 par an.

En zone urbaine, cette consommation est de 1,1 kg/personne/jour soit 0,4 m^3 /personne/an. La consommation est de 2,31 kg/personne/jour pour les ménages urbains qui utilisent en parallèle le bois et le charbon de bois, soit autant que la consommation rurale de combustibles ligneux. Les besoins en bois énergie pour les activités artisanales d'extraction de sel et de fumage de poissons sont respectivement de 3,1 kg bois/ 1 kg de sel et 2,5 kg de bois/1 kg de poisson. La consommation de sel de mangrove est estimée à 5 kg/personne/an. Les besoins en sel destinés à l'élevage représentent 30% des besoins domestiques. La quantité de poissons à fumer est de 20 800 tonnes/an. En supposant les données ci-dessus comme constantes, les projections de consommation dépendent directement de la croissance démographique. Les hypothèses retenues pour la croissance démographique de la zone d'étude sont données ci-après (RGPH, 1996).

Taux d'accroissement de la population

- ✓ Guinée maritime excluant Conakry : 3.64%
- ✓ Conakry : 3.2%

Population en 2000

- ✓ Urbaine : 381.304
- ✓ Rurale : 1.303.828

Population de Conakry : 1.239.691

a) détermination de l'indicateur d'effet

Dans le calcul de la satisfaction des besoins énergétiques par l'utilisation de combustibles ligneux par la population, on tient compte du taux d'accessibilité aux ressources forestières. Ce taux dépend des types de formation forestière (Guinée, 1998) comme indiqué dans le tableau suivant.

Tableau 5.13 Superficie accessibilité dans différentes formations forestières

Formations forestières	Superficie totale des formations en km^2	Taux d'accessibilité (en %)	Superficie totale accessible en km^2
Forêt arborée	20 054	50	10 027
Savane sèche	5 560	40	2 224
Mangrove	4 145	20	829
Total	29759		13080

L'accroissement courant en volume des peuplements forestiers des strates productives est estimé à 2,4 m^3/ha/an. La possibilité annuelle de coupe des 1 308 000 ha de peuplements productifs est de P_o=3 139 200 m^3. À l'année de référence 2000, la balance de consommation est la différence entre la production P_o et la consommation globale C_{go}. Pour les années subséquentes, la production P_n de l'année n se calcule par la somme de la production P_o et de la balance de consommation B_{n-1} de l'année précédente ($P_n=P_o+B_{n-1}$). En tenant compte des données ci dessus, nous calculons les superficies annuelles moyennes de déboisement dans le cas d'une exploitation des ressources en l'absence de pratiques forestières durables.

Tableau 5.14 Calcul de la superficie annuelle moyenne déboisée sans pratiques de forestières durables

	2000	2005	2010	2015	2020
Population rurale	1 303 828	1 559 040	1 864 207	2 229 109	2 665 437
Population urbaine	381 304	455 941	545 187	651 902	779 506
Population Conakry	1 239 691	1 451 149	1 698 675	1 988 423	2 327 595
Population globale	2924823	3466130	4108069	4869434	5772538
Consommation rurale (m^3)	1 142 153	1 365 719	1 633 045	1 952 699	2 334 923
Consommation urbaine (m^3)	153 094	183 060	218 893	261 739	312 972
Consommation Conakry (m^3)	1 045 245	1 223 536	1 432 238	1 676 539	1 962 512
Consommation artisanale pour l'extraction de sel et le fumage du poisson (m^3)	101 722	318 924	589 837	862 780	1 138 133
Consommation globale (m^3) : demande	2 442 214	3 091 240	3 874 014	4 753 758	5 748 539

Production annuelle (m^3) : offre	3 139 200	5 460 051	4 169 855	-1 221 530	-11 233 849
Reboisement (m^3)	_____	_____	_____	_____	_____
Ressources totales : offre et reboisement	3 139 200	5 460 051	4 169 855	-1 221 530	-11 233 849
Balance Ressources / consommation (m^3)	696986	2 368 811	295 841	-5 975 288	-16 982 388
Superficie annuelle moyenne de déboisement (ha) : volume moyen/ha = 29 m^3/ha	24034	81683	10201	<-206044>	<-585600>

Dans le cas d'une exploitation des ressources forestières sans pratiques de foresteries durables, la balance ressources/consommation présente un déficit croissant en volume de bois à partir de 2011. À ce moment, ce déficit de 606 630 m^3 sera de l'ordre de 15 % de la consommation globale de 4 041 671m^3. Ainsi, les besoins énergétiques en bois ne seront satisfaits qu'au prix d'une surexploitation et donc d'une dégradation des ressources forestières. Les superficies déboisées passent de 209 km^2 en 2011, à 5856 km^2 en 2020 pour toute la Guinée maritime.

Si l'exploitation des ressources se fait à travers des pratiques de foresteries durables, nous faisons l'hypothèse dans un cadre d'analyse au niveau stratégique qu'il n'y aura pas de déboisement net à l'horizon temporel considéré. Certaines interventions peuvent en effet être entreprises pour influencer la consommation de bois, le rythme des déboisements ainsi que la productivité des peuplements forestiers naturels et des superficies reboisées. Par exemple, l'introduction de techniques améliorées de fumage et la promotion de foyers améliorés permettent de réduire la consommation de bois et donc de diminuer la pression sur les ressources forestières. L'aménagement forestier et les actions de reboisement permettent de maintenir le capital ligneux.

Sachant que le pouvoir calorifique du bois énergie est de 3420 kcal/kg avec un rendement de conversion de 20% et rapportant la superficie annuelle déboisée en 2020 à l'unité d'énergie consommée en bois, nous en déduisons ce qui suit.

585600ha / (5748539*1000kg*3420kWh/kg*0,2/860) = **128 ha/GWh/an**

Cette valeur sert d'indicateur d'effet de la déforestation liée à la consommation du bois énergie dans les options où la biomasse est exploitée de manière non durable. Le tableau suivant présente le calcul de l'indicateur d'effet par option.

Tableau 5.15 Effet de déforestation lié à la consommation du bois énergie

Option	Filière	Production en GWh	superficie déboisée par unité d'énergie (ha/GWh/an)	Superficie déboisée par option (ha/an)	Types de formation forestière	Taux d'accessibilité	Indicateur d'effet de déboisement
Option 1	Biomasse	4894.4	128	626483.2	Mangrove (20%)	0.2	125296.64
		4894.4	128	626483.2	Savane arborée (30%)	0.3	187944.96
		4894.4	128	626483.2	Forêt sèche (50%)	0.5	313241.6
Option 2	Biomasse	305.9	128	39155.2	Mangrove (20%)	0.2	7831.04
		305.9	128	39155.2	Savane arborée (30%)	0.3	11746.56
		305.9	128	39155.2	Forêt sèche (50%)	0.5	19577.6
Option 3	Biomasse	1040.06	128	133127.68	Mangrove (20%)	0.2	26625.536
		1040.06	128	133127.68	Savane arborée (30%)	0.3	39938.304
		1040.06	128	133127.68	Forêt sèche (50%)	0.5	66563.84
Option 4	Biomasse	244.72	0	0	Mangrove (20%)	0.2	0
		244.72	0	0	Savane arborée (30%)	0.3	0
		244.72	0	0	Forêt sèche (50%)	0.5	0
Option 5	Biomasse durable	611.8	0	0	Mangrove (20%)	0.2	0
		611.8	0	0	Sav. Arborée (30%)	0.3	0

Option	Filière	Production en GWh	superficie déboisée par unité d'énergie (ha/GWh/an)	Superficie déboisée par option (ha/an)	Types de formation forestière	Taux d'accessibilité	Indicateur d'effet de déboisement
		611.8	0	0	Forêt sèche (50%)	0.5	0
Option 6	Biomasse durable	611.8	0	0	Mangrove (20%)	0.2	0
		611.8	0	0	Savane arborée (30%)	0.3	0
		611.8	0	0	Forêt sèche (50%)	0.5	0
Option 7	Biomasse durable	2814.28	0	0	Mangrove (20%)	0.2	0
		2814.28	0	0	Savane arborée (30%)	0.3	0
		2814.28	0	0	Forêt sèche (50%)	0.5	0

b) calcul de l'indicateur d'impact

L'indicateur d'impact par option se calcule selon le modèle générique d'impact par la somme des produits de l'indicateur d'effet, du coefficient de sensibilité du milieu et du paramètre technologique des différents types de formation forestière. Les résultas sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.16 Évaluation de l'impact du prélèvement de bois énergie sur la déforestation

Option	Filière	Types de formation forestière	Indicateur d'effet en ha	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance par milieu	Performance totale par option en ha
Option 1	Biomasse	Mangrove (20%)	125296.64	1	0.5	62648.32	
		Sav. Arborée (30%)	187944.96	0.6	0.5	56383.488	
		Forêt sèche (50%)	313241.6	0.3	0.5	46986.24	**166018**
Option 2	Biomasse	Mangrove (20%)	7831.04	1	0.5	3915.52	
		Sav. Arborée (30%)	11746.56	0.6	0.5	3523.968	
		Forêt sèche (50%)	19577.6	0.3	0.5	2936.64	**10376**
Option 3	Biomasse	Mangrove (20%)	26625.536	1	0.5	13312.768	
		Sav. Arborée (30%)	39938.304	0.6	0.5	11981.4912	
		Forêt sèche (50%)	66563.84	0.3	0.5	9984.576	**35279**
Option 4	Biomasse durable	Mangrove (20%)	0	0.5	0.3	0	
		Sav. Arborée (30%)	0	0.3	0.3	0	
		Forêt sèche (50%)	0	0.1	0.3	0	**0**
Option 5	Biomasse durable	Mangrove (20%)	0	0.5	0.3	0	
		Sav. Arborée (30%)	0	0.3	0.3	0	
		Forêt sèche (50%)	0	0.1	0.3	0	**0**
Option 6	Biomasse durable	Mangrove (20%)	0	0.5	0.3	0	
		Sav. Arborée (30%)	0	0.3	0.3	0	
		Forêt sèche (50%)	0	0.1	0.3	0	**0**
Option 7	Biomasse durable	Mangrove (20%)	0	0.5	0.3	0	
		Sav. Arborée (30%)	0	0.3	0.3	0	
		Forêt sèche (50%)	0	0.1	0.3	0	**0**

C.6 Modification des modes de vie (à minimiser)

L'indicateur d'effet retenu pour la mesure de ce critère est la proportion des filières par option et leur niveau d'effet sur les habitudes traditionnelles.

a) détermination de l'indicateur d'effet

La détermination de l'indicateur d'effet se fait en trois étapes : 1) affectation d'une classe d'impact à chaque filière, 2) calcul d'un indice total d'effet par option, 3) ordonnancement des options sur la base de l'indice global calculé.

Les hypothèses pour la définition des classes d'impact sont que la filière hydroélectricité avec réservoir a un impact majeur sur les modes de vie. Le développement de la filière hydroélectrique nécessite la construction de barrages et de retenues qui ont des impacts sur les systèmes socio-culturels. La modification du régime hydrologique influence les modes de vie socio-économiques. À titre d'exemple, les populations riveraines peuvent changer d'habitude alimentaire si les réservoirs et les cours d'eau sont contaminés. Aussi, l'empiétement des espaces agricoles par l'emprise des infrastructures énergétiques peut contraindre certains agriculteurs à se reconvertir soit en pêcheurs, soit en chasseurs. L'ouverture du territoire permise par les programmes de grands barrages est également source de brassage et de conflits entre groupes sociaux de cultures différentes.

Les filières thermique et hydroélectrique au fil de l'eau ont un impact moyen sur les modes de vie socio-économiques. Ces deux filières empiètent moins sur les espaces agricoles, nécessitent moins d'ouverture du territoire et provoquent dans une moindre mesure des modifications du régime hydrologique.

Les filières biomasse et solaire ont un impact mineur sur les modes de vie. Ces filières ne provoquent pas d'impacts significatifs sur les systèmes socio-culturels pouvant entraîner des modifications notables sur les modes de vie.

L'échelle de mesure considérée pour l'indicateur d'effet est : 1=mineur, 2=moyen, 3=majeur.

À partir des classes d'impact définies ci-dessus et du quota des filières par option, nous calculons l'indice total d'effet pour chaque option. Les proportions des différentes filières par option sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 5.17 Proportion des filières par option (c)

Filière	Option 1.	Option 2.	Option 3.	Option 4.	Option 5.	Option 6.	Option 7.
Hydroélectrique avec réservoir	14%	44%	63%	84%	58%	52%	33%
Hydro fil de l'eau	0	6%	7%	6%	2%	3%	7%
Thermique	4%	35%	8%	3%	20%	15%	10%
Biomasse	80%	5%	17%	4%	10%	10%	46%
Solaire, photovoltaïque et éolienne	2%	10%	5%	3%	10%	20%	4%

En tenant compte de ces proportions, nous déterminons pour chaque option la proportion qui correspond à chaque niveau d'impact. Ensuite, nous faisons la somme des produits des pourcentages par la classe d'impact correspondante. On obtient ainsi un indice total permettant de classer les options selon leur performance pour chacun des niveaux d'impact. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 5.18 Niveau d'effet par option sur la modification des modes de vie

	1=mineur à nul	2=moyen	3=majeur	Indice total	Rang
Option 1	82	4	14	132	1
Option 2	15	35	50	235	4
Option 3	22	8	70	248	6
Option 4	7	3	90	283	7
Option 5	20	20	60	240	5
Option 6	30	15	55	225	3
Option 7	50	10	40	190	2

b) calcul de l'indicateur d'impact

Le mode de calcul est le même que pour le critère Impact sur le milieu aquatique (Ema)

Tableau 5.19 Indicateur d'impact lié à la modification des modes de vie

Options	Filière	Proportion en %	classe d'impact	Sensibilité du milieu	Coefficient technologique	Performance par filière	Performance par option
Option 1.	Hydroélectrique	14	3	1	1	42	89.3
	Hydro fil de l'eau	0	2	1	0.6	0	
	Thermique	4	2	1	0.8	6.4	
	Biomasse	80	1	1	0.5	40	
	Éolienne	1	1	1	0.5	0.5	
	Photovoltaïque	1	1	1	0.4	0.4	
Option 2. *	Hydroélectrique	44	3	1	1	132	202
	Hydro fil de l'eau	6	2	1	0.6	7.2	
	Thermique	35	2	1	0.8	56	
	Biomasse	5	1	1	0.5	2.5	
	Éolienne	3	1	1	0.5	1.5	
	Photovoltaïque	7	1	1	0.4	2.8	
Option 3.	Hydroélectrique	63	3	1	1	189	220.9
	Hydro fil de l'eau	7	2	1	0.6	8.4	
	Thermique	8	2	1	0.8	12.8	
	Biomasse	17	1	1	0.5	8.5	
	Éolienne	2	1	1	0.5	1	
	Photovoltaïque	3	1	1	0.4	1.2	
Option 4.	Hydroélectrique	84	3	1	1	252	266.5
	Hydro fil de l'eau	6	2	1	0.6	7.2	
	Thermique	3	2	1	0.8	4.8	
	Biomasse durable	4%	1	1	0.3	1.2	
	Éolienne	1	1	1	0.5	0.5	
	Photovoltaïque	2	1	1	0.4	0.8	
Option 5.	Hydroélectrique	58	3	1	1	174	215.7

Options	Filière	Proportion en %	classe d'impact	Sensibilité du milieu	Coefficient technologique	Performance par filière	Performance par option
	Hydro fil de l'eau	2	2	1	0.6	2.4	
	Thermique	20	2	1	0.8	32	
	Biomasse durable	10	1	1	0.3	3	
	Éolienne	3	1	1	0.5	1.5	
	Photovoltaïque	7	1	1	0.4	2.8	
Option 6.	Hydroélectrique	52	3	1	1	156	
	Hydro fil de l'eau	3	2	1	0.6	3.6	
	Thermique	15	2	1	0.8	24	
	Biomasse durable	10	1	1	0.3	3	
	Éolienne	6	1	1	0.5	3	
	Photovoltaïque	14	1	1	0.4	5.6	195.2
Option 7.	Hydroélectrique	33	3	1	1	99	
	Hydro fil de l'eau	7	2	1	0.6	8.4	
	Thermique	10	2	1	0.8	16	
	Biomasse durable	46	1	1	0.3	13.8	
	Éolienne	2	1	1	0.5	1	
	Photovoltaïque	2	1	1	0.4	0.8	139

C.7 Déplacement de populations (à minimiser)

L'indicateur d'effet retenu pour ce critère est le nombre de personnes déplacées par option.

a) détermination de l'indicateur d'effet

L'indicateur d'effet lié au déplacement de population est déterminé par requête dans MapInfo à partir du SIG élaboré. Nous avons fait deux hypothèses pour déterminer cet indicateur : 1) la population est uniformément répartie sur le territoire; 2) seuls les aménagements hydroélectriques avec réservoirs entraînent des déplacements de population. Les couches d'informations nécessaires pour effectuer les requêtes dans MapInfo sont la population par

sous-préfecture et les emprises des sites avec réservoirs. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.20 Nombre de personnes à déplacer par option

Option	Populations à déplacer en habitant
Option 1	6325
Option 2	23199
Option 3	54321
Option 4	71786
Option 5	39784
Option 6	48634
Option 7	12750

b) calcul de l'indicateur d'impact

La filière en jeu étant l'hydroélectricité, le coefficient de technologie retenu est 1. Un coefficient de sensibilité du milieu de 1 a aussi été retenu en considérant que toutes les personnes touchées par les aménagements hydroélectriques ont la même sensibilité. Les résultats de calcul de l'indicateur d'impact sont les mêmes que ceux de l'indicateur d'effet et sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.21 Indicateur d'impact lié au déplacement de population

Option	Populations à déplacer en habitant	Coefficient de technologie	Coefficient de sensibilité du milieu	Indicateur d'impact
Option 1	6325	1	1	6325
Option 2	23199	1	1	23199
Option 3	54321	1	1	54321
Option 4	71786	1	1	71786
Option 5	39784	1	1	39784
Option 6	48634	1	1	48634
Option 7	12750	1	1	12750

C.8 Coût des options (à minimiser)

L'indicateur retenu est le montant des investissements, public et/ou privé, des infrastructures de production et de transport énergétique, incluant des aménagements forestiers à des fins de production du bois énergie. L'année de référence pour l'estimation des coûts est l'an 2000. Le taux d'actualisation est de 10 %. Pour les équipements de production d'une option, l'investissement est déterminé en fonction des coûts unitaires des différentes filières qui composent une option. Les coûts unitaires des différentes options sont présentés ci-dessous et la synthèse des coûts des options est présentée au tableau 5.24.

a) détermination de l'indicateur d'effet

Production hydroélectrique

Comme nous l'avons dit précédemment, les sites de production hydroélectrique ont été retenus sur la base de critères relatifs au potentiel de développement régional et du coût unitaire de production. Les investissements en équipements de production hydroélectriques sont estimés pour chaque option sur la base de 0,26 $US/GWh en million de $US de 2000 (MRNE, 1999).

Production thermique

Compte tenu de la structure de la demande qui varie de quelques centaines de kW à quelques milliers de kW selon les localités, il faudrait considérer un grand éventail de groupes diesel afin de pouvoir installer les équipements les mieux adaptés à la variabilité des demandes.
Les équipements de production thermique retenus sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 5.22 Taille des équipements de production thermique et investissements requis.

Taille en kW	Investissements $US/kW	Coûts d'exploitation		Combustible	Consommation gr/kWh
		Frais fixes annuels $US/kW	Frais variables $US/kWh		
250	1008	52	0,005	Gasoil	270
500	1092	48	0,005	Gasoil	260
1000	992	44	0,004	Gasoil	250
3000	1606	40	0,004	Fuel lourd	240
5000	1338	40	0,004	Fuel lourd	230
10 000	1063	40	0,004	Fuel lourd	220

Source : MRNE, 1999

Pour les besoins d'analyse stratégique, il est retenu dans cette étude la moyenne des puissances des groupes diesels utilisant le gasoil pour les options énergétiques décentralisées et la moyenne des puissances des groupes utilisant le fuel lourd pour les options centralisées. Le coût unitaire total est de 0,10 $US/kWh pour les centrales diesel fonctionnant au fuel lourd et de 0, 20 $US/kWh[29] pour les centrales fonctionnant au gasoil avec un facteur de d'utilisation de 55%. Pour les centrales au fuel lourd, le coût du combustible correspond à 43 % des coûts totaux et l'investissement correspond à 41%. Dans le cas du gasoil, le coût du combustible correspond à 66 % du coût unitaire total et l'investissement correspond à 23 % (MRNE, 1999).

Production de biomasse

Nous avons évalué le coût de la production de biomasse à partir des données issues d'une expérience pilote de gestion des mangroves de la baie de Sangaréya en Guinée (MARA, 1993). En comparant le coût global, 4 005 643 000 FG soit 2 002 821,5 $US 2003, du plan d'aménagement forestier à la quantité d'énergie pouvant être extraite par la biomasse produite de 38 322 m^3, nous en déduisons un coût unitaire de 0,049336 M$US 2000 pour produire 1 GWh en biomasse. Ce coût unitaire est alors utilisé pour calculer le coût de l'énergie produite à partir de la biomasse dans les options où des aménagements sont prévus pour une utilisation durable de la ressource. Le coût unitaire inclut le coût d'exécution des différentes interventions d'aménagement ainsi que le coût d'exécution des mesures complémentaires à l'aménagement. Nous estimons que ces interventions permettent de fortement réduire les superficies déboisées et par conséquent de freiner considérablement la dégradation du capital ligneux.

Production d'énergies éolienne et photovoltaïque

Les coûts unitaires de production en million de $US retenus pour ces filières sont respectivement de 0,213/GWh et de 2,00/GWh avec des facteurs d'utilisation de 35%.

---

[29] 1063$/kW/(365*24h*0,55)+40$/kW/(365*24h*0,55)+0,004=0,2$US/kWh

Équipements de transport

Le coût du réseau de distribution n'est pas inclus dans le coût des options. Les investissements en équipements de transport sont estimés sur la base des coûts unitaires suivants (MRNE, 1999) :

- ✓ ligne 110 kV moterne (conducteur de 228 mm^2) : 70 000 $US/km
- ✓ ligne 110 kV biterne (conducteur de 228 mm^2) : 95 000 $US/km
- ✓ ligne 30 kV poteaux béton (conducteur 54,6 mm^2) : 32 300 $US/km

À partir des coûts unitaires retenus ci-dessus, de la production énergétique et de la longueur des lignes de transport (voir section 4.4.4) des différentes options, nous calculons le coût total par option. Un exemple de calcul est présenté ci-après pour l'option 2.

Tableau 5.23 Investissement requis par filière et les équipements de transport

Équipements de production			
Filières	**Production en GWh**	**Coût unitaire en million de $ US**	**Total**
Hydroélectricité	3059	0,26	795,34
Thermique	2141,3	0,10	214,13
Biomasse	305,9	0	0
Éolienne	183,54	0,213	39,09
Photovoltaique	428,26	2	856,52
		Sous total	1905,08
Équipements de transport			
Types de lignes	Longueur		
110 kV monoterne	371	0,07	25,97
110 kV biterne	524	0,095	49,78
30 kV	120	0,0323	3,88
		Sous total	79,63
Total option			**1985**

Synthèse des coûts des options

Comme mentionné ci haut le coût de chaque option énergétique est estimé en fonction des coûts unitaires des équipements de production et de transport requis pour satisfaire la demande énergétique entrevue à l'horizon de 2020. Le tableau suivant résume les résultats obtenus.

Tableau 5.24 Investissement requis par option

	Coûts en M$US						
	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Option 6	Option 7
Équipements de production							
Hydroélectrique	222,90	795,34	1123,46	1552,46	961,16	1038,87	636,56
Thermique	48,94	214,13	48,94	18,35	244,72	183,54	122,36
Biomasse	0	0	0	12,07	30,18	30,19	138,85
Éolienne	13,03	39,09	26,06	13,03	39,09	78,17	26,06
Photovoltaïque	122,36	856,52	367,08	244,72	856,52	1713,04	244,72
Sous total	407,23	1905.08	1565,55	1840,64	2131,67	3043,81	1168,55
Équipements de transport							
110 kV biterne	16,03	25,97	7,91	10,85	15,61	3,15	12,46
110 kVmonoterne	8,55	49,78	22,325	38,665	12,35	25,935	17,005
30 kV	0	3,876	4,9419	2,6486	1,938	0	1,938
Sous total	24,58	79,626	35,177	52,164	29,898	29,085	31,403
Total	**432**	**1985**	**1601**	**1893**	**2162**	**3073**	**1200**

b) calcul de l'indicateur d'impact

Tous les coûts ont la même signification et ce, selon les différentes filières par option. L'effet du coût d'une option donnée est le même que son impact sur l'endettement du pays.

Tableau 5.25 Coût de réalisation des options

Option	Coût des investissements par option en M$ US	Coefficient de technologie	Coefficient de sensibilité du milieu	Indicateur d'impact
Option 1	432	1	1	432
Option 2	1979	1	1	1985
Option 3	1601	1	1	1601
Option 4	1893	1	1	1893
Option 5	2162	1	1	2162
Option 6	3073	1	1	3073
Option 7	1200	1	1	1200

C.9 Création d'emplois (à maximiser)

Ce critère peut être mesuré par le nombre d'emplois supplémentaires directs créés dans le secteur de l'énergie par million de dollars investis ou par le nombre d'emplois créés par unité d'énergie produite par option. Nous avons retenu cette dernière méthode pour déterminer l'indicateur relatif à la création d'emplois.

a) calcul de l'indicateur d'effet

Les valeurs retenues de cet indicateur pour les différentes filières sont (MARA, 1993 ; Sarlos et al, 2002) :

- ✓ éolienne : 2,3/GWh[30]
- ✓ photovoltaïque : 8,3/GWh
- ✓ biomasse non durable : 4/GWh
- ✓ biomasse durable : 19/GWh
- ✓ thermique : 0,12/GWh
- ✓ hydroélectricité : 0,4/GWh

[30] Source : http://www.windpower.dk/stat/index.htm et Vassilikis (1995)

En tenant compte de ces données, ainsi que de la production énergétique des différentes options, nous estimons le nombre d'emplois créés par option. Un exemple de calcul est présenté ci-dessous pour l'option 3.

Tableau 5.26 Exemple de calcul du nombre d'emplois crées pour l'option 3

	Proportion des filières dans l'option	Demande à combler par filière (GWh)	Unité d'emploi créé	Total
Opt3	Hydroélectricité (70%)	4282,60	0,4	1713
	Thermique (8%)	489,44	0,12	59
	Biomasse (17%)	1040,06	4	4160
	Éolienne (2%)	122,36	2,3	281
	Photovoltaïque (3%)	183,54	8,3	1523
Total				7737

Les résultats obtenus pour l'ensemble des options sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 5.27 Valeur estimée de l'indicateur relatif à la création d'emplois par option (à maximiser)

Option	Nombre d'emplois créés
Option 1	20598
Option 2	6681
Option 3	7737
Option 4	8006
Option 5	17216
Option 6	21034
Option 7	55821

b) calcul de l'indicateur d'impact

Tous les emplois créés sont considérés comme ayant la même valeur selon les différentes filières par option. Les coefficients rélatifs à la technologie[31] et à la sensibilité du milieu sont égaux à 1. Les valeurs de l'indicateur d'effet sont identiques à celles de l'indicateur d'impact.

Tableau 5.28 Estimation du nombre d'emplois crées par option

Option	Nombre d'emplois créés	Coefficient de technologie	Coefficient de sensibilité du milieu	Indicateur d'impact
Option 1	20598	1	1	20598
Option 2	6681	1	1	6681
Option 3	7737	1	1	7737
Option 4	8006	1	1	8006
Option 5	17216	1	1	17216
Option 6	21034	1	1	21034
Option 7	55821	1	1	55821

C.10 Accessibilité à l'énergie

L'indicateur d'effet retenu pour la mesure de ce critère est le rapport coût/production énergétique par option (à minimiser). Ce ratio donne une indication sur le coût de l'énergie pour les utilisateurs par option. Cet indicateur nous permet de faire état de l'accessibilité physique et économique à un bien vital pour la croissance économique, le progrès humain, l'instruction et le confort.

a) détermination de l'indicateur d'effet

Le tableau suivant résume les résultats obtenus.

[31] Bien que la durée des emplois crées peut varier d'une filière à l'autre, nous considérons que toutes les filières ont le même degré d'effet sur les emplois.

Tableau 5.29 Rapport coût total /production par option énergétique

	Option1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Option 6	Option 7
Coût en M$ US	432	1985	1601	1893	2162	3073	1200
Production en GWh	6118,78	6096	6136,4	6582,8	6143,95	6748,68	6119,1
Rapport	**0,07**	**0,32**	**0,26**	**0,29**	**0,35**	**0,46**	**0,20**

b) calcul de l'indicateur d'impact

Les hypothèses de calcul sont les mêmes que pour le critère coût des options.

Tableau 5.30 Valeurs de l'indicateur d'impact lié à l'accessibilité à l'énergie

Option	Ration coût/production en M$/GWh	Coefficient de technologie	Coefficient de sensibilité du milieu	Indicateur d'impact
Option 1	0,07	1	1	0,07
Option 2	0,32	1	1	0,32
Option 3	0,26	1	1	0,26
Option 4	0,29	1	1	0,29
Option 5	0,35	1	1	0,35
Option 6	0,46	1	1	0,46
Option 7	0,20	1	1	0,20

C.11 Adéquation du niveau de compétence technologique (à maximiser)

Ce critère est mesuré de façon qualitative. L'indicateur d'effet qui lui est associé est la proportion des filières par option et le niveau de complexité de leurs technologies par rapport à la disponibilité d'une main d'œuvre spécialisée.

a) détermination de l'indicateur d'effet

La détermination de l'indicateur d'effet se fait en trois étapes : 1) affectation d'une classe d'impact à chaque filière, 2) calcul d'un indice total d'effet par option, 3) ordonnancement des options sur la base de l'indice global calculé.

Trois classes d'impact sont définies. La filière hydroélectricité a un niveau de complexité élevé et exige à cet effet un niveau de compétence élevé. En raison de l'absence d'une main d'œuvre qualifiée répondant à ce niveau de compétence dans le contexte guinéen, le niveau d'adéquation entre la complexité de la technologie et les compétences locales est considéré faible.

Les filières thermique et éolienne ont des technologies moins complexes que la filière hydroélectricité. En général il existe un niveau de compétences locales permettant plus ou moins l'installation et l'entretien d'équipements issus de telles filières. Ainsi, l'adéquation entre le niveau de complexité de la technologie et les compétences locales est considérée moyenne pour les filières thermique et éolienne.

Les équipements issus de la filière photovoltaïque peuvent être entièrement installés et entretenus par des compétences locales. Ces installations et entretiens n'exigent pas un niveau de compétence élevé. Quant à la filière biomasse, elle concerne dans le cadre de cette étude la réalisation de quelques aménagements forestiers et la mise en œuvre de certaines pratiques de foresterie durable. Il existe des compétences locales pouvant permettre de réaliser facilement de telles activités. De ce qui vient d'être dit, le niveau d'adéquation entre complexité technologique et compétences locales est considéré élevé pour les filières photovoltaïques et biomasse.

L'échelle de mesure définie est : 1=faible niveau d'adéquation de compétence technologique : hydroélectricité ; 2= niveau moyen d'adéquation : thermique et éolienne ; 3= niveau élevé d'adéquation : photovoltaïque et biomasse.

En tenant compte de cette échelle, des classes d'impact définies ci-dessus et des proportions des filières dans les différentes options, nous calculons l'indice total d'effet pour chaque option. Les proportions des différentes filières par option sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 5.31 Proportion des filières par option (d)

Filière	Option 1.	Option 2.	Option 3.	Option 4.	Option 5.	Option 6.	Option 7.
Hydroélectrique	14%	44%	63%	84%	58%	52%	33%
Hydro fil de l'eau	0	6%	7%	6%	2%	3%	7%
Thermique	4%	35%	8%	3%	20%	15%	10%
Biomasse	80%	5%	17%	4%	10%	10%	46%
Photovoltaïque	1%	7%	3%	2%	7%	14%	2%
Éolienne	1%	3%	2%	1%	3%	6%	2%

En tenant compte de ces proportions, nous déterminons pour chaque option la proportion qui correspond à chaque niveau d'impact. Ensuite, nous faisons la somme des produits des pourcentages par la classe d'impact correspondante. On obtient ainsi un indice total permettant de classer les options selon leur performance pour chacun des niveaux d'effet. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 5.32 Niveau d'effet relatif à la technologie.

	3= forte adéquation	2= moyene adéquation	1= faible adéquation	Indice total	Rang
Option 1	81	5	14	267	1
Option 2	12	38	50	162	4
Option 3	20	10	70	150	6
Option 4	6	4	90	116	7
Option 5	17	23	60	157	5
Option 6	24	21	55	169	3
Option 7	48	12	40	208	2

b) calcul de l'indicateur d'impact

Le calcul s'effectue de la même manière que dans le cas du critère Impact sur le milieu aquatique.

Tableau 5.33 Résultats de l'évaluation de l'indicateur d'impact par option sur le niveau de compétence technologique

Options	Filière	Proportion en %	classe d'impact	sensibilité milieu	Coef, technologique	Performance par filière	Performance par option
Option 1.	Hydroélectrique	14	3	1	1	42	89.8
	Hydro fil de l'eau	0	3	1	0.6	0	
	Thermique	4	2	1	0.8	6.4	
	Biomasse	80	1	1	0.5	40	
	Éolienne	1	2	1	0.5	1	
	Photovoltaïque	1	1	1	0.4	0.4	
Option 2.*	Hydroélectrique	44	3	1	1	132	207.1
	Hydro fil de l'eau	6	3	1	0.6	10.8	
	Thermique	35	2	1	0.8	56	
	Biomasse	5	1	1	0.5	2.5	
	Éolienne	3	2	1	0.5	3	
	Photovoltaïque	7	1	1	0.4	2.8	
Option 3.	Hydroélectrique	63	3	1	1	189	226.1
	Hydro fil de l'eau	7	3	1	0.6	12.6	
	Thermique	8	2	1	0.8	12.8	
	Biomasse	17	1	1	0.5	8.5	
	Éolienne	2	2	1	0.5	2	
	Photovoltaïque	3	1	1	0.4	1.2	
Option 4.	Hydroélectrique	84	3	1	1	252	
	Hydro fil de l'eau	6	3	1	0.6	10.8	
	Thermique	3	2	1	0.8	4.8	
	Biomasse durable	4	1	1	0.3	1.2	
	Éolienne	1	2	1	0.5	1	

Options	Filière	Proportion en %	classe d'impact	sensibilité milieu	Coef, technologique	Performance par filière	Performance par option
	Photovoltaïque	2	1	1	0.4	0.8	270.6
Option 5.	Hydroélectrique	58	3	1	1	174	
	Hydro fil de l'eau	2	3	1	0.6	3.6	
	Thermique	20	2	1	0.8	32	
	Biomasse durable	10	1	1	0.3	3	
	Éolienne	3	2	1	0.5	3	
	Photovoltaïque	7	1	1	0.4	2.8	218.4
Option 6.	Hydroélectrique	52	3	1	1	156	
	Hydro fil de l'eau	3	3	1	0.6	5.4	
	Thermique	15	2	1	0.8	24	
	Biomasse durable	10	1	1	0.3	3	
	Éolienne	6	2	1	0.5	6	
	Photovoltaïque	14	1	1	0.4	5.6	200
Option 7.	Hydroélectrique	33	3	1	1	99	
	Hydro fil de l'eau	7	3	1	0.6	12.6	
	Thermique	10	2	1	0.8	16	
	Biomasse durable	46	1	1	0.3	13.8	
	Éolienne	2	2	1	0.5	2	
	Photovoltaïque	2	1	1	0.4	0.8	144.2

C.12 Dépendance énergétique (à minimiser)

Elle peut se mesurer par le pourcentage d'importation nette d'énergie. L'énergie est un agent de production majeur et une denrée stratégique. Sa disponibilité ne devrait pas être indûment affectée par des événements en dehors du contrôle des utilisateurs.

a) détermination de l'indicateur d'effet

Dans cette étude, l'indicateur d'effet retenu pour la mesure de ce critère est le pourcentage de la filière thermique dans chaque option en supposant que cette filière nécessite l'importation de combustibles fossiles en provenance de l'extérieur du pays et qu'elle nécessite des déboursés en devises. Les données sont consignées dans le tableau suivant.

Tableau 5.34 Proportion de la filière thermique par option

	Option 1.	Option 2.	Option 3.	Option 4.	Option 5.	Option 6.	Option 7.
Pourcentage du thermique	4%	35%	8%	3%	20%	15%	10%

b) calcul de l'indicateur d'impact

Une seule filière est en jeu, en l'occurrence le thermique et est considérée avoir un impact fort sur la dépendance énergétique. Aussi, la proportion de cette filière par option a la même signification. Les coéfficients relatifs à la filière et à la sensibilité sont tous égaux à 1.

Tableau 5.35 Valeurs de l'indicateur d'impact lié à la dépendance énergétique

	Indicateur d'effet	Coefficient de technologie	Coefficient de sensibilité du milieu	Indicateur d'impact
Option 1	4	1	1	4
Option 2	35	1	1	35
Option 3	8	1	1	8
Option 4	3	1	1	3
Option 5	20	1	1	20
Option 6	15	1	1	15
Option 7	10	1	1	10

C.13 Flexibilité et adaptabilité (à maximiser)

Trois indicateurs d'effet sont retenus pour la mesure de ce critère.

a) détermination de l'indicateur d'effet

- ✓ **La capacité d'investissement** (à maximiser) concerne les moyens de financement et la disponibilité de devises permettant l'adaptation de la production à la demande. Dans le contexte des pays en voie de développement, la capacité de financement sera d'autant plus faible que les besoins de financement sont plus élevés et nécessitent des capitaux étrangers. Les filières de l'hydroélectricité de grande puissance avec réservoir, l'éolien et le photovoltaïque engendrent des besoins de financements très élevés. C'est plus la dépendance au capital étranger qui est ici mesurée car la capacité de financement est plutôt reliée à la capacité de payer sa dette à partir de ses ressources. La Guinée est un pays riche en ressources, donc ayant théoriquement une bonne capacité de financement si l'exploitation et la commercialisation de ses ressources sont bien négociées et bien gérées. Les trois filières ci-dessus mentionnées reçoivent donc la cote de forte dépendance au capital étranger (endettement national) c'est-à-dire de faible flexibilité. L'investissement étranger est considéré moyen pour les micros centrales au fil de l'eau et les centrales thermiques. Pour ces filières les investissements sont relativement bas et peuvent être mobilisés par des ressources endogènes. Quant à la filière biomasse constituée d'aménagements forestiers pour la production de bois énergie, la dépendance au capital étranger est considéré faible, c'est à dire une forte capacité endogène d'investissement. La filière biomasse bien qu'elle ne puisse satisfaire à tous les types de besoins énergétiques a été identifiée par les acteurs de la table de concertation comme l'une des ressources les moins dépendantes d'un investissement étranger et pouvant faire l'objet d'un développement endogène. Les échelles de mesure sont : 1=faible, 2= moyen, 3=fort.

- ✓ **La caractéristique de la filière (à maximiser)** concernent la modularité des filières et les possibilités de substitution des combustibles. Les capacités de production à installer sont facilement adaptables aux besoins pour les filières photovoltaïque et thermique. Pour ces filières, le démantèlement ou la relocalisation est plus facile à réaliser. Les systèmes thermiques peuvent être facilement adaptés à des substitutions de divers combustibles, gasoil, fuel lourd, gaz naturel ou autres. Ces filières reçoivent la cote 3 correspondant à une modularité élevée. Il y a une grande variation dans la taille des

filières hydroélectrique et éolienne. Leurs capacités de production sont difficilement adaptables aux besoins, car les centres de production sont souvent éloignés des centres de consommation. Ces systèmes possèdent des composantes technologiques complexes et leurs filières dépendent fortement de conditions naturelles comme la sécheresse et le vent. Les filières hydroélectricité et éolienne reçoivent donc la cote 1 c'est-à-dire une faible modularité. La filière biomasse ou bois énergie peut être adaptée à des besoins locaux à travers l'aménagement de foresteries communautaires. Toutefois, elle ne permet pas de satisfaire à tous les types de besoins énergétiques comme mentionné plus haut. Elle reçoit la cote 2. Échelle de mesure retenue : 1= modularité faible; 2= modularité moyenne; 3 = modularité élevée.

- ✓ **les délais d'implantation des filières** (à maximiser) concernent la durée nécessaire à la construction des infrastructures. Ce délai est long pour la filière hydroélectrique (10 à 15 ans), moyen pour les filières thermiques et biomasse (2 à 5 ans), court pour les filières éolienne et photovoltaïque (1 à 2 ans). L'échelle de mesure est : 1=long, 2=moyen, 3=court

Mentionnons que pour faire une agrégation partielle de ces trois sous indicateurs il faut que les échelles de mesure soient toutes dans le même sens d'optimisation (ici toutes à maximiser). Pour ce faire nous avons utilisé deux échelles inversées.

La synthèse de ces trois sous indicateurs permet d'effectuer une évaluation globale du critère. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.36 Mesure du critère relatif à la flexibilité/adaptabilité

	Hydro. réservoir	Hydro fil eau	Thermique	Biomasse	Éolienne	Photovoltaïque
Capacité invest.	1	2	2	3	1	1
Disponibilité expertise technique	1	1	3	2	1	3
Délais d'implantation	1	1	2	2	3	3
Évaluation globale	1	1	2	2	1	3

En tenant compte de ces résultats de l'agrégation des sous critères et des proportions des filières dans les différentes options, nous calculons l'indice total d'effet pour chaque option. Les proportions des différentes filières par option sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 5.37 Proportion des filières par option (e)

Filière	Option 1.	Option 2.	Option 3.	Option 4.	Option 5.	Option 6.	Option 7.
Hydroélectrique	14%	44%	63%	84%	58%	52%	33%
Hydro fil de l'eau	0	6%	7%	6%	2%	3%	7%
Thermique	4%	35%	8%	3%	20%	15%	10%
Biomasse	80%	5%	17%	4%	10%	10%	46%
Photovoltaïque	1%	7%	3%	2%	7%	14%	2%
Éolienne	1%	3%	2%	1%	3%	6%	2%

En tenant compte de ces proportions, nous déterminons pour chaque option la proportion qui correspond à chaque niveau d'impact. Ensuite, nous faisons la somme des produits des pourcentages par la classe d'impact correspondante. On obtient ainsi un indice total permettant de classer les options selon leur performance pour chacun des niveaux d'impact. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 5.38 Indicateur d'effet flexibilité/adaptabilité.

	1= faible	2= moyene	3= forte	Indice total	Rang
Option 1	15	84	1	186	1
Option 2	53	40	7	154	3
Option 3	72	25	3	131	6
Option 4	91	7	2	111	7
Option 5	63	30	7	144	5
Option 6	61	25	14	153	4
Option 7	42	56	2	160	2

b) calcul de l'indicateur d'impact

Les hypothèses de calcul retenus sont les mêmes que pour le critère *dépendance énergétique*. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 5.39 Valeurs de l'indice d'impact par option

	Indicateur d'effet	Coefficient de technologie	Coefficient de sensibilité du milieu	Indicateur d'impact
Option 1	186	1	1	186
Option 2	154	1	1	154
Option 3	131	1	1	131
Option 4	111	1	1	111
Option 5	144	1	1	144
Option 6	153	1	1	153
Option 7	160	1	1	160

Les tableaux suivants résument les critères et leurs indicateurs de mesure des effets.

Tableau 5.40 Synthèse des critères et des indicateurs

Dimensions	Critères	Indicateurs d'effet	Sens
Aménagement du territoire	C.1 Impact sur l'occupation du sol (Aos)	Consommation d'espace selon les classes d'occupation du sol pondérée en fonction des différents écosystèmes	Min
	C.2 Désenclavement du territoire (Adt)	Nombre de km de routes construites par option.	Max
Environnement	C.3Pollution atmosphérique (Epa)	Taux d'émission du CO_2 et du CH_4	Min
	C.4 Impact sur le milieu aquatique (Ema)	Détérioration du milieu aquatique Nature et ampleur de la pollution par option	Min
	C.5 Déforestation (Edf)	Superficie du couvert végétal perdue dans la satisfaction des besoins en bois-énergie (ha/GWh)	Min
Socio culturel	C.6 Modification des modes de vie (Smv)	Impact de chaque option sur la modification du système de valeurs traditionnelles	Min
	C.7 Déplacement de populations (Sdp)	Nombre de populations déplacées par option	Min
Économique	C.8 Accessibilité à l'énergie (Éaé)	Prix de l'énergie pour les utilisateurs pour chaque option	Min
	C.9 Coût des options (Éco)	Montant des investissements par option. Frais annuels d'exploitation par option	Min
	C.10 Création d'emplois (Éce)	Nombre d'emplois créés par option	Max
Technique	C.11 Dépendance énergétique (Tdé)	Part des produits pétroliers par option dans le bilan énergétique	Min
	C.12 Adéquation du niveau de compétence technologique (Tnc)	Adéquation entre technologie et niveau de formation requis	Min
	C.13 Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	Comportement du système énergétique en fonction de la conjoncture	Max

Le tableau ci-après présente la synthèse des valeurs des indicateurs d'effet retenus.

Tableau 5.41 Synthèse des critères et valeurs des indicateurs

Dimensions	Critères	Indicateurs d'effet	Sens
Aménagement du territoire	C.1 Impact sur l'occupation du sol (Aos)	Consommation d'espaces en km^2 selon les types d'occupation du sol par option	Min
	C.2 Désenclavement du territoire (Adt)	km de routes construites par option	Max
Environnement	C.3 Pollution atmosphérique (Epa)	Biomasse : 74,08 tCO_2/TJ ; 0,03 Kg CH_4/TJ Thermique : 74 tCO_2/TJ ; 0,72 Kg CH_4/TJ Hydroélectrique : 0,2M tCO_2équ./TWh	Min
	C.4 Impact sur le milieu aquatique (Ema)	Proportion des filières et leurs niveaux d'impact sur le milieu aquatique	Min
	C.5 Déforestation (Edf)	Déboisement net par prélèvement de bois énergie et par option : 128 ha/GWh/an sans pratiques de foresterie durable 0 ha/GWh/an si pratiques de foresterie durable	Min
Socio culturel	C.6 Modification des modes de vie (Smv)	Proportion des filières par option et leurs niveaux d'impact sur les habitudes traditionnelles	Min
	C.7 Déplacement de populations (Sdp)	Nombre de personnes déplacées par option	Min
Économique	C.8 Coût des options (Éco) En millions de $US	Centrale au fuel : 0,10/GWh Centrale gasoil : 0,20/GWh Centrale hydroélectrique : 0,26/GWh Centrale éolienne: 0,213/GWh Centrale photovoltaïque :2,00/GWh Biomasse : 0, 049336/GWh Ligne110kV biterne : 0,095/km Ligne110 kV monoterne : 0,07/km Ligne30 kV : 0,0323/km	Min
	C.9 Création d'emplois (Éce)	Nombre emplois crées par option Éolienne : 2,3/GWh Photovoltaïque : 8,3/GWh Biomasse : 19/GWh Thermique : 0,12/GWh Hydroélectrique : 0,4/GWh	Min
	C.10 Accessibilité à l'énergie (Éaé)	Rapport coût/production par option ($/GWh en millions de $US)	Max
Technique	C.11 Adéquation du niveau de compétence technologique (Tnc)	Proportion des filières par option et leurs niveaux d'impact sur la disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée	Min
	C.12 Dépendance énergétique (Tdé)	% du thermique par option	Min
	C.13 Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	Capacité d'investissement, disponibilité de l'expertise technique et délai d'implantation des infrastructures	Max

5.5 Synthèse des évaluations des options énergétiques

La mesure des indicateurs d'impact a permis de juger chacune des options selon chaque critère à l'aide du modèle générique d'impact (voir chapitre III). Les résultats d'évaluation des performances de chaque option énergétique par rapport aux différents critères permettent de construire un tableau d'évaluation appelé aussi matrice des performances utilisée pour l'analyse multicritère à la décision. Les résultats ainsi obtenus sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 5.42 Matrice des performances

Critères	C1.	C2.	C3 .	C4.	C5.	C6.	C7.
Unité	km^2	km	$MtCO_2$	-	ha	-	Habitant
Sens d'optimisation	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
Option1	116.12	8.26	0.35	132.5	166018	89.3	6325
Option2	387.08	51.77	1.21	232.5	10376	202	23199
Option3	629.23	22.60	0.96	235.8	35279	220.9	54321
Option4	863.63	73.95	0.93	268.9	0	266.5	71786
Option5	550.03	64.45	0.91	231.7	0	215.7	39784
Option6	530.37	16.25	0.78	207.2	0	195.2	48634
Option7	275.32	52.69	0.55	147	0	139	12750

Matrice des performances (suite)

Critères	C8.	C9.	C10.	C11.	C12.	C13
Unité	M$US	Emploi	M$US/GWh	-	%	-
Sens d'optimisation	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Option1	432	20598	0.07	89.8	4	186
Option2	1985	6681	0.32	207.1	35	154
Option3	1601	7737	0.26	226.1	8	131
Option4	1893	8006	0.29	270.6	3	111
Option5	2162	17216	0.35	218.4	20	144
Option6	3073	21034	0.46	200	15	153
Option7	1200	55821	0.20	144.2	10	160

Où :

Option 1 : Option de référence ou option statu quo

Option2 : Option centralisée Hydro-Thermique

Option3 : Option centralisée Synergie Énergie/Mines

Option4 : Option centralisée Maximum Hydraulique

Option5 : Option décentralisée Hydro Thermique et Biomasse

Option6 : Option décentralisée Maximum Solaire

Option7 : Option décentralisée Maximum de bois durable

C.1 : Impact sur l'occupation du sol (**Aos**)

C.2 : Désenclavement du territoire **(Adt)**

C.3 : Pollution atmosphérique **(Epa)**

C.4 : Impact sur le milieu aquatique **(Ema)**

C.5 : Déforestation **(Edf)**

C.6 : Modification des modes de vie **(Smv)**

C.7 : Déplacement de populations **(Sdp)**

C.8 : Coût des options **(Éco)**

C.9 : Création d'emplois **(Éce)**

C.10 : Accessibilité à l'énergie **(Éaé)**

C.11 : Adéquation du niveau de compétence technologique **(Tnc)**

C.12 : Dépendance énergétique **(Tdé)**

C.13 : Flexibilité et adaptabilité **(Tfa)**

5.6 Analyses multicritères et rangements des options

Nous avons utilisé les méthodes PROMETHEE et GAIA pour obtenir un rangement des options énergétiques et effectuer les analyses multicritères. Avant d'effectuer les analyses multicritères, deux paramètres doivent être déterminés, la pondération des critères et le choix des fonctions de préférence. Cela se fait à l'étape de définition des préférences des acteurs. Les acteurs ont effectué la pondération des critères et l'équipe de soutien a choisi les fonctions de préférence.

5.6.1 Pondération des critères

Les acteurs ont eu à attribuer des poids en fonction de l'importance qu'ils accordent aux différents critères. Ils ont à cet effet utilisé la méthode d'attribution directe de notes, variant entre 0 et 100, qualifiant ainsi l'importance relative des différents critères. Le tableau suivant présente les résultats obtenus.

Tableau 5.43 Jeux de poids attribués par les acteurs

Groupes d'acteurs	Acteurs	Poids accordées aux critères en %												
		Aos	Adt	Epa	Ema	Edf	Smv	Sdp	Éco	Éce	Éaé	Tnc	Tdé	Tfa
Gouvernement	A1	5	7	4	5	10	4	4	6	3	20	8	9	15
	A2	10	5	15	7	13	5	6	5	14	5	3	5	7
	A3	9	6	10	6	6	3	7	16	3	18	4	4	8
	A4	7	12	6	2	3	7	2	20	11	10	5	5	10
	A5	4	15	12	3	2	11	11	7	4	10	5	7	9
	A6	9	10	18	15	15	3	6	3	5	6	2	2	6
	A7	5	10	25	15	10	5	2	5	3	15	2	2	1
	A8	3	3	4	13	2	3	1	3	1	37	1	25	4
	A9	5	19	5	30	5	8	5	4	5	8	1	2	3
Partenaires économiques et privés	A10	2	6	2	5	5	1	2	10	2	25	10	20	10
	A11	3	5	2	4	4	5	3	25	2	15	7	24	1
Société civile	A12	10	10	30	10	10	10	5	3	5	2	1	3	1
	A13	2	25	3	4	6	5	10	25	5	5	2	6	2
Experts	A14	10	10	12	10	10	10	4	10	4	5	5	5	5
	A15	10	6	10	5	10	14	1	8	8	8	5	5	10
	A16	20	8	4	4	5	4	4	5	3	15	10	10	8

Avec :

A1 : Direction Nationale de l'Énergie

A2 : Direction Nationale de l'Environnement

A3 : Direction Nationale du Plan

A4 : Direction Nationale des Mines et Centre de Promotion du Développement Minier

A5 : Administration et Contrôle des Grands Projets

A6 : Direction Nationale de l'Aménagement du territoire et de l'Urbanisme
A7 : Direction Nationale des Eaux et Forêts
A8 : Direction Nationale des Hydrocarbures
A9 : Direction Nationale du Transport Terrestre
A10 : Énergie Électrique de Guinée (ENELGUI)
A11 : Société Guinéenne d'Électricité (SOGEL)
A12 : ONG en environnement
A13 : Groupe d'intérêt en énergie
A14 : Association des professionnels en études d'impact sur l'environnement
A15 : Centre de Recherche Scientifique Conakry-Rogbané (CERESCOR)
A16 : Chaire d'hydraulique de l'Université de Conakry

Les critères les plus importants pour la majorité des acteurs gouvernementaux sont le *coût d'accès à l'énergie* (Éaé), la *déforestation* (Edf), *l'impact sur le milieu aquatique* (Ema), la *pollution atmosphérique* (Epa) et le *désenclavement du territoire* (Adt). Le gouvernement doit en effet assurer un approvisionnement fiable en énergie aux populations et aux industries mais aussi doit tenir de certaines préoccupations d'ordre environnemental pour satisfaire les exigences d'autres acteurs.

Les partenaires économiques et privés s'intéressent beaucoup plus à la *dépendance énergétique* (Tdé), au *coût des options* (Éco) et au *coût d'accès à l'énergie*. Cela pourrait s'expliquer par le fait que la rentabilité des investissements tient particulièrement à cœur ce groupe d'acteurs en raison de leur contribution importante aux financements des infrastructures.

La société civile quant à elle accorde plus d'importance aux aspects qui affectent ou améliorent les conditions de vie. Il s'agit notamment des dimensions touchant l'aménagement du territoire, l'environnement et le socioculturel.

Les experts favorisent les critères *Impact sur l'occupation du sol* (Aos), *Pollution atmosphérique* (Epa), *Déforestation* (Edf) et *Modification des modes de vie* (Smv). Ces

acteurs sont de plus en plus soumis à une forte demande sociale pour évaluer les risques liés aux effets de certaines activités humaines.

5.6.2 Choix des fonctions de préférence et de leurs seuils

Le type de fonction de préférence associé à un critère permet, pour une différence de performance brute entre deux options, d'obtenir une différence de performance normée tenant compte des particularités d'évaluation relative à ce critère (Caillet, 2003 : p.14). Le choix du type de fonction de préférence constitue un degré de liberté important offert aux acteurs, leur permettant d'amplifier ou d'atténuer l'impact d'un critère sur le processus de décision (Brans et Marschall, 2002 : p.57). Le choix des fonctions de préférences devrait donc se faire par les acteurs ou en interaction entre acteurs et analystes. Toutefois, mentionnons qu'en pratique cette partie est toujours ardue pour les acteurs et exige du temps pour qu'ils comprennent bien la mécanique et procèdent à des choix adéquats. Pour ces raisons, l'équipe de soutien a choisi des fonctions de préférence et leurs seuils qui reflètent les systèmes de valeur perçus des acteurs. Parmi les six types de fonction de préférence, le type III a été choisi pour les critères C2, C3, C5, C7, C9, C10 et C12 ; le type V pour les critères C1 et C8; le type IV pour les critères C4, C6, C11 et C13. Dans le type III, le seuil de préférence p est fixé à deux fois l'écart type ; dans le type IV et le type V, p est fixé à deux fois l'écart type et q à une fois l'écart type.

En effet, l'utilisation des fonctions de préférence de type III, IV et V est conseillée dans les cas où les évaluations sont des nombres réels mesurés sur une échelle continue. Dans les cas où les évaluations sont qualitatives et mesurées sur une échelle discrète ou préordre (ordinale), ce sont les fonctions de préférence de type II et IV qui sont recommandées (Brans et Marshall, 2002 : p.58). Le tableau suivant présente les types de fonction de préférence et leurs seuils définis pour chacun des critères d'évaluation.

Tableau 5.44 Types de fonction de préférence et seuils associés

Critère	Fonction de préférence	Seuil
C.1 : Impact sur l'occupation du sol (**Aos**)	type V	q=244; p=488
C.2 : Désenclavement du territoire **(Adt)**	type III	p=51
C.3 : Pollution atmosphérique **(Epa)**	type III	p=0.56
C.4 : Impact sur le milieu aquatique **(Ema)**	type IV	q=50 ; p=100
C.5 : Déforestation **(Edf)**	type III	p=122510
C.6 : Modification des modes de vie **(Smv)**	type IV	q=58 ; p=116
C.7 : Déplacement de populations **(Sdp)**	type III	p=47413
C.8 : Coût des options **(Éco)**	type V	q=822, p=1644
C.9 : Création d'emplois **(Éce)**	type III	p=34281
C.10 : Accessibilité à l'énergie **(Éaé)**	type III	p=0.32
C.11 : Adéquation du niveau de compétence technologique **(Tnc)**	type IV	q=59 ; p=118
C.12 : Dépendance énergétique **(Tdé)**	type III	p=22%
C.13 : Flexibilité et adaptabilité **(Tfa)**	type IV	q=24 ; p=48

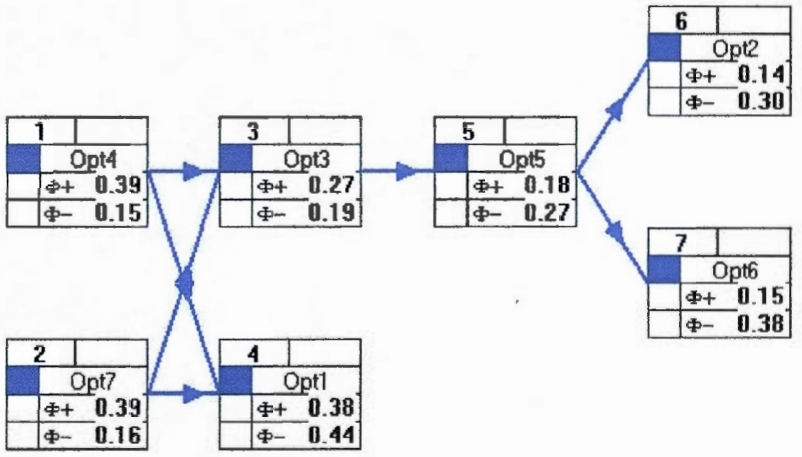
5.6.3 Analyse des résultats

Chaque acteur ou groupe d'acteurs apparenté ayant effectué son propre exercice de pondération, nous nous retrouvons avec autant de jeux de poids que d'acteurs (voir tableau 5.43.). Nous avons donc réalisé autant d'analyses que de jeux de poids différents pour respecter les différences d'opinion des acteurs. Nous présentons dans cette section une synthèse des résultats obtenus par acteur ou résultats uni-acteur et sur l'ensemble des acteurs ou résultats multi-acteurs. Cela permet de montrer d'une part, les préférences pour les options énergétiques de chaque acteur en fonction de la pondération individuelle des critères et, d'autre part, de faire ressortir la vision d'ensemble des acteurs par option.

5.6.4 Rangements individuels des options

L'application de la méthode PROMETHEE permet d'obtenir, pour chacun des seize acteurs, deux rangements distincts des sept options énergétiques étudiées. Ces deux rangements sont respectivement donnés par le classement partiel PROMETHEE I et le classement complet PROMETHEE II. Les résultats obtenus sont présentés à l'appendice E. Le classement PROMETHEE I prend en compte l'incompatibilité entre les options, alors que cette information est perdue dans le classement PROMETHEE II. Les classements des options énergétiques sont basés sur le bilan des flux de surclassement qui est la différence entre le flux sortant et le flux entrant. Les meilleures options sont celles qui ont le plus fort bilan positif. Les figures ci-après montrent un exemple des résultats obtenus pour l'acteur *Énergie électrique de Guinée (ÉNELGUI)*

Figure 5.1 : Graphe de classement PROMETHEE I pour l'acteur *ÉNELGUI*

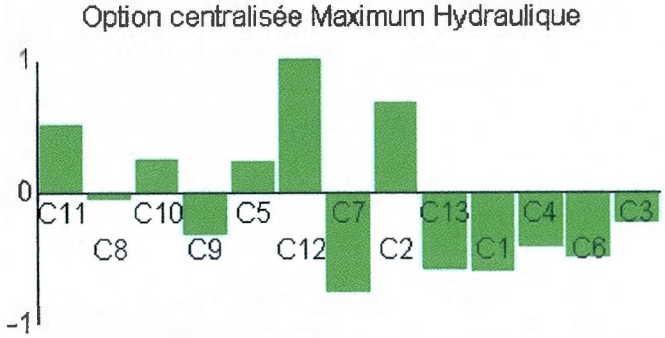


Le classement PROMETHEE I met en évidence la dominance de l'option centralisée Maximum Hydraulique (Opt4) et de l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7). Ces deux options sont incomparables. L'option centralisée Synergie Énergie/Mine (Opt3) et l'option de référence (Opt1) occupent également une position intéressante et sont aussi incomparables entre elles. L'option Opt1 est incomparable à toutes les autres options exceptées les options Opt4 et Opt7. L'option centralisée Hydro-Thermique (Opt2) et l'option

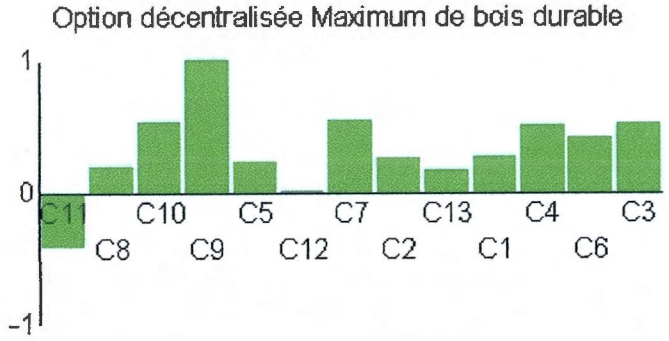
décentralisée Maximum Solaire (Opt6) sont également incomparables mais occupent une position moins intéressante. Ces incomparabilités sont bien illustrées sur les profils des options où l'on voit les bons coups (performance) et les mauvais coups sur des critères différents. À titre d'exemple nous présentons ci-dessous les profils des options Opt4 et Opt7.

Figure 5.2 Comparaison des profils des options Opt4 et opt7.

a) profil de l'option Opt4



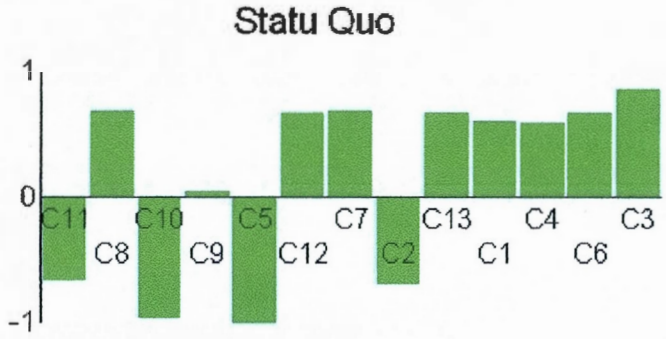
b) profil de l'option Opt7



L'examen de ces profils d'option montre que les critères sur lesquels l'option Opt4 possède des forces (par exemple C11, C12 et C2) correspondent aux faiblesses de l'option 7 et vice versa (par exemple C9 et C7).

L'option de référence (Opt1) qui est incomparable à la majorité des options possède le plus bas flux négatif. Cela signifie que cette option se caractérise par des performances très contrastées sur les critères comme l'indique son profil suivant.

Figure 5.3 Profil de l'option de référence (Opt1)



L'analyse de l'ensemble des résultats des classements PROMETHEE I (voir appendice E) montre que l'option de référence (Opt1) est souvent incomparable à la majorité des autres options mais avec un flux négatif très pénalisant. L'option centralisée maximum Hydraulique (Opt4) et décentralisée Hydrothermique (Opt5) sont incomparables selon l'ensemble des acteurs à l'exception de la *Direction nationale des hydrocarbures* (A8), de la *Société guinéenne d'électricité* (A11) et de *l' Énergie électrique de Guinée (*A10). Pour ce dernier, l'option Opt4 et l'option Maximum de bois durable (Opt7) constituent le noyau des meilleures options[32] mais sont incomparables entre elles. L'option Opt7 et l'option de référence Opt1 sont aussi classées par certains acteurs comme noyau des meilleures options. En général les options sont très incomparables entre elles selon le classement PROMETHEEI.

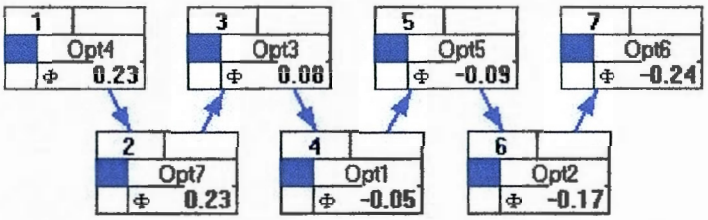
Les classements PROMETHEE I sont utiles pour permettre à chaque acteur d'avoir un code de lecture sur les forces (Φ+) et les faiblesses (Φ-) de chaque option et permet de mettre en

[32] C'est l'ensemble des options surclassant globalement toutes les autres options. Selon Rousseaux et Apostol (2000), toute option n'appartenant pas au noyau est surclassée par au moins une autre option et aucune option du noyau n'est surclassée par une autre option du noyau.

évidence les incomparabilités si les forces et faiblesses de deux options sont sur des critères différents (voir l'exemple des profils présentés ci-dessus).

Toutefois, le classement PROMETHEE II est utile en pratique pour la présentation des résultats de la meilleure à la moins bonne option. Un exemple de ce type de classement est présenté ci-dessous pour l'acteur Énergie Électrique de Guinée (ÉNELGUI).

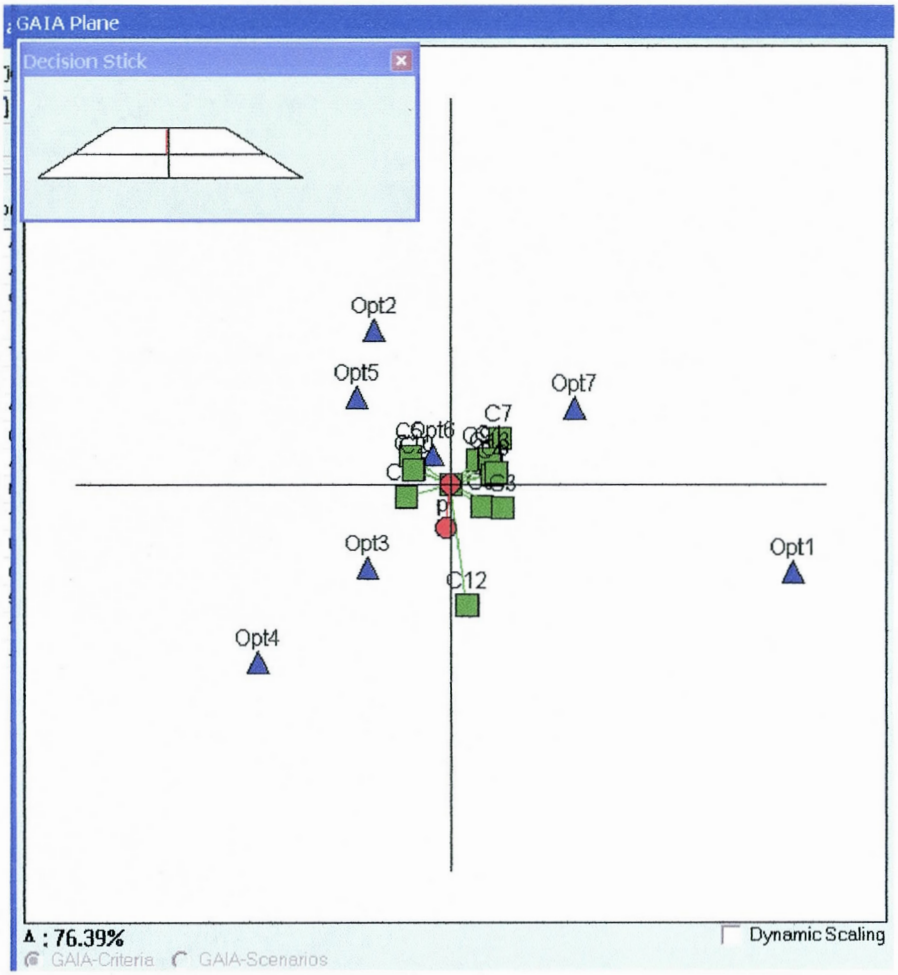
Figure 5.4 Graphe de classement PROMETHEE II pour l'acteur *ÉNELGUI*



Le classement PROMETHEE II départage toutes les options et les classes de la meilleure à la moins bonne. Les options Opt4 et Opt7 se trouvent également en tête de ce classement. Elles ont le même flux net (0,23), ce qui dénote une indifférence de l'acteur pour ces options. L'option Opt1 qui est l'option de référence occupe le quatrième rang. L'option décentralisée Maximum Solaire (Opt6) occupe le dernier rang et constitue l'option la moins préférée par l'acteur.

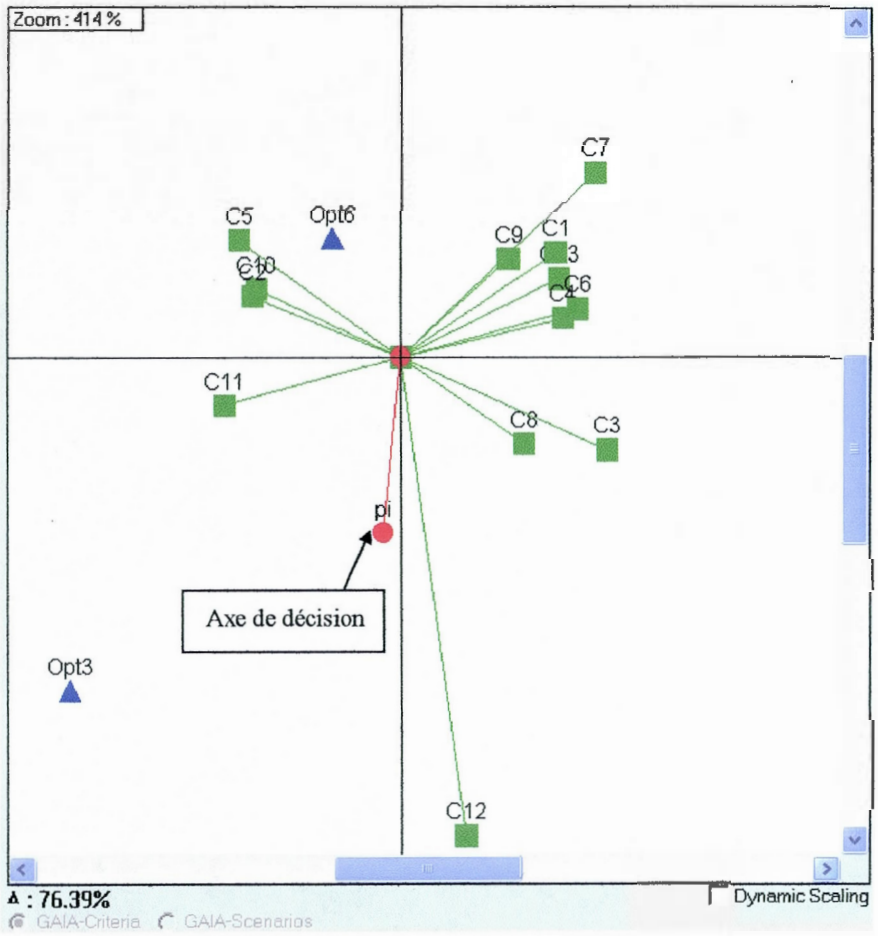
Un autre outil utile à l'analyse des résultats est le plan GAIA. Comme nous l'avons mentionné précédemment cette approche descriptive permet de mettre en évidence les conflits entre les critères, d'identifier les zones de compromis et de fixer des priorités. Il permet donc aux acteurs de mieux comprendre l'influence des critères sur les solutions et peut aussi servir à une meilleure définition des jeux de poids. Un exemple de plan GAIA est présenté ci-dessous pour l'acteur *ÉNELGUI*.

Figure 5.5 Représentation du plan GAIA pour l'acteur *ÉNELGUI*



Un Zoom du plan GAIA est présenté ci-dessous

Figure 5.6 Zoom du plan GAIA pour l'acteur *ÉNELGUI*



La représentation GAIA des données (voir figure ci-dessus) montre que 76% de l'information totale est expliquée. Ce pourcentage étant supérieur à 70, la représentation fournie par le plan GAIA peut être considérée de bonne qualité. Les critères sont très conflictuels. Le critère *Pollution atmosphérique* (C3), le critère *Coût des options* (C8) et le critère *Dépendance énergétique* (C12) sont en conflits avec les critères *Désenclavement du territoire* (C2), *Déforestation* (C5) et *Accessibilité à l'énergie* (C10). Les critères. *Adéquation du niveau de*

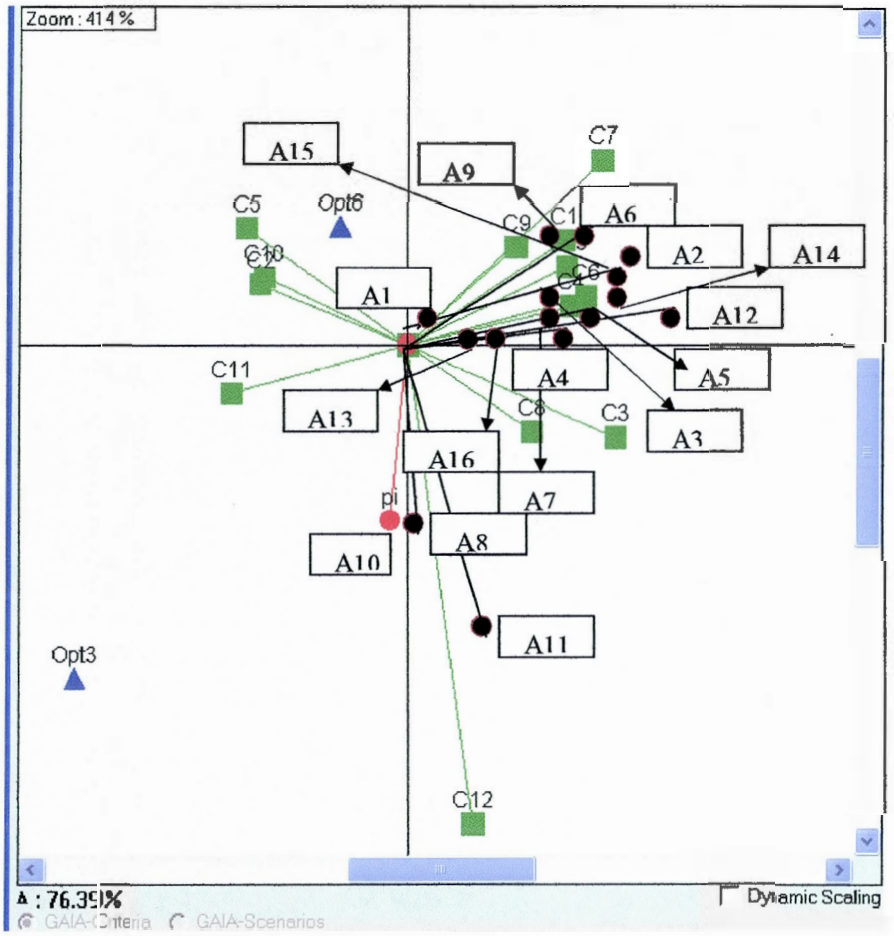
compétence technologique (C11) et *Dépendance énergétique* (C12) sont en conflit avec les critères *Impact sur l'occupation du sol* (C1), *Impact sur le milieu aquatique* (C4), *Modification des modes de vie* (C6), *Déplacement de population* (C7), *Création d'emploi* (C9) et le critère *Flexibilité et adaptabilité* (C13). Ces groupes de critères ont d'ailleurs des préférences assez semblables en ce qui concerne les données représentées.

Les options Centralisées Synergie Énergie/Mine (Opt3) et Maximum Hydraulique (Opt4) performent bien sur les critères d'évaluation *Adéquation du niveau de compétence technologique* (C11) et *Dépendance énergétique* (C12) qui sont orientés dans la même direction que l'axe de décision π représentant la combinaison linéaire des poids. Ces critères sont donc en accord avec le flux multicritère net.

Cet axe étant long, les poids jouent un rôle discriminant pour cet acteur. L'axe de décision a donc un pouvoir élevé. L'option décentralisée maximum de bois durable (Opt7) quant à elle performe sur les critères Impact sur l'occupation du sol (C1), *Impact sur le milieu aquatique* (C4), *Modification des modes de vie* (C6), *Déplacement de population* (C7), *Création d'emploi* (C9) et *Flexibilité et adaptabilité* (C13) (groupe de critères opposés à l'axe de décision) tandis que les options *centralisée Hydro-Thermique* (Opt2), et *décentralisée Hydro-thermique-biomasse* (Opt5) performent sur les critères *Désenclavement du territoire* (C2), *Déforestation* (C5), et *Accessibilité à l'énergie* (C10). L'analyse du plan GAIA révèle aussi que l'option de référence (Opt1) et l'option centralisée Maximum Hydraulique (Opt4) ont des positions très éloignées des autres options. L'option Op7 est basée en grande partie sur la foresterie durable et possède une bonne performance environnementale.

Le plan GAIA est le même pour tous les acteurs car ils ont tous les mêmes données dans le tableau d'évaluation ou la matrice des performances. Il n'y a que l'axe de décision π qui change de position et de longueur en fonction des poids accordés par les acteurs aux différents critères. Nous présentons ci-dessous dans un même plan GAIA les positions de l'axe de décision selon les différents acteurs. Ce plan permet d'analyser l'importance des critères dans l'identification des meilleures solutions selon les jeux de poids définis par les acteurs.

Figure 5.7 Positions de l'axe de décision selon les différents acteurs



Dans le cas du jeu de poids de l'acteur Direction nationale de l'énergie (A1), l'axe de décision est d'avantage orienté vers le critère Flexibilité et adaptabilité (C13) lequel a une grande influence sur la solution. Cet axe étant court, une solution de compromis peut être trouvée plus près de l'origine des axes. Cette courte longueur de l'axe de décision peut être expliquée par le fait que des poids importants sont accordés aux critères Coût d'accessibilité à l'énergie (C10) et Déforestation (C5) lesquels ont une plus grande influence sur la solution et

sont opposés aux critères situés dans la même direction que l'axe de décision. Il en est de même pour les acteurs Groupe d'intérêt en énergie (A13) et Chaire d'hyraulique de l'Université de Conakry (16). Les axes de décision de ces derniers sont d'avantage respectivement situés vers les critères Coût des options (C8) et Impact sur l'occupation du sol (C1). Pour le jeu de poids de l'acteur Direction nationale de l'aménagement du territoire (A6), l'axe de décision est plus situé vers les critères Impact sur l'occupation du sol (C1) et Flexibilité et adaptabilité (C13). Le critère Pollution atmosphérique (C3) a également une grande influence sur la solution. Les critères Coût des options (C8) et Création d'emploi (C9) ont aussi dans une moindre mesure, une influence sur la solution. La meilleure solution, située le plus loin possible en direction de l'axe de décision est l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7). À l'exception des acteurs Direction nationale des hydrocarbures (A8) et Énergie électrique de Guinée (A10), les axes de décisions des autres acteurs sont orientés dans la même direction que la majorité des critères.

On trouvera à l'appendice E, l'ensemble des résultats de classement des options pour tous les acteurs. Le tableau suivant présente la synthèse de ces résultats pour les classements PROMETHEE II.

Tableau 5.45 Position des options énergétiques par acteur

Acteur	Classement PROMETHEE I des options Très préférées → moins préférées
A1	Opt7 → Opt4 → Opt5 → Opt3 → Opt1 → Opt2 → Opt6
A2	Opt7 → Opt1 → Opt5 → Opt6 → Opt4 → Opt2 → Opt3
A3	Opt7 → Opt1 → Opt5 → Opt2 → Opt3 → Opt4 → Opt6
A4	Opt7 → Opt1 → Op5-Opt4 → Opt2 → Opt3 → Opt6
A5	Opt7 → Opt1 → Opt5 → Opt4 → Opt2 → Opt3 → Opt6
A6	Opt7 → Opt1 → Opt5 → Opt6 → Opt2 → Opt4 → Opt3
A7	Opt7 → Opt1 → Opt5 → Opt4 → Opt6 → Opt3 → Opt2
A8	Opt7 → Opt4 → Opt3 → Opt1 → Opt5 → Opt2-Opt6
A9	Opt7 → Opt1 → Opt5 → Opt2 → Opt4 → Opt6 → Opt3
A10	Opt4-Opt7 → Opt3 → Opt1 → Opt5 → Opt2 → Opt6
A11	Opt4 → Opt7 → Opt1 → Opt3 → Opt5 → Opt2 → Opt6
A12	Opt7 → Opt1 → Op5-Opt6 → Opt4 → Opt2 → Opt3
A13	Opt7 → Opt1-Opt4 → Opt5 → Opt2 → Opt3 → Opt6
A14	Opt7 → Opt1 → Opt5 → Opt4 → Opt2 → Opt6 → Opt3
A15	Opt7 → Opt1 → Opt5 → Opt6 → Opt4 → Opt2 → Opt3
A16	Opt7 → Opt1 → Opt4 → Opt5 → Opt3-Opt2 → Opt6

Avec :

A1 : Direction Nationale de l'Énergie

A2 : Direction Nationale de l'Environnement

A3 : Direction Nationale du Plan

A4 : Direction Nationale des Mines et Centre de Promotion du Développement Minier

A5 : Administration et Contrôle des Grands Projets

A6 : Direction Nationale de l'Aménagement du territoire et de l'Urbanisme

A7 : Direction Nationale des Eaux et Forêts

A8 : Direction Nationale des Hydrocarbures

A9 : Direction Nationale du Transport Terrestre

A10 : Énergie Électrique de Guinée (ENELGUI)

A11 : Société Guinéenne d'Électricité (SOGEL)

A12 : ONG en environnement

A13 : Groupe d'intérêt en énergie

A14 : Association des professionnels en études d'impact sur l'environnement

A15 : Centre de Recherche Scientifique Conakry-Rogbané (CERESCOR)

A16 : Chaire d'hydraulique de l'Université de Conakry

et

Opt1 : Option de référence ou option statu quo

Opt2 : Option centralisée Hydro-Thermique

Opt3 : Option centralisée Synergie Énergie/Mines

Opt4 : Option centralisée Maximum Hydraulique

Opt5 : Option décentralisée Hydro Thermique et Biomasse

Opt6 : Option décentralisée Maximum Solaire

Opt7 : Option décentralisée Maximum de bois durable

À partir de l'information contenue dans le tableau ci-dessus, nous pouvons établir les préférences des acteurs par option. Quelques résultats sont consignés dans le tableau 4.47.

Tableau 5.46 Préférences des acteurs par option

Option	Rang	Acteurs															
Opt1	2e rang		A2	A3	A4	A5	A6	A7		A9			A12		A14	A15	A16
Opt2	5^{e} rang				A4	A5	A6								A14		
Opt3	7^{e} rang		A2				A6			A9			A12		A14	A15	
Opt4	4e rang				A4	A5		A7							A14		
Opt5	3e rang	A1	A2	A3		A5	A6	A7		A9					A14	A15	
Opt6	4e rang		A2				A6						A12			A15	
Opt6	7e rang	A1		A3	A4	A5					A10	A11					
Opt7	1er rang	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9			A12	A13	A14	A15	A16

L'analyse de ces résultats montre que tous les acteurs, à l'exception des acteurs *Société guinéenne d'électricité* (A11) et *Énergie électrique de Guinée* (A10) classent l'option Opt7 au premier rang. Ce dernier est toutefois indifférent, au premier rang, entre l'option centralisée Maximum Hydraulique (Opt4) et l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7). Aussi, l'option de référence (Opt1) est classée au deuxième rang par la majorité des acteurs (11/16). Toutefois, deux acteurs (Direction nationale des hydrocarbures et Énergie électrique de Guinée) classent cette option au quatrième rang et un autre acteur (direction nationale de l'Énergie) la classe au cinquième rang dans le rangement PROMETHEE II. L'option centralisée Hydro-thermique-biomasse (Opt5) est classée au troisième rang par 9 acteurs sur 16. L'option centralisée Maximum hydraulique (Opt4) et l'option décentralisée Maximum solaire (Opt6) sont classées au quatrième rang, mais pas par les mêmes acteurs. Cela signifie que les acteurs ont des opinions partagées à leur sujet. L'option centralisée Maximum hydraulique (Opt4) est cependant classée au deuxième rang par trois acteurs qui sont la Direction nationale de l'énergie (A1), la Direction national des hydrocarbures (A8) et le Groupe d'intérêt en énergie (A13). L'option centralisée Synergie Énergie/Mine (Opt3) et l'option décentralisée Maximum solaire (Opt6) sont classées au dernier rang par la majorité des acteurs. Elles constituent donc les options les moins préférées par ces acteurs.

En somme, l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7) et l'option de référence (Opt1) sont celles qui récoltent de manière assez claire les faveurs de l'ensemble des acteurs. Toutefois, l'option Opt1 ne peut constituer un bon candidat pour la sélection finale, en raison de la grande proportion de la filière biomasse (non gérée durablement) dans cette option et compte tenu du fait qu'il faut accroître la production d'énergie électrique pour satisfaire d'autres besoins non domestiques. Cette situation doit faire l'objet de discussion entre les acteurs dans le processus de négociation. Les options Opt4 et Opt5 sont globalement bien appréciées par les acteurs. L'option Opt6 est la plus mal notée.

Les analyses qui viennent d'être faites sont intéressantes pour éclairer la position individuelle de chacun des acteurs par rapport aux différentes options énergétiques et pour baliser le processus de négociation entre eux. Comme mentionné dans la méthodologie, rappelons que,

chaque acteur agit en fonction de son propre système de valeur qui dépend non seulement de son statut mais aussi de ses expériences passées (Sarlos et al., 2002). De ce point de vue, une trop grande divergence des systèmes de valeur peut rendre impossible toute prise de décision et donc toute action collective. Toutefois, une certaine différence dans les opinions est nécessaire dans un contexte multi-acteurs et constitue d'ailleurs un facteur de succès dans l'évolution du processus décisionnel. La non prise en compte de cette variété de systèmes de valeur ne peut que conduire à des situations de blocage. Dans cette étude la prise en compte des systèmes de valeur des acteurs se fait à partir de l'importance qu'ils accordent aux différents critères par pondération. Les poids accordés aux critères ont une influence sur le classement des options.

Cela dit, les résultats de base présentés ci-dessus, qui montrent les positions respectives des différentes options peuvent faire l'objet d'analyse de sensibilité (voir section 5.7) correspondant à l'indécision des acteurs afin qu'ils fixent leurs priorités avant la négociation. L'approche de négociation intégrative est à privilégier dans un contexte décisionnel stratégique multi-acteurs en matière de choix énergétiques (Sarlos, 2002 : 845). Cette étape a été simulée dans la présente étude, compte tenu des contraintes de temps et de budget.

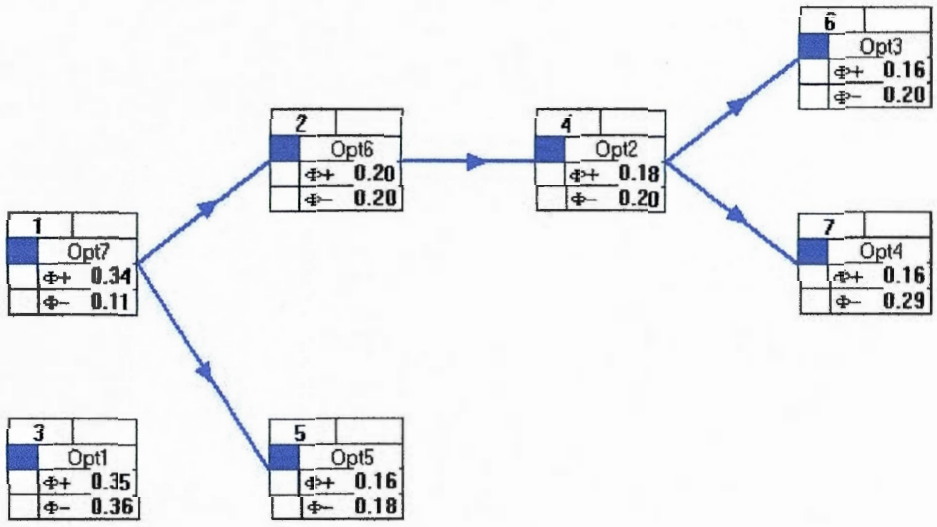
Nous allons maintenant présenter et analyser les résultats obtenus en considérant l'ensemble des acteurs.

5.6.5 Rangement multi-acteurs des options

Un des objectifs de la présente étude est d'évaluer l'acceptabilité des options énergétiques. Il devient donc utile d'examiner le degré d'accord ou de désaccord entre les acteurs concernant le classement d'une option donnée. L'analyse de scénarios par le logiciel Décision Lab offre la possibilité de mener de telles analyses. Comme nous l'avons mentionné précédemment, tous les acteurs sont considérés comme ayant le même poids sur la décision. Nous présentons dans cette section, les résultats du rangement multi-acteurs.

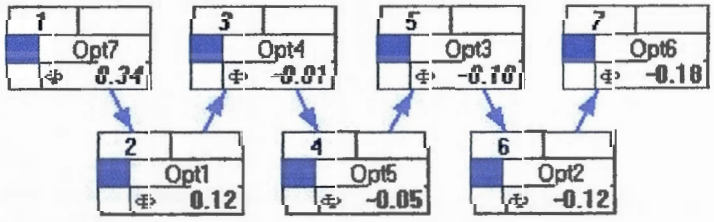
Figure. 5.8. Rangement multi-acteurs des options et plans GAIA

a) Rangement partiel PROMETHEE I



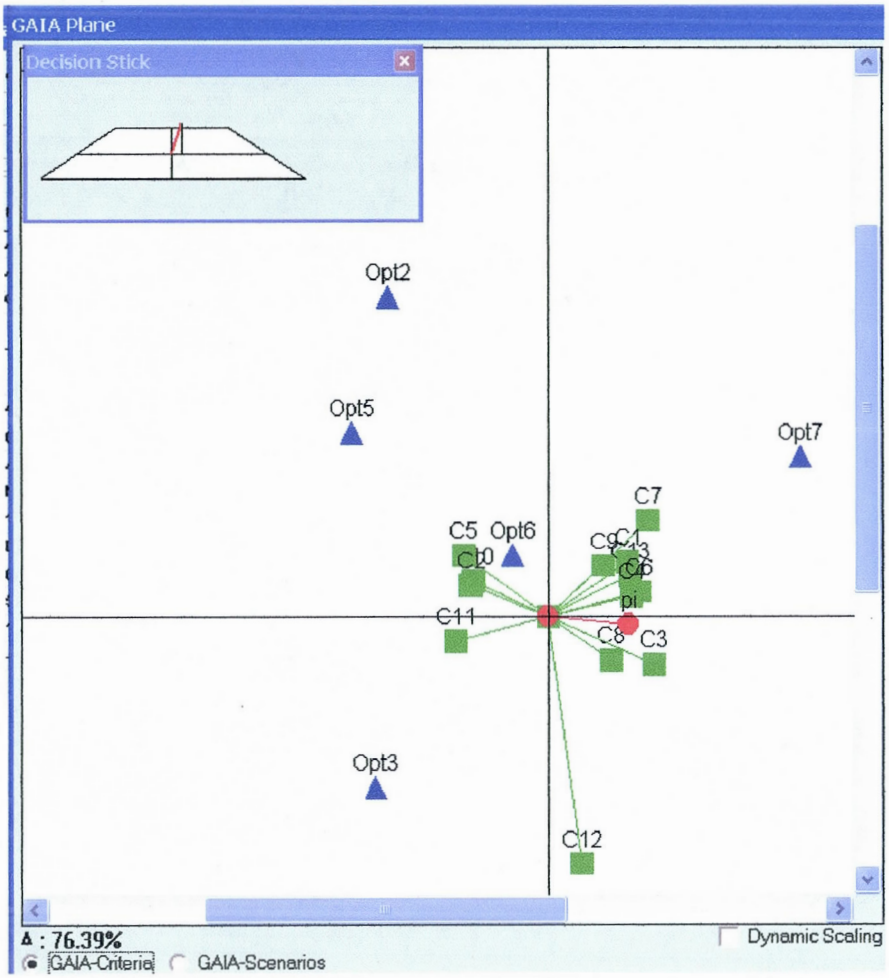
Ce résultat du rangement multi-acteurs montre que l'option de référence (Opt1) est incomparable à toutes les autres options. L'option décentralisée maximum de bois durable (Opt7) est au premier rang du classement. Les options décentralisée maximum solaire (Opt6) et décentralisée Hydro-thermique-biomasse (Opt5) sont incomparables. L'option Opt5 est incomparable à toutes les options exceptée l'option Opt7. De même les options centralisée hydrothermique (Opt3) et centralisée maximum hydrolique (Opt4) sont aussi incomparables mais sont dominées par les autres options.

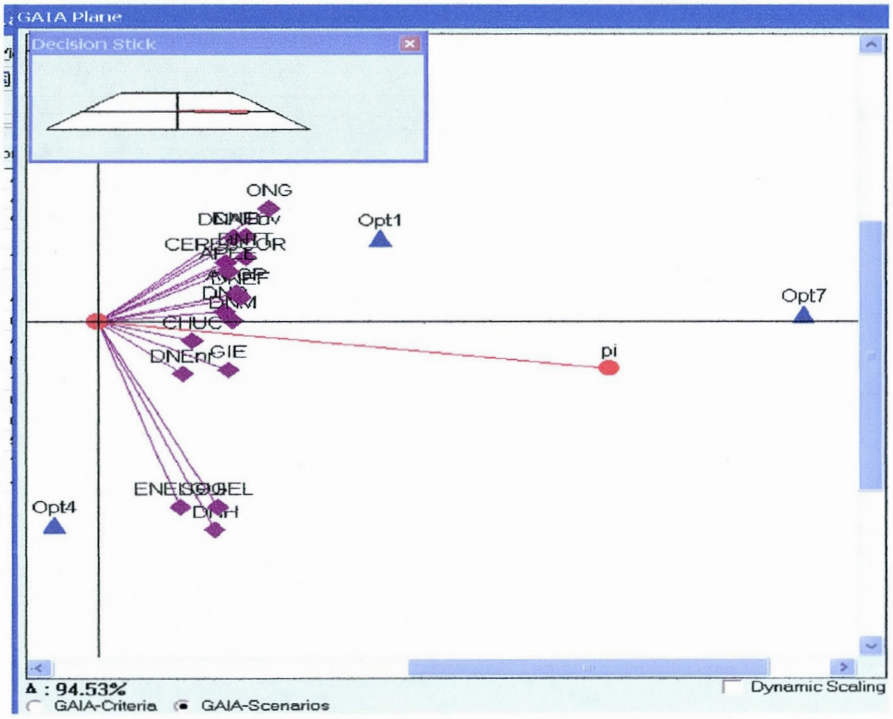
b) Rangement complet PROMOTHEE II



Selon le classement du groupe l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7) est la meilleure option et l'option décentralisée Maximum solaire (Opt6) est la plus mal notée par l'ensemble des acteurs. L'option Opt7 avec un flux net de 0,34 est de loin meilleure à l'option de référence (Opt1) qui a un flux net de 0,12.

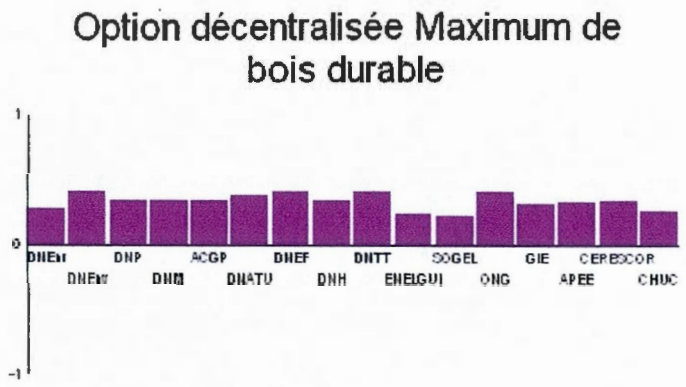
c) Plans GAIA





Le graphique ci-dessus montre la coalition entre la majorité des acteurs en faveur de l'option Opt7. Toutefois, il est facile d'identifier quelques sous groupes d'acteurs ayant des opinions similaires. Il s'agit par exemple du sous groupe d'acteurs composé par la Direction nationale des hydrocarbures, l'ÉNELGUI et la SOGEL. Aussi, un autre sous groupe d'acteurs ayant des opinions similaires est composé de la Direction nationale de l'énergie, de la Chaire d'Hydraulique de l'Université de Conakry et du Groupe d'intérêt en énergie. Ces deux sous groupes sont ceux ayant des avis minoritaires dans le processus de décision. Le reste des acteurs constitue la majorité et ont des opinions similaires. Ils déterminent donc les avis majoritaires. Le degré d'accord de l'ensemble des acteurs en faveur de l'option Opt7 est présenté sur la figure suivante.

Figure 5.9 : Profil de l'option Opt7 en fonction des acteurs



5.7 Analyses de sensibilité

Les résultats fournis par les méthodes PROMETHEE peuvent être influencés par les jeux de poids relatifs aux critères, ainsi que par les fonctions de préférence et leurs seuils correspondants (Brans et Marschall, 2002 : 119). Une analyse de sensibilité ou de stabilité des résultats peut donc être effectuée sur ces paramètres et même sur les évaluations. L'utilité de cette analyse réside dans sa capacité à montrer dans quelle mesure les modifications apportées à certains des paramètres influencent les résultats obtenus. Dans le cas présent, l'analyse de stabilité porte sur le poids des critères. Comme nous l'avons dit précédemment, les gains obtenus pour une analyse de stabilité portant sur les seuils d'indifférence et de préférence stricts sont faibles. Les critères sur lesquels porte l'analyse de sensibilité sont choisis à partir de l'examen des intervalles de stabilité fournis par le logiciel Décision Lab, ainsi que sur la base des intérêts de chaque acteur et des critères susceptibles de faire l'objet de controverse. Ainsi, dans cette étude nous nous sommes fixés les règles suivantes pour choisir les critères qui ont fait l'objet d'analyse de sensibilité :

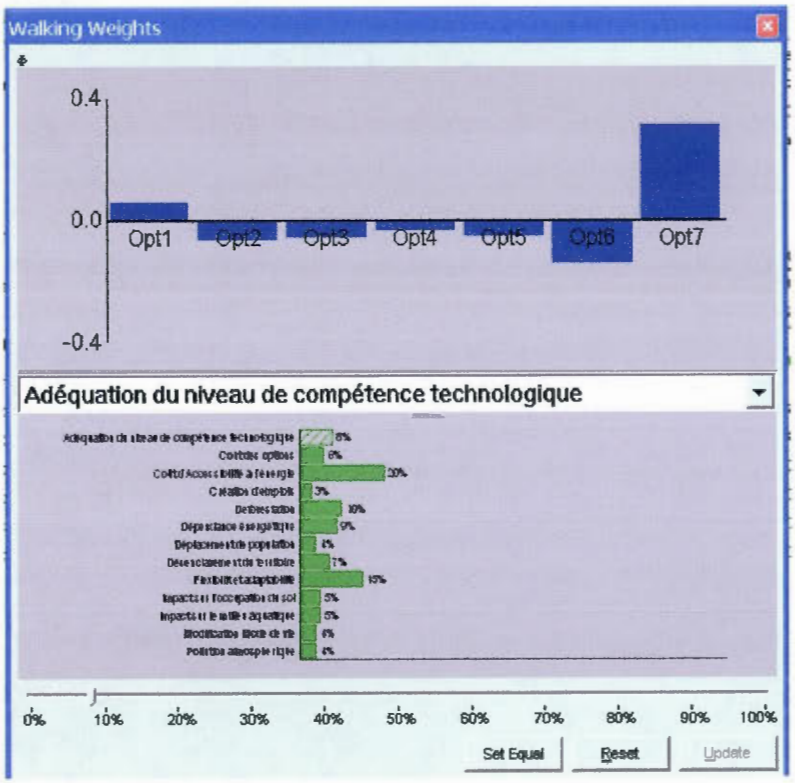
1 l'amplitude de la fourchette de variation des poids fournie par l'intervalle de stabilité. On effectue des analyses de sensibilité pour des critères ayant une faible amplitude ;

2 la proximité de la valeur du poids accordée à un critère par rapport à l'une des deux bornes de l'intervalle de stabilité ;

3 les critères qui déterminent la solution positivement ou négativement, c'est à dire ceux qui dans le plan GAIA sont dans le même sens que l'axe de décision ou opposé à celui-ci.

Nous avons aussi décidé de faire toutes les analyses à ±1 ou ±2 de la valeur de la borne de l'intervalle de stabilité. Ces analyses consistent donc à modifier les poids des critères et à observer leur influence sur le classement des options comme illustrée sur la figure suivante.

Figure 5.10 Outil d'analyse de sensibilité fourni par Decision Lab 2000.



Les critères retenus en fonction des règles établies ci-dessus pour fin d'analyse de sensibilité sont résumés, par acteur, dans le tableau suivant.

Tableau 5.47 Critères choisis pour les analyses de sensibilité

Acteur	Critère	Poids accordé	Intervalle de stabilité en %
A1 : Direction Nationale de l'Énergie	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	5	1 - 7
	Déplacement de population (Sdp)	4	1 - 5
	Pollution atmosphérique (Epa)	4	3 - 5
	Adéquation au niveau de compétence technologique (Tnc)	8	6 - 10
	Modification des modes de vie (Smv)	4	2 - 6
A2 : Direction Nationale de l'Environnement	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	10	5 - 11
	Désenclavement du territoire (Adt)	5	3 - 10
	Modification des modes de vie (Smv	5	0 - 7
	Déplacement de population (Sdp)	6	3 - 7
	Dépendance énergétique (Tdé)	5	5 - 6
	Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	7	0 - 8
A3 : Direction Nationale du Plan	Adéquation au niveau de compétence technologique (Tnc)	4	0 - 6
	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	9	7 - 15
	Déplacement de population (Sdp)	7	6 - 10
	Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	8	6 - 25
A4 : Direction Nationale des Mines et Centre de Promotion du Développement Minier	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	7	7 - 14
	Désenclavement du territoire (Adt)	12	10 - 13
	Impact sur le milieu aquatique (Ema)	2	2 - 21
	Modification des modes de vie (Smv)	7	7 - 19

Acteur	Critère	Poids accordé	Intervalle de stabilité en %
	Coût des options (Éco)	20	2 - 21
	Création d'emploi (Éce)	11	11 - 33
	Coût d'accès à l'énergie (Éaé)	10	0 - 10
	Adéquation au niveau de compétence technologique (Tnc)	5	0 - 5
	Dépendance énergétique (Tdé)	5	2 - 5
	Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	10	10 - 18
A5 : Administration et Contrôle des Grands Projets	Dépendance énergétique (Tdé)	7	5 - 8
	Déplacement de population (Sdp)	11	9 - 15
	Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	9	7 - 16
A6 : Direction Nationale de l'Aménagement du territoire et de l'Urbanisme	Dépendance énergétique (Tdé)	2	0 - 3
	Déplacement de population (Sdp)	6	4 - 9
	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	9	7 - 18
	Désenclavement du territoire (Adt)	10	3 - 12
	Pollution atmosphérique (Epa)	18	16 - 21
A7 : Direction Nationale des Eaux et Forêts	Coût des options (Éco)	5	0 - 8
	Coût d'accès à l'énergie (Éaé)	15	3 - 18
	Dépendance énergétique (Tdé)	2	0 - 3
	Déplacement de population (Sdp)	2	0 - 5
A8 : Direction Nationale des Hydrocarbures	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	3	3 - 18
	Coût des options (Éco)	3	3 - 22
	Création d'emploi (Éce)	1	0 - 1

Acteur	Critère	Poids accordé	Intervalle de stabilité en %
	Coût d'accès à l'énergie (Éaé)	37	37 - 45
	Déforestation (Edf)	2	0 - 3
	Dépendance énergétique (Tdé)	25	16 - 25
	Désenclavement du territoire (Adt)	3	3 - 13
	Impact sur le milieu aquatique (Ema)	13	2 - 13
	Modification des modes de vie (Smv)	3	0 - 3
	Pollution atmosphérique (Epa)	4	0 - 4
A9 : Direction Nationale du Transport Terrestre	Dépendance énergétique (Tdé)	2	0 - 4
A10 : Énergie Électrique de Guinée (ENELGUI)	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	2	0 - 2
	Désenclavement du territoire (Adt)	6	6 - 9
	Pollution atmosphérique (Epa)	2	0 - 2
	Impact sur le milieu aquatique (Ema)	5	0 - 5
	Déforestation (Edf)	5	0 - 8
	Modification des modes de vie (Smv)	1	0 - 1
	Déplacement de population (Sdp)	2	0 - 2
	Coût des options (Éco)	10	6 - 11
	Création d'emploi (Éce)	2	0 - 2
	Coût d'accès à l'énergie (Éaé)	25	16 - 26
	Adéquation au niveau de compétence technologique (Tnc)	10	10 - 14
	Dépendance énergétique (Tdé)	20	20 - 28

Acteur	Critère	Poids accordé	Intervalle de stabilité en %
	Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	10	4 - 10
A11 : Société Guinéenne d'Électricité (SOGEL)	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	3	0 - 5
	Pollution atmosphérique (Epa)	2	0 - 4
	Impact sur le milieu aquatique (Ema)	4	0 - 6
	Modification des modes de vie (Smv)	5	0 - 7
	Déplacement de population (Sdp)	3	0 - 4
	Création d'emploi (Éce)	2	0 - 3
	Coût d'accès à l'énergie (Éaé)	15	13 - 20
	Adéquation au niveau de compétence technologique (Tnc)	7	5 - 17
	Dépendance énergétique (Tdé)	24	23 - 28
	Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	1	0 - 3
A12 : ONG en environnement	Désenclavement du territoire (Adt)	10	10 - 15
	Pollution atmosphérique (Epa)	30	19 - 31
	Modification des modes de vie (Smv)	10	0 - 12
	Déplacement de population (Sdp)	5	3 - 10
	Coût des options (Éco)	3	2 - 12
	Dépendance énergétique (Tdé)	3	0 - 4
A13 : Groupe d'intérêt en énergies	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	2	1 - 13
	Désenclavement du territoire (Adt)	25	9 - 25
	Pollution atmosphérique (Epa)	3	2 - 27
	Impact sur le milieu aquatique (Ema)	4	3 - 22

Acteur	Critère	Poids accordé	Intervalle de stabilité en %
	Déforestation (Edf)	6	0 - 7
	Modification des modes de vie (Smv)	5	4 - 23
	Déplacement de population (Sdp)	10	10 - 17
	Coût des options (Éco)	25	24 - 49
	Création d'emploi (Éce)	5	3 - 22
	Coût d'accès à l'énergie (Éaé)	5	0 - 6
	Adéquation au niveau de compétence technologique (Tnc)	2	0 - 3
	Dépendance énergétique (Tdé)	6	3 - 8
	Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	2	1 - 11
A14 : Association des professionnels en études d'impact sur l'environnement	Pollution atmosphérique (Epa)	12	10 - 16
	Déplacement de population (Sdp)	4	0 - 6
	Dépendance énergétique (Tdé)	5	4 - 6
	Déforestation (Edf)	10	7 - 25
	Coût des options (Éco)	10	3 - 11
	Coût d'accès à l'énergie (Éaé)	5	0 - 6
A15 : Centre de Recherche Scientifique Conakry Rogbané (CERESCOR)	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	10	8 - 10
	Désenclavement du territoire (Adt)	6	5 - 7
	Pollution atmosphérique (Epa)		
	Impact sur le milieu aquatique (Ema)	5	2 - 6
	Modification des modes de vie (Smv)	14	12 - 15
	Déplacement de population (Sdp)	1	0 - 1
	Coût des options (Éco)	8	0 - 10

Acteur	Critère	Poids accordé	Intervalle de stabilité en %
	Création d'emploi (Éce)	8	6 - 35
	Coût d'accès à l'énergie (Éaé)	8	5 - 10
	Adéquation au niveau de compétence technologique (Tnc)	5	4 - 7
	Dépendance énergétique (Tdé)	5	5 - 6
	Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	10	9 - 11
A16 : Chaire d'hydraulique de l'Université de Conakry	Impact sur l'occupation du sol (Aos)	20	15 - 21
	Désenclavement du territoire (Adt)	8	7 - 8
	Pollution atmosphérique (Epa)	4	3 - 16
	Déforestation (Edf)	5	0 - 6
	Modification des modes de vie (Smv)	4	0 - 6
	Déplacement de population (Sdp)	4	0 - 4
	Coût des options (Éco)	5	3 - 10
	Coût d'accès à l'énergie (Éaé)	15	14 - 19
	Adéquation au niveau de compétence technologique (Tnc)	10	8 - 15
	Dépendance énergétique (Tdé)	10	10 - 11
	Flexibilité et adaptabilité (Tfa)	8	3 - 9

L'analyse de l'effet des modifications des poids des critères sur le rangement des options permet de faire les constats suivants.

Acteur A1 : En diminuant le poids accordé au critère *Impact sur l'occupation du sol* (Aos), d'une ou de deux unités, la performance de l'option de référence (Opt1) diminue et celle de

l'option centralisée Maximum Hydraulique (Opt4) s'améliore. Toutefois, l'ordre initial de rangement de toutes les options reste inchangé. En augmentant le poids accordé au critère Aos, les performances de l'option Opt1 et de l'option centralisée Hydro-thermique (Opt2) s'améliorent et celles de l'option centralisée Synergie Énergie/Mine (Opt3) et de Opt4 diminuent. Pour un poids de 8, les optionsOpt1 et Opt2 surclassent l'option Opt3 initialement au quatrième rang. Lorsque le poids est de 9 l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7) et l'option opt4 demeurent toujours en tête de classement, cependant l'option Opt1 et l'option décentralisée Hydro-thermique-biomasse (Opt5) atteignent la même performance en occupant le troisième rang. Cela signifie qu'il y a indifférence entre ces deux options. Pour le critère *déplacement de population* (Sdp), l'option Opt1 es favorisée si l'on augmente le poids à 6 puis à 7. Dans le premier cas l'option Opt1 surclasse l'option Opt3 au quatrième rang et dans le second cas, elle atteint la même performance que l'option Opt5 au troisième rang avec un flux net de –0,02.

L'acteur est indifférent aux options Opt1 et Opt3 lorsque le poids du critère pollution atmosphérique est fixé à 6. En somme, les résultats des analyses de sensibilité montrent que les options Opt7 et Opt4 sont toujours les deux premières meilleures options et l'option Opt6 est toujours la moins bonne. Le flux net de l'option Opt7 est le plus souvent deux fois supérieur à celui de l'option Opt4. Pour les autres options l'écart entre les flux nets est souvent de l'ordre d'une ou de deux unités. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 5.48 Analyse de sensibilité pour l'acteur direction nationale de l'énergie (A1)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Aos	8	Opt7	Opt4	Opt5	Opt1	Opt2	Opt3	Opt6
	9	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt3	Opt2	Opt6
Sdp	6	Opt7	Opt4	Opt5	Opt1	Opt3	Opt2	Opt6
	7	Opt7	Opt4	Opt5	Opt1	Opt3	Opt2	Opt6
Epa	6	Opt7	Opt4	Opt5	Opt1	Opt3	Opt2	Opt6
	7	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt3	Opt2	Opt6
Tnc	11	Opt7	Opt4	Opt5	Opt3	Opt2	Opt1	Opt6
	12	Opt7	Opt4	Opt5	Opt3	Opt2	Opt1	Opt6
Smv	7	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt3	Opt2	Opt6
	8	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt3	Opt2	Opt6

Acteur A2 : Les analyses de sensibilités effectuées sur le jeu de poids défini par l'Acteur Direction nationale de l'environnement confirment l'option centralisée maximum de bois durable (Opt7) comme première meilleure option et l'option de référence (Opt1) comme deuxième meilleure option. L'option décentralisée Hydro-thermique-biomasse est confirmée au troisième rang. Toutefois, les analyses montrent que l'option centralisée Hydro-thermique (Opt2) prend le dessus sur l'option centralisée Maximum Hydraulique (Opt4) au cinquième rang. L'option Opt3 est aussi pratiquement confirmée dans sa dernière position, c'est à dire comme étant l'option la moins bonne pour cet acteur. Trois cas d'indifférence entre certaines options (voir tableau ci-dessous) sont enregistrés respectivement pour les critères *Impact sur l'occupation du sol* (Aos), *désenclavement de territoire* (Adt) et *Modification des modes de vie* (Smv). Ces indifférences concernent cependant des options les moins préférées par l'acteur. Les résultas obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.49 Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale de l'environnement (A2)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Aos	12	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
	13	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
Adt	1	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt3	Opt2	Opt4
	2	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt2	Opt3	Opt4
Smv	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
	9	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
Sdp	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
	9	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
Tdé	4	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt4	Opt3	Opt2
Tfa	9	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
	10	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3

Acteur A3 : Le rangement des options reste pratiquement inchangé pour les options en tête de classement et la dernière option par rapport au classement initial de l'acteur Direction nationale du plan. Toutefois, l'option centralisée Maximum Hydraulique (Opt4) initialement avant-dernière occupe le quatrième rang pour tous les critères testés. On note quelques indifférences entre les options Opt4, Opt2 et Opt3. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.50 Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale du plan (A3)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Tnc	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt4	Opt3	Opt6
	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
Aos	5	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2	Opt6
	6	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2	Opt6
Sdp	4	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2	Opt6
	5	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2	Opt6
Tfa	4	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2	Opt6
	5	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6

Acteur A4 : Les résultats otenus pour l'acteur Direction nationale des mines et Centre de promotion du développement minier sont très stables. Ils sont pratiquement les mêmes que ceux obtenus pour le jeu de poids initial à part quelques légères différences pour lesquelles les options Opt4 et Opt5 permutent de positions. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.51 Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale des mines (A4)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Aos	5	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	6	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Adt	9	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2	Opt6
	14	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Ema	1	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Smv	5	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	6	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Éco	22	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	23	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Éce	9	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
	10	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
Éaé	11	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	12	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Tnc	6	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	7	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Tdé	6	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt3	Opt2	Opt6
	7	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt3	Opt2	Opt6
Tfa	8	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	9	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6

Acteur A5 : Les modifications apportées aux critères *Dépendance énergétique* (Tdé), *Déplacement de population* (Sdp) et *Flexibilité et adaptabilité* (Tfa) améliorent la performance de l'option centralisée Maximum Hydraulique (Opt4). Celle-ci surclasse alors l'option décentralisée Hydro-thermique-biomasse (Opt5) initialement au troisième rang. Le rangement des autres options reste inchangé par rapport au rangement initial. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 5.52 Analyse de sensibilité de l'acteur Administration et contrôle des grands projets (A5)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Tdé	9	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	10	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Sdp	7	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	8	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Tfa	5	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	6	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6

Acteur A6 : Pour les critères testés, il s'avère que les positions des options centralisées Hydro-thermique (Opt2), Maximum hydraulique (Opt4) et l'option décentralisée Maximum solaire (Opt6) ne sont pas tout à fait stables. À l'exception des indifférences, l'option Opt4 surclasse toujours l'option Opt2 contraiment au rangement initial sauf dans le cas du critère *pollution atmosphérique* (Epa) où l'option Opt2 surclasse l'option Opt6 au quatrième rang. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.53 Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale de l'amnagement du territoire et de l'urbanisme (A6)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Tdé	4	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt4	Opt2	Opt3
	5	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt6	Opt2	Opt3
Sdp	2	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt4	Opt2	Opt3
	3	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt4	Opt2	Opt3
Adt	13	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt4	Opt6	Opt3

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
	14	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt6	Opt3
Aos	5	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt4	Opt2	Opt3
	6	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt4	Opt2	Opt3
Epa	14	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6	Opt4	Opt3
	15	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6	Opt4	Opt3

Acteur A7 : Pour cet acteur, les modifications apportées aux critères coût des options (Éco) et coût d'accessibilité à l'énergie pour les utilisateurs améliorent la performance de l'option Opt3 qui prend le dessus sur l'option Opt6 au cinquième rang. Les autres rangements restent pratiquement inchangés par rapport au rangement initial correspondant au jeu de poids défini par l'acteur. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.54 Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale des eaux et forêts (A7)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Éco	9	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt6	Opt2
	10	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt6	Opt2
Éaé	19	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt6	Opt2
	20	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt3	Opt6	Opt2
Tdé	4	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt6	Opt3	Opt2
	5	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt6	Opt3	Opt2
Sdp	6	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt6	Opt2	Opt3
	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt6	Opt2	Opt3

Acteur A8 : Les analyses de sensibilité effectuées montrent que l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7), l'option centralisée maximum Hydraulique (Opt4) et l'option centralisée Synergie énergie/mine (Opt3) occupent respectivement les trois

premières places conformément aux résultats du classement initial. L'option Opt7 reste toujours en tête avec un écart considérable par rapport aux autres options. À part les indifférences entre l'option centralisée Hydro-thermique (Opt2) et l'option décentralisée maximum solaire (Opt6), cette dernière est toujours préférée à Opt2. Ces indifférences ne sont pas utiles étant donné qu'elles concernent des options de dernier rang et donc moins préférées par l'acteur. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 5.55 Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale des hydrocarbures (A8)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Aos	1	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	2	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
Éco	1	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	2	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
Éce	2	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	3	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
Éaé	35	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	36	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
Edf	3	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	4	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
Tdé	26	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	27	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
Adt	1	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	2	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
Ema	14	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	15	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
Smv	4	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	5	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
Epa	5	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2
	6	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2

Acteur A9 : L'augmentation du poids du critère *Dépendance énergétique* (Tdé) améliore la performance de l'option centralisée Maximum hydraulique (Opt4). Lorsque le poids accordé à *Tdé* est de 5 ou 6 points, l'option Opt4 initialement au cinquième rang se classe au quatrième rang. L'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7) a un flux net très supérieur à ceux des autres options. Ce flux est de 0,40 lorsque le poids accordé est de 5 ou 6, suivi de 0,15 pour l'option de référence (Opt1) qui occupe le deuxième rang. Les autres options possèdent à ce moment-là des flux nets négatifs. Le tableau suivant résume les rangements des options résultant de la modification du poids du critère Tdé.

Tableau 5.56 Analyse de sensibilité de l'acteur Direction nationale des transports terrestres (A9)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Tdé	5	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt6	Opt3
	6	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6

Acteur 10 : Les résultats des analyses de sensibilité montrent souvent une indifférence entre l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7) et l'option centralisée Maximum hydraulique (Opt4) et ce, dans les premiers rangs. Dans tous les autres cas les modifications apportées aux différents critères favorisent l'option Opt7 qui devient alors la meilleure option et l'option Opt4, la seconde meilleure option. Il est intéressant de constater que plus l'acteur ÉNELGUI (A10) accorde de l'importance aux préoccupations environnementales en accordant plus de poids au critère déforestation (Edf), plus la performance de l'option de référence Opt1 diminue. Dans ce contexte, la performance de l'option décentralisée Hydro-thermique-biomasse (Opt5) s'améliore et elle surclasse l'option Opt1 au quatrième rang. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.57 Analyse de sensibilité de l'acteur Énergie électrique de Guinée (A10)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Aos	3	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	4	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Adt	4	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	5	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Epa	3	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	4	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Ema	6	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	7	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Edf	9	Opt4	Opt7	Opt3	Opt5	Opt1	Opt2	Opt6
	10	Opt4	Opt7	Opt3	Opt5	Opt1	Opt2	Opt6
Smv	2	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	3	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Sdp	3	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	4	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Éco	12	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	13	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Éce	3	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	4	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Éaé	27	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	28	Opt7	Opt4	Opt3	Opt5O	Opt1	Opt2	Opt6
Tnc	8	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	9	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Tdé	18	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	19	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
Tfa	11	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6
	12	Opt7	Opt4	Opt3	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6

Acteur A11 : Les modifications apportées aux différents critères favorisent l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7) au détriment de l'option centralisée Maximum hydraulique (Opt4). L'option Opt7 initialement deuxième se classe au premier rang en surclassant l'option Opt4. Les positions des autres options restent pratiquement inchangées. On note deux cas d'indifférence entre l'option Opt7 et l'option 4 pour les critères ***pollution atmosphérique*** (Epa) et ***flexibilité et adaptabilité*** (Tfa). Lorsque l'acteur accorde plus d'importance au critère ***Impact sur l'occupation du sol*** (Aos), la performance de l'option de référence (Opt1) s'améliore. Lorsque le poids accordé est de 8, l'option Opt1 surclasse l'option Opt4 au deuxième rang. Il en est de même lorsque peu d'importance est accordée au critère ***coût d'accessibilité à l'énergie*** (Éaé). Lorsque le poids de ce critère est diminué à 11 ou à 12, l'option Opt1 initialement troisième se classe deuxième en surclassant l'option Opt7. L'acteur reste indifférent entre les options Opt4 et Opt1 lorsque le poids est fixé à 11. Les résultats des analyses de sensibilité sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.58 Analyse de sensibilité de l'acteur Socité guinéenne d'électricité (A11)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Aos	7	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	8	Opt7	Opt1	Opt4	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Epa	5	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	6	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Ema	7	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	8	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Smv	8	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	9	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Sdp	5	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	6	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Éce	4	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
	5	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Éaé	11	Opt4	Opt1	Opt7	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	12	Opt4	Opt1	Opt7	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Tnc	3	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	4	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Tdé	21	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	22	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Tfa	4	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	5	Opt7	Opt4	Opt1	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6

Acteur A12 : Pour cet acteur, les résultats des analyses de sensibilité montrent que lorsqu'il n' y a pas indifférence entre l'option décentralisée Hydro-thermique-biomasse (Opt5) et l'option décentralisée maximum solaire (Opt6), c'est cette dernière qui prend le dessus sur Opt5 au troisième rang. L'option décentralisée maximum de bois durable demeure toujours en tête de classement. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.59 Analyse de sensibilité de l'acteur ONG en environnement (A12)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Adt	8	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3
	9	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3
Epa	32	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3
	33	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2
Éco	1	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3
Sdp	1	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2
	2	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2
Smv	13	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
	14	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3
Tdé	5	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2
	6	Opt7	Opt1	Opt6	Opt5	Opt4	Opt3	Opt2

Acteur A13 : Les modifications apportées aux différents critères confirment que l'option centralisée Maximum hydraulique (Opt4) au deuxième rang à l'exception des critères *impact sur l'occupation du sol* (Aos), *dépendance énergétique* (Tdé) et *flexibilité et adaptabilité* (Tfa) pour lesquels on note une indifférence entre l'option Opt4 et l'option de référence Opt1. L'option décentralisée maximum de bois durable (Opt7) possède un flux net qui est le plus souvent deux fois supérieur à celui de l'option Opt4. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.60 Analyse de sensibilité de l'acteur Groupe d'intérêt en énergie (A13)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Aos	1	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Adt	26	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	27	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Epa	1	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Ema	1	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	2	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Edf	8	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	9	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Smv	2	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	3	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Sdp	8	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	9	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Éco	22	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	23	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Éce	1	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	2	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Éaé	7	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	8	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Tnc	4	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	5	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Tdé	9	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	10	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Tfa	1	Opt7	Opt4	Opt1	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6

Acteur A14 : Les modifications des poids des critères n'apportent pas de bouleversements notables par rapport à l'ordre initial de rangement des options de l'acteur. Toutefois, l'option centralisée Hydro-thermique (Opt2) initialement cinquième occupe le quatrième rang lorsque l'acteur augmente le poids du critère ***déplacement de population*** (Sdp) ou diminue le poids du critère ***dépendance énergétique*** (Tdé). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.61 Analyse de sensibilité de l'acteur Association des professionnels en ÉIE (A14)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Epa	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
	9	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
Sdp	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt4	Opt6	Opt3
	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt4	Opt6	Opt3
Tdé	2	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt4	Opt6	Opt3

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
	3	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt4	Opt6	Opt3
Edf	5	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
	6	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
Éco	12	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
	13	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
Éaé	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6

Acteur A15 : Les trois premières options maintiennent leurs positions par rapport au rangement initial. L'option centralisée hydro-thermique (Opt2), initialement avant-dernière, se classe au quatrième rang lorsqu'on diminue le poids accordé au critère *pollution atmosphérique* (Epa) ou lorsqu'on augmente celui du critère *déplacement de population* (Sdp). De même, l'option centralisée Maximum hydraulique (Opt4) prend le dessus sur l'option décentralisée Maximum solaire (Opt6) au quatrième rang à la suite de certaines modifications apportées aux poids des critères appartenant aux dimensions Aménagement du territoire, Économique et Technique. On observe une indifférence au quatrième rang entre les options Opt2 et Opt6 pour le critère *déplacement de population* (Sdp), ainsi qu'entre les options Opt4, Opt2 et Opt6 pour le critère *création d'emploi* (Éce). L'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7) demeure en tête de rangement avec un flux net beaucoup plus grand que ceux des autres options. La différence entre les flux nets des options est souvent d'une ou deux unités à partir du troisième rang. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 5.62 Analyse de sensibilité de l'acteur Centre de recherche scientifique Conakry Rogbané (A15)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Aos	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt6	Opt2	Opt3
	11	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
Adt	4	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt3	Opt2	Opt4
	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt6	Opt3
Epa	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt4	Opt6	Opt3
	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6	Opt4	Opt3
Ema	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
Sdp	2	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
	3	Opt7	Opt1	Opt5	Opt2	Opt6	Opt4	Opt3
Éco	11	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt6	Opt3
	12	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
Éce	4	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt6	Opt3
	5	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt6	Opt3
Éaé	11	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt6	Opt3
	12	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt2	Opt3	Opt6
Tnc	3	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
	8	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt6	Opt2	Opt3
Tdé	4	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3
	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt6	Opt3	Opt2
Tfa	7	Opt7	Opt1	Opt5	Opt4	Opt6	Opt2	Opt3
	13	Opt7	Opt1	Opt5	Opt6	Opt2	Opt4	Opt3

Acteur A16 : Les modifications apportées aux poids des critères n'affectent pas l'ordre de classement des quatre premières options et la dernière option par rapport au rangement initial

de l'acteur. L'option Opt7 demeure toujours en tête malgré ces modifications. Les résultats des analyses de sensibilité sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 5.63 Analyse de sensibilité de l'acteur Chaire d'hydraulique de l'Université de Conakry (A16)

Critères	Poids à	Rang des options						
		1	2	3	4	5	6	7
Aos	22	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	23	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Adt	6	Opt7	Opt1	Opt4	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
	10	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Edf	7	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	8	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Smv	7	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	8	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Sdp	5	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	6	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Éco	1	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	2	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Éaé	12	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	13	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Tnc	6	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	7	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
Tdé	8	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	13	Opt7	Opt1	Opt4	Opt3	Opt5	Opt2	Opt6
Tfa	10	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6
	11	Opt7	Opt1	Opt4	Opt5	Opt2	Opt3	Opt6

En résumé, les analyses de sensibilité effectuées sur les poids des critères montrent que les modifications apportées à ceux-ci, correspondant à l'indécision des acteurs, ne provoquent pas des changements majeurs dans les résultats issus des jeux de poids de base. Les conclusions qui découlent donc des analyses sont relativement stables. L'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7) emerge comme la première meilleure option. L'option de référence (Opt1), l'option centralisée Maximum Hydraulique (Opt4) et l'option décentralisée Hydro-thermique-biomasse (Opt5) sont classées par la majorité des acteurs, respectivement, comme deuxième, troisième et quatrième meilleure option. L'option décentralisée Maximum solaire (Opt6) est la moins préférée par les acteurs.

5.8 Discussion des résultats et recommandations

Le but principal de l'étude de cas était de considérer un grand éventail d'options énergétiques et de les évaluer dans un contexte multi-acteurs, au moyen d'une méthode multicritère, afin d'intégrer les préoccupations environnementales dans le processus de planification. Nous avons donc été appelés à organiser une table de concertation regroupant les principaux acteurs concernés par le secteur énergétique en Guinée afin que leurs préoccupations soient intégrées à la définition et à l'évaluation des options. Ces dernières construites à partir de combinaisons de filières énergétiques ont été étudiées sur une même base de comparaison, c'est-à-dire la quantité d'énergie à produire pour satisfaire les besoins énergétiques de la Guinée maritime à l'horizon de 2020. Sous cet angle, nous avons évalué les impacts des options énergétiques ainsi définies en fonction d'un certain nombre de critères environnementaux, techniques, économiques et socioculturels reflétant les préoccupations des acteurs. Par la suite, nous avons employé une approche d'aide multicritère à la décision, basée sur les méthodes PROMETHEE et GAIA, afin d'effectuer l'évaluation comparative globale des options énergétiques au moyen de l'ensemble des critères retenus. Ces méthodes combinées avec un SIG se sont avérées adéquates pour répondre aux exigences de l'ÉES tout en permettant la prise en compte des préoccupations des acteurs.

Les méthodes PROMETHEE et GAIA font partie des méthodes d'agrégation partielle, non compensatoires qui sont parfaitement adaptées au domaine de la gestion de l'environnement.

Contrairement aux méthodes compensatoires qui cherchent à agréger tous les aspects du problème en un seul critère de décision, elles favorisent les options moyennes au détriment d'options très bonnes sur certains critères et mauvaises sur d'autres (Rousseau et Apostol, 2000 : p.124). La démarche participative de résolution de problème expérimentée dans le cadre de cette étude a permis aux acteurs de trouver des éléments de réponse aux questions qu'ils se posent au fur et à mesure qu'ils avancent dans le déroulement du processus. Le processus décisionnel devient ainsi le siège d'un apprentissage pour les acteurs permettant à chacun d'améliorer non seulement sa propre compréhension du problème mais aussi celle des autres acteurs. Cette compréhension des différents points de vue a aidé à trouver des solutions qui n'auraient pas été envisagées autrement.

Les délais de réalisation constituent un aspect important lorsqu'on met en œuvre un processus d'ÉES dans le cas de la planification du secteur de l'énergie et pourraient entraîner des difficultés dans l'adoption de l'ÉES dans le contexte guinéen, en raison du fait que les politiciens veulent réaliser le plus rapidement possible afin de se faire reélire. Ainsi, le fait de restreindre la démarche participative à quelques acteurs clés, gestionnaires et planificateurs de services techniques de quelques départements ministériels seulement, nous a semblé adapté au contexte de la Guinée pour effectuer des ÉES rapides et efficaces. Toutefois, il est essentiel que le choix de ces acteurs soit basé sur des critères de légitimité et de compétence, c'est-à-dire que ces acteurs soient reconnus, capables de fournir de l'information et de défendre des points de vue. Les résultats obtenus dans le cadre de nos activités de terrain, au moyen des informations fournies par les acteurs lors des séances de la table de concertation, au cours de la phase des échanges sur la situation énergétique en Guinée maritime, ont permis d'identifier de nombreux problèmes dans les différents sous-secteurs de l'énergie, ainsi que dans la structure organisationnelle du secteur énergétique dans son ensemble.

Ces résultats ont permis de mieux décrire le contexte décisionnel actuel et les méthodes d'élaboration et de mise en œuvre des PPP. L'identification des leviers sur lesquels il faut agir pour rendre l'appareil décisionnel davantage performant et intégrer les préoccupations environnementales dans le processus de planification en a été facilitée. Le manque de critères uniformes et applicables à tout le secteur ainsi que l'absence d'une méthode appropriée de

planification concertée met en relief l'urgence de proposer une approche méthodologique adaptée afin de rendre l'appareil décisionnel du ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie plus apte à remplir ses fonctions en ce qui concerne la négociation des enjeux du secteur énergétique.

Cette approche adaptée devrait pallier les retards de prises de décision dans le secteur énergétique, le manque de coordination, le manque de données fiables et l'absence d'un processus réel de planification. Toutefois, l'adoption d'un processus adapté d'ÉES et la mise au point d'outils méthodologiques ne peut être correctement mise en place sans que ne soient allouées les ressources budgétaires nécessaires pour assurer les dépenses de fonctionnement.

L'exercice de concertation a également révélé que le ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie a souvent tendance à s'impliquer dans la promotion et la mise en œuvre des projets d'énergie. Nous pensons qu'il devrait plutôt limiter son rôle à la définition des orientations générales du secteur, à l'examen et au suivi des PPP proposés par l'entreprise nationale de production d'énergie et les autres intervenants, pour s'assurer de leur compatibilité. A cet égard, et pour assurer une bonne planification, le ministère en charge de l'énergie devrait se doter d'un système d'information permettant de colliger et d'analyser les statistiques sur l'énergie et l'environnement.

De ce qui précède, et dans une perspective d'amélioration de l'appareil décisionnel au niveau institutionnel, il serait souhaitable de créer un comité national de coordination dans le secteur de l'énergie. Ce comité pourrait être composé de l'ensemble des acteurs clés, à savoir les départements ministériels, les experts, les groupes d'intérêt, la société civile et les autres organismes, concernés par le secteur de l'énergie. En améliorant le cadre de concertation entre ces groupes d'acteurs, il devient possible comme nous l'avons démontré d'intégrer dans la planification énergétique des questions stratégiques incluant l'environnement et l'aménagement du territoire plus en amont dans l'évaluation des options et ce faisant, d'améliorer le cadre de prise de décision par rapport aux projets individuels. Cet apport permet également au ministère de l'Hydraulique et de l'énergie d'effectuer une meilleure coordination des différents sous secteurs énergétiques afin que ceux-ci forment un tout

cohérent. Le plan sectoriel global d'énergie peut ainsi tenir compte des enjeux environnementaux, au même titre que les préoccupations économiques et techniques.

En Guinée, les plans sectoriels élaborés par différents départements ministériels sont souvent soumis à l'examen du ministère du Plan qui s'assure qu'ils sont compatibles avec les plans sectoriels d'autres Départements ministériels et conformes aux critères de développement national. Le fait d'élaborer un plan sectoriel en concertation avec d'autres départements ministériels peut faciliter grandement l'exercice d'examen effectué par le ministère du Plan. Les préoccupations environnementales pourraient ainsi être intégrées à certaines étapes de différents niveaux de planification. Il est en effet plus pertinent d'intégrer la procédure d'ÉES aux procédures de décision déjà existantes qui relèvent de l'élaboration et de l'approbation des PPP[33] que de mettre en place un processus parallèle d'identification ou de prise en compte des enjeux environnementaux. Cette procédure d'ÉES devrait être à la fois souple et large de manière à pouvoir être appliquée aux niveaux politiques, plans et programmes. Tel que décrit ci-dessus, une telle structure permettrait d'améliorer la coordination des activités du secteur de l'énergie, ainsi que l'intégration des préoccupations environnementales dans ces activités.

Bien que les acteurs de la table de concertation aient manifesté un intérêt envers l'intégration de l'ÉES au processus de planification, ils ne possèdent pas de compétence en matière d'ÉIE et encore moins en ÉES, qui exige l'implication de ressources humaines qualifiées. Ainsi, bien que la pratique de l'ÉES soit souhaitable, elle reste conditionnée par les ressources et les capacités disponibles. Un programme de formation et de renforcement des capacités pour les cadres planificateurs serait donc nécessaire. Le ministère de l'Environnement et notamment le CÉRE de l'université de Conakry pourraient jouer le rôle d'organismes ressources pour la mise en œuvre du processus et des procédures d'ÉES. Le CÉRE se positionne comme un acteur clé en matière de gestion durable de l'environnement au niveau national en Guinée et au niveau de la sous région ouest africaine.

---

[33] La Direction nationale de l'énergie avec ses divisions techniques constitue un niveau approprié d'intégration de la pratique de l'ÉES.

L'élaboration de lignes directrices et de cahiers méthodologiques adaptés au milieu serait également requise pour soutenir la pratique de l'ÉES. Enfin, étant donné que le dispositif légal actuel ne prévoit pas de dispositions relativement à l'ÉES, il serait utile de le mettre à jour afin de mieux encadrer la pratique de l'évaluation environnementale au plus haut niveau du processus décisionnel, au ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie, ainsi que dans d'autres ministères. Le ministère en charge de l'Environnement pourrait être responsable du suivi et de la surveillance de ces ÉES.

La démarche expérimentée dans cette thèse comporte une étape de négociation que nous n'avons pas pu réaliser avec les acteurs en raison du manque de temps et de budget. Cependant, les informations de base fournies par les acteurs ont permis de bien simuler cette étape. Comme nous l'avons mentionné dans notre cadre théorique, l'approche de la négociation concertée est hautement valable dans un contexte décisionnel multi-acteurs et multicritère pour effectuer l'ÉES des choix énergétiques. Elle permet de faire participer les acteurs aux différentes étapes du processus d'ÉES et de favoriser l'évolution des points de vue des acteurs par apprentissage, ainsi que l'émergence de solutions originales. Cette étape qui survient après la production des résultats de l'évaluation comparative des options est donc essentielle dans une démarche participative d'aide à la décision.

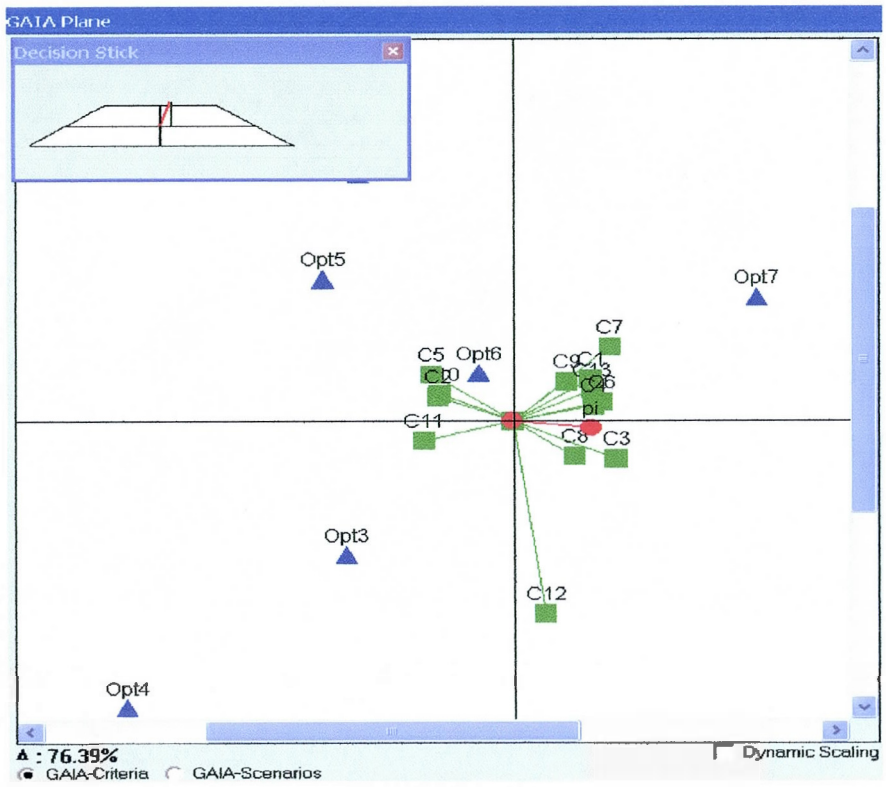
A cette étape de la négociation, la présentation aux acteurs des intervalles de stabilité des poids et du plan GAIA pourrait les aider à mieux saisir l'influence des critères sur la solution envisagée et leur permettre de les réviser par des jeux de poids. Afin d'assurer une meilleure compréhension des résultats fournis par le logiciel, ceux-ci doivent être présentés aux acteurs selon un mode de communication adéquat. Plusieurs critères indépendants peuvent avoir des influences variables sur la solution et il est nécessaire de déterminer ceux auxquels il faut accorder plus d'importance.

Les jeux de poids effectués par les acteurs ont permis d'analyser les sept options énergétiques. Les résultats obtenus des classements individuels montrent que l'option décentralisée Maximum de bois durable (Opt7), l'option de référence (Opt1), l'option centralisée Maximum hydraulique (Opt4) et l'option décentralisée Hydro-thermique-

biomasse (Opt5) sont les plus favorisées par les acteurs. L'analyse du plan GAIA du groupe d'acteurs montre que l'option Opt7 performe en fonction du plus grand nombre de critères d'évaluation. Les critères pollution atmosphérique (C3) et coût des options (C8) influencent toutefois le plus la décision, car l'axe de décision se situe davantage de leur côté. L'option Opt7 est en effet plus respectueuse de l'environnement en raison de son caractère décentralisé et parce qu'elle préconise une gestion durable de la biomasse. Elle peut en outre être mise en œuvre en mobilisant des ressources endogènes. Les autres options, surtout les plus centralisées, sont pénalisées en raison de leurs impacts sur l'occupaton du sol et sur le déplacement de populations. C'est le cas par exemple des options centralisée Hydro-thermique (Opt2) et Synergie énergie/mine (Opt3). Toutefois, elles affichent un certain niveau de performance par rapport au critère *coût*. L'option de référence (Opt1) occupe également une bonne position selon le rangement de la majorité des acteurs. Toutefois, il serait difficile en pratique de répondre aux objectifs du secteur énergétique guinéen au moyen de cette option en raison de sa mauvaise performance sur le plan environnemental et compte tenu de la nécessité d'accroître la production d'énergie électrique. Même si cette option permet d'atteindre certains objectifs à court terme, ses conséquences seraient dommageables à l'environnement à long terme puisqu'elle est basée sur l'exploitation non rationnelle de la biomasse. Le résultat concernant cette option nous apparaît contre intuitif. Il faut noter cependant que certains acteurs classe l'option Opt1 dans les derniers rangs.

Le plan GAIA groupe correspondant aux jeux de poids initiaux est présenté sur la figure suivante. Rappelons que le plan GAIA est une représentation géométrique des données contenues dans la matrice des performances. En d'autres termes, il représente une construction géométrique des options et des critères par application d'une analyse des composantes principales (Martin, St-Onge et Waaub, 1997).

Figure 5.11 Plan GAIA avec les jeux de poids de base



Le modèle d'analyse multicritère utilisé permet de sélectionner l'ensemble des options énergétiques surclassant globalement toutes les autres options. Après avoir effectué des analyses de sensibilité en modifiant le poids de certains critères, c'est l'option Opt7 qui s'impose comme la meilleure aux yeux des acteurs. Elle surclasse toute les autres options et constitue par conséquent le noyau de la solution. Les options Opt4 et Opt5 sont aussi intéressantes et peuvent être présentées aux décideurs pour le choix final.

L'option Opt4 performe bien sur les critères techniques et l'option Opt5 sur le critère déforestation (C5) ainsi que, dans une moindre mesure, en fonction des critères désenclavement de territoire (C2) et coût d'accessibilité à l'énergie (C10). Les résultats de classement des options sont relativement stables après avoir fait l'objet des analyses de

sensibilité que nous avons effectuées sur les poids accordés aux critères. Ces analyses étaient nécessaires en raison du caractère subjectif du procédé de pondération des critères par les acteurs.

Ces analyses ont par ailleurs été effectuées pour chacun des acteurs et montrent par exemple que le critère *déforestation* est l'un des plus influents en ce qui concerne le rangement individuel des options. Lorsque la pondération du critère *déforestation* est augmentée, les options décentralisées sont nettement favorisées car elles obtiennent les meilleures notes sur ce critère. En effet, quand un critère devient prépondérant, la position des options les unes par rapport aux autres dépend fortement de leurs évaluations sur ce critère.

Cette étude de cas a permis d'effectuer une évaluation comparative globale des options énergétiques en fonction de l'ensemble des critères retenus. Ces critères répondent aux préoccupations des acteurs impliqués et à leurs objectifs de développement durable (objectifs partagés par l'ensemble des acteurs). Les résultats obtenus résultent toutefois d'un contexte précis et sont basés sur des options hypothétiques, des critères établis par une table de concertation spécifique et des données disponibles. Les résultats doivent donc être replacés dans ce contexte.

En effet, l'aide à la décision n'est valable que dans le contexte informationnel utilisé. Il est donc important de bien cibler les enjeux, préoccupations, critères et indicateurs. Le rôle des spécialistes en aide à la décision consiste à accompagner les acteurs dans le processus décisionnel afin de s'assurer que leurs systèmes de valeur soient bien reflétés et donner de la cohérence au processus.

Quelques aspects du processus, comme l'évaluation des critères à la lumière de nouvelles informations, ainsi que l'ajout de tout autre critère pertinent de décision, pourraient améliorer le processus expérimenté. Toutefois, l'approche méthodologique utilisée peut contribuer à bonifier l'ÉES des choix énergétiques en mettant en place un cadre de réflexion et d'analyse de leurs impacts.

Pour cette raison, et compte tenu des enseignements dégagés, nous proposons l'application de l'approche méthodologique d'ÉES du secteur de l'énergie en Guinée dans le contexte d'un processus qui comporterait six étapes pas forcement linéaires, telles que présentées ci-dessous.

1. L'établissement des constats et la définition des objectifs : cette première étape consisterait à identifier les acteurs qui sont concernés par la situation décisionnelle et qui doivent être impliqués dans le processus d'ÉES. Cette première étape peut s'effectuer au moyen d'une communication interactive entre ces acteurs. Dans le contexte de la Guinée, il s'est avéré utile d'adopter une démarche très officielle en s'adressant aux chefs des organismes ou des institutions et en leur demandant de désigner des représentants pour participer à une table de concertation. Une fois les acteurs identifiés, ceux-ci se réunissent autour d'une table pour effectuer les constats de la situation décisionnelle, définir ou clarifier les objectifs à poursuivre.

2. L'identification des enjeux et la construction des critères : la façon de procéder à cette étape consisterait à faire travailler les acteurs sur des thématiques relatives au problème à résoudre et à les inciter à exprimer leurs opinions sur les conséquences et/ou les solutions éventuelles par le biais de présentations, de questions, de débats et de discussions. Cette étape permet d'identifier les grands enjeux. Il revient à l'équipe de soutien de formaliser ces enjeux en les traduisant en critères. Pour ce faire, elle peut analyser les objectifs et les conséquences des solutions jusqu'à un niveau adéquatement mesurable. Par la suite, dans le but d'éliminer des critères redondants et d'obtenir une famille cohérente de critères, l'équipe de soutien peut procéder aux tests statistiques requis afin de s'assurer que les critères retenus sont pertinents par rapport au contexte décisionnel et qu'ils reflètent bien les enjeux identifiés par les acteurs. À cet égard, la liste de critères retenus doit être soumise aux acteurs pour révision et validation afin qu'ils s'y reconnaissent.

3. La production des options : cette étape consiste à déterminer les solutions au problème décisionnel ou les solutions permettant d'atteindre les objectifs fixés.

L'examen des ressources disponibles et des besoins à satisfaire, ainsi que des considérations d'ordre stratégique constitue un point de départ pertinent pour les acteurs. Toutefois, étant donné la difficulté de réunir les acteurs autour d'un problème décisionnel qui n'est pas préalablement structuré ou formulé, l'équipe de soutien doit proceder à une préstructuration du problème. Cette dernière consisterait à proposer quelques options de base dans le seul but de stimuler la réflexion des acteurs, mais pas très élaborées afin d'éviter de laisser croire aux acteurs que les solutions sont déjà établies.

4. L'évaluation comparative des options : cette étape vise à évaluer chaque option en fonction de chacun des critères de décision retenus. La constitution de bases de données portant sur l'énergie et l'aménagement du territoire peut être particulièment utile pour effectuer cette étape d'évaluation des options, notamment l'évaluation des indicateurs d'effet. Ces données peuvent être régulièrement mises à jour pour les besoins d'ÉES et de planification. Nous proposons que l'évaluation des indicateurs d'impact soit effectuée selon le modèle générique d'impact présenté au chapitre III. L'équipe de soutien joue ici un rôle important en favorisant l'expression des préférences des acteurs et en les aidant à choisir une méthode d'agrégation qui permet d'effectuer l'évaluation comparative des options. Les méthodes PROMETHEE et GAIA sont particulièrement utiles à cet effet. Elles sont non compensatoires et bien adaptées au contexte de la gestion de l'environnement.

5. La négociation : cette étape consisterait à valider les résultats obtenus et à trouver des zones de compromis. Pour ce faire, les acteurs doivent avec l'aide de l'équipe de soutien examiner l'influence de l'importance relative (poids) accordée aux critères sur le rangement des options. Tout d'abord, des analyses individuelles doivent être effectuées afin d'étudier le problème décisionnel en fonction du système de valeur de chaque acteur, ainsi que de l'adéquation entre les intérêts individuels et collectifs. Ensuite, les acteurs doivent procéder à des négociations qui permettent de retenir un nombre restreint d'options afin que les objectifs puissent être atteints. Les résultats

des négociations ne les obligent pas un retour sur les outils d'analyse multicitrère et peuvent simplement se traduire par la proposition de mesures d'atténuation.

6. La constitution des recommandations pour la décision : tout processus décisionnel doit aboutir à des recommandations. Celles-ci doivent être soumises au décideur ultime. Elles doivent intégrer les avis minoritaires afin de bien gérer la mise en œuvre des options préconisées.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'intégration des préoccupations environnementales le plus en amont possible du processus décisionnel devient de plus en plus une nécessité à l'échelle mondiale. Les méthodes à utiliser pour y parvenir font l'objet de nombreuses recherches. Cette thèse visait à contribuer à ces efforts en se focalisant sur un aspect particulier : l'ÉES appliquée à la planification énergétique à l'étape du scoping, mais un scoping tout de même approfondi. La demande en ÉES est pressante dans des domaines comme celui de la gestion énergétique (E7, 2003 : p.6). Les différentes problématiques reliées à la production énergétique et au développement, ainsi qu'aux impacts environnementaux qu'elle entraîne doivent tenir compte de la complexité du système de gestion énergétique. À cette fin, Commoner (1976) suggère de s'inspirer du mode de fonctionnement écosystémique pour aborder les systèmes énergétiques. Cette approche exige en effet un regard global sur l'objet d'étude. Elle reconnaît le caractère complexe de toute situation et favorise l'adoption d'une forme de pensée holistique pour aborder cette complexité. Or, les méthodes de gestion énergétique utilisées jusqu'à nos jours laissent très peu de place à la prise en compte des préoccupations des acteurs concernés ainsi qu'à l'examen de la diversité des solutions de rechange. La démarche d'aide au processus décisionnel en planification énergétique proposée dans cette thèse répond à cette problématique générale. La démarche élaborée dans le contexte de l'expérience relatée constitue l'aboutissement de l'objectif principal de la thèse. Nous avons à cet effet cherché à intégrer dans un processus d'ÉES trois outils méthodologiques à savoir l'analyse environnementale, le SIG et l'aide multicritère à la décision afin de pallier aux insuffisances soulignées.

La revue de la littérature pertinente a révélé les opportunités offertes par ces outils pour concevoir une approche intégrée de planification énergétique. Notre étude a permis de tester le potentiel d'une approche multicritère pour réaliser les étapes techniques et encadrer la participation des acteurs. L'aide multicritère à la décision est en effet, un mode de pensée, un outil de communication et une méthode d'analyse (Brunelle et D'Avignon, 1996 : p.1). Selon Vinke (1989), elle est l'action de celui qui fournit à un décideur les outils qui lui permettent de progresser dans la résolution d'un problème décisionnel où plusieurs points de vue doivent

être pris en compte. La confrontation des points de vue des acteurs ne peut qu'aider à contrer l'inertie propre au système énergétique, tout en permettant à ceux-ci de mieux s'adapter à la complexité croissante du secteur de l'énergie en temps réel (Duchemin, 1997 : p.19). La constitution d'un groupe de travail autour d'une table de concertation permet en effet de considérer les préoccupations des acteurs en leur permettant d'exprimer leurs préférences.

Tout d'abord, les travaux de la table de concertation ont commencé par l'établissement du constat dans le secteur énergétique en Guinée. Ces travaux ont ainsi permis, en documentant le processus de décision, de dresser un portrait général de la situation énergétique et correspondent au premier objectif spécifique de la thèse. Cette étape a permis d'identifier les faiblesses de la planification énergétique du système décisionnel du ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie. Après avoir identifié les objectifs de la politique énergétique et précisé les enjeux qui reflètaient les préoccupations des acteurs, nous les avons traduits en critères d'évaluation qui ont été pris en considération dans la comparaison des options énergétiques. Ces critères couvrent les aspects économiques, environnementaux, techniques et socio-culturels[34]. Leur opérationnalisation dans le cadre d'une ÉES appliquée à la planification énergétique favoriserait le développement durable du système énergétique. Cette durabilité nécessite une grille politique d'interprétation des compromis à faire après l'AMCD.

Une autre étape importante de la mise en place de la concertation entre les acteurs et les analystes a été l'élaboration des options énergétiques en regard des objectifs définis. Cette étape a permis de scruter plusieurs possibilités d'approvisionnement énergétique tout en tenant compte des ressources disponibles et des besoins. Les options élaborées sont constituées de combinaisons de filières énergétiques, incluant le réseau de transport d'énergie. Nous avons déterminé pour chaque option l'importance des différentes sources d'énergie. Les sites prometteurs de production hydroélectriques qui ont été identifiés dans le passé ont été mis à profit à cet effet. Ensuite, nous avons évalué chaque option par rapport à chacun des critères au moyen d'indicateurs précis de mesure et la collecte de données

[34] L'exercice d'évaluation effectué dans cette recherche dépasse le volet purement Environnement. Nous avons fait une évaluation stratégique incluant l'environnement.

complémentaires. Le SIG élaboré s'est avéré particulièrement utile pour l'évaluation des options par rapport aux critères reliés à l'aménagement du territoire.

En considérant l'évaluation des options selon chaque critère et l'établissement de l'importance relative de chacun des critères, nous avons utilisé une méthode de surclassement de synthèse pour effectuer l'évaluation globale des options afin de déterminer les meilleures. La réalisation des phases mentionnées ci-dessus correspond au second objectif spécifique de la thèse. L'approche multicritère de résolution de problème utilisée a permis de prendre en compte, de façon appropriée, l'ensemble des dimensions pertinentes pour aider à la prise de décision. L'analyse des résultats obtenus montre que l'option décentralisée Maximum de bois durable, l'option centralisée Maximum hydraulique, et l'option décentralisée Hydro-thermique-bionasse sont les meilleures, celles à privilégier pour la suite des études étant donné qu'elles ont été évaluées à l'étape du cadrage dans le déroulement de la présente étude. Mais à la lumière de l'exercice effectué est-il nécessaire de soumettre le groupe d'options de tête à une ÉES approfondie ou peut on considérer que l'ÉES est faite? Au départ notre but était de faire un cadrage de l'ÉES. Cependant, la démarche méthodologique et les résultats obtenus montrent que l'ÉES a été effectuée. Ainsi, conformément aux objectifs d'ÉES et au contexte adapté de la Guinée, il n'est pas nécessaire de procéder à des études subséquentes approfondies puisque les informations supplémentaires apportées seraient marginales par rapport aux moyens mis en œuvre. Le caractère incomparable du noyau des meilleures options fourni par le rangement PROMETHEE II montre qu'il n'y a pas de solution optimale.

En effet, la prise en compte de toutes les dimensions du problème à résoudre montre que chaque option possède ses avantages et ses inconvénients. Fort des résultats de la revue de littérature et de l'expérimentation relative à la réalisation de l'étude de cas, nous avons élaboré une approche méthodologique d'ÉES adaptée au contexte et aux besoins de la Guinée. Cette approche dynamique a permis de composer avec la complexité de la gestion énergétique et d'améliorer le processus de décision par l'instauration d'une communication interactive de négociation des enjeux entre les parties prenantes, l'obtention et la gestion de l'information environnementale et son intégration dans le processus décisionnel. L'approche proposée, compte tenu des enseignements, comporte 6 étapes : l'établissement des constats et

la définition des objectifs, l'identification des enjeux et la construction des critères, la production des options, l'évaluation comparative des options, la négociation et enfin la constitution des recommandations pour la décision.

Ces étapes ne sont pas forcément linéaires, des rétroactions peuvent survenir d'une étape à l'autre. Le caractère dynamique de l'approche exige notamment que les données concernant le processus de planification énergétique soient régulièrement mises à jour. Cette mise à jour permet de mener le processus de planification en temps réel, par intervalles de 5 ans, en ayant recours à des informations de qualité afin d'optimiser les plans d'approvisionnement énergétique en fonction de points de vue environnementaux, économiques, techniques et socio culturel tout en offrant l'opportunité de contribuer au développement durable. L'approche est globale et tient en même temps compte de la nature des problèmes engendrés par les différents sous-secteurs énergétiques.

À cet égard, l'approche est plus pertinente pour formuler une politique, ainsi que des plans et programmes cohérents de gestion énergétique. L'atteinte des objectifs de la thèse a contribué à l'instauration d'un cadre de concertation entre les acteurs du secteur énergétique, à documenter le processus décisionnel, à évaluer un ensemble de projets de manière intégrée afin d'optimiser la dynamique territoriale dans une perspective de développement durable, à considérer des options énergétiques variées et à les évaluer sur la base de critères pondérés selon le système de valeur des acteurs. La recherche a également contribué au développement des capacités de planification endogènes des acteurs.

Toutefois, notre recherche comporte certaines limites qui découlent de la subjectivité dans l'évaluation de certains indicateurs et des approximations qui ont été faites pour simplifier la réalité. Il est par exemple difficile de déterminer avec exactitude le déplacement de populations associé aux options énergétiques à l'échelle stratégique. D'autres limites découlent également du temps, des ressources, de la culture administrative et de l'implication personnelle des acteurs en l'absence des ordres hiérarchiques. Étant donné que dans l'expérimentation de l'étude de cas, le contexte décisionnel examiné est relié aux hypothèses

de construction des options et aux données disponibles, les résultats obtenus ne sont donc valables que dans ce contexte précis.

Cependant, l'approche méthodologique développée peut être adaptée à d'autres situations. L'option que nous avons privilégiée dans cette thèse consistait à mettre l'accent sur la conception de l'approche méthodologique. Cette dernière peut être bonifiée en implantant un contexte réglementaire qui favoriserait la réalisation des ÉES, tout en améliorant la concertation entre les acteurs et en poursuivant l'expérimentation de l'approche dans la perspective d'une meilleure prise en charge des diverses fonctions du système énergétique, d'une meilleure considération de leurs impacts, ainsi que de l'intégration de nouveaux critères décisionnels. Ces nouveaux critères pourraient éventuellement émerger de l'apprentissage des acteurs simulés et de l'approche méthodologique elle même. L'implantation de la démarche proposée dans cette thèse permettra de contribuer à la mise en place d'un processus d'aide à la décision pour la prise en compte des préoccupations environnementales dans la planification énergétique stratégique. Elle offrirait une réelle opportunité aux acteurs pour négocier les grands enjeux du secteur énergétique en prenant la parole et en réfléchissant de manière concertée.

BIBLIOGRAPHIE

André, Pierre, Claude E. Delisle, Jean-Pierre Revéret et Abdoulaye Sène. 1999. L'évaluation des impacts sur l'environnement: processus, acteurs et pratique. Canada: Presses internationales Polytechnique, 416 p.

Association française des ingénieurs écologues (AIEF). 1995. L'efficacité de l'évaluation environnementale en France, Paris, 107 p.

Banque Mondiale. 1986. Choix énergétiques et problèmes, Guinée, 157 p.

Belton, Valerie and Pictet, Jacques. 1997. A Framework for Group Decision Using a MCDA Model: Sharing, Aggregating or Comparing Individual Information? Revue des systèmes de décision. Volume 6-no3/1997, p. 283-303.

BNP. 1999. Restructuration du secteur électrique en Guinée : analyse économique et financière du secteur électrique guinéen et de ses acteurs, Paris, 84 p.

Bourret. D. 1994. Définition des macro-critères et des indicateurs pour l'évaluation des scénarios de niveau stratégique. Gouvernement du Québec, 25 p.

Brans, J.P, Vincke, P et Mareschal, B. 1986. How to select and how to rank projects : The PROMETHEE method. European. Journal of operational Research, Vol.24, p.228-238.

Brans, Jean-Pierre et Mareschal, Bertrand. 2002. PROMETHEE-GAIA : une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples, Éditions de l'Université de Bruxelles, Bruxelles, 187 p.

Brown, A.L. and R. Therivel, 2000. Principles to Guide the Development of SEA Methodology, Impact Assessment and Project Appraisal Volume 18, no 3 : p.183–189.

Brundland, G.H et coll., 1988. Notre avenir à tous ; commission mondiale sur l'environnement et le développement, Edition du Fleuve, Montréal, 434 p.

Brunelle, Christine et D'Avignon, Gilles R. 1996. Une approche multicritère pour optimiser l'élaboration de variantes de projets hydroélectriques selon des aspects techniques, économiques et environnementaux. Montréal, Congrès optimization days, 13 p.

Buogo, A et Chevalier, J.-J. 1995. Spatial Information Systems and Information Integration. Computers environment and urban systems, Vol.19, no 3, pp.161-170.

Caillet, Renaud. 2003. Analyse multicritère : Étude et comparaison des methods existantes en vue d'une application en analyse de cycle de vie. Centre universitaire de recherche en analyse des organisations, Série scientifique, Montréal, 47 p.

Campbell, S and Fainstein, S. 1996. Readings in planning theory. Blackwell publishers. Cambridge, 543 p.

Canter, L.W. 1996. Environmental Impact Assessment. 2nd edition, McGraw-Hill, Inc., Montreal, 660 p.

Canter, L.W. 1977. Environmental Impact Assessment. McGraw-Hill Book Company, NY, 331 p.

Caron. 1997. La prise de décision en urbanisme, 2e édition, Québec, Ste-Foy, 256 p.

Chang, N.-B and Wang, S.F. 1996. The Development of an Environmental Decision Support System for Municipal Solid Waste Management. Computers environment and urban systems, Vol.20, no 3, pp. 201-212.

Checkoway, B. 1994. Paul Davidoff and advocacy planning in retrospect. Journal of the American Planning Association, vol. 60, no. 2, pp. 139-143.

Chevalier, J.-J et Gagnon, P. 1994. Intégration des décision d'aménagement. Centre de recherche en Géomatique. Université Laval, 52 p.

Chevalier, P. 1995. Gestion de l'environnement en milieu urbain et industriel. Unversité du Québec. Collection sciences de l'environnement. Ste Foy, 577 p.

Christin, C. 1991. Évaluation des impacts cumulatifs : Recherche effectuée pour le sous-comité provincial Analyse des impacts sur la santé des grands projets industriels, Québec, 101 p.

Claramunt, C, De Sède, M.H, Prélaz-Droux, R et Vidale, L. 1995. Intregation of Hetegeneous GIS for Environmental planning. GIS technology and applications, pp.404-415.

Collet, C et Hussy, C (dir. de). 1995. Les systèmes d'information en géographie. Institue de Géographie. Fribourg. Suisse, Vol.6, 214 p.

Commonner, Bary, 1976. The poverty of power-energy and the economic crisis, Ed. Bantam
Conseil Mondial de l'énergie, 1993. L'énergie pour le monde de demain. Édition technip, Paris, 361. (HD9502A2E534314)

Côté, Gilles. 1997. Utilisation d'une procédure d'aide à la décision multicritère dans le domaine de l'évaluation environnementale : une étude de cas en transport urbain, le prolongement de l'autoroute 30 entre les autoroutes 10 et 20. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en géographie, Université du Québec À Montréal, 221 p.

Côté, Gilles, et Waaub, Jean-Philippe. 1997. L'évaluation des impacts d'un projet routier : l'utilité de l'aide multicritère à la décision. Cachier de Géographie du Québec, Volume 44, No 121, p.43-64

Crowley, Michel. 2000. « L'évaluation environnementale stratégique: possibilités et limites ». Communication présentée dans le cadre du Neuvième Congrès de l'Association québécoise pour l'évaluation d'impacts (Montréal, 16-17 novembre 2000).

Dalal-Clayton, B. et Sadler, B. 2003. The status and potential of strategic environmental assessment (draft). London: International Institute for environment and development. 317 p.

Davidoff, P. 1996. Advocacy and pluralism in planning. In Readings in planning theory, ss la dir. de S. Campbell et S.S. Fainstein, pp. 305-322.

De Neuville, R et Keeney, R.L. 1972. Systems Evaluation Through Decision Analysis : Mexico City Airport. Journal of systems Engineering, Vol.3, no 1, pp34-50.

Denhart, R.B. 1985. Strategic planning in State and local government. State and local government review, vol. 17, no. 1, pp. 174-179.

Des Rosiers, F. al. 1997. Shopping centers and house values : an empirical investigation. Journal of property valuation and investment, Vol.14, No.4, pp.41-62.

Devuyst, D, Van Wijngaarden, T and Hens, L. 2000. Implementation of SEA in Flanders: attitudes of key stakeholders and a user-friendly methodology. Environmental Impact Assessment Review Vol.20, pp.65-83.

DNP. 2001. Évolution du secteur de l'énergie (1985-2000) : Étude sommaire de quelques filières. Conakry, 14 p.

Dom, A. 1997. L'évaluation environnementale stratégique dans le secteur des transports. Paris: les Éditions de l'OCDE, 96 p.

Duchemin, Éric. 2000. Hydroélectricité et gaz à effet de serre : Évaluation des émissions des différents gaz et identification des processus biogéochimiques de leur production.Thèse présentée comme exigence partielle du doctorat en science de l'environnement, Université du Québec À Montréal, 308 p.

Duchemin, Éric. 1997. Énergie, Environnement et Développement. Piste de réflexion pour un développement viable de l'énergie électrique (Synthèse environnementale, ISE/UQÀM), 31 p.

Dussault, Marie et al. 1990. Pour une évaluation globale à l'appui du développement durable, Québec, 30 p.

E7. 2003. Évaluation des impacts environnementaux: vue d'ensemble. Montréal, 102 p.

Eadie, D.C. 1983. Putting a powerful tool to practical use: the application of strategic planning in the public sector. Public Administration Review, vol. 43, no. 5, pp. 447-452.

Eastman, J.R et al, 1993. Exploration in Geographic Information Systems technology. GIS an Decision Making. Vol.4, Switzerland, 1994.

Eckert, D. 1996. Évaluation et prospective des territoire. Reclus, 255 p.

Falque, M, Portier, J, et Duclos, G. 1973. Pédologie et planification écologique. In L'irrigation, No 60.

Falque, M. 1995. Évaluation environnementale des politiques, plans et programmes. France: Ministère de l'Environnement, 115 p.

Falque, M. 1972. Pour une planification écologique. In L'irrigation, No 59.

Fischer, T.B. 2002. Strategic environmental assessment performance criteria : the same requirements for every assessment ?. Journal of Environmental Assessment Policy and Management, vol. 4, no. 1, pp. 83-99.

Fischer, T.B. 1999. Benefits arising from SEA application: a comparative review of North West England, Noord-Holland, and Brandenburg-Berlin. Environmental Impact Assessment Review, vol. 19, pp. 143-173.

Fisher, M.M et Nijkamp, P. 1992. Geographic Information Systems, Spatial Modeling and policy Evaluation. Spring Verlag, N.Y., 280 p.

Fréchette, P. 1993. Les retombées économiques du parc technologique du Québec métropolitain, Québec, CRAD, Université Laval, 76 p.

Gardner, J.E. 1990. "Neuf aveugles, un éléphant. Un premier examen de l'évaluation environnementale et des processus connexes en regard du développement viable". In Développement viable et évaluation environnementale: perspectives de planification d'un avenir commun, sous la dir. de Jacobs, Peter et Sadler, Barry. p.p.39-74.

Gardner, J.E. 1989. «Decision making for sustainable development: selected approaches to environmental.

Gariépy, Michel, Bernard Ouellet, Gérald Domon et Yves Phaneuf. 1986. Bilan et étude comparative de procédures d'évaluation et d'examen des impacts environnementaux. Montréal: Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, pagination multiple.

Gauthier, M., L. Simard et J.-P. Waaub 1999 a. La participation du public à l'évaluation environnementale stratégique : état de la situation au Québec et propositions d'orientations. Actes du 4e colloque international des spécialistes francophones en évaluation d'impacts. Le secrétariat francophone AIÉI/IAIA : Montréal, p. 69-90.

Gauthier, Mario, Louis Simard et Jean-Philippe Waaub. 1999 b. Participation du public à l'évaluation environnementale stratégique. Rapport de recherche déposé au Ministère de l'Environnement du Québec. Groupe d'études interdisciplinaires en géographie et environnement régional, Université du Québec à Montréal, 115 p.

Gayte, O., Libourel, T., Cheylan, J.P et Lardon, S. 1997. Conception des systèmes d'information sur l'environnement, Paris, Éditions Érmes, 200 p.

Georgeu, Y et al. 1997. La charte de territoire : une démarche pour un projet de développement durable, Paris, 331 p.

Gilpin, A. 1995. Environmental Impact Assessment. Cutting edge for the twenty-first century. Cambridge University Press. Cambridge, 182 p.

Godard, O. 1997. Le principe de précaution dans la conduite des affaires humaines, Paris, Éd. De la maison des sciences de l'homme, Institut national de la recherche agronomique, 351 p.

Goldmark, P.C et Larocco, P. 1992. Global Energy Bargaining. Annual Review of Energy and the Environment, Vol.11, p 77-95.

Graaff, J. De. V. 1993. Un regard critique sur l'analyse coûts-avantages. In L'analyse coûts-avantages : défis et controverses, sous la dir. Gauthier, Gilles et Thibault, Marie (106-137). Montréal, Canada, Publication CETAI. Éd. Économica.

Grassland, L. 1994. Analyse spatiale et aménagement. Guniversité d'Avignon, Avignon, 230 p.

Guigo, M et al., 1995. Gestion de l'environnement et système expert. Collection Géographie, Masson, Paris, 181 p.

Guigo, M et al. 1991. Gestion de l'environnement et études d'impact. Paris : Masson, 231 p.

Guinée. 2002. Projet FEM-PNUD-GUI/97/G33. Ministère des Mines, de la Géologie et de l'Environnement. Conakry : Les Publications de la République de Guinée, 76 p.

Guinée. 2000. Document intérimaire de stratégie de réduction de la pauvreté. Conakry. Les publications de la République de Guinée, 68 p.

Guinée. 1999. Évaluation des politiques sectorielles touchant le sous-secteur des énergies traditionnelles dans les perspectives de l'élaboration d'un programme pilote des énergies traditionnelles en Guinée. Ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie. Conakry : République de Guinée, 61 p.

Guinée. 1998. Le secteur des énergie traditionnelles; analyse, stratégie et programme d'actions. Ministère de l'Hydraulique et de l'Énergie. Conakry : République de Guinée, 66 p.

Guinée. 1991. Schéma national d'aménagement du territoire. Ministère de l'Urbanisme et de l'Habitat, Direction nationale de l'Aménagement du territoire et de l'Urbanisme. Conakry : Les Publications de la République de Guinée, 228 p.

Hamel, Pierre. 1997. « La critique postmoderne et le courant communicationnel au sein des théories de la planification : une rencontre difficile », Cahiers de géographie du Québec, vol. 41, no 114, pp.311-321.

Hayden, D. 1994. Who plans the U.S.A. ? A comment on advocacy and pluralism in planning. Journal of the American Planning Association, vol. 60, no. 2, pp. 160-161.

Healey, P. 1996. Planning through debate : the communicative turn in planning theory. In Readings in planning theory, ss la dir. de S. Campbell et S.S. Fainstein, pp. 234-257. Cambridge : Blackwell Publishers Inc.

Hickey, R et Jankowski, P. 1997. GIS and environmental decision makng to aid smelter reclamation planning. Environment and planning. Vol.29, no 1, pp.5-19.

HQI. 1985. Plan directeur du secteur de l'énergie électrique : rapport complémentaire du choix des sites hydroélectriques d'envergure nationale les plus prometteurs, Montréal, 13 p.

Hung, N. M et Richelle, Y. 1996. Trade gains, paretian transfer and the tragedy of the commons. Groupe de recherché en économie de l'énergie, de l'environnement et des ressources naturelles, Université Laval, 17 p.

Hydro-Québec, Direction Environnement. 2000. Comparaison des options de production d'électricité : le territoire utilisé, 4 p.

Hydro-Québec, Groupe Équipement. 1995. Recueil des textes du séminaire de formation en environnement à l'intention des auditeurs et auditrices du Programme d'Administration/Gestion de projets, Montréal, 580 p.

Hydro-Québec. 1994. Matrice des impacts potentiels et mesure d'atténuation : proposition préliminaire d'une structure organisationnelle. Méthode d'évaluation environnementale lignes et postes, Vice présidence Environnement, Montréal, 308 p.

Hydro-Québec. 1990. Méthode d'évaluation environnementale lignes et postes, Vice présidence Environnement, Montréal, 321 p.

Hyman, E.L and Stiftel, B. 1988. Combining facts and values in environmental impact assessment: theories and techniques. Boulder, Westview Press, social impact assessment series, no.16, 304 p.

IAIA. 1999. Manuel d'évaluation environnementale : édition française 1999. Montréal : volume 1, 286 p.

IEPF. 1988. Guide de l'énergie : études et documents. Paris, 453 p.

IGN France, 1968. Carte Internationale du Monde (1/1 000 000). Conakry (NC 28/29). Paris : Institut Géographique National.

IPCC. 1999. Economic and social dimensions of climate change: contribution of working group III, Eds J.P. Bruce, H. Haites, Cambridge Press, Cambridge, 448 p.

Jacobs, P et Sadler, B. 1990. Développement durable et évaluation environnementale : Perspective de planification d'un avenir commun. Conseil canadien de la recherche sur l'évaluation environnementale (CCREE), 209 p.

Jones, J.O. 1972. Land use planning, the methodology of choice. Commonwealth agricultural, bureau, 47 p.

Jurdant, M, Gérardin, V, Dionne, J.C, Belair, J.L et Beaubien, J. 1972. Carte écologique de la région du Saguenay/Lac-St Jean, Sainte-Foy, Québec, 93 p.

Jurdant, M. 1977. L'inventaire du capital nature : méthode de classification et de cartographie écologique du territoire, Québec, 202 p.

Karimi, H.A et Houston, B. 1996.Evaluating Strategies for Integrating Environmental Models with GIS: Current Trends and Future Needs. Computers environment and urban systems, Vol.20, No 6, pp.413-425.

Keeney, R. L. 1992. Value-focused thinKing : a path to creative decision making. Cambridge: Havard University Press, 416 p.

King, R., Bouguetaya, A et Milliner, S., 1991. Ressource location in large scale heterogeneous and automous data bases. Journal of Intelligent Information Systems, Vol.5, no 2, p. 147-173

Kourouma, Dan Lansana, Waaub, Jean-Philippe. 2004. L'utilisation de l'aide multicritère en ÉES du secteur de l'énergie : étude de cas en Guinée maritime : Actes du 9ème Colloque du Secrétariat international francophone pour l'évaluation d'impact (Ouagadougou, 20-24 septembre 2004).

Kourouma, Dan Lansana, Waaub, Jean-Philippe. 2001. Approche méthodologique d'ÉES du secteur de l'énergie : étude de cas en Guinée maritime : Actes du 9ème Colloque du Secrétariat international francophone pour l'évaluation d'impact (Cotonou, 24-27 avril 2001).

Kourouma, Dan Lansana. 1999. L'évaluation des impacts environnementaux des aménagements hydroélectriques : Expériences d'Hydo-Québec et perspectives d'application en Guinée. Mémoire de maîtrise, Alexandrie, Université internationale de langue française au service du développement africain, 95 p.

Laarbi, Amor. 1995. SIG et analyse multicritère : Intégration pour l'aide à la décision à référence spatiale. Thèse de doctorat, Université Laval.

Laaribi, A. 2000. SIG et analyse multicritère. Paris : Éditions Hermes Science, 191 p.

Ladouceur, Marc-Antoine. 2003. L'intégration de l'aménagement du territoire au processus d'évaluation environnementale stratégique : une application au secteur de l'énergie en Guinée maritime. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en géographie. Université du Québec À Montréal, 166 p.

Lacoste et al.. 1988. L'évaluation environnementale: une pratique à généraliser, une procédure à parfaire. Rapport du Comité d'examen de la procédure d'évaluation environnementale. Québec: Gouvernement du Québec, 133 pages et annexes.

Lambert, Jacques et Rambeau Sylvie. 1997. Évaluation monétaire des impacts des transports sur l'environnement : analyse critique des méthodes et des applications. Exposé préparé su la séance sur Route, Transport et Environnement du XIIIè congrès mondial de la fédération routière internationale, Toronto, 11 p.

Lang, Reg. 1986. «Achieving integration in resource planning». In Integrated Approaches to Resource Planning and Management, sous la dir. De Reg Lang, (p. 27-50). Calgary, Alberta: The Banff Center for Continuing Education, The University of Calgary Press.

Larrue, Corinne. 2000. Analyser les politiques publiques d'environnement, L'Harmattan, Paris, 205 p.

Lawrence, D.P. 2000. Planning theories and environmental impact assessment. Environmental Impacts Assessment Review. Vol. 20, p. 607-625.

Le Moigne, J.L. 1984. La théorie du système général : théories de la modélisation. Collection Systèmes-décision, 2e édition, Paris, 320 p.

Leduc, Gaétan et Raymond, Michel. 2000. L'évaluation des impacts environnementaux: un outil d'aide à la décision. Sainte-Foy (Québec): Éditions Multi Mondes, 403 p.

Léopold, L.B, and al. 1971. Field method for hill slope description. Commission on present day processes, International Geographical Union, Norwich. Geo-abstracts for the British Geomorphological Research Group, Technical bulletin, No.7, 24 p.

Maldonado, P. 1986. Une application pratique de l'analyse multicritère : le choix d'un emplacement pour une implantation industrielle. In Nadeau et Landry ed. L'aide à la décision : Nature, instruments et perspectives d'avenir, pp.111-132.

MARA. 1993. Plan d'aménagement forestier des mangroves de la baie de Sangaréya. Conakry, 241 p.

Mareschal, B. 1989. Aide à la décision multicritère : Développements et applications. Cahiers du Centre d'études de recherche opérationnelle, vol. 31, no 1-2, p. 13-120.

Margerum, R.D. 1999. Integreted environmental management : the foundations for successful practics. Environment management, Vol. 24, no 2, p 151-166.

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

Martin, N.J, St-Onge, B, and Waaub, J.P. 1997. An Integrated Decision Aid System for the Development Saint Charles River's Alluvial Plain. Group of Interdisciplinary Studies in Geography and Regional Environment (GEIGER), Quebec University in Montreal.

Martin, Nadine, et Waaub, Jean-Philippe. 1997. Le secteur bois franc à Saint Laurent : l'évaluation environnementale stratégique du plan de réaménagement. Les espaces dégradés, p.165-184

Maystre, L.-Y., Pictet, J. et Simos, J. 1994. Méthodes multicritères – ELECTRE. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 323 p.

McDonald, M. 1998. Agendas for sustainability : environment and development into the twenty-first century, Routeledge, NY, 120 p.

McHarg, I. 1969. Design with nature. Doubleday, Natural history press, Garden city, New York, 197 p.

Ministère de l'Énergie et de l'Hydraulique (MÉH). 2003. Étude d'impact du barrage de garafiri sur l'estuaire et le bassin versant du Konkouré: rapport, Guinée, 287 p.

Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) et ministère des affaires municipales (MAM). 1997. Le cadre écologique de référence et la révision des schémas d'aménagement. Rapport final, Gouvernement du Québec, Québec, 42 p.

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

Montgomery, G.E et Schuch, C.H. 1993. GIS Data Conversion Handbook, Colorado, USA, 292 p.

MRNE. 1999. Restructuration du secteur de l'électricité en Guinée. Conakry, 93 p.

MRNE. 1996. L'énergie en Guinée. Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie, Direction nationale de l'Énergie. Conakry : Les Publication de la République de Guinée, 62 p.

MRNE. 1991. Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement : rapport national de la République de Guinée. Guinée, 94 p.

Munn, R.E. 1977. Évaluation des impacts sur l'environnement : principes et méthodes. SCOPE rapport 5 ONV, 175 p.

Nijkamp, P et al, 1990. Multiple criteria Evaluation : Issues and Perspective. In Shefer, D., Voogd, H. (eds), Evaluaions Methods for Urban and Regianl Plans, London, pp.147-158.

Noble, B.F et Storey, K. 2001. Towards a structured approach to strategic environmental assessment. Journal of Environmental Policy and Management, volume 3, no.4, pages 483-508.

Noble, Bram F. 2002. Multi-criteria analysis: strategic environmental assessment of Canadian energy policy. Impact Assessment and Project Appraisal, volume 20, pages 177-188.

Obermayer, N.J et Pinto, J.K. 1994. Managing Geographic Information Systems. The Guilford Press. N.Y, 226 p.

Openshaw, S & Openshaw, C. 1997. Artificial intelligence in Geography. John Willey and Sons, London, 329 p.

Pacaut, P. 2000. Description et analyse des méthodes les plus fréquemment utilisées en évaluation environnementale stratégique. Rapport de recherche. Montréal : Université du Québec à Montréal, 77 p.

Parent, Lise. 1998. Évaluation environnementale, presses de l'université du Québec, 415 p.

Partidario, Maria Rosario. 1996. «Strategic environmental assessment: Key issues emerging from recent practice». Environmental Impact Assessment Review, Vol. 16, no 1, p. 31-55.

Percebois, Jacques. 2002. Mondialisation, régulation et préoccupations environnementales : quels enjeux ?. Actes du 6e colloque international des spécialistes francophones en évaluation d'impacts. Le secrétariat francophone AIÉI/IAIA : Montréal, pp. 31-43.

Pereira, J.M et al, 1993. A multiple criteria decision making approach to GIS based land suitability evaluation. In Journal of GIS, Vol.7, No 5, pp.407-424.

Pictet, J. 1996. Dépasser l'évaluation environnementale: procédure d'une étude et insertion dans la décision globale. Presses polytechniques et universitaires romandes, 187 p.

Pinchemel, G et Pinchemel, P. 1995. La face de la terre : Éléments de géographie. Armand Colin, 4ème édition, Paris, 517 p.

Prélaz-Doux, R. 1995. Système d'information et gestion du territoire : approche systémique et procédure de réalisation. Collection Meta, Presse polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 156 p.

Prévil, Carlo. 2000. Approche méthodologique pour la préparation de plans d'aménagement axes sur les préoccupations environnementales. Thèse de doctorat présentée à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval, 256 p.

Proulx, Marc Urbain. 2002. L'économie des territoires au Québec. Presses de l'université du Québec, Québec, 359 p.

Proulx, Marc Urbain. 1996. « Trois décennies de planification régionale ». Chapitre 13 dans Le phénomène régional au Québec. Ste-Foy, PUQ, pp.269-291.

Raymond, M., Leduc, G., Léonard, J.F., Prades, J., Rousseau, P., Tessier, C. 1995. Les impacts environnementaux des filières énergétiques au Québec. Rapport final, Institut des sciences de l'environnement, Université du Québec À Montréal, 137 p.

RGPH. 1996. Recensement général de la population et de l'habitat. Ministère de l'Économie, des Finances et du Plan. Conakry : Publications de la République de la Guinée, 91 p.

Richard, Mario. 2004. Violence et représentation sociale. Thèse de doctorat, Montréal, Université du Québec à Montréal, 330 p.

Risse, Nathalie. 2004. Èvaluation environnementale stratégique et processus de décision publics : contributions méthodologiques. Thèse presentée en vue de l'obtention du grade académique de docteur en environnement. Université Libre de Bruxelles, 279 p.

Risse, Nathalie. 2003. Éléments contextuels de l'ÉES : planification et évaluation. Document de travail, 32 p.

Risse, Nathalie. 1998. Évaluation environnementale stratégique : état de la situation au Québec, ailleurs au Canada et à l'étranger. Document de travail. Québec: Direction d l'évaluation environnementale des projets industriels et en milieu hydrique, Ministère de l'environnement et de la Faune, 38 pages et annexes.

Rolland-May, Christiane. 2000. Évaluation des territoires : concepts, modèle, méthodes. Hermès science publications, Paris, 379 p.

Rosa, L.P et Schaeffer, R. 1994. Greenhouse gas emission from hydroelectric reservoirs, Ambio, Vol.23, pp.164-165.

Rosen, S. 1974. Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. Journal of political economy, No 82, pp.34-55.

Rosnay, J. 1975. Le Macroscope : vers une vision globale. Éd. Le Point, Paris, 295 p.

Rossi, G. (dir. publ.), D. Bazzo, M. Lauffer, N. Moreau, A. Fontanna, M. Sow, I. Diallo. 2000. Atlas infogéographique de la Guinée maritime. Bordeaux : Éditions IRD, 179 p.

Rousseau, Alain et Martel, Jean-Marc., 1996. La décision participative : une démarche pour gérer efficacement les conflits environnementaux. Université Laval, 34 p.

Rousseaux, Patrick et Apostol, Tiberiu. 2000. Valeur environnementale de l'énergie, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lyon, 172 p.

Roy, B et Berthier, P. 1973. La méthode ELECRE II. Rapport technique. Note de travail No.142. METRA, Direction Scientifique.

Roy, B et Bouyssou, D. 1993. Aide multicritère à la décision: méthodes et cas. Paris: Économica, 695 p.

Roy, B et Hugonard, J. 1982. Ranking of suburban line extension project on the Paris metro system by the multicriteria method. Transportation Research, Vol. 16 A, no 4, pp. 301-312.

Roy, Bernard. 2002. Robustesse de quoi? Et vis-à-vis de quoi? Bulletin du groupe de travail européen : Aide multicritère à la décision, Serie 3, No 6, pp.1-6

Roy, Bernard. 1985. Méthodologie multicritère d'aide à la décision. Paris: Économica, 413 p.

Roy, Bernard. 1975. ELECTRE III : un algorithme de classement fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples. Cahier du CERO, Vol. 20, No. 1, pp.3-24.

Roy, Bernard. 1968. Classement et choix en présence de point de vue multiples : la méthode ELECTRE. Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle, Vol. 8, pp.57-75.

Rudd, J.W.M and al. 1993. Are hydroelectric reservoirs significant sources of greenhouse ? Ambio, 22, pp.246-248.

Rudolf, F. 1998. L'environnement, une construction sociale : pratiques et discours sur l'environnement en Allemagne et en France. Presse universitaire de Strasbourg, 124 p.

Rue, O. 1995. La mémoire des mangroves: revue et évaluation des interventions publiques en milieu de mangrove en Guinée. Rapport final, Guinée, 198 p.

Sadler, B et Verheem, R. 1996. Strategic environmental assessment: status, challenges and future directions. Report no. 53. The Netherlands: Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, 188 p.

Sadler, Barry. 1996. L'évaluation environnementale dans un monde en évolution: évaluer la pratique pour améliorer le rendement. Étude internationale sur l'efficacité de l'évaluation

environnementale. Rapport final. Hull: Agence canadienne d'évaluation environnementale et International Association for Impact Assessment, 300 p.

Sarlos, Gérard, Haldi Pierre-André et Verstraete Pierre. 2002. Systèmes énergétiques : offre et demande d'énergie, méthodes d'analyse. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 875 p.

Scharlig, A. 1996. Pratiquer Electre et Prométhée: un complément à décider sur plusieurs critères. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 173 p.

Scharlig, A. 1985. Décider sur plusieurs critères : panorama de l'aide à la décision multicritère. Lausanne : Presses polytechniques et universitaires romandes, 302 p.

Shea, William R. 1995. Les besoins énergétiques de l'an 2000 : perspectives éthiques et environnementales, Québec, 245 p.

Sheate, W. 1994. Making an Impact : A Guide to EIA Law and Policy. London : Cameron May.

Siddayao, C et al., 1993. Investissements énergétiques et environnement. Économica, Paris, 315 p.

Siddayao, Corazon M.et Percebois, Jacques R., 1994. Politique d'efficacité de l'énergie et environnement : Expérience pratiques dans les pays en développement. Economica, Paris, 201 p. (Centrale : HD9502A492P65)

Simon, H.A. 1977. Science of Management Decision. Prentice Hall, New Jersey, 175 p.

Simos, Jean. 1990. Évaluer l'impact sur l'environnement: une approche originale par l'analyse multicritère et la négociation. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 261 p.

SOGEL. 2001. Rapport annuel exercice 2000. Conakry, 44 p.

Tanz, J.S et Howar, A.F. 1991. Meaningful public participation in the planning and management of publicly Owned forests. For Chron, Vol.67, no 2, pp. 125-130.

Tarlet, J. 1985. La planification écologique : méthodes et techniques, Paris, Économica, 142 p.

Taylor, C Nicholas, Colin Goodrich et C. Hobson Bryan. 1995. «Issues-oriented approach to social assessment and project appraisal». Project Appraisal, Vol. 10, no 3, pp. 142-154.

Thériault, M, Des Rosiers, F and Vandersmissen, M, H. 1999. GIS based simulation of accessibility to enhance hedonic modeling and property value appraisal: proceeding of the

3rd annual conference on integrating GIS and CAMA. IAAO Urisa, New Orleans, pp.151-160.

Thériault, M. 1995. La cartographie numérique des schémas d'aménagement : Guide de planification à l'usage des municipalités. Gouvernement du Québec, 196 p.

Therivel, R., Wilson, E., Thompson, S., Heaney, D. et Pritchard, D. 1992. Strategic Environmental Assessment. London: Earthscan Publication, 181 p.

Therivel, Riki et Maria Rosario Partidario. 1996. The Practice of Strategic Environmental Assessment. London: Earthscan, 206 p.

Therivel, Riki, Elizabeth Wilson, Stewart Thompson, Donna Heaney et David Pritchard. 1992. Strategic Environmental Assessment. London: Earthscan, 181 p.

Therivel, Riki. 1993. Systems of strategic environmental assessment». Environmental Impact Assessment Review, Vol. 13, no 3, p. 145-168.

Tolba, M.K. 1992. Sauvons notre planète: défis et espoir, Chapman & Hall, New York, 287 p.

Tricart, J et Killian, J. 1979. L'écogéographie. Collection Hérodote, Maspéro, Paris, 362 p.

Tricart, J. 1973. La géomorphologie dans les études intégrées d'aménagement du milieu naturel. In annales de géographie, vol.82, pp421-453.

Vincke, P. 1989. L'aide multicritère à la décision. Bruxelles: Éditions de l'Université de Bruxelles/Éditions Ellipses, 179 p.

Waaub, Jean-Philippe. 2003. L'évaluation environnementale : processus, outils, évolution. Communication présentée dans le cadre de la semaine de l'UQÀM à l'ULB, Bruxelles, 2003.

Waaub, Jean-Philippe. Janvier 1993. Modélisation multi-régionale des systèmes énergétiques et stratégies de réduction des dépôts acides. Thèse présentée comme exigence partielle à l'obtention d'un doctorat. Montréal. Université de Montréal: Faculté de l'aménagement, 232 p

Zoller, G et Béguin, H. 1992. Aide à la décision : l'évaluation des projets d'aménagement. Économica, paris, 301 p.

APPENDICE

APPENDICE A : ESTIMATION DES BESOINS ÉNERGÉTIQUES EN MILIEU RURAL

Estimation des besoins énergétiques des zones rurales en Guinée maritime

Les données de base proviennent du recensement général de la population et de l'habitat en Guinée (RGPH, 1996), du guide de l'énergie (IEPF, 1988), ainsi que des résultats de l'étude sur le secteur des énergies traditionnelles en Guinée (Guinée, 1998). Les besoins énergétiques en milieu rural concernent l'ensemble de la vie individuelle et collective pour la production de biens et de services. L'électrification rurale est à un niveau très bas voir inexistant en Guinée maritime. La prise en compte de celle-ci dans la politique énergétique s'avère une nécessité pour améliorer la qualité de vie de la majorité des populations. L'accès à une petite quantité d'énergie moderne en milieu rural peut permettre d'alléger la peine des ruraux et d'améliorer leurs conditions de vie.

Les besoins globaux en énergie sont estimés à partir de:

1. Les besoins en énergie liés aux activités productives
1.1 Les besoins en énergie liés à l'irrigation
1.2 Les besoins en énergie liés à la transformation agricole (moulin décortiqueur)
1.3 Les besoins en énergie dans les commerces et restaurants
1.4 Les besoins en énergie pour les activités artisanales
2. Les besoins en énergie liés aux infrastructures sociales
2.1 Besoins en énergie pour le pompage et la distribution de l'eau potable
2.2 Besoins en énergie pour l'éclairage public
2.3 Besoins en énergie pour les infrastructures rurales de santé
3. Besoins énergétiques domestiques.
3.1 Besoins en énergie pour l'éclairage.
3.2 Besoins en énergie pour la télévision.
3.3 Besoins en énergie pour la ventilation.
3.4 Besoins en énergie pour la réfrigération.
3.5 Besoins en énergie pour la cuisson.

1. Les besoins en énergie liés aux activités productives

Les besoins en énergie liés à l'irrigation

Hypothèses de calcul :

Superficie cultivable : 1 200 000 ha

Superficie irrigable : 30% de la superficie cultivable = 360 000 ha

Consommation annuelle par hectare : 400 kWh/ha

Besoin Total = 360 000 ha * 400 kWh/ha=144 000 000 kWh soit 144 000 MWh soit 144 GWh

1.2 Les besoins en énergie liés à la transformation des produits agricoles (moulin décortiqueuse, égrenage, mouture, râpage, triage).

Hypothèses de calcul :

Nombre de districts : 285

Chaque district possède en moyenne 2 machines pour le décorticage (10 cv), 2 machines pour l'égrainage (3cv), 2 machines pour la mouture (10 cv), 1 cv=0,736 kW

Chacune des machines fonctionne 10 heures par jour et 365 jours/an.

Rendement d'un moteur électrique : 80%

Besoin total = 10 cv *2 machines* 0,736 kW* 10h* 365j * 0.80 * 285 districts + 10 cv *2 * 0,736 kW * 10h * 365j* 0.80 * 285 districts + 3 cv * 2 * 0,736 kW *10h *365j* 0.80 * 285 districts =

28 174 964 kWh soit 28 175 MWh soit 28 GWh.

1.3 Les besoins en énergie dans les commerces, bars et restaurants

Hypothèses de calcul :

Nombre de districts : 285

Consommation par an : un commerce de détail 4 000 kWh et un restaurant 3000 kWh

En moyenne on compte 3 commerces et 4 restaurants par district.

Besoin total = 3 * 4 000 kWh* 285 + 4* 3 000 kWh* 285 = 6 840 000 kWh soit 6 840 MWh soit 7 GWh

1.4 Les besoins en énergie liés aux activités artisanales (extraction de sel et fumage du poisson)

Hypothèses de calcul :

1ière -Consommation de sel de mangrove = 5kg/personne/an

-Population rurale = 2 141 911hab.

-Besoins en bois pour l'extraction de sel = 3,1 kg bois/ 1 kg de sel

-Besoins en sel destiné à l'élevage = 30% des besoins domestiques

- Pouvoir calorifique du bois :3 420 kcal/kg soit(3 420 / 860) kWh/kg

- Rendement de conversion du bois : 20 %

Besoins énergie = 5 kg/habt* 2 141 911habt* 3,1 kg * (3 420 / 860) kWh/kg * 0,20 + 0,3* 5 kg/habt* 2 141 911habt* 3.1 kg bois * (3 420 / 860) kWh/kg * 0,20 = 34 326 863,4 kWh

2ième - Poissons pêchés :26 000 t/an

- Quantité de poisson fumé : 80% des poissons pêchés

- Besoins en bois de fumage : 2,5 kg de bois/1 kg de poissons

- Rendement de conversion : 20%

Besoins en énergie = 26 000 000 kg * 0,8 * 2,5 * (3 420 / 860) kWh/kg * 0.20

= 41 358 139,6 kWh

Besoin total pour l'ensemble des activités artisanales = 34 326 863,4 kWh + 41 358 139,6 kWh

= 75 685 003 kWh soit 75 685 MWh soit 75,6 GWh

2. Les besoins en énergie liés aux infrastructures sociales

2.1 Besoins en énergie pour le pompage et la distribution de l'eau potable

Hypothèses de calcul:

Population rurale de la Guinée maritime en 2020 = 2 141 911 habitants

Consommation /hab /jour : 60 litres

Profondeur de la nappe : 30 mètres

Hauteur manométrique : 50 mètres (H)

Fonctionnement de la pompe : 12 heures /jour/an

Rendement moteur + pompe (r) = 60 %

Besoins journaliers en eau : 2 141 911h * 60 litres = 128 514 660 litres = 128 515 m^3

Débit de la pompe (Q):128 515 m^3 / 12heures = 10 710 m^3/h

Puissance électrique nécessaire = Q*H/r*367 = 10 710 * 50/ 0.60*367 = 2 432 kW

Besoin total: 2 432 kW * 12 heures * 365 =10 651 192 kWh soit 10 651 MWh soit 11 GWh

2.2 Besoins en énergie pour l'éclairage public. Ces besoins sous-tendent que chaque village doit avoir accès à un éclairage public (trottoirs, mosquées, écoles primaires, centres communautaires etc.) Ainsi, le fait d'entrevoir un minimum d'éclairage public contribue à offrir un minimum au niveau des services essentiels aux populations villageoises.

Hypothèses de calcul :

Population rurale de la Guinée maritime : 2 141 911 h

Consommation :1W/ha

Éclairage / jour :11 heures

On suppose que l'éclairage est fourni durant 365 j/an

Besoin total= 2 141 911ha * 11h * 365 jours = 8 599 773 kWh soit 8 600 MWh ou 8,6 GWh

2.3 Besoins en énergie pour les infrastructures rurales de santé

Hypothèse de calcul :

Nombre de districts : 285

- centres de santé par district
- Consommation annuelle d'un centre de santé : 3 000 kWh

- Besoin en énergie = 3 000 kWh * 285* 2 = 1 710 000 kWh soit 1 710 MWh soit 1,7 GWh

3. Besoins énergétiques domestiques.

3.1 Besoins en énergie pour l'éclairage.

Hypothèses de calcul :

Nombre de ménages ruraux en 2020: 123 791

4 ampoules de 0.06 kW fonctionnant 8 heures par jour/an

Besoins : nombre de ménages*4*0.06*8h*365j=

123 791*4*0.06*8*365= 86 752 733 kWh soit 86 753 MWh soit 87 GWh

3.2 Besoins en énergie pour la télévision.

Hypothèses de calcul :

1 téléviseur couleur 0,07 kW fonctionnant 6 heures par jour/an par ménage

nombre de ménages*70*6*365=18 977 160 kWh soit 18 977 MWh soit 19 GWh

3.3 Besoins en énergie pour la ventilation.

Hypothèse de calcul :

Nombre de ménages* 2 ventilateurs* puissance unitaire 0,150 kW *4h par jour* 182j (6mois/an)

27 035 954 kWh = 27 036 MWh soit 27 GWh

3.4 Besoins en énergie pour la réfrigération.

Hypothèse de départ :

1 réfrigérateur/ménage

1 réfrigérateur consomme 2 kWh/jour

Nombre de ménages : 123 791

123 791 * 2 kWh *365j

Besoins en énergie = 123 791* 2 kW* 365 j = 9 337 430 kWh soit 9 337 MWh soit 9 GWh

3.5 Besoins en énergie liée à la biomasse (on convertit les besoins prévisibles comblés par la biomasse en terme d'électricité).

Hypothèses de calcul:

Population rurale en 2020 de la Guinée maritime :2 141 911habitants

2,4 kg de bois jour par personne

Rendement de conversion : 20%

Pouvoir calorifique inférieur du bois commercial : 3 420 kcal/kg

1 kWh = 860 Kilocalories

1Kcal= 1/850 kWh

2 141 911*2,4kg/j*365j*(3 420 /860) * 0,20 *kWh/kg

2 141 911*2.4*365*(3 420/860)* 0.20 kWh= 1 492 324 187 kWh = 1 492 324 MWh soit 1 492,3GWh

APPENDICE B: SITES PROMETTEURS POUR LE DÉVELOPPEMNT HYDROÉLECTRIQUE EN GUINÉE.

ÉVALUATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE (GWh)
GUINÉE MARITIME

N°	Région	ID Code Du site	Ref. variante	Nom Cours d'eau	Nom du site	Puissance installée (MW)	Énergie annuelle moyenne	Énergie annuelle garantie	Superficie du bassin (km^2)	Volume retenu (moi m^3	Volume régular (moi m^3	Apport moyen (moi m^3)	Coût KWH Installé (FF)	classe	Délais en année	Date d'étude
1	GM	101A	C	COGON	TIOPO 150	120	590	510	3300	2820	250	115	296F	MACRO	5	1982
2	GM	101B	D	COGON	GUILDE	36		156	1930	1950	1560	115	159F	MACRO		1982
3	GM	101C	E	COGON	COGON	20		83	1000	1290	830	115				1982
4	GM	102	A	TINGUILINTA	TINGUILINTA	25		100	2820	2500	2000	115	000F	MINI		1980
5	GM	102A	A	TINGUILINTA	BELIDIMA	13	71	5536	900	1250	1100	115	050 F	MINI	3	1980
6	GM	103	A	KELELOUMA	KOUTOUYA	9		36	620	650	450		000	MINI		
7	GM	104	A	FATALA	KAKARA	7		29	5500	290	640		000	MINI		1982
8	GM	105	B	FATALA	KAKARA	15		59	2550	210	35		000	MINI		1982
9	GM	105A	C	FATALA	KORAFINDI	100	550	405	3650	2100	2460	4555	337	MACRO	5	1980
10	GM	106	A	FATALA	FATALA	2		439	2120	0	130		000	MICRO		1980
11	GM	106A	B	FATALA	FATALA	11		33043	2300	210	310		000	MINI	3	1980
12	GM	107	A	FATALA	DIOLOLYALABE	80	39	330	180040	1800	1550	2140	000	MINI		
13	GM	108	A	BATAFON	BATAFON	1.5		6	130		30		000	MICRO	2	1980
14	GM	109	A	YOPLARE	YOLARE	2		8	65		90		000	MICRO	2	1980
15	GM	110	A	KAMBO	FANSIYA	18	96	80	140	105	70		039	MINI		1980
16	GM	111	A	WOKORÉ	KONKOURÉ	1		3	65	90	80		000	MICRO		1980
17	GM	112	A	KOFIOU	KOFIOU	0.5		1	180	70	50		000	MICRO		1980
18	GM	113	A	KITOUNI	KITOUNI	1		3	750	120	100			MICRO		1980
19	GM	114	A	KILISSI	KILISSI	6		25	400	700	500		000	MINI		1980
20	GM	115	A	SANTA	SANTA	4		17	10800	300	250			MINI		1980
21	GM	116	A	KONKOURÉ	SOUAPITI	750	3667	3500	16	17000	9000	11605	1008	MACRO	6	1978
22	GM	117	A	KONKOURÉ	AMARIA100	366		2450	20	16500	10000	19016	835	MACRO	6	1979
23	GM	117	B	KONKOURÉ	AMARIA80	300		400	16200	7680	12000	19016	538	MACRO	6	1979
24	GM	117	C	KONKOURÉ	AMARIA50	120.		440	16200	1920	12000	19016	405	MACRO	6	1979
25	GM	117	DA	KONKOURÉ	KEITA	80	410	410				19016	082	MACRO	4	1984
26	GM	118	A	SOUKOUDOUKOURA	SOUKOUDOUKOURA	45	100	140		340	280		155	MACRO	5	194
27	GM	119	A	DABOYA		2.5	7.3	7.3			51		017	MICRO	3	1984
						2265.5	3971.6	10305.3	7500							

ÉVALUATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE (GWh)
MOYENNE GUINÉE

n° ordre	Région	ID Code du site	Ref Variante	Nom cours d'eau	Nom du site	Puissance installée (KW)	Énergie annuelle moyenne (GWh	Énergie annuelle garantie (GWh)	Superf. bassin versant (km2)	Volume retenu (moi m3)	Volume regular (moi m3)	Apport moyen (moi m3)	Coût KWH installé (FF)	Classe	Détails en année	Dates d'études
28	MG	1A	A	KOKOULO	FOULASSO D	1,9	5,7	4,2	140	99	145	84	039F	micro	1	
29	MG	1A	B	KOKOULO	FOULASSO E	2,5	7,6	5,5	140	107	145	100	040F	micro	1	
30	MG	1B	A	KOKOULO	KOKOULO PONT B	2,8	8,6	5,8	397	84,5	84,5	397	044F	micro	1	
31	MG	4,5	A	KOURENIAKI	KOKOU FOULBE	4,9	19,2	14,3	1404	450	284	353	077F	micro	1	
32	MG	5A	A	DOMBELE	DIONFO C	1,4	4,4	2,5	280	174	152	168	033F	micro	1	
33	MG	5A	B	DOMBELE	DIONFO D	1,3	4,1	2,1		140		168	026F	micro	1	
34	MG	5B	A	DOMBELE	GAYA D	0,6	2	1,2	463	94,6		278	025F	micro	1	
35	MG	5B	B	DOMBELE	GAYA A	0,8	2,6	1,6	463	94,6		278	029F	micro	1	1980
36	MG	5B	C	DOMBELE	GAYA B	2,7	8,2	3,8	43	662	225	278	067F	micro	1	1980
37	MG	59	A	MONGO	MONGO II	3,7	14,5	10	345	125	189	237	051F	micro	1	1980
38	MG	25	A	KOKOULO	BOWEL	19,2	76,2	58,7	1210	65	722	1019	151F	4	1	1980
39	MG	26	A	KOKOULO	BONKON	14,3	55	47,1	1290	119	792	1082	062F	mini	4	1980
40	MG	27	A	KOKOULO	OUMBA	23,9	93,3	76,3	1430	275	968	1208	080F	mini	4	1980
41	MG	28	A	KOKOULO	BOMA	28,9	112,9	107,8	1610	540	1179	1356	118F	mini	4	1980
42	MG	6	A	SALA	NATIBALI A	34,2	100	49,6	329	131,5	171	284	058F	mini	4	1980
43	MG	6	B	SALA	NATIBALI B	42,3	132,4	57,9	329	180,2	171	284	067F	mini	4	1980
44	MG	19	A	KAKRIMA	KAKRIMA I	11,1	43,4	36,4	1670	173	962	1418	046F	mini	3	1980
45	MG	21	A	KAKRIMA	KAKRIMA II	15,1	58,8	53	2530	700	1473	2170	038F	mini	4	1980
46	MG	22	A	KAKRIMA	KAKRIMA II	27,1	105,9	94,5	2980	750	1962	2558	069F	mini	4	1980
47	MG	23	A	KAKRIMA	KAKRIMA IV	25,1	98,1	83,9	3300	265	2141	2822	039F	mini	4	1980
48	MG	17	A	KONKOURE	HOUHOU	21,3	83,2	67,5	2170	940	769	962	120F	mini	4	1980
49	MG	30	A	TIRI	TIRI-DOKORA	53,3	139,9	67,5	438	226		262	398F	macro	5	1980
50	MG	32	A	KOMBA	KOUMAFELE	37,6	97,8	83,3	1940	16	1019	1132	083F	mini	4	1980
51	MG	33	A	KOMBA	SITA	9,8	38	29,4	2040	142	1075	1195	039F	mini	2	1980
52	MG	8	A	OUSSEGUEL	OUSSEGUEL C	28,7	154	102,7	630	304	315	416	088F	mini	4	1980
53	MG	34	A	KOROR	KORORO	23,1	60	44,66	160	82	95	107	256F	mini	4	
54	MG	9	A	DANTALA	MABATOU B	13,9	52,4	41,6	1310	625	631	732	084F	mini	3	
55	MG	10	A	KOMBA	GAOUL C	49,3	233,1	139,7	6285	1530	2365	3217	173F	mini	4	
56	MG	35	A	TOMINE	KOKOYA	23,2	90,6	55,8	688	785	710	788	199F	mini	4	
57	MG	11B	A	DIMMA	TIOURI C	10,2	55,4	34,4	243	106,6	148	221	068F	mini	3	
58	MG	11A	A	DIMMA	DERIBERE C	14,5	55,8	42,7	362	218	284	319	267F	mini	3	
59	MG	36	A	GAMBIE	KINSI	5,9	23	15,8	415	168	255	347	207F	mini	2	
60	MG	37	A	GAMBIE	BADALA	29,2	114,1	108,5	1250	1440	732	814	305F	mini	4	

ÉVALUATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE (GWh)
MOYENNE GUINÉE

n° ordre	Région	ID Code du site	Ref Variante	Nom cours d'eau	Nom du site	Puissance installée (KW)	Énergie annuelle moyenne (GWh	Énergie annuelle garantie (GWh)	Superf. bassin versant (km2)	Volume retenu (moi m3)	Volume regular (moi m3)	Apport moyen (moi m3)	Coût KWH installé (FF)	Classe	Détails en année	Dates d'études
61	MG	38	A	GAMBIE	TALATA	29	113.4	101.7	1520	864	834	930	241F	MINI	4	
62	MG	40	A	OUNDOU	KOUKOUKOME	21.6	84.4	57.9	1430	830	691	769	162F	MINI	4	
63	MG	41	B	OUNDOU	KANDIALA	16.6	61.6	55.5	1600	260	747	835	129F	MINI	4	
64	MG	43	A	LITTI	MONOGNAMA	6	23.5	20	560	171	249	312	160F	MINI	2	
65	MG	44	A	LITTI	KANKAKOURE	36	93.6	52.5	1030	130	407	517	113F	MINI	4	
66	MG	47	A	BAFING	NIAGARA	9.2	36	23.2	2400	380	334	489	156F	MINI	2	
67	MG	49	A	DOMBELE	DOUMBELE	8.4	21.8	15.1	148	129	81	88	128 F	MINI	2	
68	MG	50	A	TENE	TENE II	30	117.3	85.6	3500	52	1375	1872	067 F	MINI	4	
69	MG	55	A	PENCELLI	KABA	12.4	48.5	37	450	310	571	312	095 F	MINI	3	
70	MG	58	A	MONGO	MONGO I	15.8	41	29.4	200	165	110	139	064 F	MINI	4	
71	MG	60	C	MONGO	MONGO II	20.3	52.8	33.6	360	24.4	214	246	068 F	MINI	4	1980
72	MG	12	A	LITTI	KOULI A	15.4	66.4	31	136	35		95	052 F	MINI	4	
73	MG	12	A	LITTI	KOULI B	29.8	68.7	59.6	136	127	85	95	094 F	MINI	4	
74	MG	12	A	LITTI	KOULI C	33.6	70.7	65.5	136	224		95	128 F	MINI	4	1978
75	MG	24	A	MITTI	NAKOUNDE	83.9	218.1	162.8	260	270	236	265	202 F	macro	5	1980
76	MG	20	A	FETORE	FETORE II	123.8	321.9	232.4	507	455	448	499	153 F	macro	6	1980
77	MG	29	A	KOMBA	KOURAVEL I	134.6	349.9	239.4	1040	620	710	788	269 F	macro	6	
78	MG	4	A	TOMINE	FELLO SOUNGA	63.1	220	170	2500	1725	2270	2696	247 F	macro	5	
79	MG	39	A	GAMBIE	DIGAN	93.3	242.5	184.3	1700	337	924	1028	216 F	macro	5	
80	MG	42	A	GAMBIE	KOUYA B	85.5	334.3	314.5	3800	4274	1735	2037	522 F	macro		
81	MG	13	A	GAMBIE	MADINA KOUTA	67	259	174	6730	2440	2318	2867	148 F	macro	5	
82	MG	48	B	TENE	TENE II	76.4	198.6	128.5	1600	1230	848	943	122 F	macro	5	1980
83	MG	52	A	DOUNDOUKO	NETERE	70.6	183.6	116.6	236	262	139	173	107 F	macro	5	1980
84	MG	53	A	DOUNDOUKO	DOUNDOUKO A	127.3	331	248.6	300	71	1160	218	225 F	macro	6	1980
85	MG	53	A	DOUNDOUKO	DOUNDOUKO B	64.4	167.5	119.5	300	71	173	218	102 F	macro	5	1980
86	MG	54	A	MAMOU	LAFOU A	98.2	255.3	210.2	450	342	258	325	161 F	macro	5	1980
87	MG	56	A	KABA	KABA A	135	527.8	467	3030	1652	2753	1816	205 F	macro	6	1980
88	MG	54	A	KABA	KABA B	116.3	462.5	409.2	3030	1652		1816	093 F	macro	5	1980
89	MG	57	A	LOLO	BAMAFELE	58	150.8	108.4	288	200	173	218	344 F	macro	5	1980
90	MG	7	A	KOKOULO	GRAND KINKON	291.4	655.6	493	726	454	602	675	637 F	macro	6	1980
91	MG	18	A	KAKRIMA	BONKONDIARA	173.6	451.3	315.1	1020	988	710	823	487 F	macro	6	1980
92	MG	16	A	KONKOURE	SANGOYA	249.9	655.9	581.4	1200	1300	959	1067	357 F	macro	6	1980
93	MG	46	A	BAFING	BALASSA	180.9	470.3	401	1710	1265	987	1098	171 F	macro	6	1980
94	MG	14	A	BAFING	KOUKOUTAMBA	290.9	858	507	10600	3600	4257	5708	440 F	macro	6	1980
95	MG	51	A	BAFING	DIAOYA	148.6	581	389.4	12800	600	4370	6578	332 F	macro	6	1980
96	MG	15	A	BAFING	BOUREYA C	160.6	717.4	455.2	14750	5500	5832	7262	373 F	macro	6	1980
						3753.2	11663.2	8644.86			120467					

ÉVALUATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE (GWh)
GUINÉE FORESTIÈRE

n° ordre	Région	ID Code du site	Ref Variante	Nom cours d'eau	Nom du site	Puissance installée (KW)	Énergie annuelle moyenne (GWh	Énergie annuelle garantie (GWh)	Superf. bassin versant (km2)	Volume retenu (moi m3)	Volume regular (moi m3)	Apport moyen (moi m3)	Coût KWH installé (FF)	Classe	Détails en année	Dates d'études
133	GF	17	A	MAKONA	SINGEAGA A	6	41.2	26.3	1250	163	460	1455	7617 F	micro	4	1982
134	GF	17		MAKONA	SINGEAGA B	12		48.2								1982
135	GF	17		MAKONA	SINGEAGA C	18		78								1982
136	GF	20		DIANI		10		39.5								
137	GF	20		DIANI		28		114								
138	GF	20		DIANI		48		210								
139	GF	27		DIANI		20		79								
140	GF	27		DIANI		32		130								
141	GF	27		DIANI		48		200								
142	GF	1		MAFISSA		12		50								
143	GF	7		DOFFE		10		40								
144	GF	14		MAKONA		14		55								
145	GF	8		OUAOU		7		30								
146	GF	11		BOYA		10		40								
147	GF			MAKONA		4		18								
148	GF			MAKONA		12		60								
149	GF			OUIN OUIN		1.8		3.9								
150	GF				NONGOA A	8										
151	GF				NONGOA B	4.5										
152	GF			BINDI		4.5										
153	GF				KONSANKORO	3.6										
154	GF				KONSANKORO	3.6										
155	GF				KONSANKORO	2										
156	GF				KONSANKORO	2										
Sous total GF						321	41.2	1221.9	1250							

ÉVALUATION DU POTENTIEL HYDROÉLECTRIQUE (GWh)
HAUTE GUINÉE

n° ordre	Région	ID Code du site	Ref Variante	Nom cours d'eau	Nom du site	Puissance installée (KW)	Énergie annuelle moyenne (GWh	Énergie annuelle garantie (GWh)	Superf. bassin versant (km2)	Volume retenu (moi m3)	Volume regular (moi m3)	Apport moyen (moi m3)	Coût KWH installé (FF)	Classe de l'aménagement	Détails en année	Dates d'études
1	HG	51	A	NIGER	NIGER	2,0		9	230	200	150			MICRO	1	1982
2	HG	53	A	BALÉ	BALÉ	4,0		20	700	700	235			MICRO	1	1982
3	HG	54	A	MAFOU	MAFOU	5		20	780	600	400			MICRO	1	1982
4	HG	58	A	KOUYA	KOUYA	4		18	1530	3500	450			MICRO	1	1982
5	HG	55	A	MAFOU	MAFOU	0,5		2	90	70	50			MICRO	1	1982
6	HG	59	A	KONOWA	KONOWA	4		15	70	100	45			MICRO	1	1982
7	HG	60	A	DOUSSOU	DOUSSOU	1		4	200	150	100			MICRO	1	1982
8	HG	63	A	MILO	MILO	5		21	830	200	300			MICRO	1	1982
9	HG	66	A	BAOULEN	BAOULEN	2		7	250	250	140			MICRO	1	1982
10	HG	68	A	TINKISSO	FOUNKIA-	4	17	13,1	760	465	223	411	10425 F	MICRO	3	1982
11	HG	68	B	TINKISSO	FOUNKIA-	5	21,2	17,5	760	703	246	411	10100 F	MICRO	3	1982
12	HG	68	C	TINKISSO	FOUNKIA-	60	25	21	760	1003	252	411	10133 F	MICRO	3	1982
13	HG	68-68a	A	TINKISSO	FOUNKIA-	9,4		67,8					6830 F	MICRO	3	1982
14	HG	68-68a	B	TINKISSO	FOUNKIA-	11,2		78,5					6447 F	MICRO	3	1982
15	HG	68-68a	C	TINKISSO	FOUNKIA-	12,3		84,2					6845 F	MICRO	3	1982
16	HG	71	A	KOUNSILI	KOUNSILI	2		6	760	250	200			MICRO	1	1982
17	HG	72	A	BANIE	BANIE	4		16	50	60	30			MICRO	1	1982
18	HG	76	A	KOULA	KOULA	5		12	650	500	300			MICRO	1	1982
19	HG	52	A	NIGER	LAYA SANDO	9	35	34	1100	1200	730	1040	8155 F	MINI	2	1982
20	HG	57	A	NIANDAN	SIRIA	27	108	105	3300	2300	1300	2550	5130 F	MINI	2	1982
21	HG	61	A	MILO	KÉROUANÉ	45		180	5960	0	0			MINI	1	1982
22	HG	62	A	MILO	FRANCONÉDOU	12	69	44	5580	599	1040	3850	4242 F	MINI	3	1982
23	HG	62	B		FRANCONÉDOU	24	121	88	5580	12222	1640	3850	2758 F	MINI	3	1982
24	HG	62	C	MILO	FRANCONÉDOU	36	173	140	5580	2110	2145	3850	2292 F	MINI	3	1982

n° ordre	Région	ID Code du site	Ref Variante	Nom cours d'eau	Nom du site	Puissance installée (KW)	Énergie annuelle moyenne (GWh	Énergie annuelle garantie (GWh)	Superf. bassin versant (km2)	Volume retenu (moi m3)	Volume regular (moi m3)	Apport moyen (moi m3)	Coût KWH installé (FF)	Classe de l'aménagement	Détails en année	Dates d'études
				MILO	KOGBÉDOU	17			5580				4400 F	MINI	6	1982
25	HG	64-65	A	BAOULEN	KAMARATO	17,5	70	123				1842	3247 F	MINI	2	1982
26	HG	67	A	TINKISSO	KOUROUGNAN	34	136	173	1800	2500	3700	6800	7918 F	MINI	1	1982
27	HG	75	A	DION	MADINA	7		28	18600	1200	900	1260		MICRO	1	1982
28	HG	77	A	GBANALA	DAMARO	6		8	1460	300	170			MICRO	1	1982
29	HG	79	A	BAKOYE	SIRAKORO	7		28	350	1400	700		3797 F	MACRO	3	1982
30	HG	73	A	SANKARANI	MORISANAKO A	36	219	157	18600	1710	2805	10607	2356 F	MACRO	3	1982
31	HG	73	B	SANKARANI	MORISANAKO B	72	374	280	18600	3210	4195	10607	2460 F	MACRO	3	1982
32	HG	73	C	SANKARANI	MORISANAKO C	100	5253	438	18600	5640	5615	10607	1625 F	MACRO	4	1982
33	HG	58	A	NIANDAN	FONI	87	374	320	12470	6435		7695	5041 F	MINI	3	1982
34	HG	78	A	NIGER	DIARAGBÈLA A	22	143	87,6	16500	843	1390	9200	3470 F	MACRO	3	1982
35	HG	78	B	NIGER	DIARAGBÈLA B	40	245	166,4	16500	1566	2270	9200	2460 F	MACRO	3	1982
36	HG	78	C	NIGER	DIARAGBÈLA C	72	400	297,8	16500	2784	3500	9200	7617 F	MICRO	3	
						756,9	3053,2	3126,9	782450							
37	HG			KISSIDOUGOU	NIGER	2		9	230							
38	HG			FARANAH	BALÉ	4		14	700							
39	HG			KISSIDOUGOU	MAFOU	5		20	780							
40	HG			KISSIDOUGOU	KOUYA	0,5		2	90							
41	HG			KANKAN	MAFOU	4		18	1530							
42	HG			KÉROUANÉ	KONOWA	4		15	70							
						19,5		78	3400							

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ÉNERGIE

DIRECTION NATIONALE DE L'ÉNERGIE : *INVENTAIRE DU POTENTIEL DES MICRO-CENTRALES HYDROÉLECTRIQUES* ***(Puissance installéede 10-3500 kw)***

N° ordre	Nom du site	Préfecture	Cours d'eau	Objectif de l'ouvrage	Puissance installée (MW)	Productible annuel (GWh)	Niveau d'études	Partenaires et années d'études	Observations
1	Pike	Dalaba	Pipi	E	0.01	0.06	R		
2	Nila	Pita	Labatou	E	0.01	0.06	R		
3	Tolo	Mamou		E	0.02	0.12	Aménagé		
4	Porou	Mali	Porou	E	0.04	0.24	R		
5	Kassira	Mali	Kassira	E	0.05	0.30	R		
6	Sagalé	Lélouma	Tominé	E	0.06	0.36	R		
7	Lalia	Pita	Bambéta	E	0.06	0.36	R		
8	Konkouré	Mamou	Konkouré	E	0.07	0.42	R		
9	Gountou	Tougué	Bountouwol	E	0.08	0.48	R		
10	Nimbéli	Koubia	Koela	E	0.08	0.48	R		
11	Kolossi	Mali	Lakata	E	0.10	0.60	R		
12	Tialakoun	Labé	Tialakoun	E	0.10	0.37	E.S	ONUDI	
13	Semo	Gaoul	Dinsi	E	0.11	0.60	R		
14	Dougountouny	Mali	Soussoura	E	0.11	0.69	R		
15	Dima	Koubia	Babala	E	0.12	0.71	R		
16	Bantako	Dinguiraye	Bafing	E	0.12	0.70	R		
17	Douyebe	Labé	Sala	E.I.A	0.14	0.25	R		
18	Leyholo	Lélouma	Goumbourou	E	0.15	0.39	R		
19	Doghol Seleyabe	Labé	Petedji	E	0.18	0.84	R		
20	Sounsoure	Lélouma	Kororo	E	0.20	0.60	R		
21	Dembaya	Lélouma	Tele	E	0.20	0.60	R		
22	Barga	Mali	Maroya	E	0.20	1.21	R		
23	Leydoghora	Labé	Doghora	E	0.21	1.26	R		

N°ordre	Nom du site	Préfecture	Cours d'eau	Objectif de l'ouvrage	Puissance installée (MW)	Productible annuel (GWh)	Niveau d'études	Partenaires et années d'études	Observations
24	Solon	Gaoul	Solon	E	0.22	1.32	R		
25	Balaya	Lélouma	Gouba	E	0.23	1.38	R		
26	Wossogo	Lélouma	Kassa	E	0.23	1.32	Aménagé		
27	Bomboly	Pia	Wouriwol	E	0.26	1.56	R		
28	Netere	Pita	Vinke	E	0.26	1.56	R		
29	Watagala	Dinguiraye		E	0.28	1.56	R		
30	Kounda	Mali	Kambara	E	0.30	1.80	R		
31	Sareyangoya	Mali	Salan	E	0.30	1.80	R		
32	Loukouta	Pita	Loukouta	E	0.30	1.80	R		
33	Ninguélandé	Pta	Loupoumawol	E	0.32	1.92	R		
34	Yandi	Mali	Lengué	E	0.40	2.40	R		
35	Madiana Kouta	Mali	Kanta	E	0.40	2.40	E		
36	Touwelgnama	Mali	Kiberi	E	0.40	2.40	R		
37	Saran	Gaoual	Kountama	E	0.40	2.40	R		
38	Nérééé	Pita	Niélewol	E	0.40	2.40	R		
39	Madina Bourouwal	Lélouma	Safou	E	0.40	2.40	R		
40	Sorybafinya	Dinguiraye	Kotomory	E	0.46	3.00	R		
41	Kassogo	Lélouma	Kassigo	E	0.50	3.00	R		
42	Dokora	Lélouma	Dokora	E	0.50	3.00	R		
43	Bomboly	Pita	Oury	E	0.67	4.70	R.S	EGUIBEL	
44	Kaléa	Gaoual	Kountama	E	0.70	4.20	R		
45	N'Diré	Koubia	Coya	E	0.70	4.20	R		
46	Gaya	Labé	Dombélé	E	0.80	4.20	R		
47	Oundou	Koundara	Oundou	E	0.90	5.40	R		
48	Gaya	Mali	Tanto	E	0.90	5.40	R		
49	Sopira	Mali	Koumba	E	0.96	5.76	R		
50	Naupi	Koubia	Nauppi	E	1.00	5.76	R		
51	Bagata	Tougué	Kioma	E	1.10	4.40	R		
52	Diofo	Labé	Dombélé	E	1.40	4.40	R		
53	Dounkimagna	Dalaba		E	0.40	2.10	R	POLYTECNA	
					18.51	104.00			

MOYENNE GUINÉE

INVENTAIRE DU POTENTIEL DES MICROCENTRALES HYDROÉLECTRIQUE (puissance installée 10-3500 KW)
DE LA GUINÉE MARITIME

N d'ordre	Nom du site	Préfecture	Cours d'eau	Objectif	Puissance (MW)	Productible annuel (GWh)	Niveau d'étude	Partenaires et année d'études	Observation
54	Kansagui	Télémélé	Soukin	E	0.02	0.12	R	SNH	
55	Djoundé	Boké	Bouroundou	E	0.03	0.18	R	SNH	
56	Taménomia	Télémélé		E	0.03	0.75	R	MCHE	
57	Kilissi I	Kindia	Takouré	E	0.05	1.24	Aménagé	CORÉE NORD	
58	Kilissi II	Kindia	Takouré	E	0.05	0.90	Aménagé	CORÉE NORD	
59	Bssérè	Télémélé	Batadou	E	0.05	0.36	R	MCHE	
60	Gouba	Télémélé	Doutou	E	0.12	0.60	R	SNH	
61	Lopi	Télémélé	Sikali	E	0.10	0.60	R	SNH	
62	Tabouna	Kindia	Santa	E	0.20	1.20	R	CB	
63	Koba	Boffa		E	0.28	0.18	R	SNH	
64	Kaffima pont	Télémélé	Kaffima	E	0.30	1.80	R	MCHE	
65	Kamba	Forékaria	Kouliyéré	E	0.30	1.08	R		
66	Santa	Forékaria	Koffiou	E	0.50	1	R	CB	
67	Goléya	Kindia	Sogui Sogui	E	0.10	0.60	R	SNH	
68	Gougoujyè	Télémélé	Kaffima	E	0.20	1.20	R	MCHE	
69	Souligui	Télémélé	Samako	E	0.48	1.00	P.E	MCHE/CORÉE	
70	moussaya	Forékaria		E	0.50	1.20	R	MCHE	
71	Bomdabon	Dubréka	Bomdabon	E	0.60	1.6-2.65	R	MCHE	
72	Soumba	Dubréka	Bomdabon	E	1.00	2.75	R	MCHE	
73	Sandénia	Forékaria	Mélikouré	E	1.00	3.0	E.S	MCHE	
74	Santiguiya	Kindia	Kittoumi	E	1.00	3.00	R	CB	
75	Kili	Forékaria		E	1.20	2.50	R	MCHE	
76	Samaya	Koya		E	1.50	3.00	E.S	MCHE	
Bagayakhoi	Kindia	Foro		E	1.5-3.75	3.50-6.55	APD	CRG (ITALIE)	
78	Wawa	Kindia	Wawa	E	1.50	3.45	R	CRÉE	
79	Niabéli	Télémélé	Batabou	E	1.50	3.50	R	MCHE	
80	Niabéli	Télémélé	Batabou	E	1.50	6.00	R	CB	
81	Péra	Télémélé	Fatala	E	1.50	5.75	R	CB	
					15.61	47.68			

INVENTAIRE DU POTENTIEL DES MICROCENTRALES HYDROÉLECTRIQUE (puissance installée 10-3500 KW)
DE LA HAUTE GUINÉE

N d'ordre	Nom du site	Préfecture	Cours d'eau	Objectif	Puissance (MW)	Productible annuel (GWh)	Niveau d'étude	Partenaires et année d'études	Observation
82	Para Marella	Faranah	Mongo		0.02	0.14		R	
83	Nyénomia	Faranah	Tomboleh		0.03	0.18		R	
84	Dabadou	Kérouané	Konoa		0.05	0.30		R	
85	Boka	Dabola	Bendougou		0.09	0.53		R	
86	Kassadou	Kérouané	Lénko		0.11	0.66		R	
87	Bonka	Dabola	Kondetta		0.11	0.66		R	
88	Bantangou	Diguiraye	Baffing		0.11	0.68		R	
89	Sokoboli	Diguiraye	Wossouwol		0.24	01.68		R	
90	Wantagala	Diguiraye	Kondekoudé		0.28	1.68		R	
91	Kankaya	Dabola	Banin		0.24	1.44		R	
92	Foula	Dabola	Tinguisso		0.31	1.86		APD	
93	Chutes tinguisso	Dabola	Tinguisso		0.31	1.86		Aménagé	
94	Kobedougou	Kankan	Milo		0.36	2.16		I	
95	Soribafinya	Diguiraye	Kotomori		0.46	2.16		R	
96	Yékérédou	Kissidou	Mafou		0.50	2		R	
100	Nounkardougou	Kérouné	Oussou		1	4		ES	
					4.22	22.35			

INVENTAIRE DU POTENTIEL DES MICROCENTRALES HYDROÉLECTRIQUE (puissance installée 10-3500 KW)
DE LA GUINÉE FORESTIÈERE

N d'ordre	Nom du site	Préfecture	Cours d'eau	Objectif	Puissance (MW)	Productible annuel (GWh)	Niveau d'étude	Partenaires et année d'études	Observation
101	Tonon	Lola	Gouan		0.01	0.06	R		
102	Souéssou II	Beyla	Souessou		0.01	0.08	R		
103	Nongoa	Guéckédou	Mafissa		0.06	3.00	R		Pas d'étiage
104	Lokoua	N'Zérékoré	Lofa		0.05	0.50	R		
105	Souessou I	Beyla	Souessou		0.08	0.48	R		
106	Kabieta	N'Zérékoré	Huwoya		0.08	0.48	R		
107	Botema	Macenta	Boya		0.08	0.48	R		
108	Sgwoenina	Beyla	Dion		0.12	0.48	R		
109	Guéra	Macenta	Diffé	EI	0.17	1.02	R		
110	Sandia	Guéckédou	Boya		0.25	0.59	R		
111	Djibaya	Macenta	Diégui		0.25	1	R		
112	Diégui	Macenta	Makona		0.30	1.30	R		
113	Koudougou	Beyla	Monsoron	E	0.32	1.92	R		
114	Gounangalaye	N'Zérékoré	Loro		0.34	1	R		
115	Ouin Ouin	Macenta	Loffa		0.37	0.52	R		
116	Gbé	Beyla	Gbé		0.40	1.75	R		
117	Sanfiako	Beyla	Kourayi		0.40	2.94	R		
118	Djibaya	Macenta	Makona		0.50	2	R		
119	Koundou	Guéckédou	Malo		0.04	0.50	R		
120	Ouazemui	Macenta	Makona	EI	0..58	3	R		
121	Sanguédou II	Guéckédou	Malo		0.72	4	R		
122	Sérédou II	Macenta	Vérè	E	0.80	4	R		
123	Sérédou I	Macenta	Labayie	E	0.90	4	R		
124	Tormayi		Mandatta	E	0.96	5.76	R		
125	Nonsoron	Beyla	Lonou	E	0.97	5.82	R		
126	Mongo	Guéckédou	Makona	E	1	5.90	R		
127	Fandougou	Beyla	M'bo	E	1	3	R		
128	Komorodou	Macenta	Mandala	E	1	5	R		
129	M'bo	Beyla	Makona	E	1	4	R		

N d'ordre	Nom du site	Préfecture	Cours d'eau	Objectif	Puissance (MW)	Productible annuel (GWh)	Niveau d'étude	Partenaires et année d'études	Observation
130	Wali	N'Zérékoré	Gékè	E	1	6	R		
131	Mandala	Macenta	Mandala	E	1	5	R		
132	Kèeno	Guéckédou	Makona	E	1.40	3.70	R		
133	Ouin Ouin	Macenta	Loffa	E	1.50	1.50	R		
134	Corssedou	Macenta	Mandala	E	1.50	5.50	R		
135	Bogholèene	Lola	Bogho	E	1.50	3	R		
136	Nyè	Yomou		E	1.5	6.30	R		
					22.35	95.58			
					60.69	269.61			

APPENDICE C :
RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DE L'INDICATEUR D'EFFET SUR L'OCCUPATION DU SOL PAR OPTION

RÉSULTATS DES CALCULS DE L'INDICATEUR D'EFFET

Option	Proportion des filières dans chaque option	Sites retenus	Production en GWh	Unité occupation sol km²/GWh	Superficies touchées en km²					
					Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture type 1	Agriculture type 2	Agriculture type 3
Opt.1	Hydro. avec réservoir (14%)	Guildé	300	0.2	0	50.2687	21.8112	0	3.8861	0
		Daboya :	7.3	0.2	0	0	0	0	0	1.9097
		Korafindi :	550	0.2	0	47.7057	26.3396	0	68.989	0
	Lignes électriques	ns	ns	ns	1.2356	1.7421	1.7421	0.3369	4.6677	2.2124
	routes d'accès	ns	ns	ns	0	0.1539	0.0386	0	0	0.0616
				Sous total	**1.2356**	**99.8704**	**49.9315**	**0.3369**	**77.5428**	**4.1837**
	Thermique (4%)	Ville de Coyah : 50% :	122.36	0.0002	0	0	0	0.0314	0	0
		Ville de Télimélé: 50%	122.36	0.0002	0	0	0	0	0.0314	0
				Sous total	**0**	**0**	**0**	**0.0314**	**0.0314**	**0**
	Éolienne (1%)	Benty :24%	14.683	0.125	0	0	0	2.3765	0	0
		Tougnifily 33%	20.189	0.125	0	0.7479	0.0006	2.3907	0	0
		Koba tatéma 43%	26.307	0.125	0	0	0	4.5207	0	0
				Sous total	**0**	**0.7479**	**0.0006**	**9.2879**	**0**	**0**
	Photovoltaïque (1%)	Dabiss :20%	12.236	0.055	0	0	0	0	0.8818	0
		Missira :35%	21.413	0.055	0	0	1.5383	0	0	0
		Tanéné :45%	27.531	0.055	0	1.9591	0	0	0	0
				Sous total	**0**	**1.9591**	**1.5383**	**0**	**0.8818**	**0**
Opt.2	Hydro. avec réservoir (44%)	Tiopo:	590	0.2	0	76.8271	2.7536	0	70.9397	0
		Guildé :	300	0.2	0	50.2687	21.8112	0	3.8861	0
		Korafindi :	550	0.2	0	47.7057	26.3396	0	68.9890	0
		30%Fomi :	112	0.2	0	0	29.12	0	0	

Option	Proportion des filières dans chaque option	Sites retenus	Production en GWh	Unité occupation sol km²/GWh	Superficies touchées en km²					
					Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture type 1	Agriculture type 2	Agriculture type 3
		Soukou-doukoura :	190	0.2	0	23.6995	0	0	0	25.7827
		Amaria 60 :	440	0.2	0	5.5817	0	0	0	108.5720
		35 % Oussegel :	55	0.2	0	14.3	0	0	0	0
		Diolol-Yllabé :	390	0.2	0	14.1217	0	0	87.1634	0
	Lignes élect.riques				1.5985	11.3639	2.4439	1.4876	6.7918	3.6618
	routes d'accès				0	0.1595	0.3609	0	0.1217	0.1144
				Sous total	**1.5985**	**244.0278**	**82.8292**	**1.4876**	**237.8917**	**138.1309**
	Hydo au fil de l'eau (6%)	Kaléta :	410	0.004	**0**	**0**	**0**	**0**	**2.1109**	**0**
	Thermique (35%)	Boké (30%) : 642.39 Gwh	642.39	0.0002	0	0	0	0	0.1660	0
		Boffa (10%)	214.13	0.0002	0	0.0530	0	0	0	0
		Kamsar (15%)	321.2	0.0002	0	0.0803	0	0	0	0
		Sangaredi (15%)	321.2	0.0002	0	0.0804	0	0	0	0
		Fria (20%)	428.26	0.0002	0	0	0	0	0	0.1134
		Coyah (10%)	214.13	0.0002	0	0	0	0.0531	0	0
				Sous total	**0**	**0.2137**	**0**	**0.0531**	**0.166**	**0.1134**
	Éolienne (3%)	Benty :24% (44 Gwh)	44.05	0.125	0	0	0	7.1581	0	0
		Tougnifily 33%	60.568	0.125	1.6116	2.7568	0.4220	5.0457	0	0
		Koba tatéma 43%	78.922	0.125	0	0	0	12.8103	0	0
				Sous total	**1.6116**	**2.7568**	**0.422**	**25.0141**	**0**	**0**
	Photovoltaïque (7%)	Dabis (20%) : 85.65 Gwh	85.652	0.055	0	0	0	0	6.1534	0
		Missira (25%)	107.07	0.055	0	0	7.6397	0	0	0
		Madina-oula (10%)	42.826	0.055	0	3.0769	0	0	0	0
		Sogolon (15%)	64.239	0.055	0	4.5915	0	0	0.0005	0.0040

Option	Proportion des filières dans chaque option	Sites retenus	Production en GWh	Unité occupation sol km²/GWh	Superficies touchées en km²					
					Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture type 1	Agriculture type 2	Agriculture type 3
		Bourouwai (15%)	64.239	0.055	0	4.5967	0	0	0	0
		Tanéné (Boké) (15%)	64.239	0.055	0	4.3373	0.2588	0	0	0
				Sous total	**0**	**16.6024**	**7.8985**	**0**	**6.1539**	**0.004**
Opt.3	Hydro. avec réservoir (63%)	Souapiti :	3520	0.2	0	634.5852	63.1650	0	0	217.2721
		Guildé :	300	0.2	0	50.2298	21.7715	0	3.8742	0
		Beldima :	71	0.2	0	18.3863	0	0	0	0
	Lignes électriques				1.3119	10.9304	3.1827	0.4067	7.6329	3.8446
	routes d'accès				0	0.0512	0.0145	0	0.0095	0.2196
				Sous total	**1.3119**	**714.1829**	**88.1337**	**0.4067**	**11.5166**	**221.3363**
	Hydo au fil de l'eau (7%)	KALETA :	410	0.004	0	0	0	0	2.1109	0
		Fatala :	20	0.004	0	0	0	0	0.104	0
				Sous total	**0**	**0**	**0**	**0**	**2.2149**	**0**
	Thermique (8%)	Boké (25%) : 122,36 Gwh	122.36	0.0002	0	0	0	0	0.0314	0
		Kamsar (15%)	73.416	0.0002	0	0.0201	0	0	0	0
		Coyah (15%)	73.416	0.0002	0	0	0	0.0201	0	0
		Sangaredi (20%)	97.888	0.0002	0	0.0254	0	0	0	0
		Fria (25%)	122.36	0.0002	0	0	0	0	0	0.0314
				Sous total	**0**	**0.0455**	**0**	**0.0201**	**0.0314**	**0.0314**
	Éolienne (2%)	Benty :24% : 29,36 Gwh	29.366	0.125	0	0	0	4.7495	0	0
		Tougnifily 33%	40.379	0.125	0.6273	1.9332	0.1549	3.8851	0	0
		Koba tatéma 43%	52.615	0.125	0	0	0	8.5472	0	0
				Sous total	**0.6273**	**1.9332**	**0.1549**	**17.1818**	**0**	**0**
	Photovoltaïque (3%)	Dabis (20%) : 36,7 Gwh	36.708	0.055	0	0	0	0	2.5994	0

Option	Proportion des filières dans chaque option	Sites retenus	Production en GWh	Unité occupation sol km²/GWh	Superficies touchées en km²					
					Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture type 1	Agriculture type 2	Agriculture type 3
		Koba (10%)	18.354	0.055	0	1.2358	0.0906	0	0	0
		Madina-oula (15%)	27.531	0.055	0	1.9591	0	0	0	0
		Sogolon (20%)	36.708	0.055	0	2.5995	0	0	0	0
		Forecriah (15%)	27.531	0.055	0	1.9592	0	0	0	0
		Tanéné (Boké) (20%)	36.708	0.055	0	2.5995	0	0	0	0
				Sous total	**0**	**10.3531**	**0.0906**	**0**	**2.5994**	**0**
Opt.4	Hydro. avec réservoir (84%)	Soukou-Doukourha	190	0.2	0	23.6995	0	0	0	25.7827
		Tiopo C :	590	0.2	0	76.8271	2.7536	0	70.9397	0
		Guildé :	300	0.2	0.0762	51.3316	21.7939	0	3.8742	0
		*Amaria 60 :	440	0.2	0	5.5817	0	0	0	108.5720
		Diolol-yalbé C:	450	0.2	0	18.0356	0	0	98.7883	0
		*Belidima:	71	0.2	0	18.3863	0	0	0	0
		Souapiti :	3520	0.2	0	634.5852	63.1650	0	0	217.2721
	Lignes élect.riques				1.6578	12.9258	3.1481	1.4552	9.0109	5.3833
	routes d'accès				0	0.1595	0.3609	0	0.1217	0.2196
				Sous total	**1.734**	**841.5323**	**91.2215**	**1.4552**	**182.7348**	**357.2297**
	Hydo au fil de l'eau (6%)	Kaleta :	410	0.004	**0**	**0**	**0**	**0**	**2.1109**	**0**
	Thermique (3%)	Boké : 20 % : 36,7 Gwh	36.708	0.0002	0	0	0	0	0.0113	0
		Fria : 44 %	80.758	0.0002	0	0	0	0	0	0.0201
		Kamsar : 36 %	66.074	0.0002	0	0.0154	0	0	0	0
				Sous total	**0**	**0.0154**	**0**	**0**	**0.0113**	**0.0201**
	Éolienne (1%)	Benty :58% : 35,48 Gwh	35.484	0.125	0	0	0	5.7215	0	0
		Tougnifily 42%	25.696	0.125	0	0	2.9516	0	0	0

Option	Proportion des filières dans chaque option	Sites retenus	Production en GWh	Unité occupation sol km²/GWh	Superficies touchées en km²					
					Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture type 1	Agriculture type 2	Agriculture type 3
				Sous total	**0**	**0**	**2.9516**	**5.7215**	**0**	**0**
	Photovoltaïque (2%)	Missira : 67%	81.981	0.055	0	0	5.8923	0	0	0
		Dabiss :33 %	40.379	0.055	0	0	0	0	2.8932	0
				Sous total	**0**	**0**	**5.8923**	**0**	**2.8932**	**0**
Opt.5	Hydro. avec réservoir (58%)	Soukou-Doukourha	190	0.2	0	23.6995	0	0	0	25.7827
		Tiopo C :	590	0.2	0	76.8271	2.7536	0	70.9397	0
		Guildé :	300	0.2	0.0762	51.3316	21.7939	0	3.8742	0
		Amaria 80 :	1400	0.2	0	0	0	0	0	286.3921
		Diolol-yalbé C:	450	0.2	0	18.0356	0	0	98.7883	0
		Korafindi :	550	0.2	0	124.7925	26.3396	0	68.9890	0
		Belidima:	71	0.2	0	18.3863	0	0	0	0
	Lignes électriques				0.7851	8.6312	2.0788	1.1236	6.0136	2.4427
	routes d'accès				0	0.1595	0.3609	0	0.1217	0.1144
				Sous total	**0.8613**	**321.8633**	**53.3268**	**1.1236**	**248.7265**	**314.7319**
	Hydo au fil de l'eau (2%)	Fatala	35	0.004	0	0	0	0	0.104	0
		Foro :	5	0.004	0	0	0	0	0.026	0
		Batafon :	6	0.004	0	0	0	0	0.0312	0
		Santa:	17	0.004	0	0.0907	0	0	0	0
		Kelelouma :	36	0.004	0	0	0	0	0.1872	0
		Malikore :	3	0.004	0	0	0	0	0.0156	0
		Yoplare :	8	0.004	0	0	0	0	0.0416	0
		Daboya :	7.3	0.004	0	0	0	0	0	0.0380
		Wawa :	3.45	0.004	0	0	0	0	0.01794	0
		Klissi :								

Option	Proportion des filières dans chaque option	Sites retenus	Production en GWh	Unité occupation sol km^2/GWh	Superficies touchées en km^2					
					Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture type 1	Agriculture type 2	Agriculture type 3
			25	0.004	0	0	0	0	0.13	0
				Sous total	**0**	**0.0907**	**0**	**0**	**0.55354**	**0.038**
	Thermique (20%)	Boké : 16 % : 195,77 Gwh	195.78	0.0002	0	0	0	0	0.0530	0
		Boffa : 39 %	477.2	0.0002	0	0.1255	0	0	0	0
		Fria : 15 %	183.54	0.0002	0	0	0	0	0	0.0452
		Moussayah : 20 %	244.72	0.0002	0	0	0	0	0	0.0615
		Kamsar : 10 %	122.36	0.0002	0	0.0314	0	0	0	0
				Sous total	**0**	**0.1569**	**0**	**0**	**0.053**	**0.1067**
	Éolienne (3%)	Benty :23% : 42,21 Gwh	42.214	0.125	0	0	0	6.8764	0	0
		Tougnifily 35%	64.239	0.125	1.7991	2.8787	0.4753	5.2467	0	0
		Koba Tatéma 42%	77.087	0.125	0	0	0	12.5576	0	0
					1.7991	**2.8787**	**0.4753**	**24.6807**	**0**	**0**
	Photovoltaïque (7%)	Télimélé: 62% :256,52 Gwh	265.52	0.055	0	0	0	0	18.9985	0
		Missira : 22%	94.217	0.055	0	0	6.6921	0	0	0
		Dabiss :16 %	68.522	0.055	0	0	0	0	4.9050	0
				Sous total	**0**	**0**	**6.6921**	**0**	**23.9035**	**0**
Opt.6	Hydro. avec réservoir (52%)	Souapiti:	3520	0.2	0	418.2059	42.9658	0	0	201.6864
		Amaria 60	440	0.2	0	5.5817	0	0	0	108.5720
	Lignes électriques.				1.5008	6.5866	1.8456	1.3764	3.3229	4.2819
	routes d'accès				0	0.1868	0	0	0	0.2196
				Sous total	**1.5008**	**430.561**	**44.8114**	**1.3764**	**3.3229**	**314.7599**

Option	Proportion des filières dans chaque option	Sites retenus	Production en GWh	Unité occupation sol km²/GWh	Superficies touchées en km²					
					Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture type 1	Agriculture type 2	Agriculture type 3
	Hydo au fil de l'eau (3%)	Tinguilita :	100	0.004	0	0	0	0	0.52	0
		Koutouya :	36	0.004	0	0	0	0	0.1872	0
		Yolare :	8	0.004	0	0	0	0	0.0416	0
		Kilissi :	25	0.004	0	0	0	0	0.13	0
		Kitouni :	3	0.004	0	0	0	0	0.0156	0
		Daboya :	7.3	0.004	0	0	0	0	0	0.0380
		Fatala :	5	0.004	0	0	0	0	0.026	0
				Sous total	**0**	**0**	**0**	**0**	**0.9204**	**0.038**
	Thermique (15%)	Sangarédi (8%): 73.416Gwh	73.416	0.0002	0	0.0201	0	0	0	0
		Télimélé (24%) :	220.25	0.0002	0	0	0	0	0.0615	0
		Boffa (22%) :	201.89	0.0002	0	0.0530	0	0	0	0
		Boké (46%) :	422.14	0.0002	0	0	0	0	0.1133	0
				Sous total	**0**	**0.0731**	**0**	**0**	**0.1748**	**0**
	Éolienne (6%)	Kanfarandé (16%)	58.733	0.125	0	0	9.5054	0	0	0
		Kamsar (65%)	238.6	0.125	0	1.9623	9.2752	20.7471	6.6832	0
		Kakossa (12%)	44.05	0.125	0	0	0	7.1587	0	0
		Khorira (7%)	25.696	0.125	0	0.8747	3.2773	0	0	0
				Sous total	**0**	**2.837**	**22.0579**	**27.9058**	**6.6832**	**0**
	Photovoltaïque (14%)	Moussaya (32%) :274 Gwh	274.09	0.055	0	0.1583	0	0	0	19.4634
		Sougueta (16%)	137.04	0.055	0	0.8316	0	0	0	9.0038
		Missira (25%)	214.13	0.055	0	0.1673	15.1666	0	0	0
		Madina Oula (11%)	94.217	0.055	0	6.6639	0	0	0	0.0279
		Malapouya (6%)	51.391	0.055	0	0.0234	0	0	3.6391	0

Option	Proportion des filières dans chaque option	Sites retenus	Production en GWh	Unité occupation sol km²/GWh	Superficies touchées en km²					
					Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture type 1	Agriculture type 2	Agriculture type 3
		Koba Tatèma (4%)	34.261	0.055	0	2.1425	0.2887	0	0	0
		Sansalé (6%)	51.391	0.055	0	0	0	3.6615	0	0
				Sous total	**0**	**9.987**	**15.4553**	**3.6615**	**3.6391**	**28.4951**
Opt.7	Hydro. avec réservoir (33%)	Guildé :	300	0.2	0	50.2298	21.7715	0	3.8742	0
		Tiopo C :	590	0.2	0	76.8271	2.7536	0	70.9397	0
		Soukou-Doukoura :	190	0.2	0	23.6995	0.0000	0	0	25.7827
		Koranfindi B :	550	0.2	0	47.7057	26.3396	0	68.9890	0
		Diolol-Yllabe :	390	0.2	0	14.1219	0	0	87.1652	0
	Lignes électriques				0.3461	10.4647	2.4876	1.6933	5.6538	1.8841
	routes d'accès				0	0.15951	0.36088	0	0.12168	0.12558
				Sous total	**0.3461**	**223.20821**	**53.71318**	**1.6933**	**236.74358**	**27.79238**
	Hydo au fil de l'eau (7%)	Kaleta :	410	0.004	0	0	0	0	2.1109	0
		Yolare :	8	0.004	0	0	0	0	0.0416	0
		Kitouni :	3	0.004	0	0	0	0	0.0156	0
		Daboya :	7.3	0.004	0	0	0	0	0	0.0380
				Sous total	**0**	**0**	**0**	**0**	**2.1681**	**0.038**
	Thermique (10%)	Fria (32%) :195,776 Gwh	195.78	0.0002	0	0	0	0	0	0.0531
		Télimélé (18%)	110.12	0.0002	0	0	0	0	0.0314	0
		Coya (21%)	128.48	0.0002	0	0	0	0.0314	0	0
		Boffa (15%)	91.77	0.0002	0	0.0254	0	0	0	0
		Sangarédi (14%)	85.652	0.0002	0	0.0201	0	0	0	0
				Sous total	**0**	**0.0455**	**0**	**0.0314**	**0.0314**	**0.0531**
	Éolienne (2%)	Kanfarandé (16%) :19,57Gwh	19.578	0.125	0	0	3.2026	0	0	0

Option	Proportion des filières dans chaque option	Sites retenus	Production en GWh	Unité occupation sol km²/GWh	Superficies touchées en km²					
					Mangrove	Savane arborée	Forêt sèche	Agriculture type 1	Agriculture type 2	Agriculture type 3
		Kamsar (65%)	79.534	0.125	0	0	4.5820	7.3105	1.0446	0
		Kakossa (12%)	14.683	0.125	0	0	0	2.3762	0	0
		Khorira (7%)	8.5652	0.125	0	0.0117	1.3974	0	0	0
				Sous total	**0**	**0.0117**	**9.182**	**9.6867**	**1.0446**	**0**
	Photovoltaïque (2%)	Moussaya (32%) :39,15 Gwh	39.155	0.055	0	0.0000	0	0	0	2.7736
		Sougueta (16%)	19.578	0.055	0	0.0000	0	0	0	1.4092
		Missira (25%)	30.59	0.055	0	0.0000	2.1626	0	0	0
		Madina Oula (11%)	13.46	0.055	0	0.9495	0	0	0	0.0000
		Malapouya (6%)	7.3416	0.055	0	0.0000	0	0	0.5277	0
		Koba (Télimélé) (4%)	4.8944	0.055	0	0.3419	0.0000	0	0	0
		Sansalé (6%)	7.3416	0.055	0	0	0	0.5277	0	0
				Sous total	**0**	**1.2914**	**2.1626**	**0.5277**	**0.5277**	**4.1828**

RESULTAS DE L'ÉVALUATION DES IMPACTS

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
Option 1	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.2356	1	1	1.2356	
		Sav. arborée	99.8704	0.6	1	59.92224	
		Forêt sèche	49.9315	0.3	1	14.97945	
		AgriType1	0.3369	1	1	0.3369	
		AgriType2	77.5428	0.4	1	31.01712	
		AgriType3	4.1837	0.7	1	2.92859	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	0.0000	0.4	0.6	0	
		AgriType3	0.0000	0.7	0.6	0	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0	0.6	0.8	0	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0.0314	1	0.8	0.02512	
		AgriType2	0.0314	0.4	0.8	0.010048	
		AgriType3	0	0.7	0.8	0	
	Éolienne	Mangrove	0	1	0.5	0	
		Sav. arborée	0.7479	0.6	0.5	0.22437	
		Forêt sèche	0.0006	0.3	0.5	0.00009	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km² (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		Agri 1	9.2879	1	0.5	4.64395	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	1.9591	0.6	0.4	0.470184	
		Forêt sèche	1.5383	0.3	0.4	0.184596	
		Agri 1	0	1	0.4	0	
		Agri 2	0.8818	0.4	0.4	0.141088	
		Agri 3	0	0.7	0.4	0	
					Total	**116.119346**	**116.119346**
Option 2	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.5985	1	1	1.5985	
		Sav. arborée	244.0278	0.6	1	146.41668	
		Forêt sèche	82.8292	0.3	1	24.84876	
		AgriType1	1.4876	1	1	1.4876	
		AgriType2	237.8917	0.4	1	95.15668	
		AgriType3	138.1309	0.7	1	96.69163	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	2.1109	0.4	0.6	0.506616	
		AgriType3	0.0000	0.7	0.6	0	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km² (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		Sav. arborée	0.2137	0.6	0.8	0.102576	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0.0531	1	0.8	0.04248	
		AgriType2	0.166	0.4	0.8	0.05312	
		AgriType3	0.1134	0.7	0.8	0.063504	
	Éolienne	Mangrove	1.6116	1	0.5	0.8058	
		Sav. arborée	2.7568	0.6	0.5	0.82704	
		Forêt sèche	0.422	0.3	0.5	0.0633	
		Agri 1	25.0141	1	0.5	12.50705	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	16.6024	0.6	0.4	3.984576	
		Forêt sèche	7.8985	0.3	0.4	0.94782	
		Agri 1	0	1	0.4	0	
		Agri 2	6.1539	0.4	0.4	0.984624	
		Agri 3	0.004	0.7	0.4	0.00112	
					Total	**387.089476**	**387.089476**
Option 3	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.3119	1	1	1.3119	
		Sav. arborée	714.1829	0.6	1	428.50974	
		Forêt sèche	88.1337	0.3	1	26.44011	
		AgriType1	0.4067	1	1	0.4067	
		AgriType2	11.5166	0.4	1	4.60664	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km² (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		AgriType3	221.3363	0.7	1	154.93541	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	2.2149	0.4	0.6	0.531576	
		AgriType3	0.0000	0.7	0.6	0	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.0455	0.6	0.8	0.02184	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0.0201	1	0.8	0.01608	
		AgriType2	0.0314	0.4	0.8	0.010048	
		AgriType3	0.0314	0.7	0.8	0.017584	
	Éolienne	Mangrove	0.6273	1	0.5	0.31365	
		Sav. arborée	1.9332	0.6	0.5	0.57996	
		Forêt sèche	0.1549	0.3	0.5	0.023235	
		Agri 1	17.1818	1	0.5	8.5909	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	10.3531	0.6	0.4	2.484744	
		Forêt sèche	0.0906	0.3	0.4	0.010872	
		Agri 1	0	1	0.4	0	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		Agri 2	2.5994	0.4	0.4	0.415904	
		Agri 3	0	0.7	0.4	0	
					Total	**629.226893**	**629.226893**
Option 4	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.7340	1	1	1.734	
		Sav. arborée	841.5323	0.6	1	504.91938	
		Forêt sèche	91.2215	0.3	1	27.36645	
		AgriType1	1.4552	1	1	1.4552	
		AgriType2	182.7348	0.4	1	73.09392	
		AgriType3	357.2297	0.7	1	250.06079	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	2.1109	0.4	0.6	0.506616	
		AgriType3	0.0000	0.7	0.6	0	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.0154	0.6	0.8	0.007392	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0	1	0.8	0	
		AgriType2	0.0113	0.4	0.8	0.003616	
		AgriType3	0.0201	0.7	0.8	0.011256	
	Éolienne	Mangrove	0	1	0.5	0	
		Sav. arborée	0	0.6	0.5	0	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km² (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		Forêt sèche	2.9516	0.3	0.5	0.44274	
		Agri 1	5.7215	1	0.5	2.86075	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	0	0.6	0.4	0	
		Forêt sèche	5.8923	0.3	0.4	0.707076	
		Agri 1	0	1	0.4	0	
		Agri 2	2.8932	0.4	0.4	0.462912	
		Agri 3	0	0.7	0.4	0	
					Total	**863.632098**	**863.632098**
Option 5	Hydro avec réservoir	Mangrove	0.8613	1	1	0.8613	
		Sav. arborée	321.8633	0.6	1	193.11798	
		Forêt sèche	53.3268	0.3	1	15.99804	
		AgriType1	1.1236	1	1	1.1236	
		AgriType2	248.7265	0.4	1	99.4906	
		AgriType3	314.7319	0.7	1	220.31233	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0907	0.6	0.6	0.032652	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	0.5535	0.4	0.6	0.1328496	
		AgriType3	0.0380	0.7	0.6	0.01596	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.1569	0.6	0.8	0.075312	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0	1	0.8	0	
		AgriType2	0.053	0.4	0.8	0.01696	
		AgriType3	0.1067	0.7	0.8	0.059752	
	Éolienne	Mangrove	1.7991	1	0.5	0.89955	
		Sav. arborée	2.8787	0.6	0.5	0.86361	
		Forêt sèche	0.4753	0.3	0.5	0.071295	
		Agri 1	24.6807	1	0.5	12.34035	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	0	0.6	0.4	0	
		Forêt sèche	6.6921	0.3	0.4	0.803052	
		Agri 1	0	1	0.4	0	
		Agri 2	23.9035	0.4	0.4	3.82456	
		Agri 3	0	0.7	0.4	0	
					Total	**550.039753**	**550.039753**
Option 6	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.5008	1	1	1.5008	
		Sav. arborée	430.5610	0.6	1	258.3366	
		Forêt sèche	44.8114	0.3	1	13.44342	
		AgriType1	1.3764	1	1	1.3764	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km² (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		AgriType2	3.3229	0.4	1	1.32916	
		AgriType3	314.7599	0.7	1	220.33193	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	0.9204	0.4	0.6	0.220896	
		AgriType3	0.0380	0.7	0.6	0.01596	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.0731	0.6	0.8	0.035088	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0	1	0.8	0	
		AgriType2	0.1748	0.4	0.8	0.055936	
		AgriType3	0	0.7	0.8	0	
	Éolienne	Mangrove	0	1	0.5	0	
		Sav. arborée	2.837	0.6	0.5	0.8511	
		Forêt sèche	22.0579	0.3	0.5	3.308685	
		Agri 1	27.9058	1	0.5	13.9529	
		Agri 2	6.6832	0.4	0.5	1.33664	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	9.987	0.6	0.4	2.39688	
		Forêt sèche	15.4553	0.3	0.4	1.854636	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km² (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		Agri 1	3.6615	1	0.4	1.4646	
		Agri 2	3.6391	0.4	0.4	0.582256	
		Agri 3	28.4951	0.7	0.4	7.978628	
					Total	**530.372515**	**530.372515**
Option 7	Hydro avec réservoir	Mangrove	0.3461	1	1	0.3461	
		Sav. arborée	223.2082	0.6	1	133.924926	
		Forêt sèche	53.7132	0.3	1	16.113954	
		AgriType1	1.6933	1	1	1.6933	
		AgriType2	236.7436	0.4	1	94.697432	
		AgriType3	27.7924	0.7	1	19.454666	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	2.1681	0.4	0.6	0.520344	
		AgriType3	0.0380	0.7	0.6	0.01596	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.0455	0.6	0.8	0.02184	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0.0314	1	0.8	0.02512	
		AgriType2	0.0314	0.4	0.8	0.010048	
		AgriType3	0.0531	0.7	0.8	0.029736	
	Éolienne	Mangrove	0	1	0.5	0	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		Sav. arborée	0.0117	0.6	0.5	0.00351	
		Forêt sèche	9.182	0.3	0.5	1.3773	
		Agri 1	9.6867	1	0.5	4.84335	
		Agri 2	1.0446	0.4	0.5	0.20892	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	1.2914	0.6	0.4	0.309936	
		Forêt sèche	2.1626	0.3	0.4	0.259512	
		Agri 1	0.5277	1	0.4	0.21108	
		Agri 2	0.5277	0.4	0.4	0.084432	
		Agri 3	4.1828	0.7	0.4	1.171184	
						Total	**275.32265**

APPENDICE D :
RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DE L'INDICATEUR D'IMPACT SUR L'OCCUPATION DU SOL PAR OPTION

Évaluation de l'impact de l'occupation du sol

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
Option 1	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.2356	1	1	1.2356	
		Sav. arborée	99.8704	0.6	1	59.92224	
		Forêt sèche	49.9315	0.3	1	14.97945	
		AgriType1	0.3369	1	1	0.3369	
		AgriType2	77.5428	0.4	1	31.01712	
		AgriType3	4.1837	0.7	1	2.92859	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	0.0000	0.4	0.6	0	
		AgriType3	0.0000	0.7	0.6	0	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0	0.6	0.8	0	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0.0314	1	0.8	0.02512	
		AgriType2	0.0314	0.4	0.8	0.010048	
		AgriType3	0	0.7	0.8	0	
	Éolienne	Mangrove	0	1	0.5	0	
		Sav. arborée	0.7479	0.6	0.5	0.22437	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
Option 2		Forêt sèche	0.0006	0.3	0.5	0.00009	
		Agri 1	9.2879	1	0.5	4.64395	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	1.9591	0.6	0.4	0.470184	
		Forêt sèche	1.5383	0.3	0.4	0.184596	
		Agri 1	0	1	0.4	0	
		Agri 2	0.8818	0.4	0.4	0.141088	
		Agri 3	0	0.7	0.4	0	
					Total	**116.119346**	**116.119346**
	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.5985	1	1	1.5985	
		Sav. arborée	244.0278	0.6	1	146.41668	
		Forêt sèche	82.8292	0.3	1	24.84876	
		AgriType1	1.4876	1	1	1.4876	
		AgriType2	237.8917	0.4	1	95.15668	
		AgriType3	138.1309	0.7	1	96.69163	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	2.1109	0.4	0.6	0.506616	
		AgriType3	0.0000	0.7	0.6	0	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
Option 3	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.2137	0.6	0.8	0.102576	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0.0531	1	0.8	0.04248	
		AgriType2	0.166	0.4	0.8	0.05312	
		AgriType3	0.1134	0.7	0.8	0.063504	
	Éolienne	Mangrove	1.6116	1	0.5	0.8058	
		Sav. arborée	2.7568	0.6	0.5	0.82704	
		Forêt sèche	0.422	0.3	0.5	0.0633	
		Agri 1	25.0141	1	0.5	12.50705	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	16.6024	0.6	0.4	3.984576	
		Forêt sèche	7.8985	0.3	0.4	0.94782	
		Agri 1	0	1	0.4	0	
		Agri 2	6.1539	0.4	0.4	0.984624	
		Agri 3	0.004	0.7	0.4	0.00112	
					Total	**387.089476**	**387.089476**
	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.3119	1	1	1.3119	
		Sav. arborée	714.1829	0.6	1	428.50974	
		Forêt sèche	88.1337	0.3	1	26.44011	
		AgriType1	0.4067	1	1	0.4067	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		AgriType2	11.5166	0.4	1	4.60664	
		AgriType3	221.3363	0.7	1	154.93541	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	2.2149	0.4	0.6	0.531576	
		AgriType3	0.0000	0.7	0.6	0	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.0455	0.6	0.8	0.02184	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0.0201	1	0.8	0.01608	
		AgriType2	0.0314	0.4	0.8	0.010048	
		AgriType3	0.0314	0.7	0.8	0.017584	
	Éolienne	Mangrove	0.6273	1	0.5	0.31365	
		Sav. arborée	1.9332	0.6	0.5	0.57996	
		Forêt sèche	0.1549	0.3	0.5	0.023235	
		Agri 1	17.1818	1	0.5	8.5909	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	10.3531	0.6	0.4	2.484744	
		Forêt sèche	0.0906	0.3	0.4	0.010872	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
Option 4		Agri 1	0	1	0.4	0	
		Agri 2	2.5994	0.4	0.4	0.415904	
		Agri 3	0	0.7	0.4	0	
					Total	**629.226893**	**629.226893**
	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.7340	1	1	1.734	
		Sav. arborée	841.5323	0.6	1	504.91938	
		Forêt sèche	91.2215	0.3	1	27.36645	
		AgriType1	1.4552	1	1	1.4552	
		AgriType2	182.7348	0.4	1	73.09392	
		AgriType3	357.2297	0.7	1	250.06079	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	2.1109	0.4	0.6	0.506616	
		AgriType3	0.0000	0.7	0.6	0	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.0154	0.6	0.8	0.007392	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0	1	0.8	0	
		AgriType2	0.0113	0.4	0.8	0.003616	
		AgriType3	0.0201	0.7	0.8	0.011256	
	Éolienne	Mangrove	0	1	0.5	0	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
Option 5		Sav. arborée	0	0.6	0.5	0	
		Forêt sèche	2.9516	0.3	0.5	0.44274	
		Agri 1	5.7215	1	0.5	2.86075	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	0	0.6	0.4	0	
		Forêt sèche	5.8923	0.3	0.4	0.707076	
		Agri 1	0	1	0.4	0	
		Agri 2	2.8932	0.4	0.4	0.462912	
		Agri 3	0	0.7	0.4	0	
					Total	**863.632098**	**863.632098**
	Hydro avec réservoir	Mangrove	0.8613	1	1	0.8613	
		Sav. arborée	321.8633	0.6	1	193.11798	
		Forêt sèche	53.3268	0.3	1	15.99804	
		AgriType1	1.1236	1	1	1.1236	
		AgriType2	248.7265	0.4	1	99.4906	
		AgriType3	314.7319	0.7	1	220.31233	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0907	0.6	0.6	0.032652	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	0.5535	0.4	0.6	0.1328496	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
Option 6		AgriType3	0.0380	0.7	0.6	0.01596	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.1569	0.6	0.8	0.075312	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0	1	0.8	0	
		AgriType2	0.053	0.4	0.8	0.01696	
		AgriType3	0.1067	0.7	0.8	0.059752	
	Éolienne	Mangrove	1.7991	1	0.5	0.89955	
		Sav. arborée	2.8787	0.6	0.5	0.86361	
		Forêt sèche	0.4753	0.3	0.5	0.071295	
		Agri 1	24.6807	1	0.5	12.34035	
		Agri 2	0	0.4	0.5	0	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	0	0.6	0.4	0	
		Forêt sèche	6.6921	0.3	0.4	0.803052	
		Agri 1	0	1	0.4	0	
		Agri 2	23.9035	0.4	0.4	3.82456	
		Agri 3	0	0.7	0.4	0	
					Total	**550.039753**	**550.039753**
	Hydro avec réservoir	Mangrove	1.5008	1	1	1.5008	
		Sav. arborée	430.5610	0.6	1	258.3366	
		Forêt sèche	44.8114	0.3	1	13.44342	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
		AgriType1	1.3764	1	1	1.3764	
		AgriType2	3.3229	0.4	1	1.32916	
		AgriType3	314.7599	0.7	1	220.33193	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	0.9204	0.4	0.6	0.220896	
		AgriType3	0.0380	0.7	0.6	0.01596	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.0731	0.6	0.8	0.035088	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0	1	0.8	0	
		AgriType2	0.1748	0.4	0.8	0.055936	
		AgriType3	0	0.7	0.8	0	
	Éolienne	Mangrove	0	1	0.5	0	
		Sav. arborée	2.837	0.6	0.5	0.8511	
		Forêt sèche	22.0579	0.3	0.5	3.308685	
		Agri 1	27.9058	1	0.5	13.9529	
		Agri 2	6.6832	0.4	0.5	1.33664	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	9.987	0.6	0.4	2.39688	

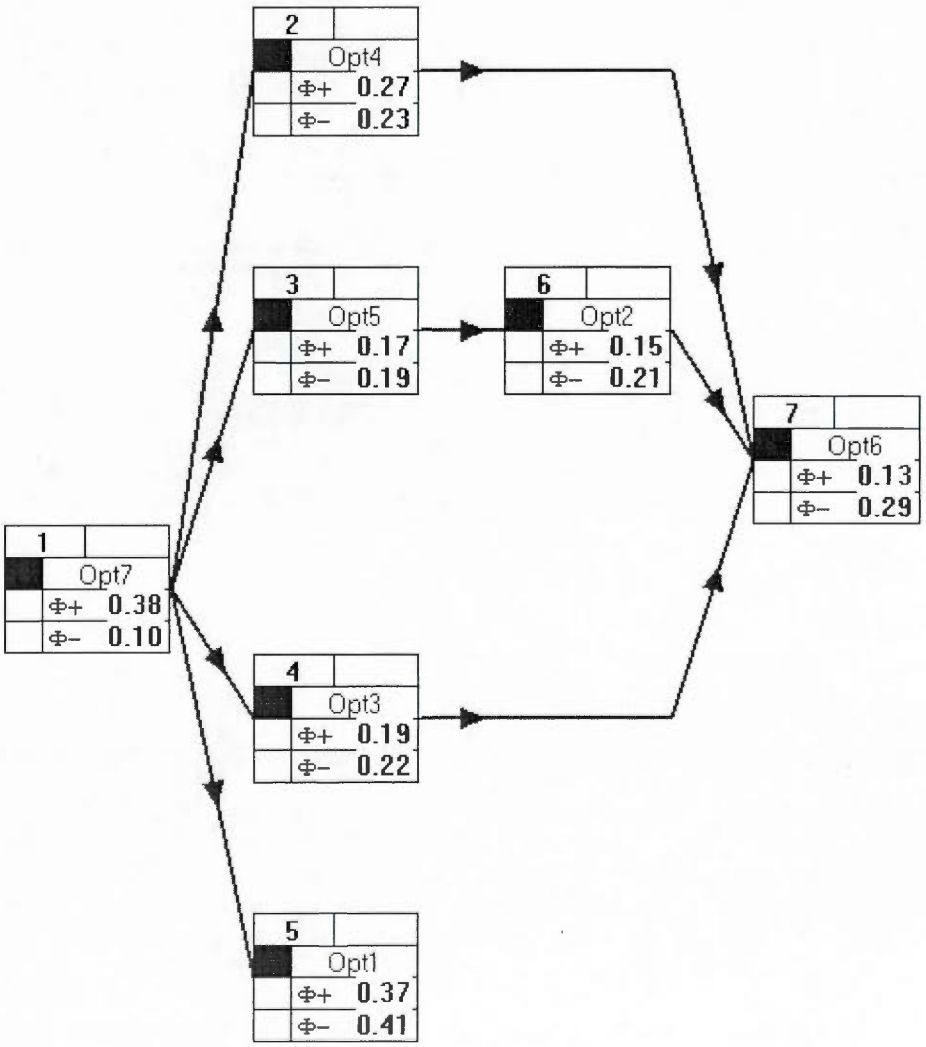
Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
Option 7		Forêt sèche	15.4553	0.3	0.4	1.854636	
		Agri 1	3.6615	1	0.4	1.4646	
		Agri 2	3.6391	0.4	0.4	0.582256	
		Agri 3	28.4951	0.7	0.4	7.978628	
					Total	**530.372515**	**530.372515**
	Hydro avec réservoir	Mangrove	0.3461	1	1	0.3461	
		Sav. arborée	223.2082	0.6	1	133.924926	
		Forêt sèche	53.7132	0.3	1	16.113954	
		AgriType1	1.6933	1	1	1.6933	
		AgriType2	236.7436	0.4	1	94.697432	
		AgriType3	27.7924	0.7	1	19.454666	
	Hydro fil eau	Mangrove	0	1	0.6	0	
		Sav. arborée	0.0000	0.6	0.6	0	
		Forêt sèche	0.0000	0.3	0.6	0	
		AgriType1	0.0000	1	0.6	0	
		AgriType2	2.1681	0.4	0.6	0.520344	
		AgriType3	0.0380	0.7	0.6	0.01596	
	Thermique	Mangrove	0	1	0.8	0	
		Sav. arborée	0.0455	0.6	0.8	0.02184	
		Forêt sèche	0	0.3	0.8	0	
		AgriType1	0.0314	1	0.8	0.02512	
		AgriType2	0.0314	0.4	0.8	0.010048	
		AgriType3	0.0531	0.7	0.8	0.029736	

Option	Filière	Types occupation sol	Consommation d'espace en km^2 (Effet)	Pondération de la sensibilité du milieu (M)	Pondération du paramètre technologique	Performance selon les filières	Performance totale par option
	Éolienne	Mangrove	0	1	0.5	0	
		Sav. arborée	0.0117	0.6	0.5	0.00351	
		Forêt sèche	9.182	0.3	0.5	1.3773	
		Agri 1	9.6867	1	0.5	4.84335	
		Agri 2	1.0446	0.4	0.5	0.20892	
		Agri 3	0	0.7	0.5	0	
	Photovoltaïque	Mangrove	0	1	0.4	0	
		Sav. arborée	1.2914	0.6	0.4	0.309936	
		Forêt sèche	2.1626	0.3	0.4	0.259512	
		Agri 1	0.5277	1	0.4	0.21108	
		Agri 2	0.5277	0.4	0.4	0.084432	
		Agri 3	4.1828	0.7	0.4	1.171184	
					Total	**275.32265**	**275.32265**

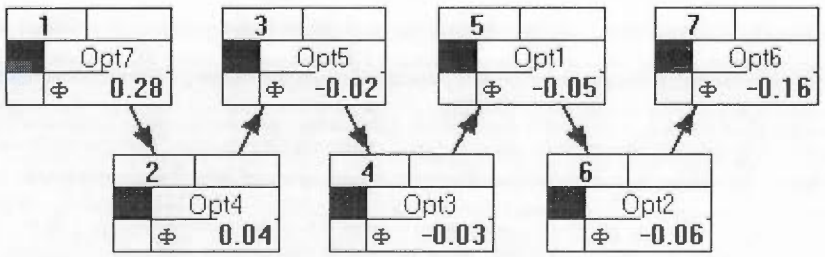
APPENDICE E :
GRAPHIQUES DES RÉSULTATS DE L'ANALYSE MULTICRITÈRE À PARTIR DES VALEURS INITIALES DES POIDS DES CRITÈRES.

A.1 Direction nationale de l'énergie

a) Classement PROMETHEE I

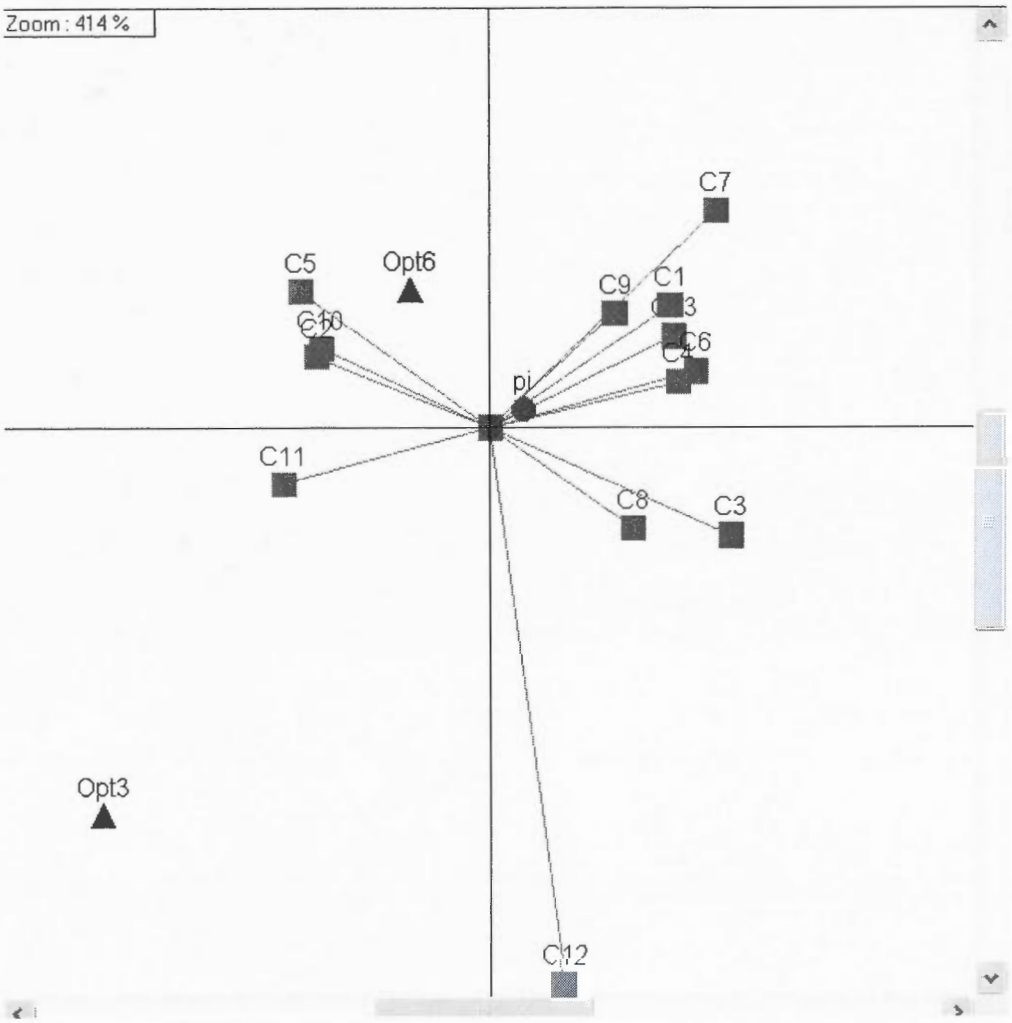


b) Classement PROMETHEE II



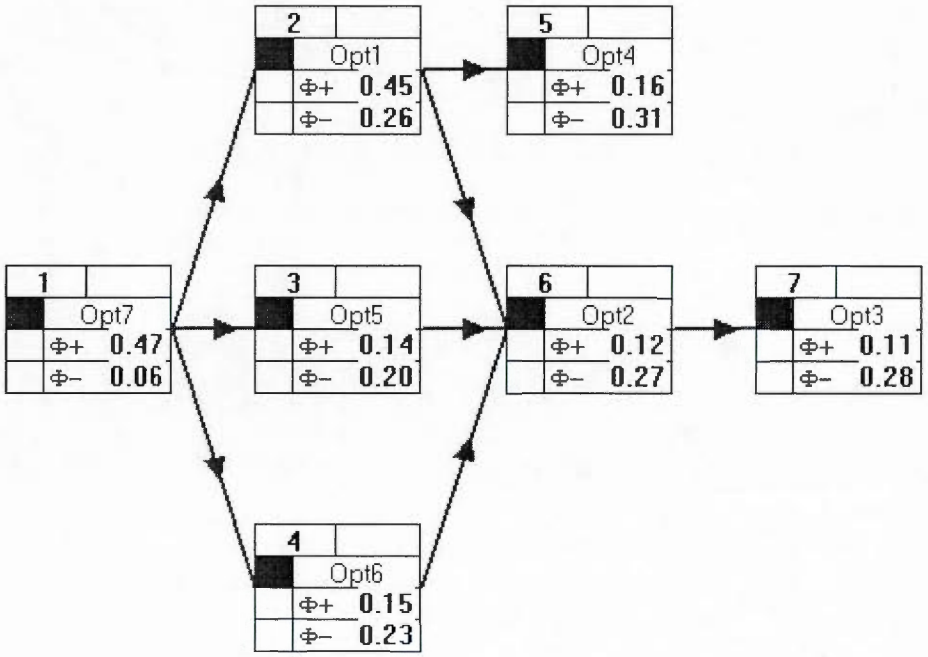
c) Plan GAIA

GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
A : 76.39%
Dynamic Scaling

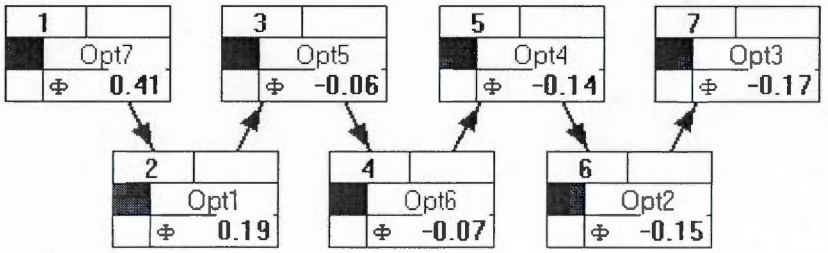

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C6
pi
C11
C8
C3
Opt3
C12

A2. Direction nationale de l'environnement

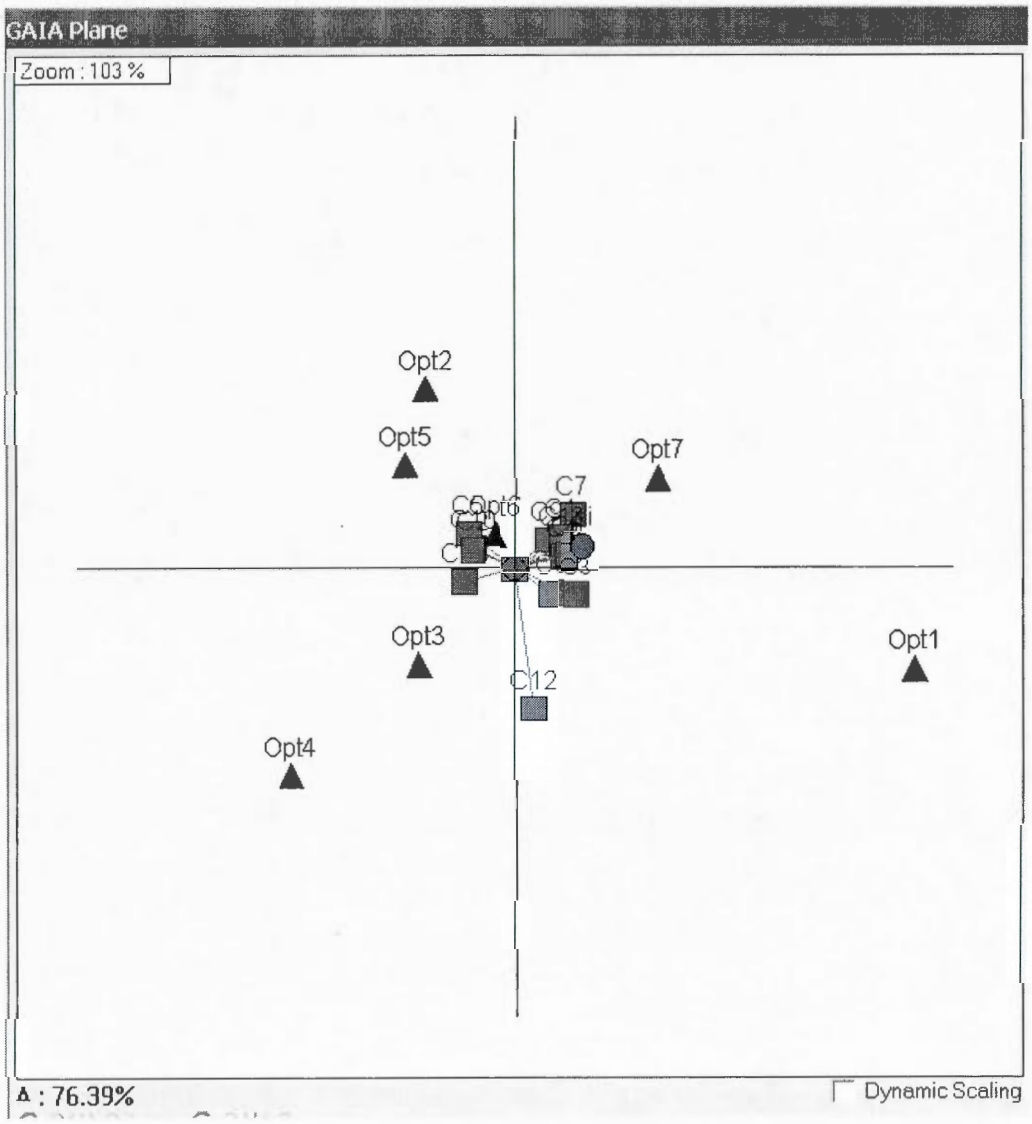
a) Classement PROMETHEE I

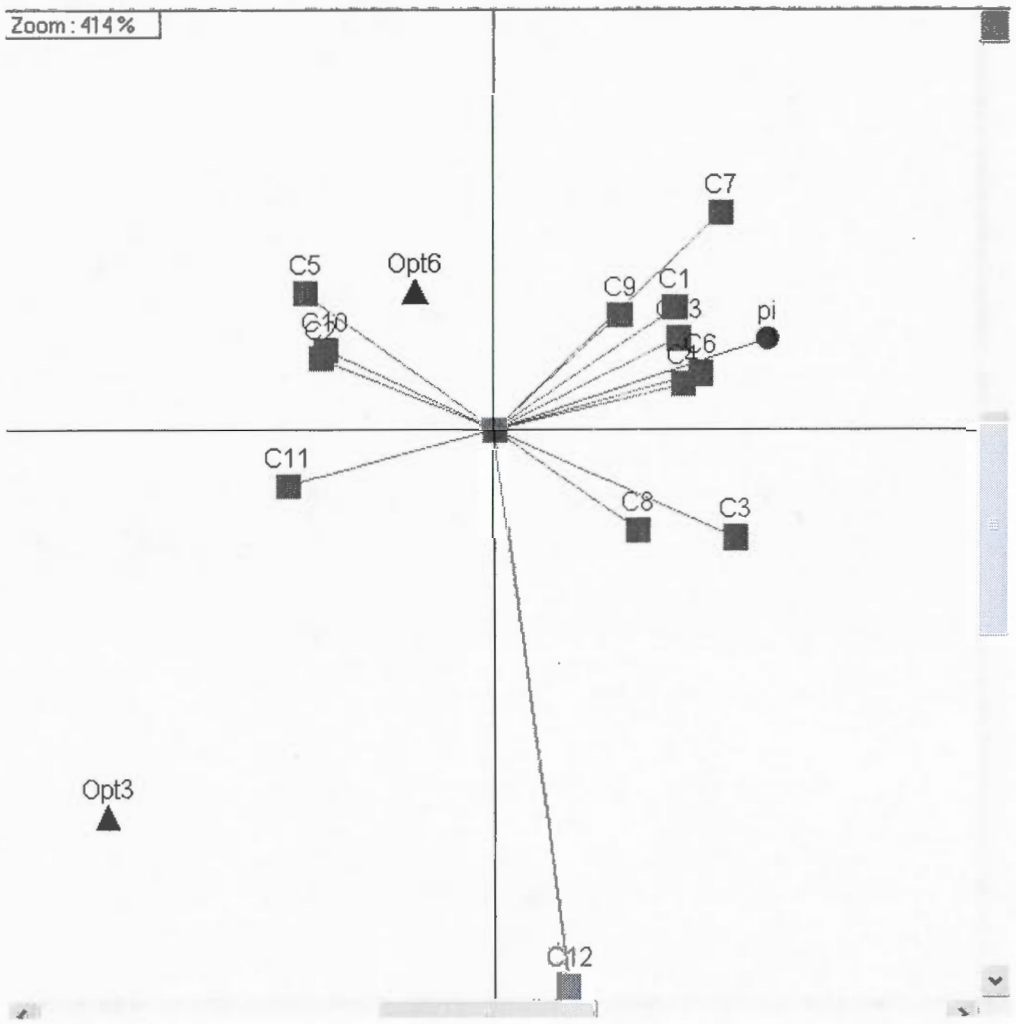


b) Classement PROMETHEE II



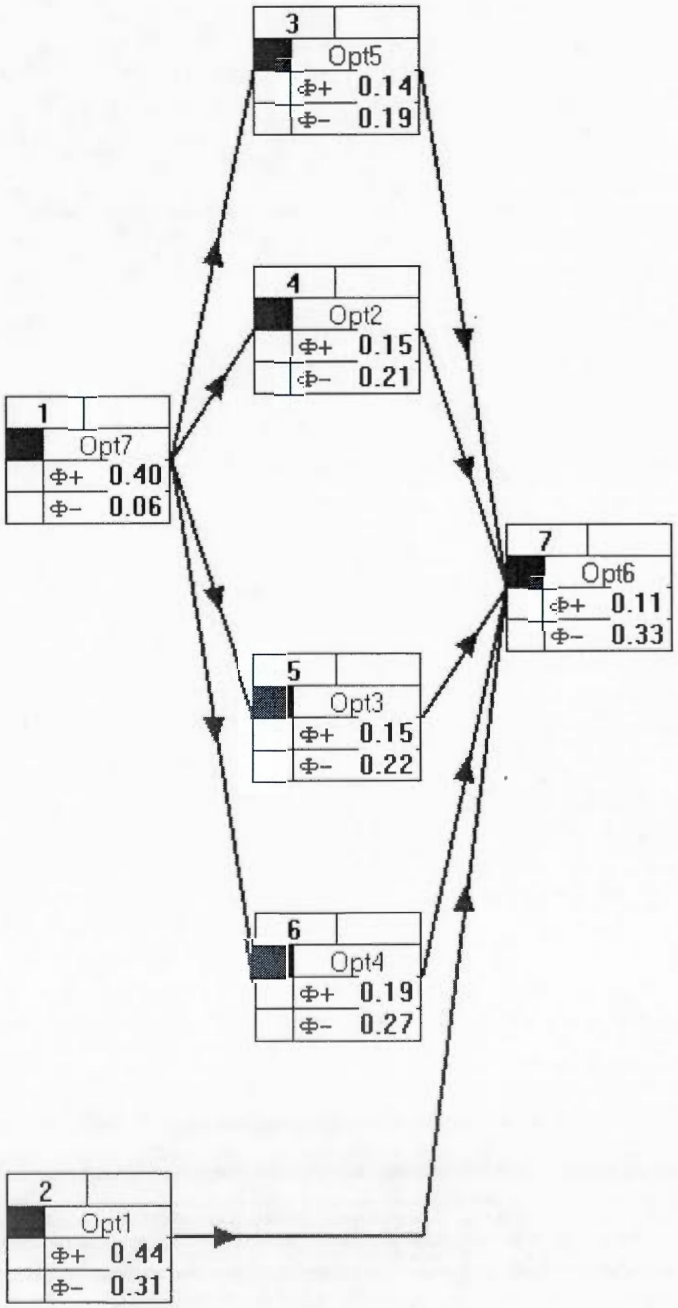
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Zoom : 103 %
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
Δ : 76.39%
Dynamic Scaling

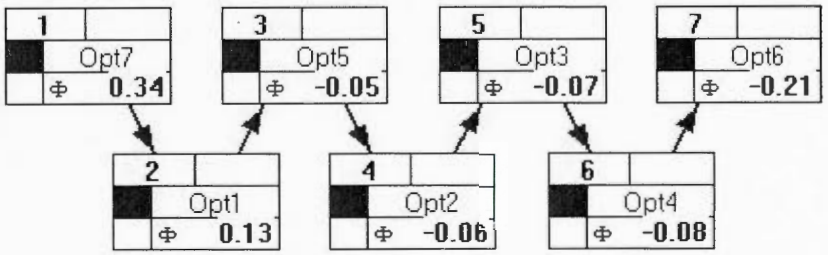

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
pi
C6
C11
C8
C3
Opt3
C12

A.3 Direction nationale du plan

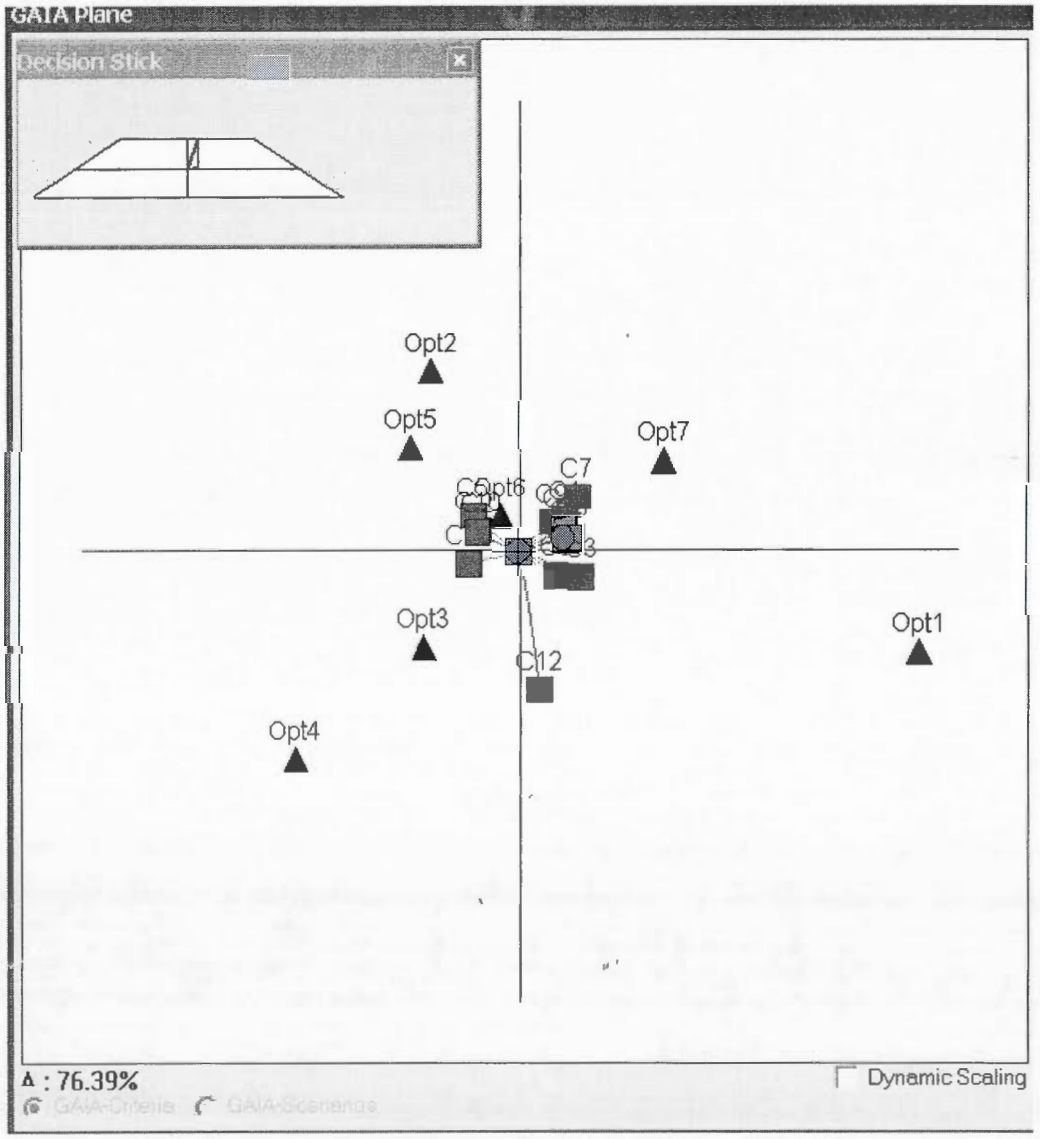
a) Classement PROMETHEE I

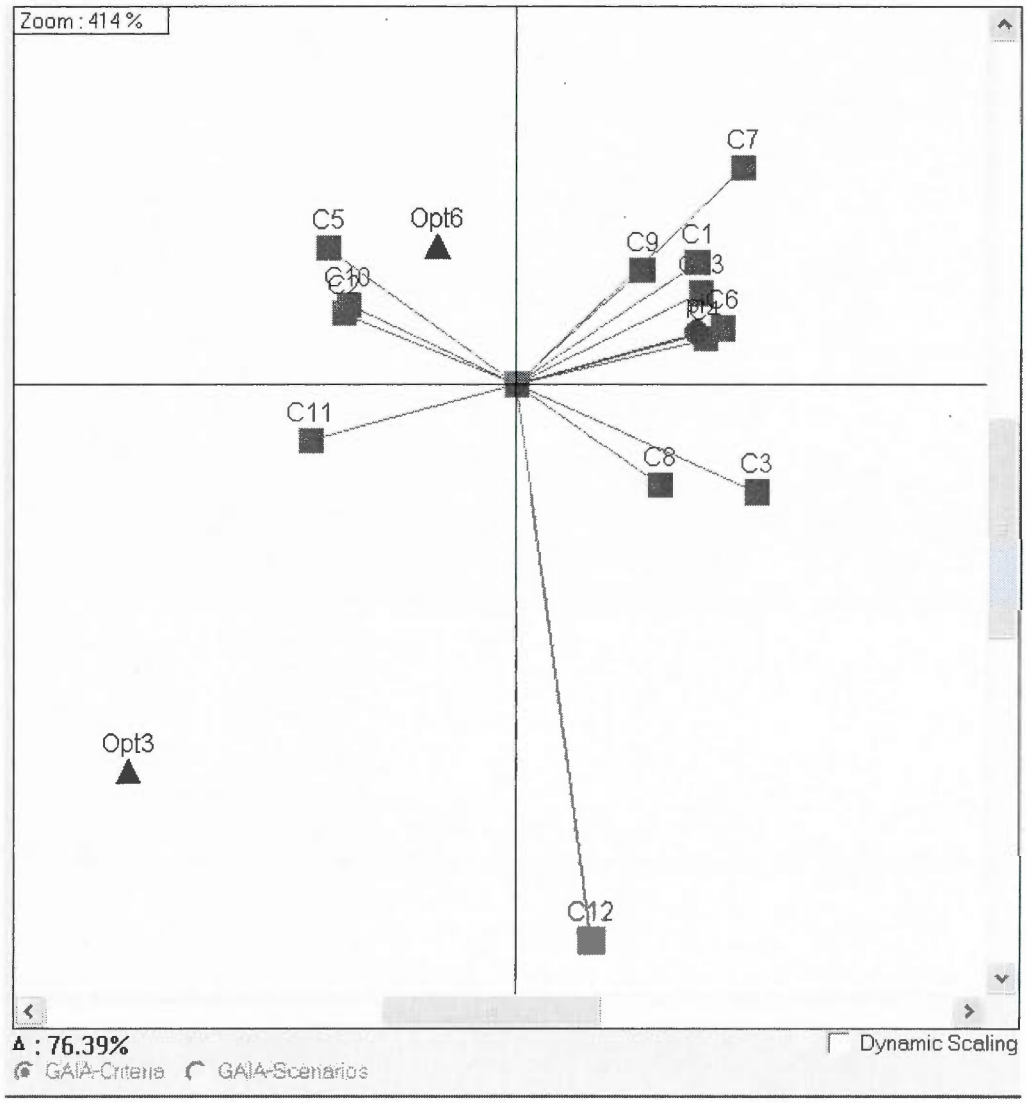


b) Classement PROMETHEE II



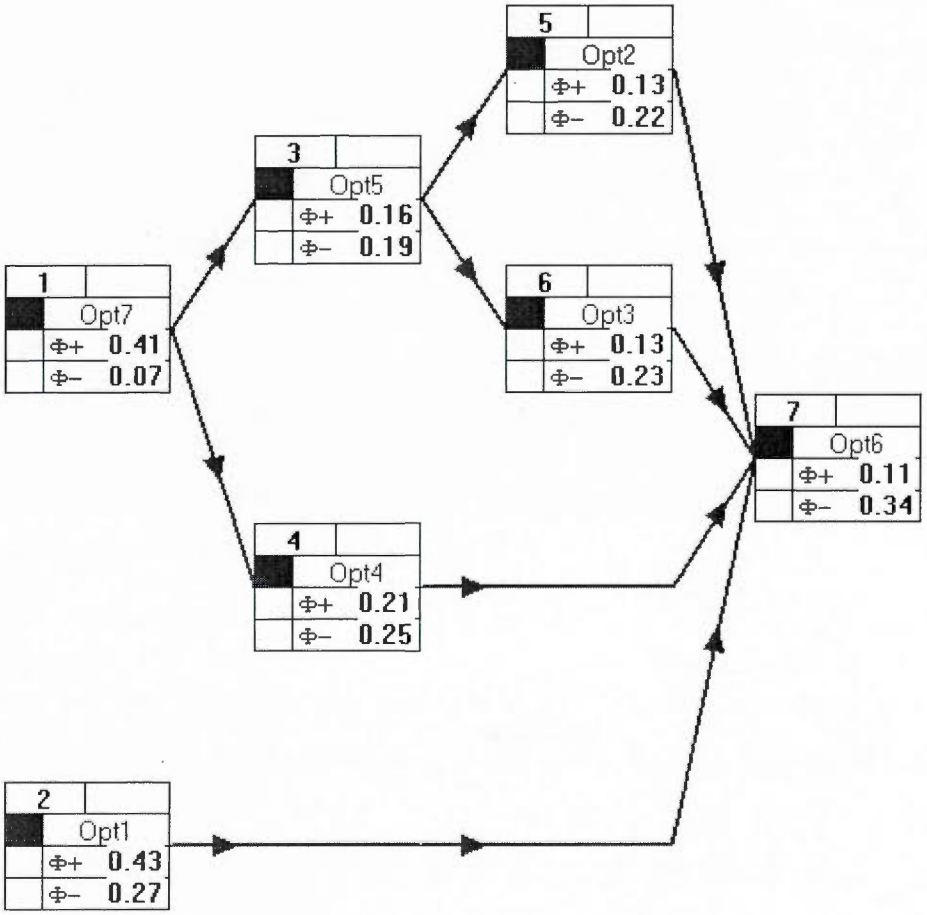
c) Plan GAIA



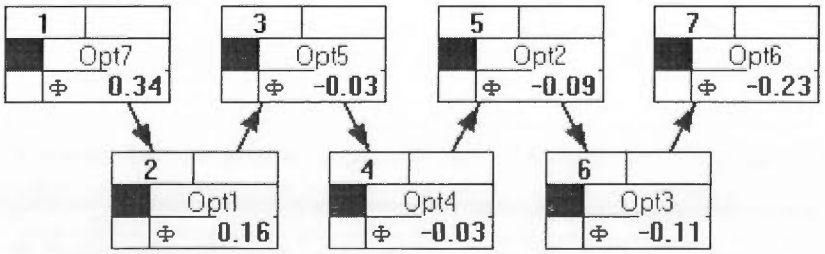

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C6
C11
C8
C3
Opt3
C12
Δ : 76.39%
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios
Dynamic Scaling

A.4 Direction nationale des mines

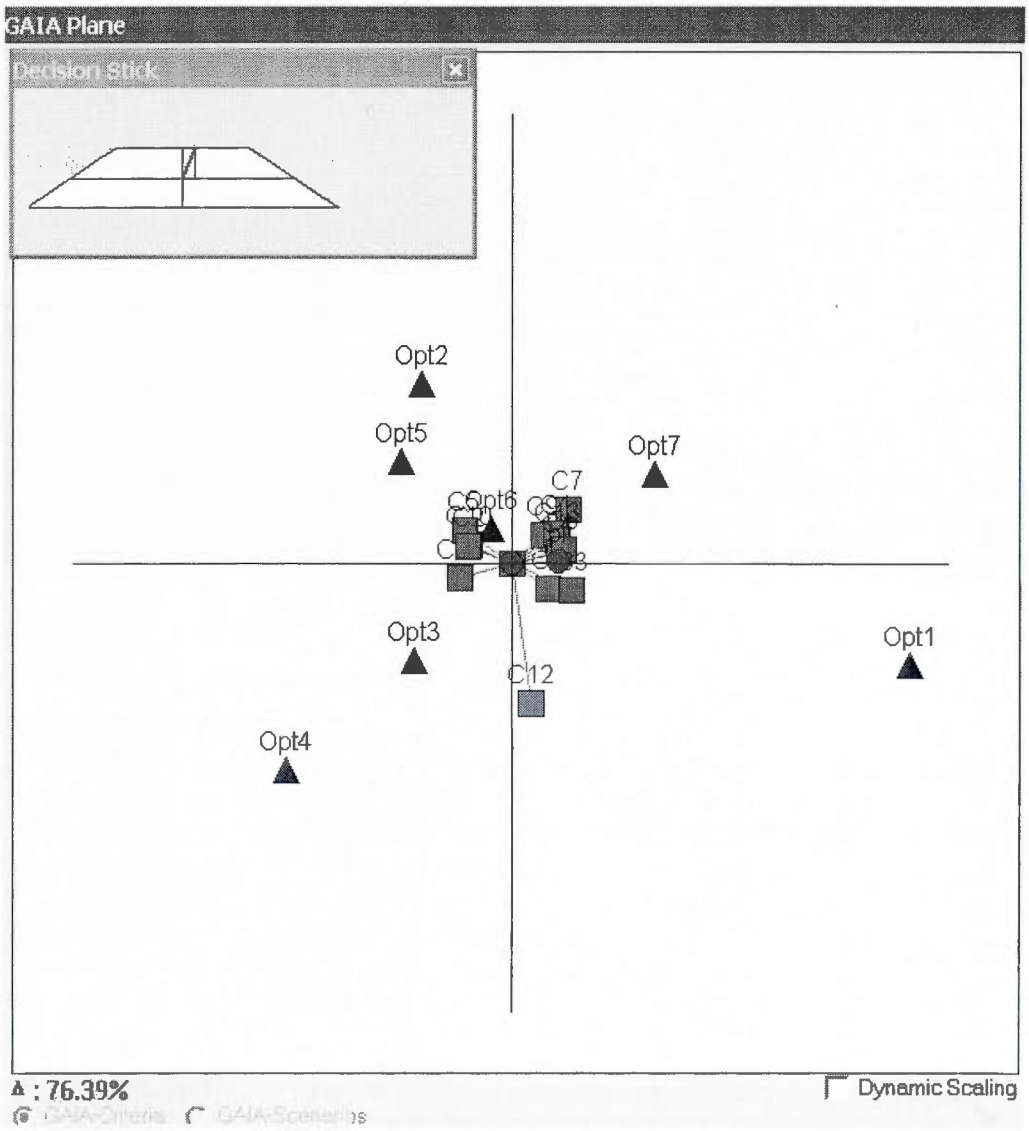
a) Classement PROMETHEE I

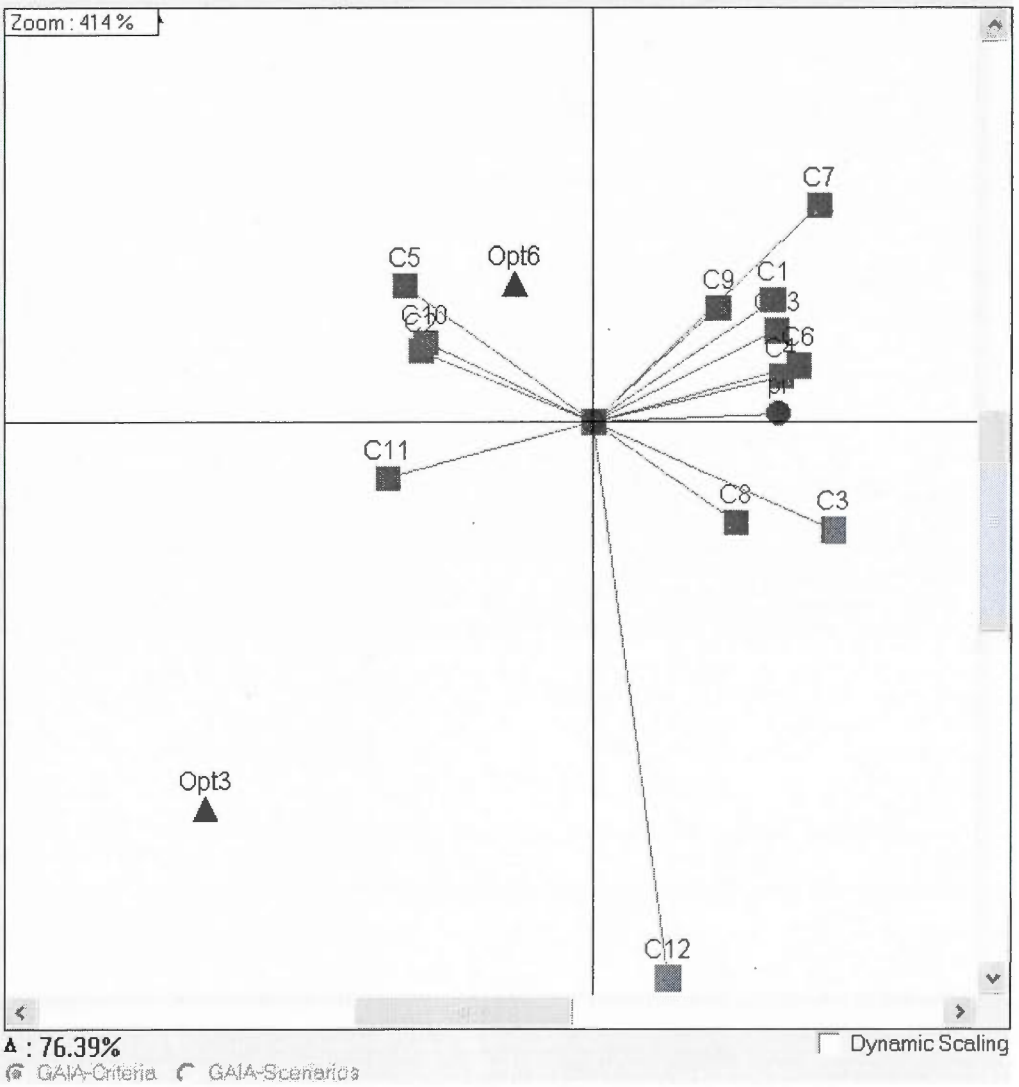


b) Classement PROMETHEE II



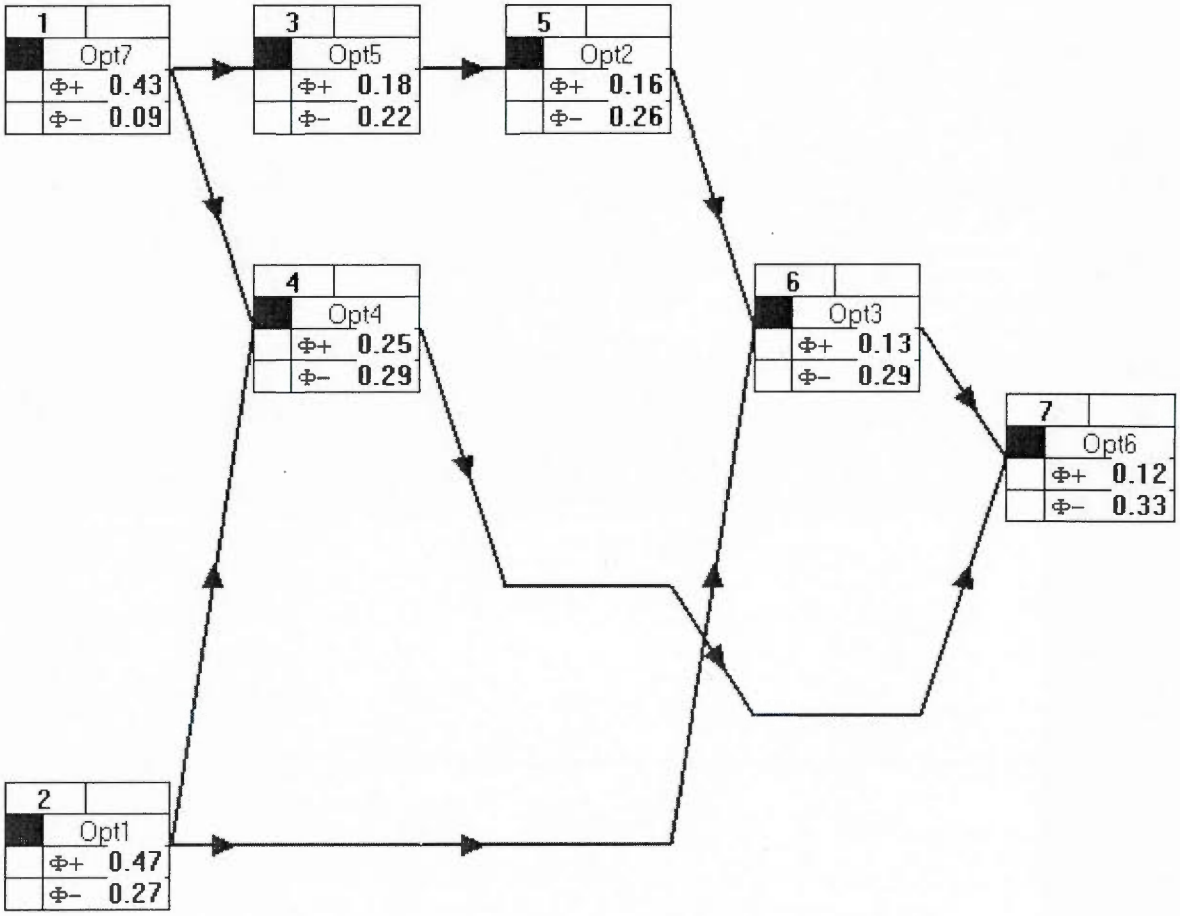
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
▲ : 76.39%
Dynamic Scaling

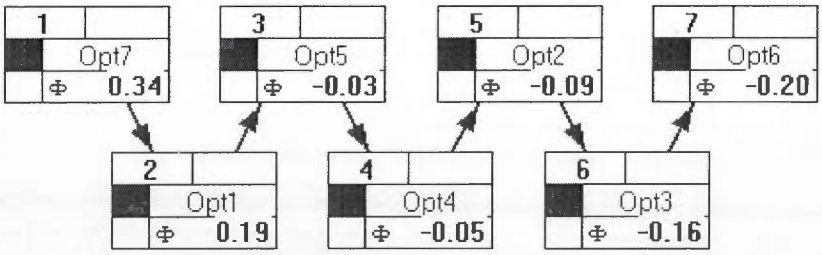

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C10
C6
C11
C8
C3
Opt3
C12
Δ : 76.39%
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios
Dynamic Scaling

A.5 Administration et contrôle des gands projets

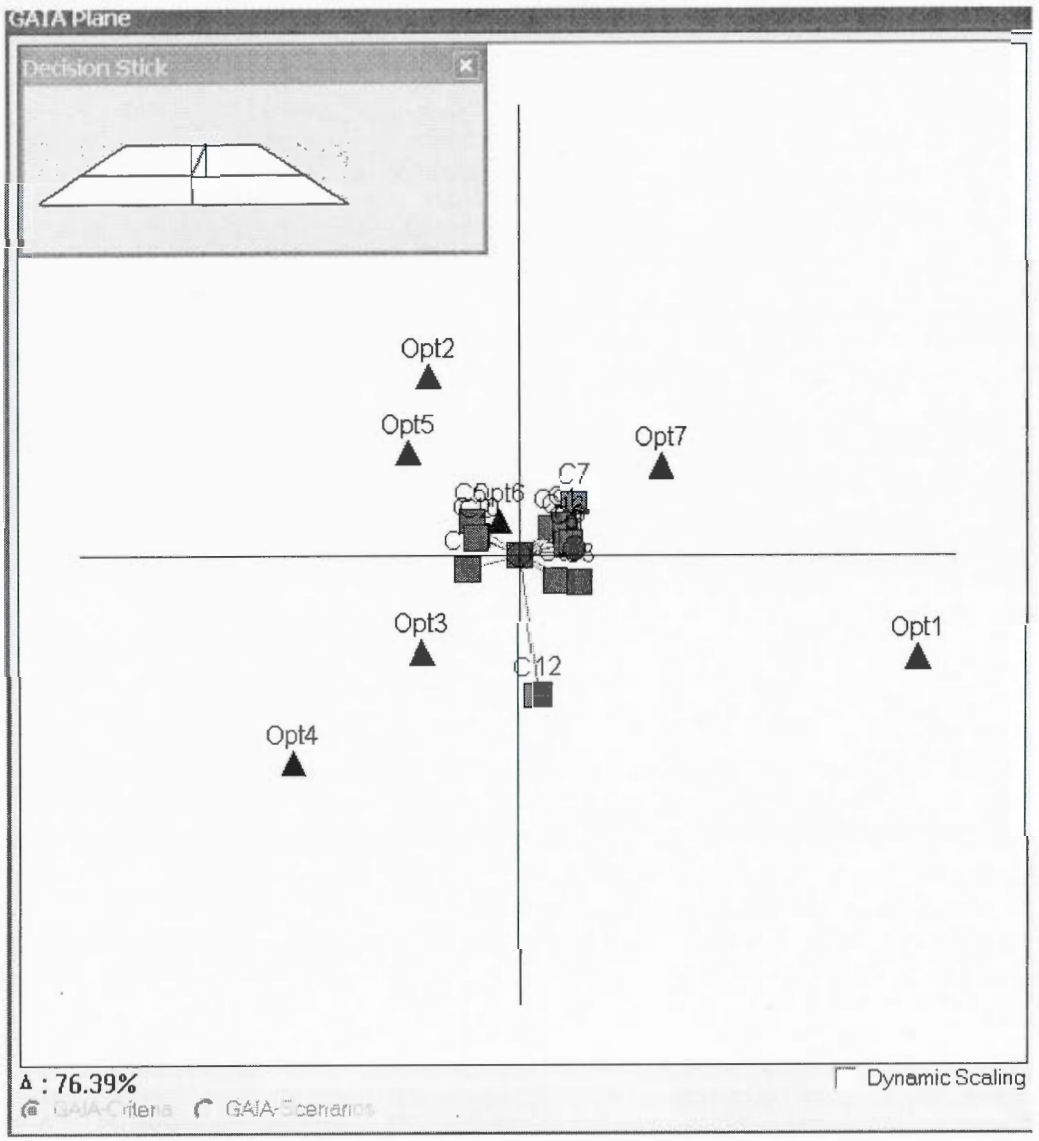
a) Classement PROMETHEE I

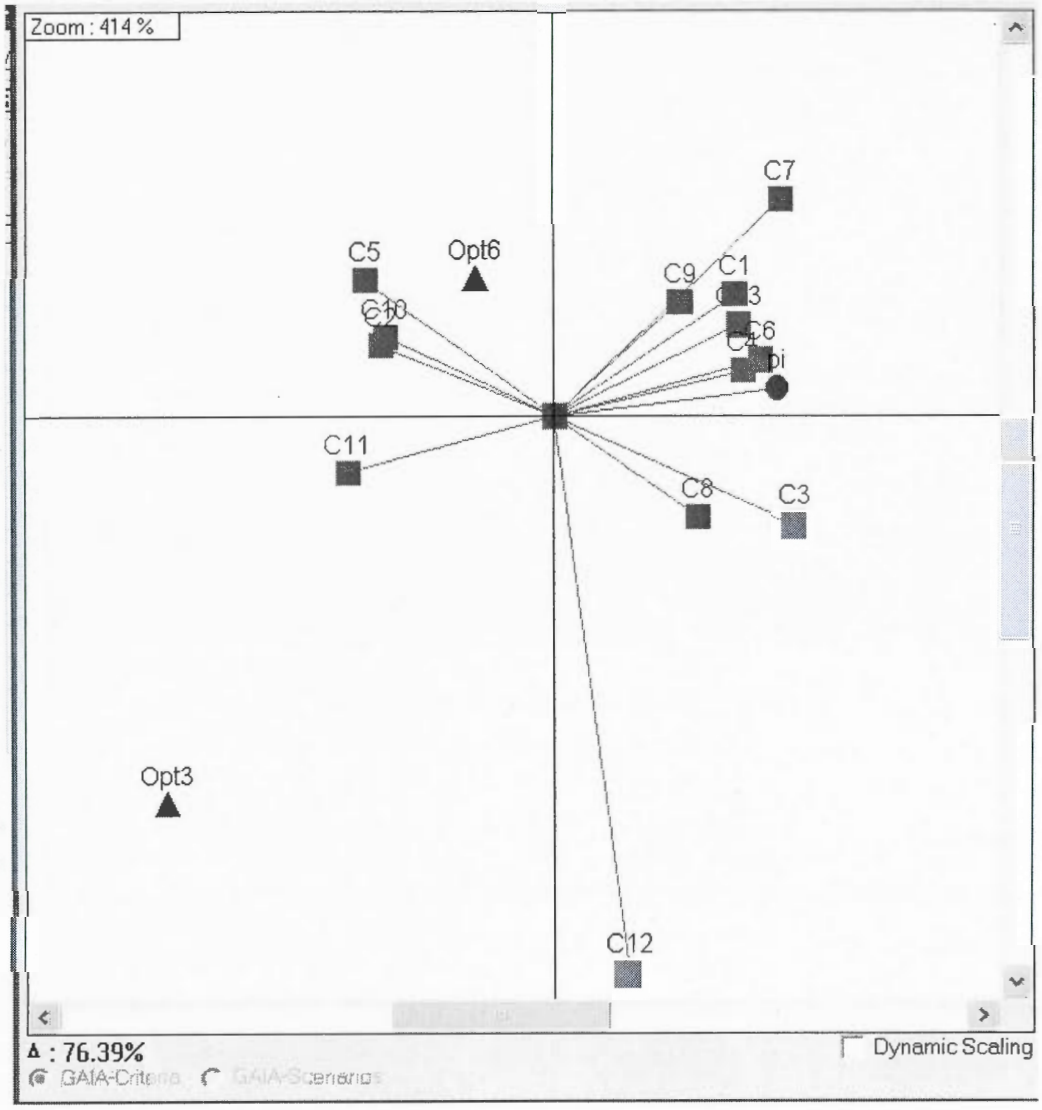


b) Classement PROMETHEE II



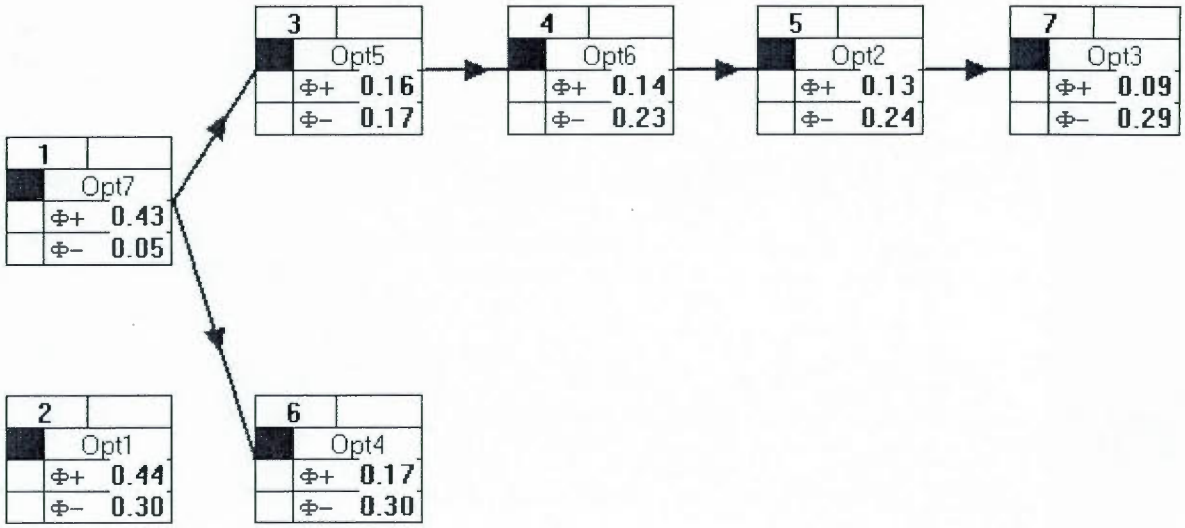
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
A : 76.39%
Dynamic Scaling
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios

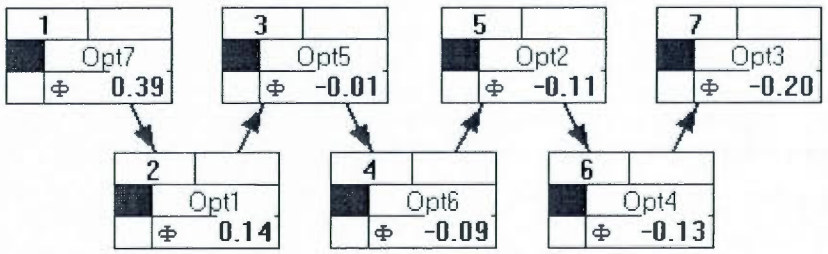

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C10
C3
C6
pi
C11
C8
C3
Opt3
C12
Δ : 76.39%
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios
Dynamic Scaling

A.6 Direction nationale de l'aménagement du territoire

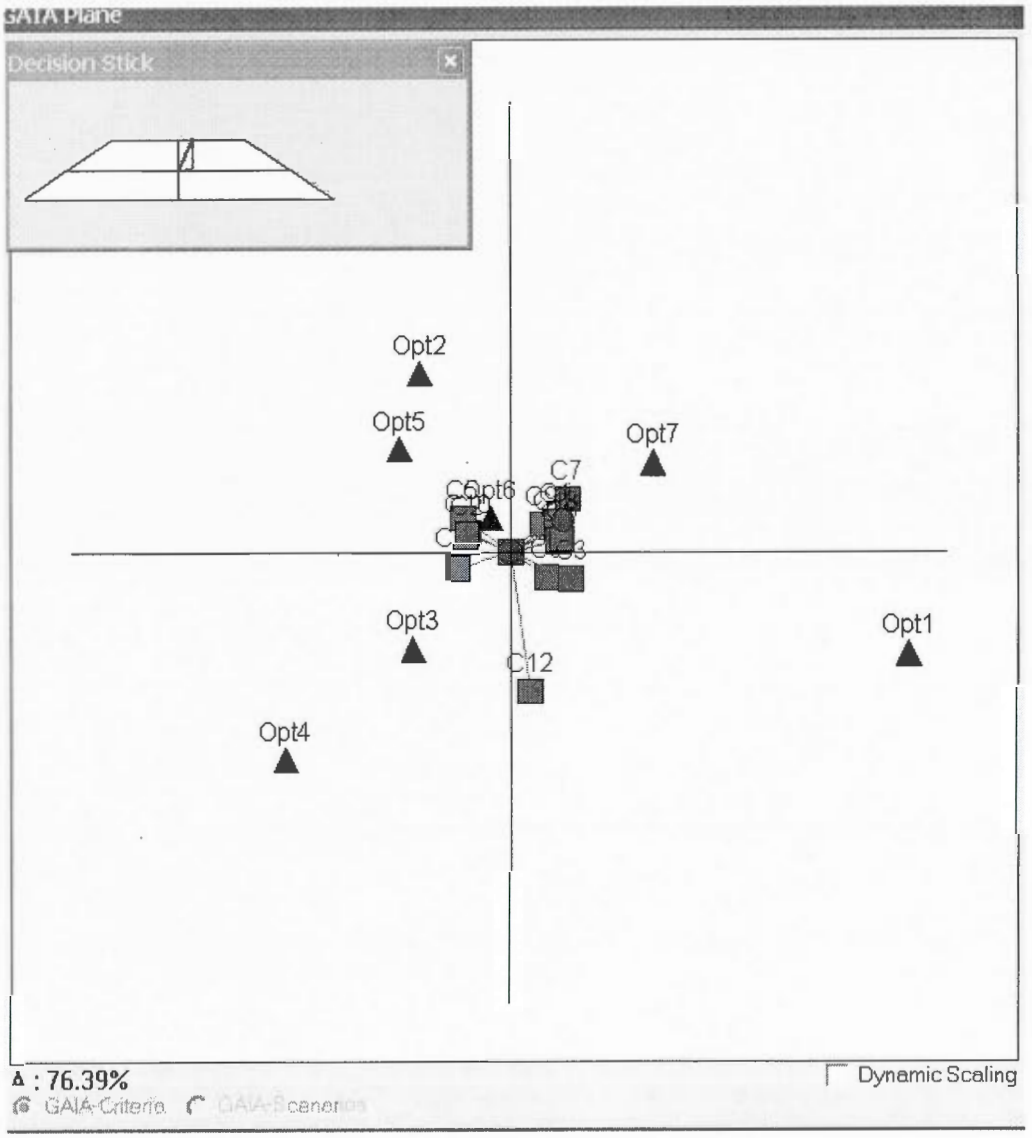
a) Classement PROMETHEE I

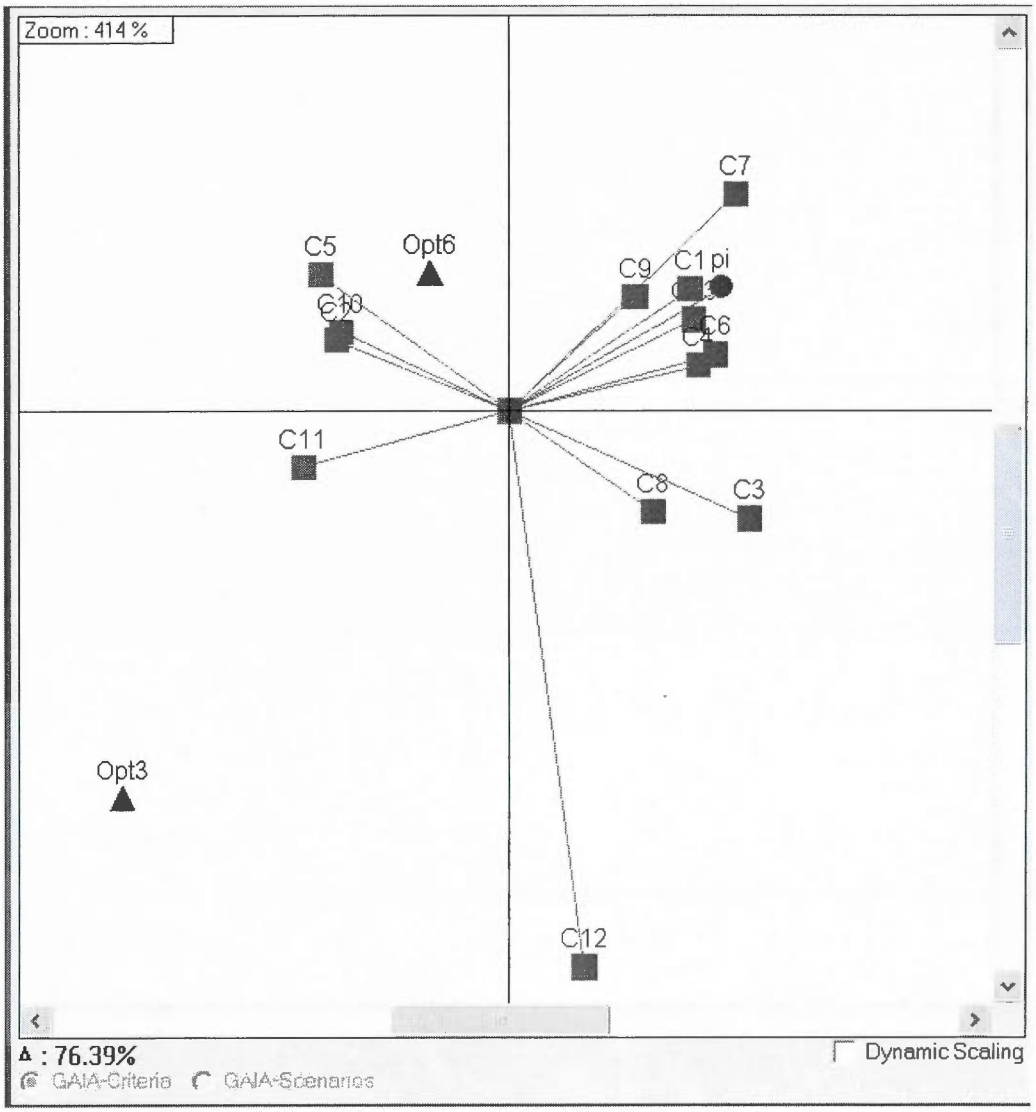


b) Classement PROMETHEE II



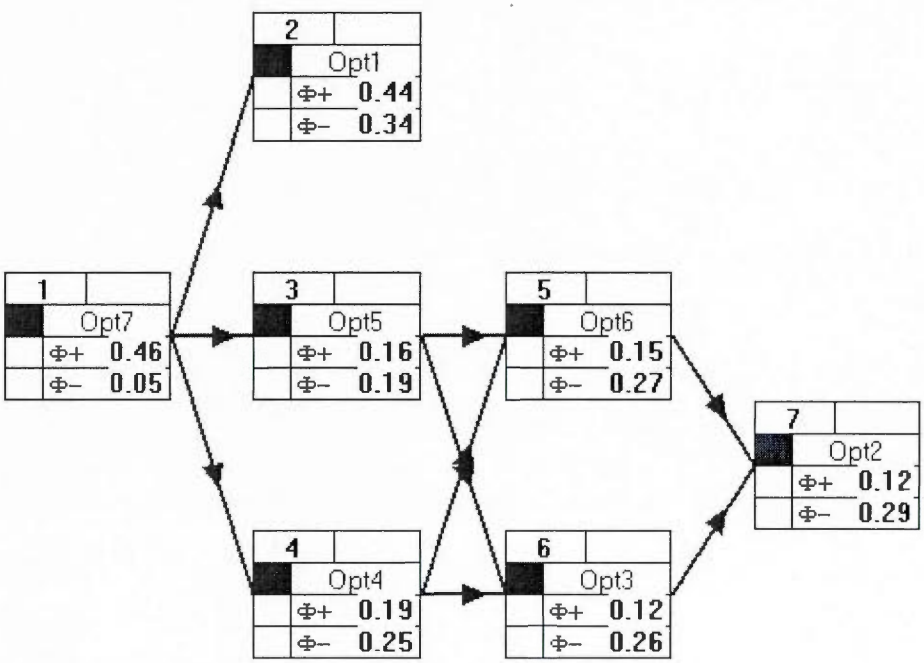
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
A : 76.39%
GAIA Criteria
Dynamic Scaling

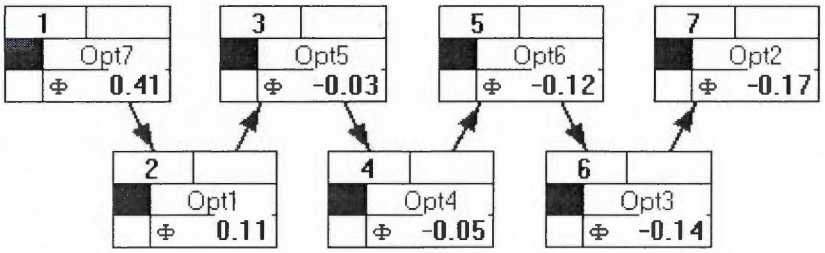

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1 pi
C10
C6
C11
C8
C3
Opt3
C12
Δ : 76.39%
GAIA-Criterio
GAIA-Scenarios
Dynamic Scaling

A.7 Direction nationale des eaux et forêts

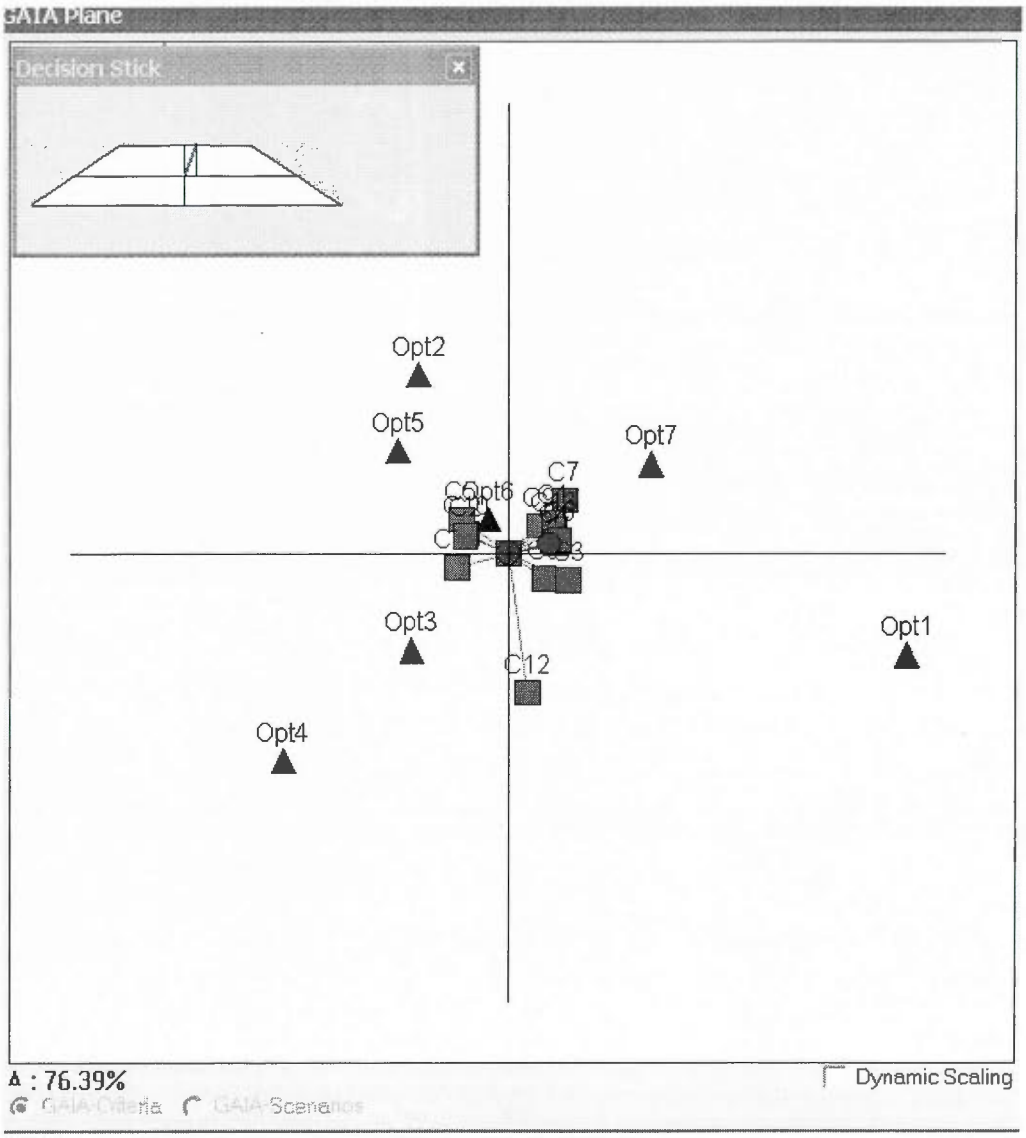
a) Classement PROMETHEE I

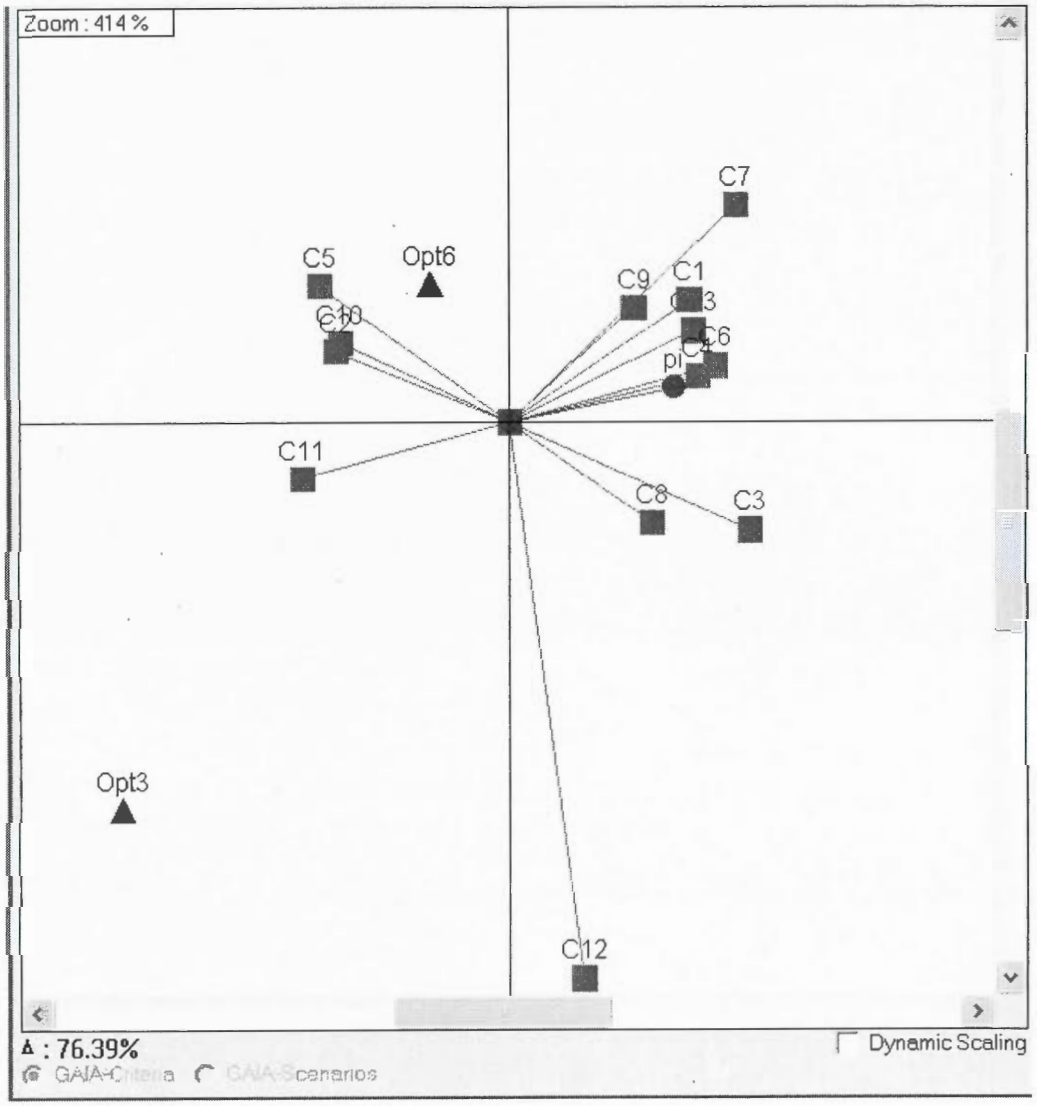


b) Classement PROMETHEE II



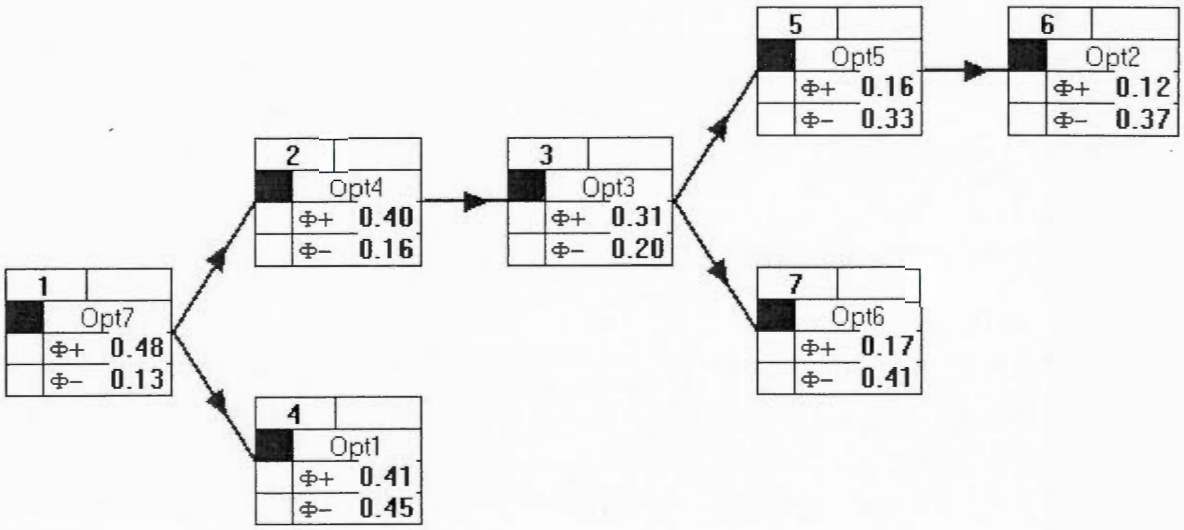
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
A : 76.39%
Dynamic Scaling

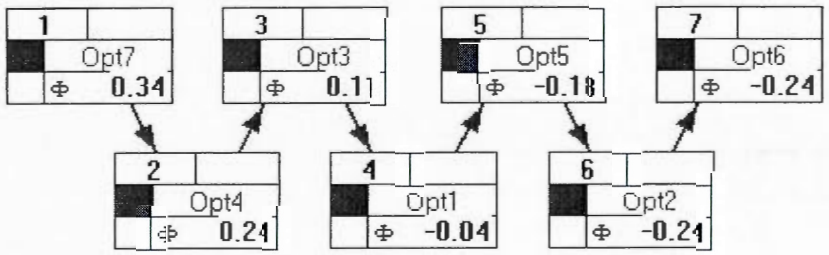

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C6
C11
C8
C3
Opt3
C12
A : 76.39%
Dynamic Scaling
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios

A.8 Direction nationale des hydrocarbures

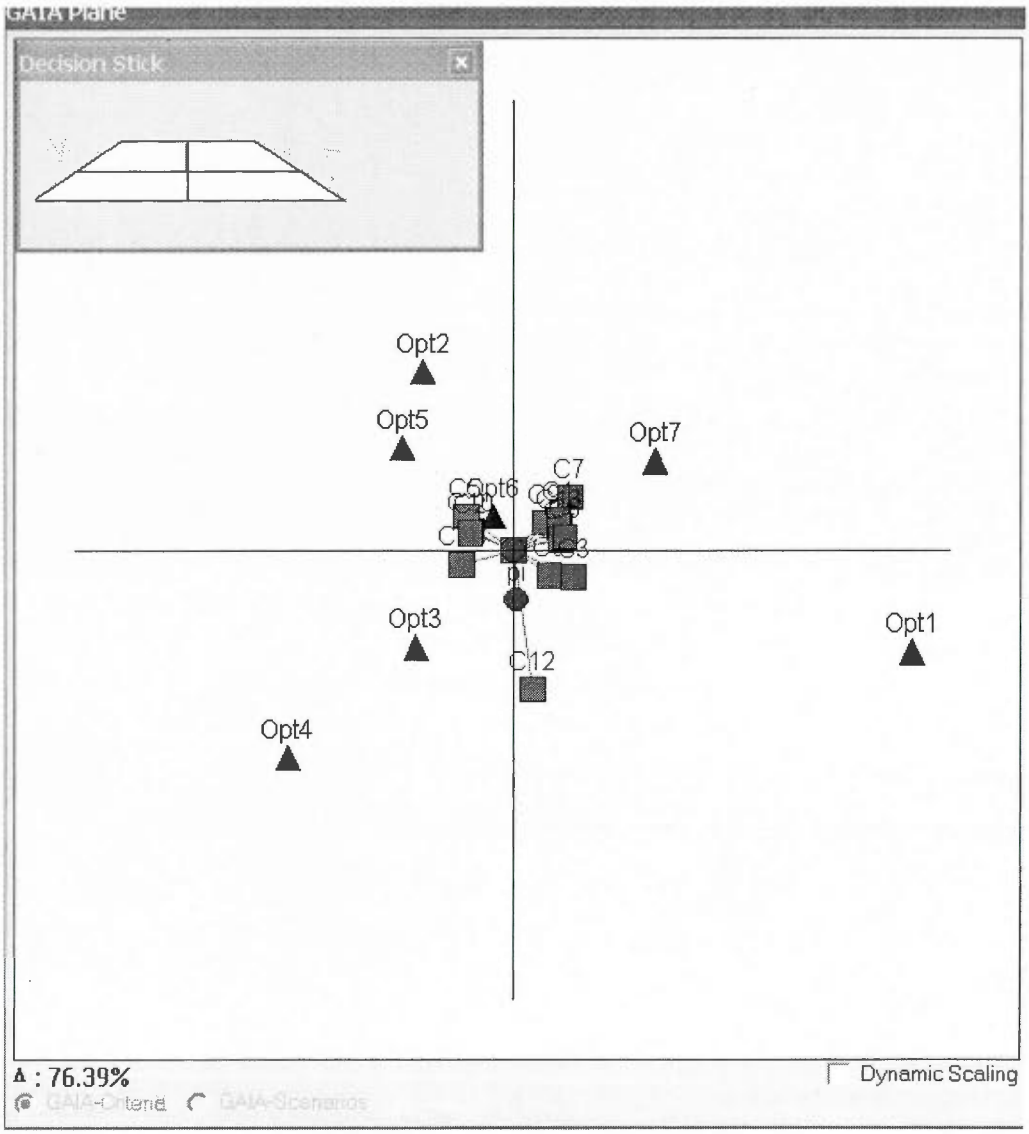
a) Classement PROMETHEE I

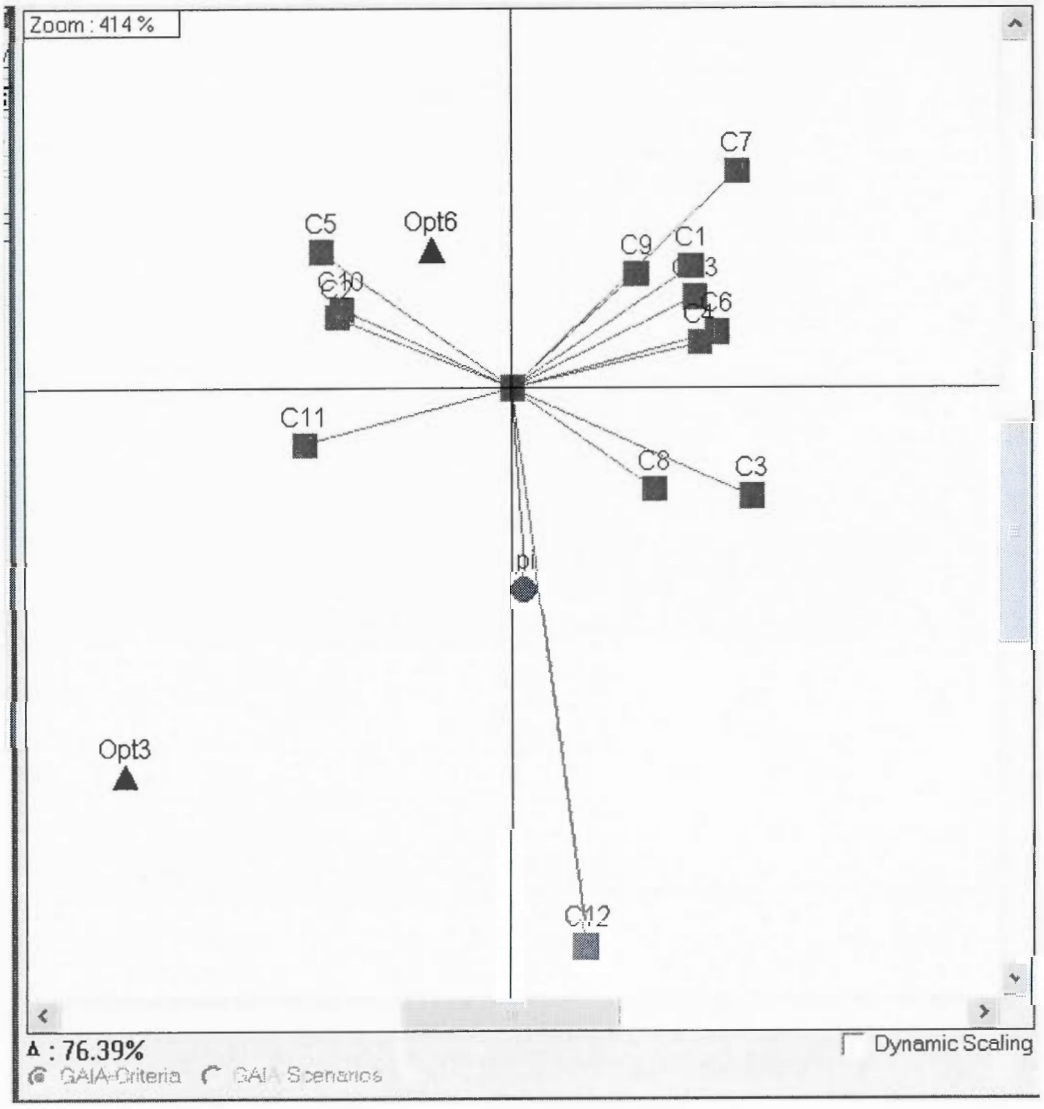


b) Classement PROMETHEE II



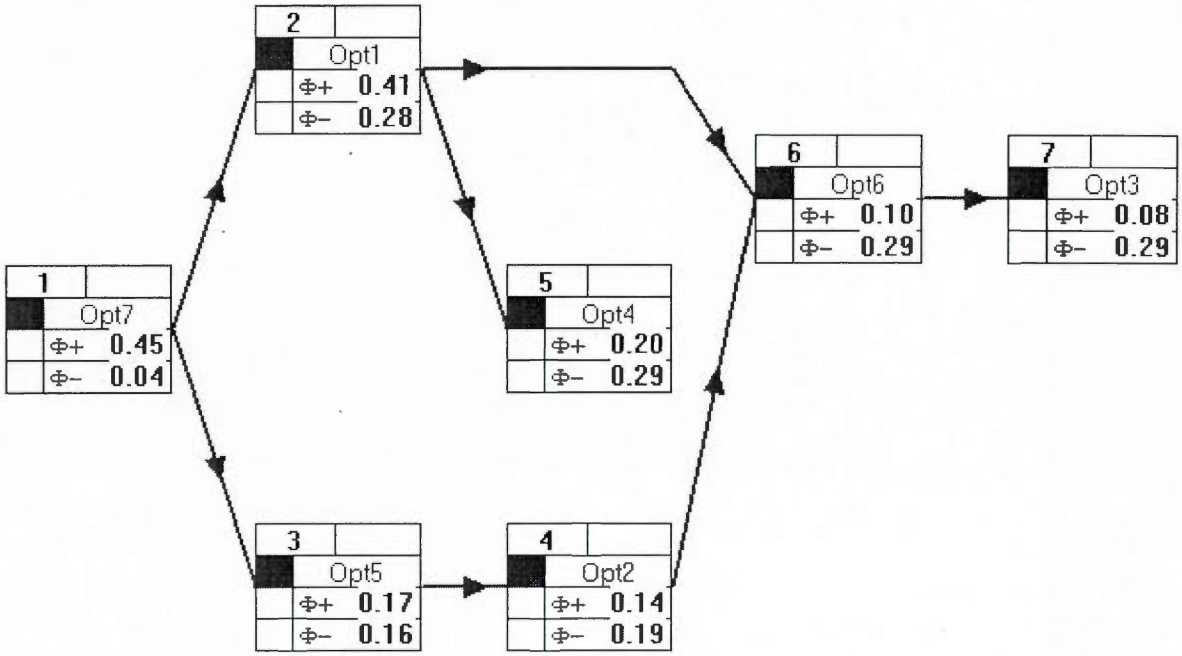
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
A : 76.39%
Dynamic Scaling

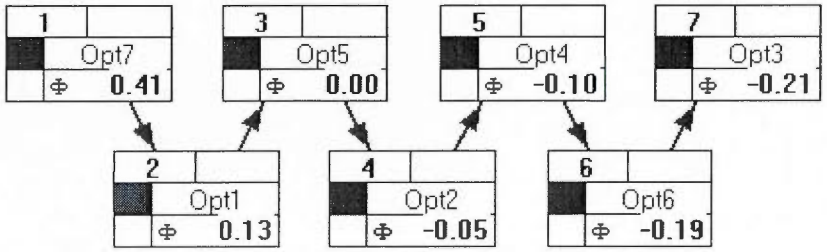

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C10
C6
C4
C11
C8
C3
pi
Opt3
C12
Δ : 76.39%
GAIA-Criteria
GAIA Scenarios
Dynamic Scaling

A.9 Direction nationale des transports terrestres

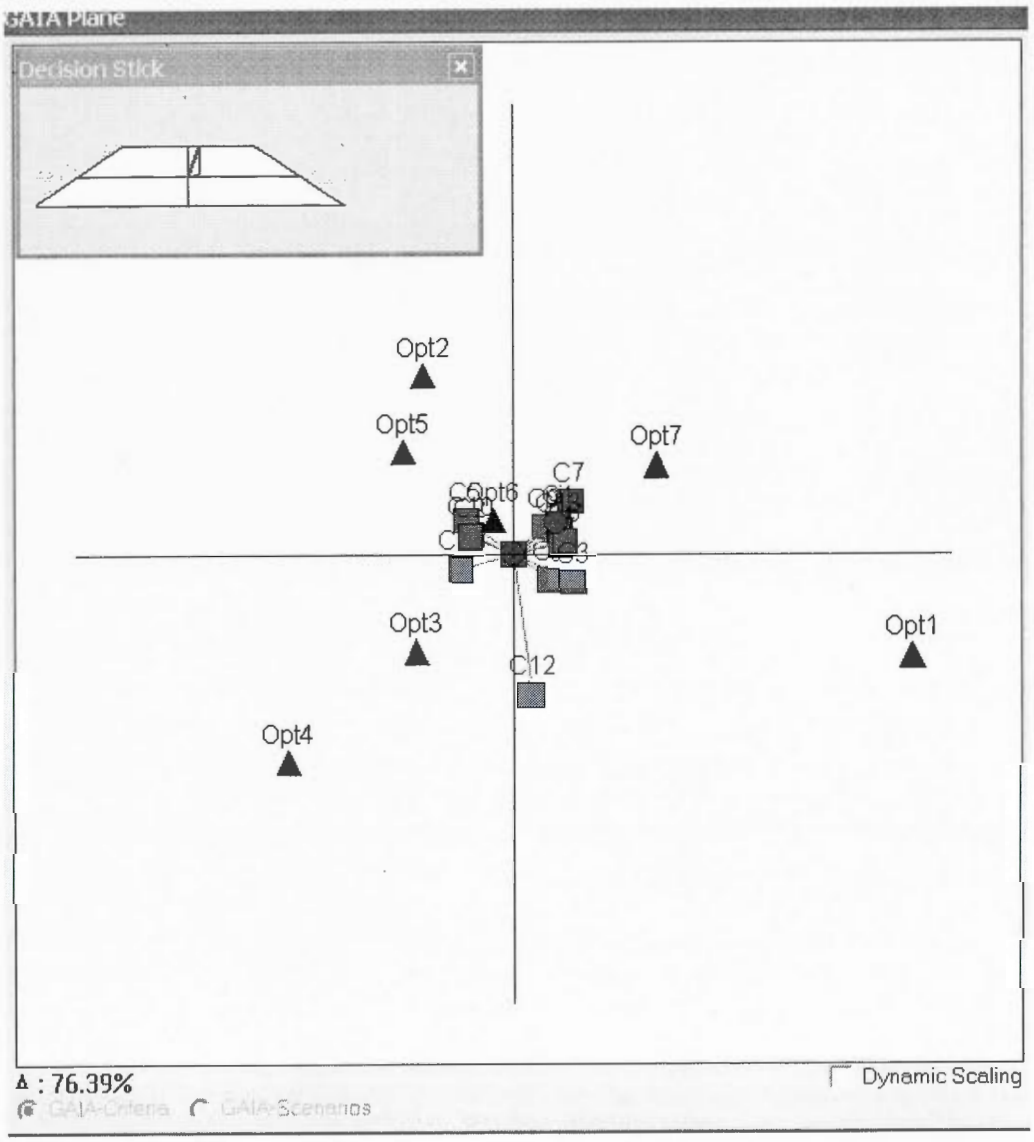
a) Classement PROMETHEE I

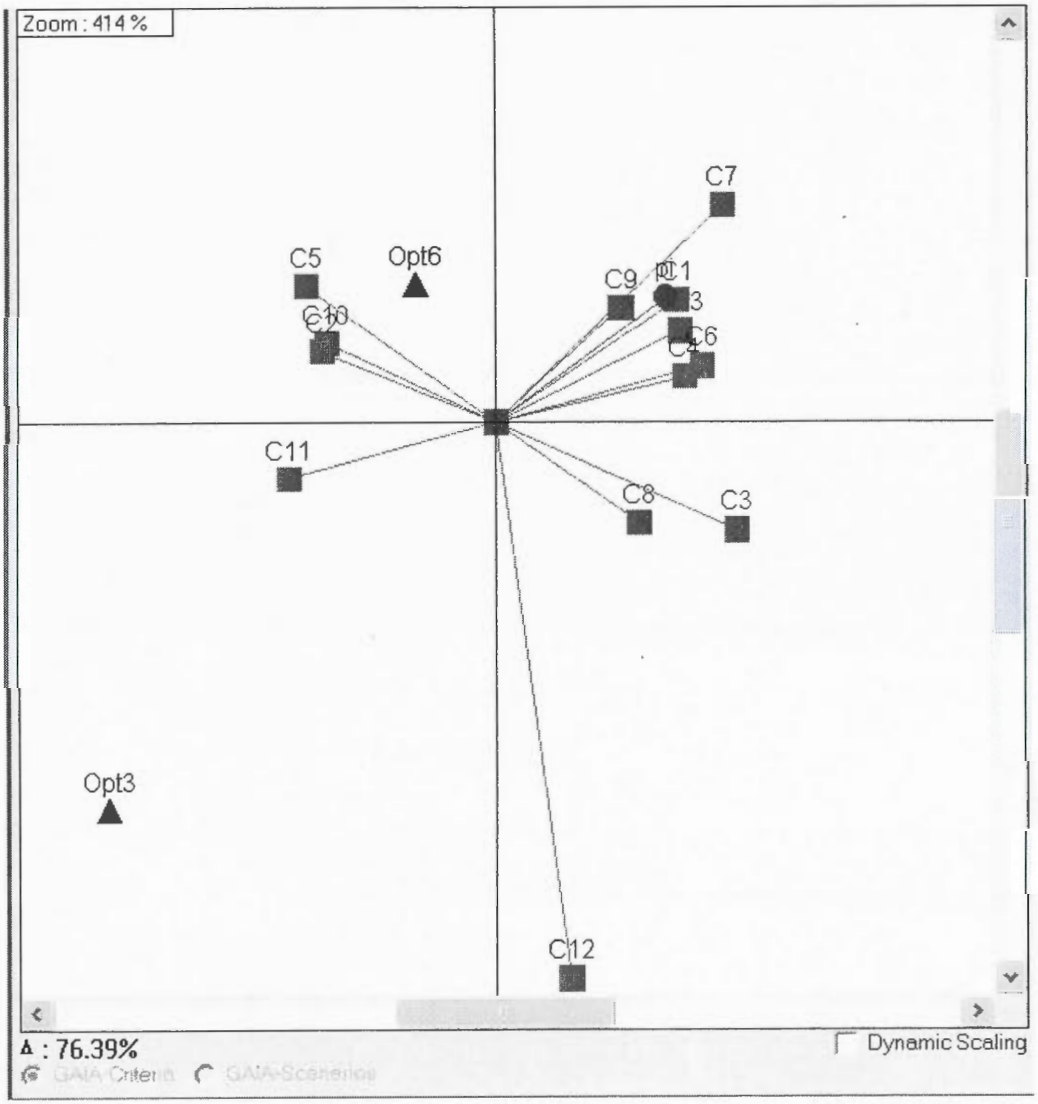


b) Classement PROMETHEE II



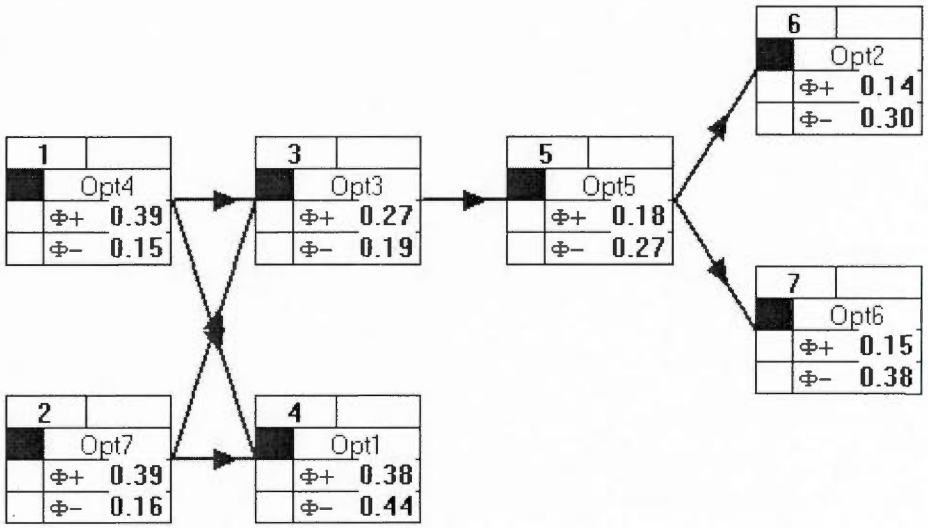
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
A : 76.39%
Dynamic Scaling
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios

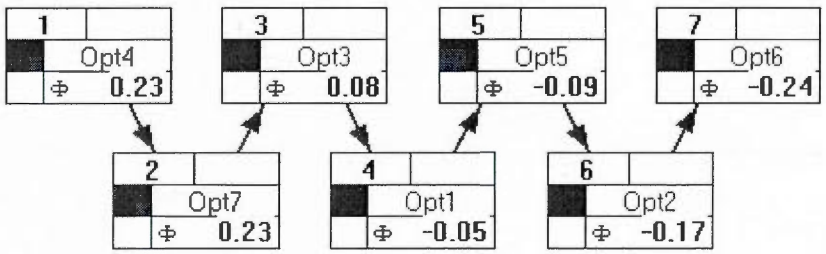

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C10
C6
C11
C8
C3
Opt3
C12
A : 76.39%
Dynamic Scaling

A10. ENELGUI

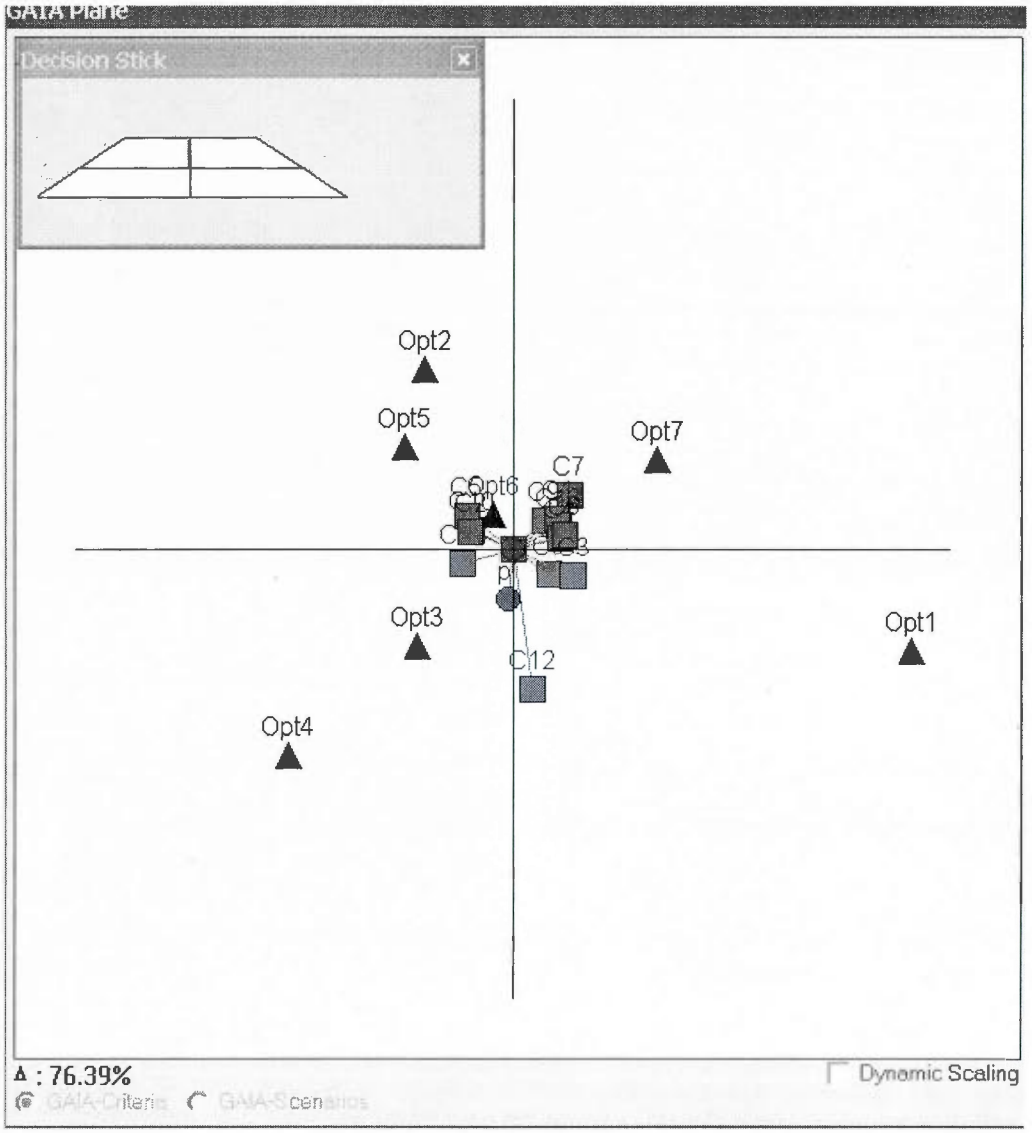
a) Classement PROMETHEE I

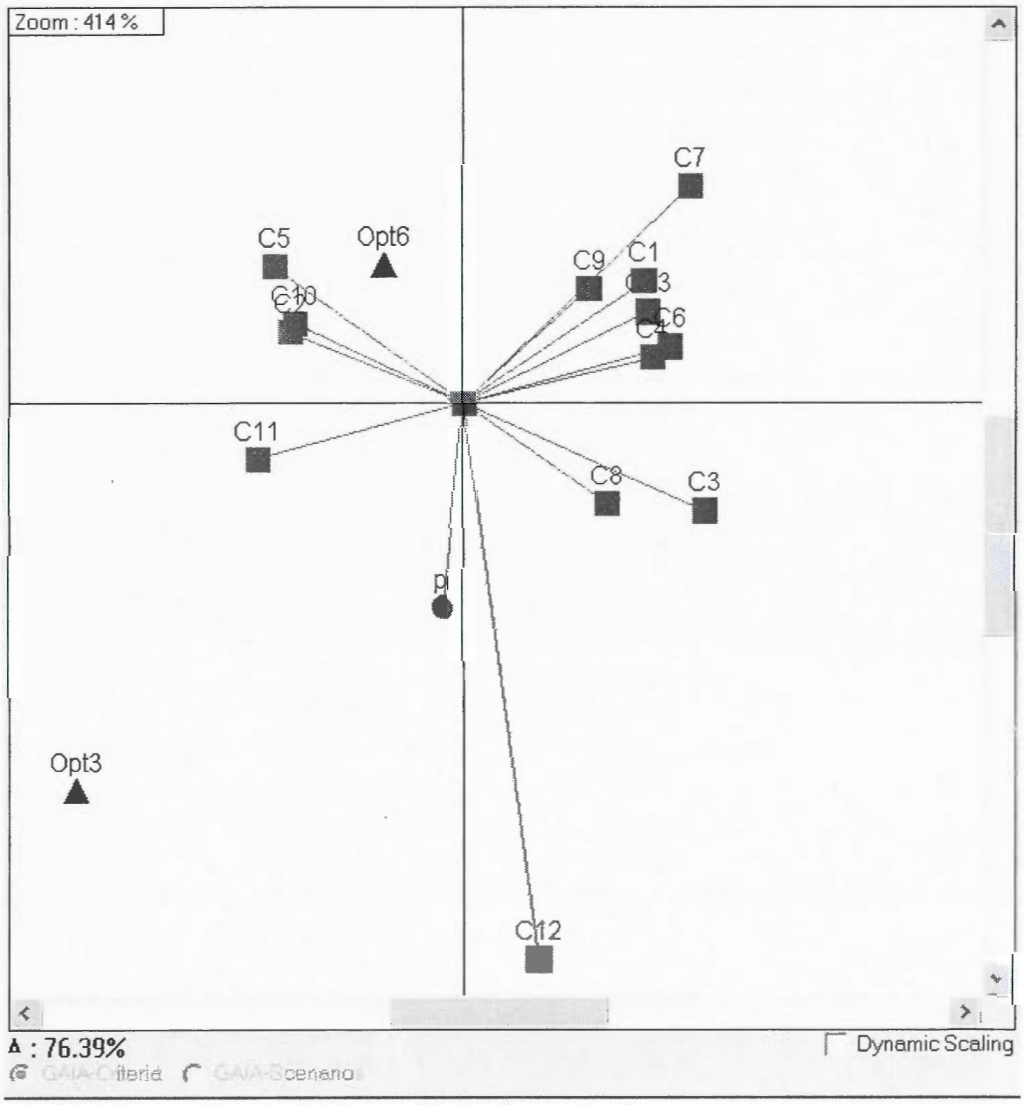


b) Classement PROMETHEE II



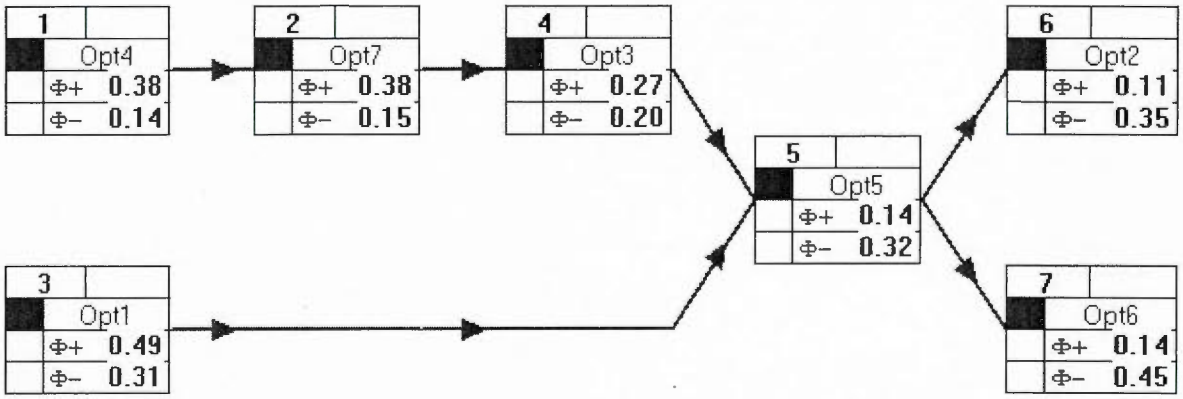
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
A : 76.39%
Dynamic Scaling

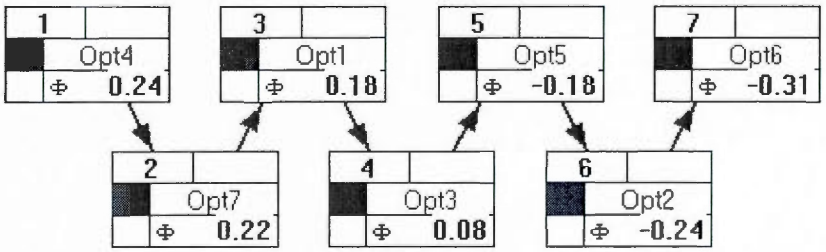

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C10
C6
C11
C8
C3
pi
Opt3
C12
A : 76.39%
Dynamic Scaling

A11. SOGEL

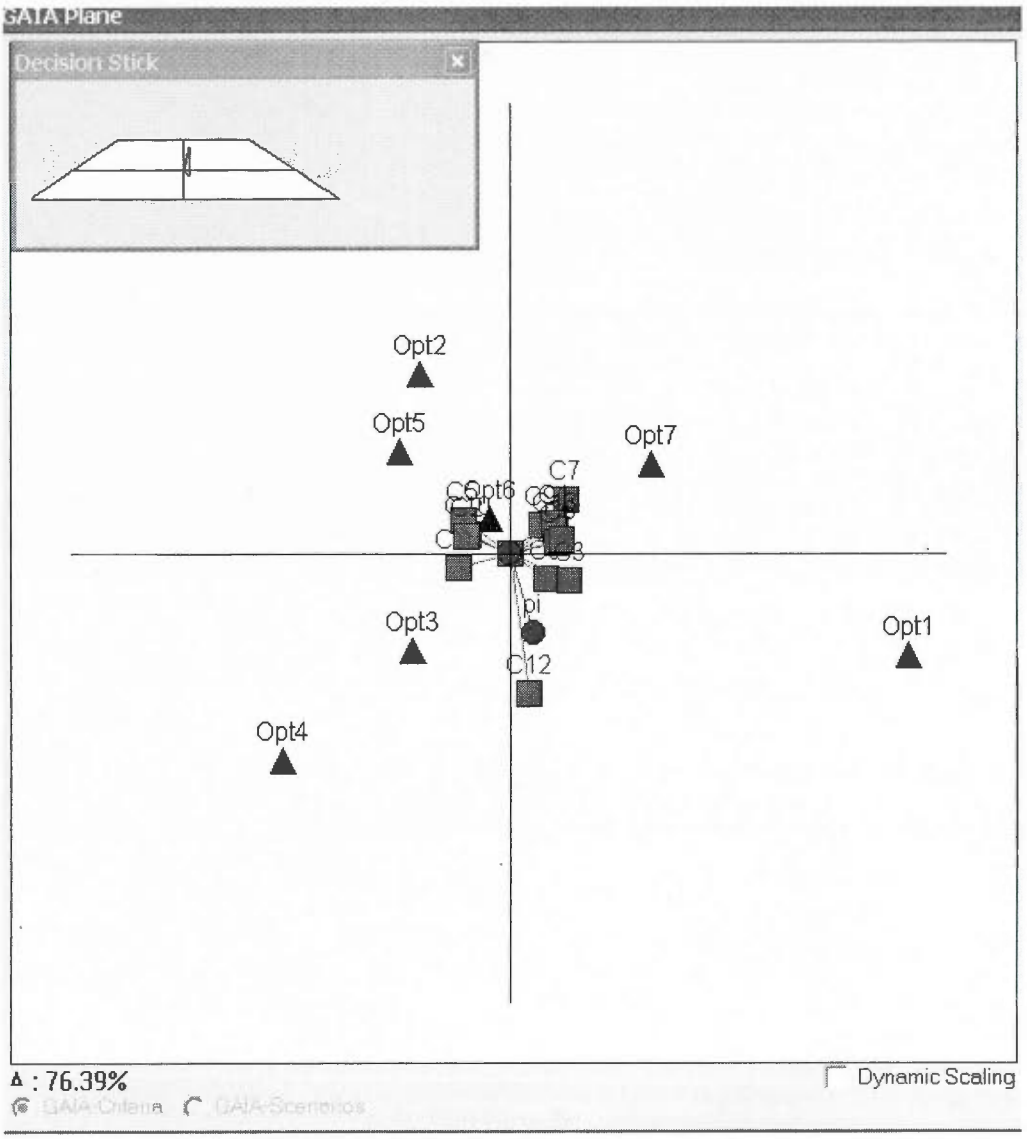
a) Classement PROMETHEE I

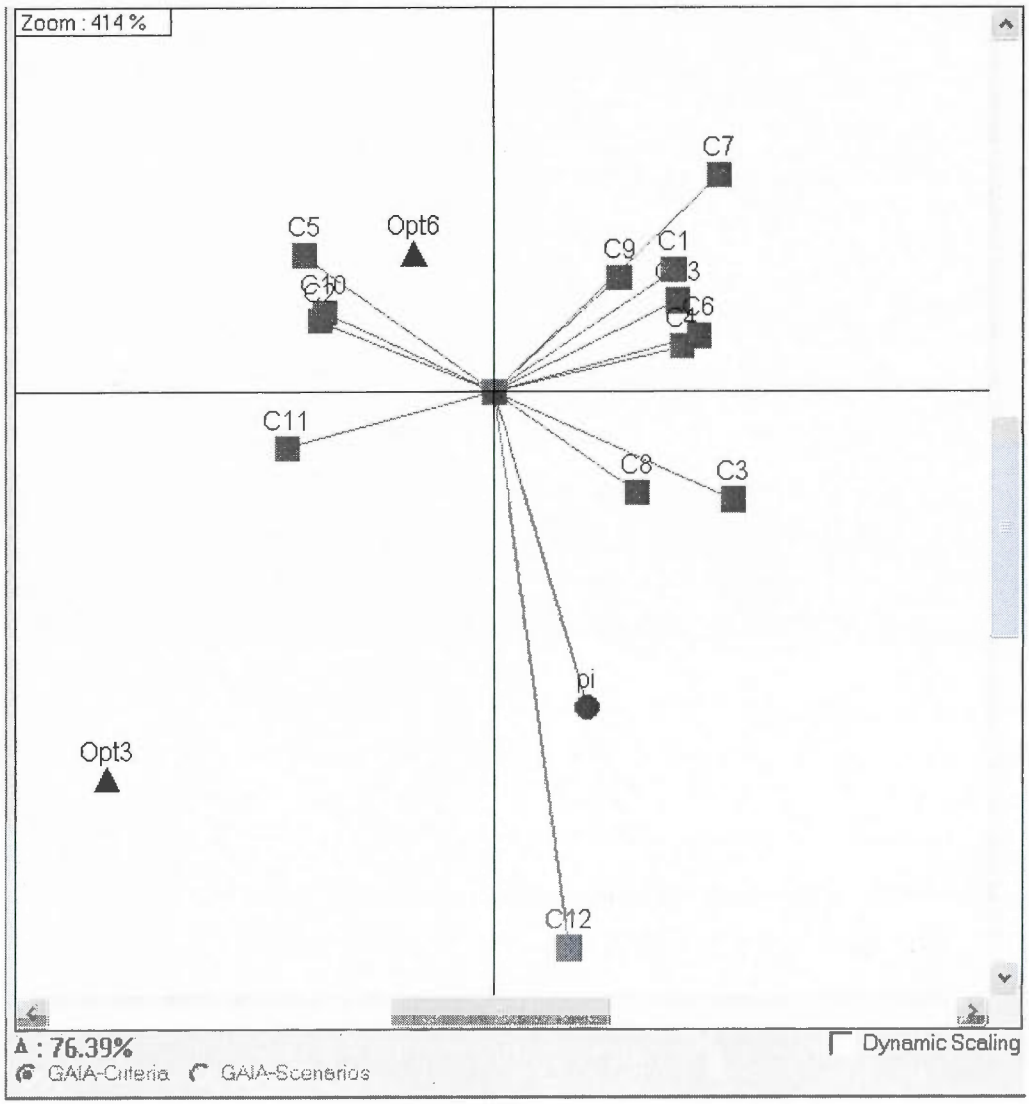


b) Classement PROMETHEE II



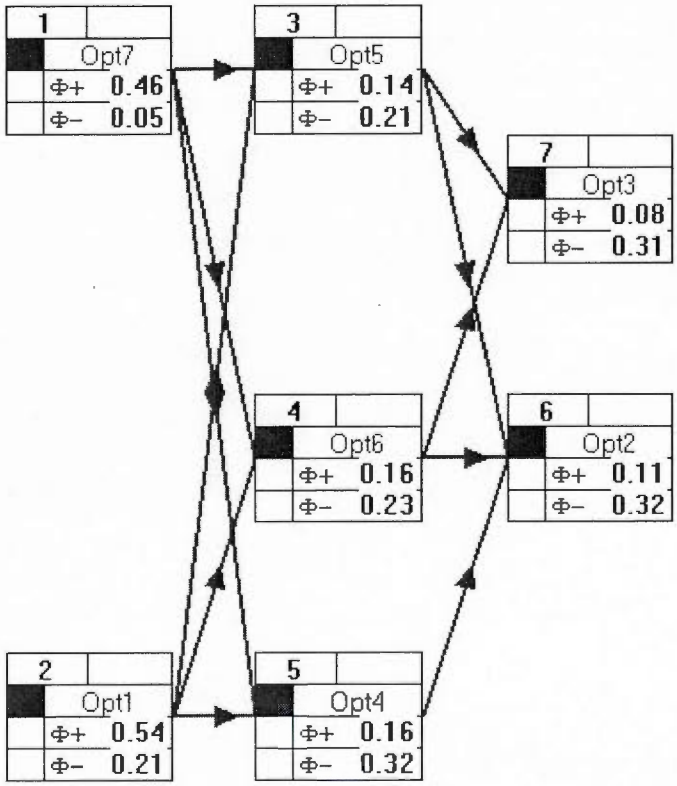
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
A : 76.39%
Dynamic Scaling

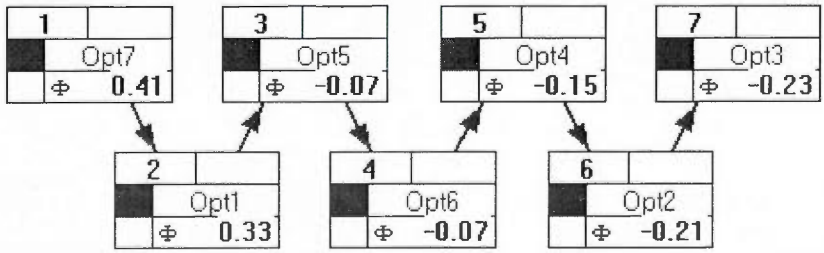

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C10
C6
C11
C8
C3
pi
Opt3
C12
A : 76.39%
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios
Dynamic Scaling

A12. ONG en environnement

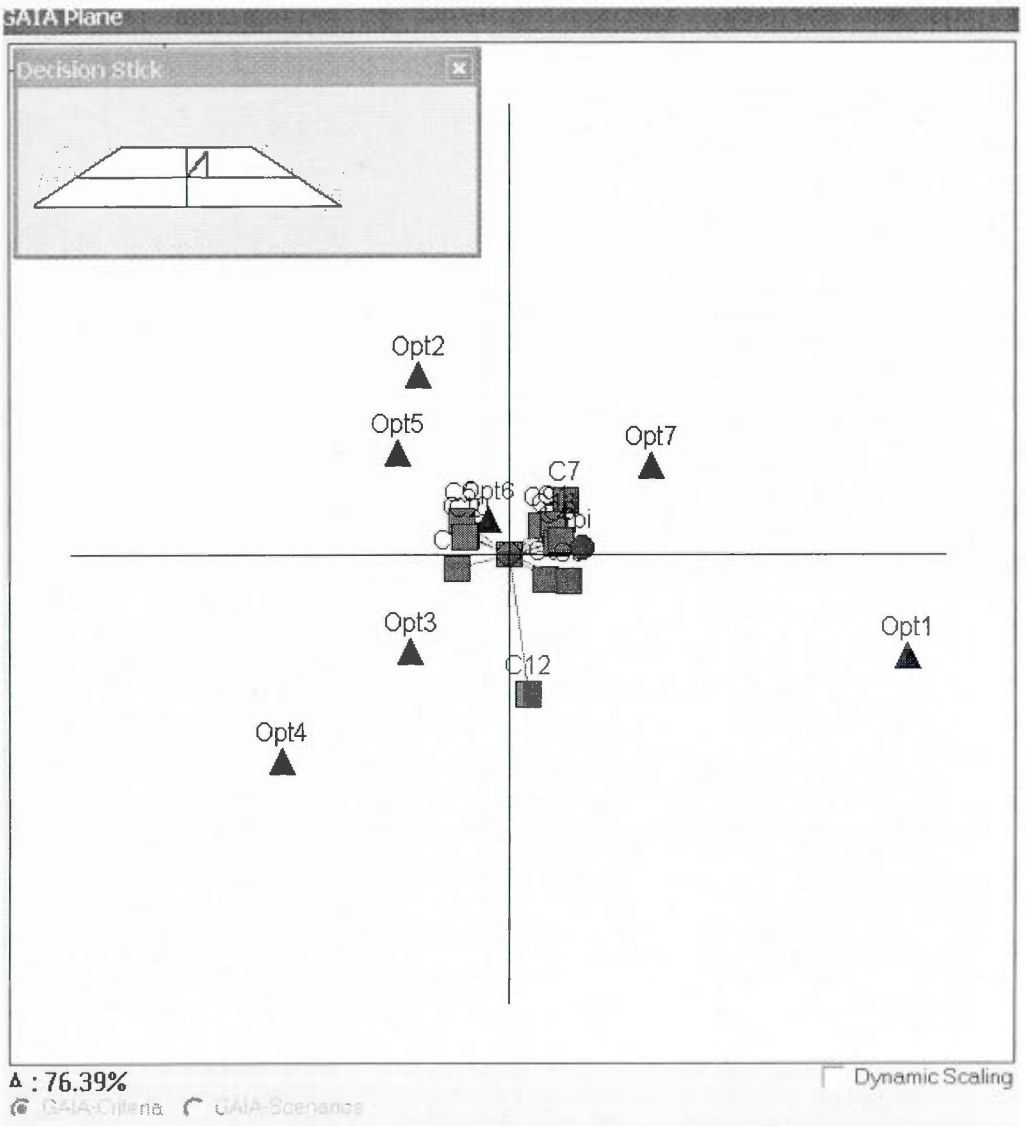
a) Classement PROMETHEE I

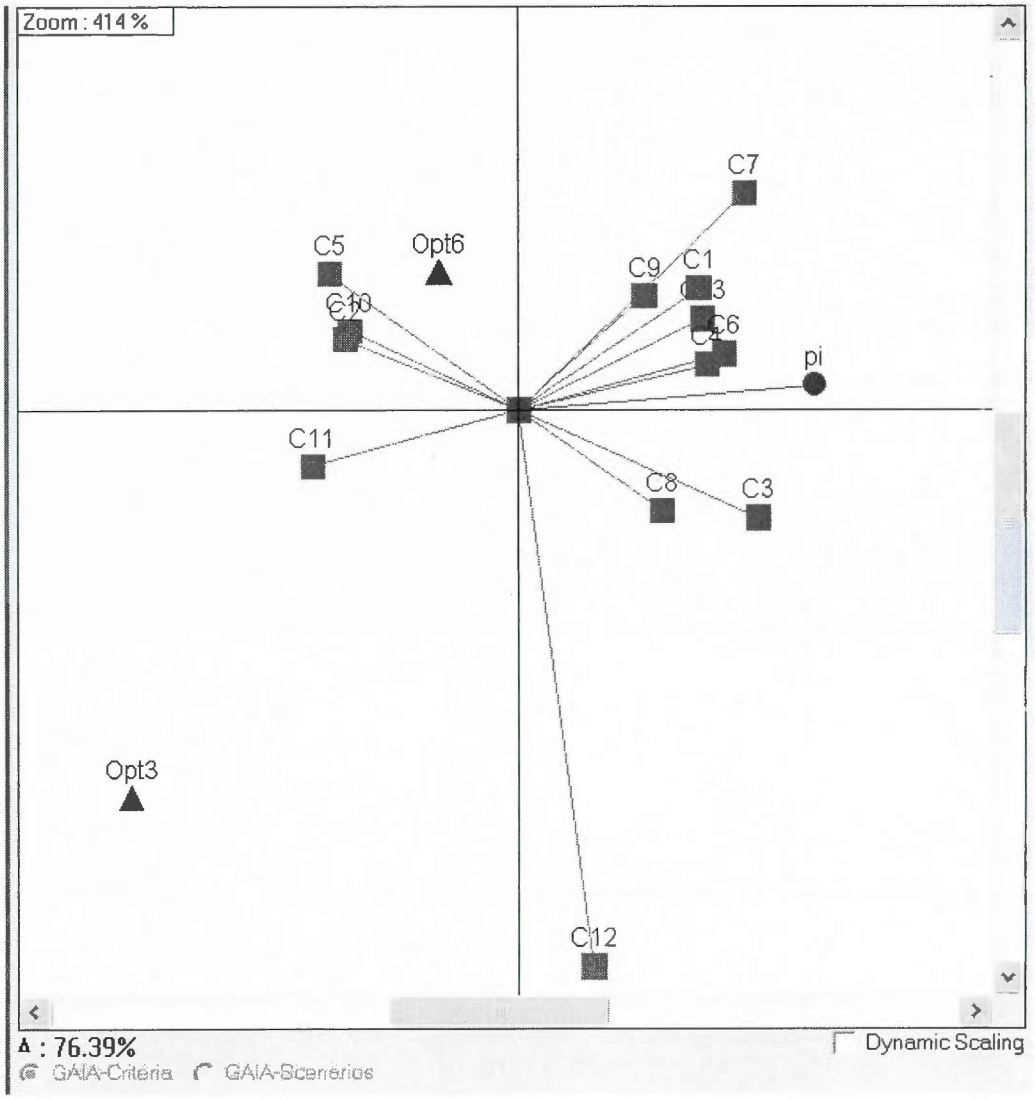


b) Classement PROMETHEE II



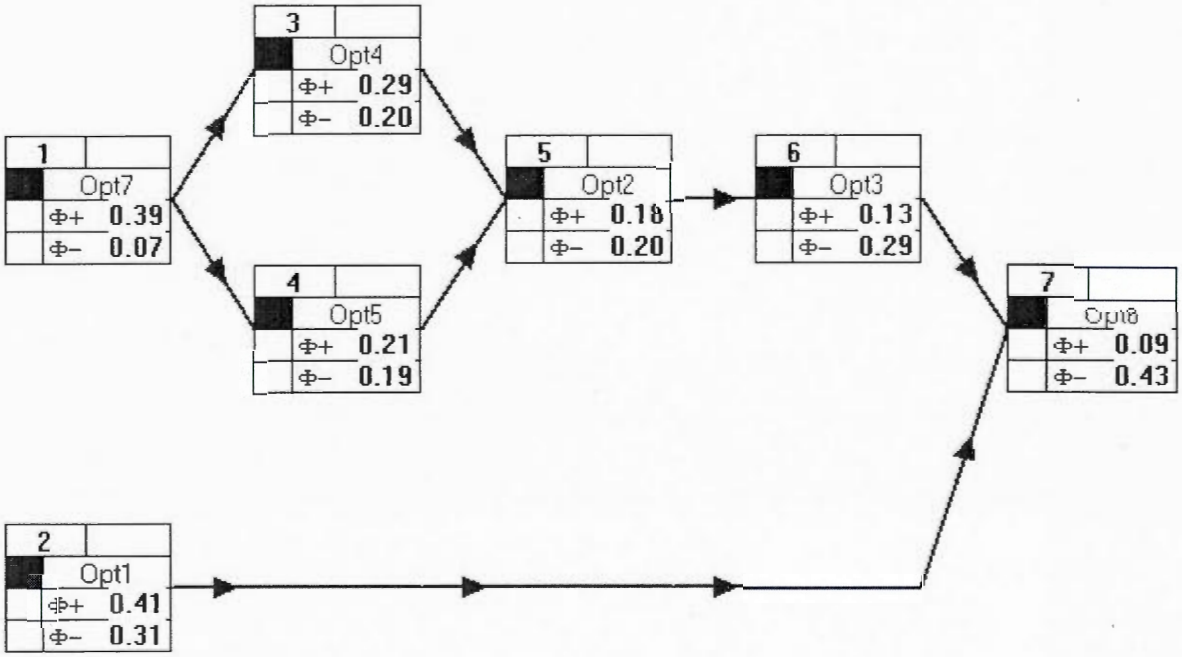
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
Dynamic Scaling

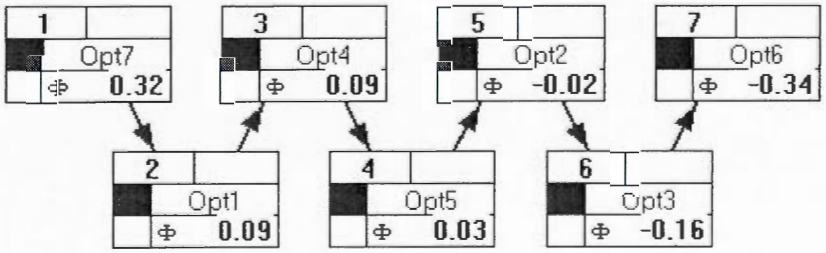

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C10
C6
pi
C11
C8
C3
Opt3
C12
A : 76.39%
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios
Dynamic Scaling

A13. Groupe d'intérêt en énergie

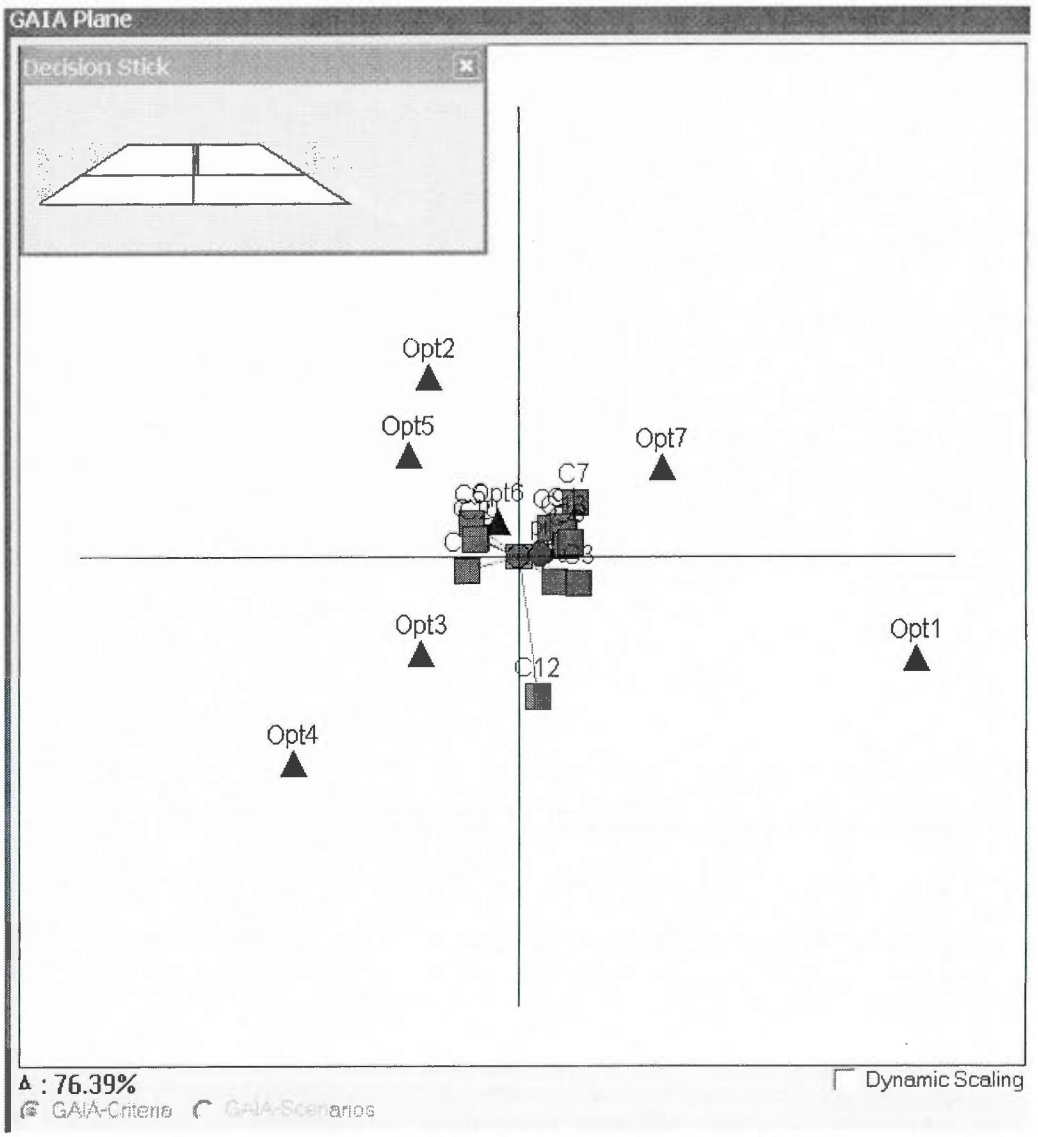
a) Classement PROMETHEE I

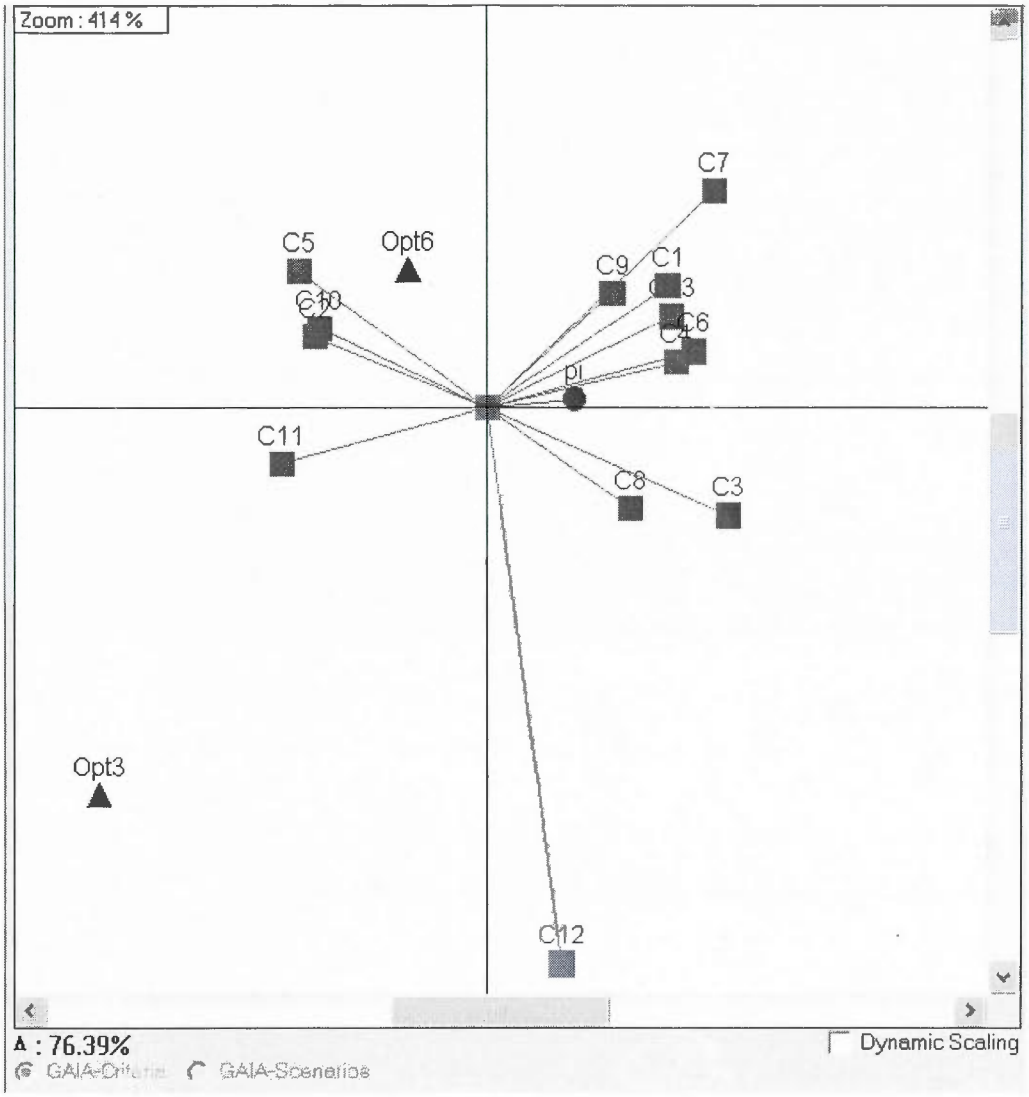


b) Classement PROMETHEE II



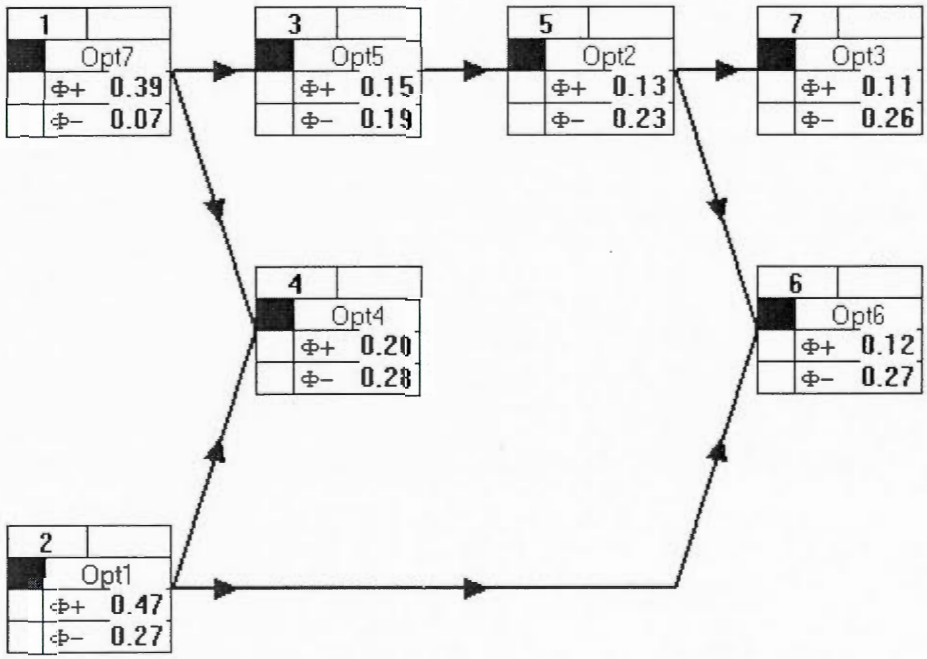
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
Δ : 76.39%
Dynamic Scaling
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios

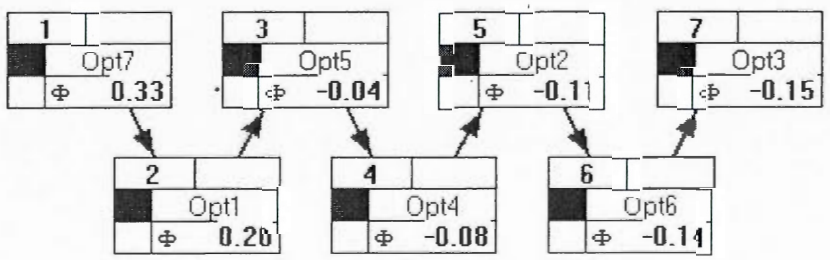

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C10
C6
pl
C11
C8
C3
Opt3
C12
A : 76.39%
Dynamic Scaling
GAIA-Scenarios

A.14 Association des professionnels en EIE

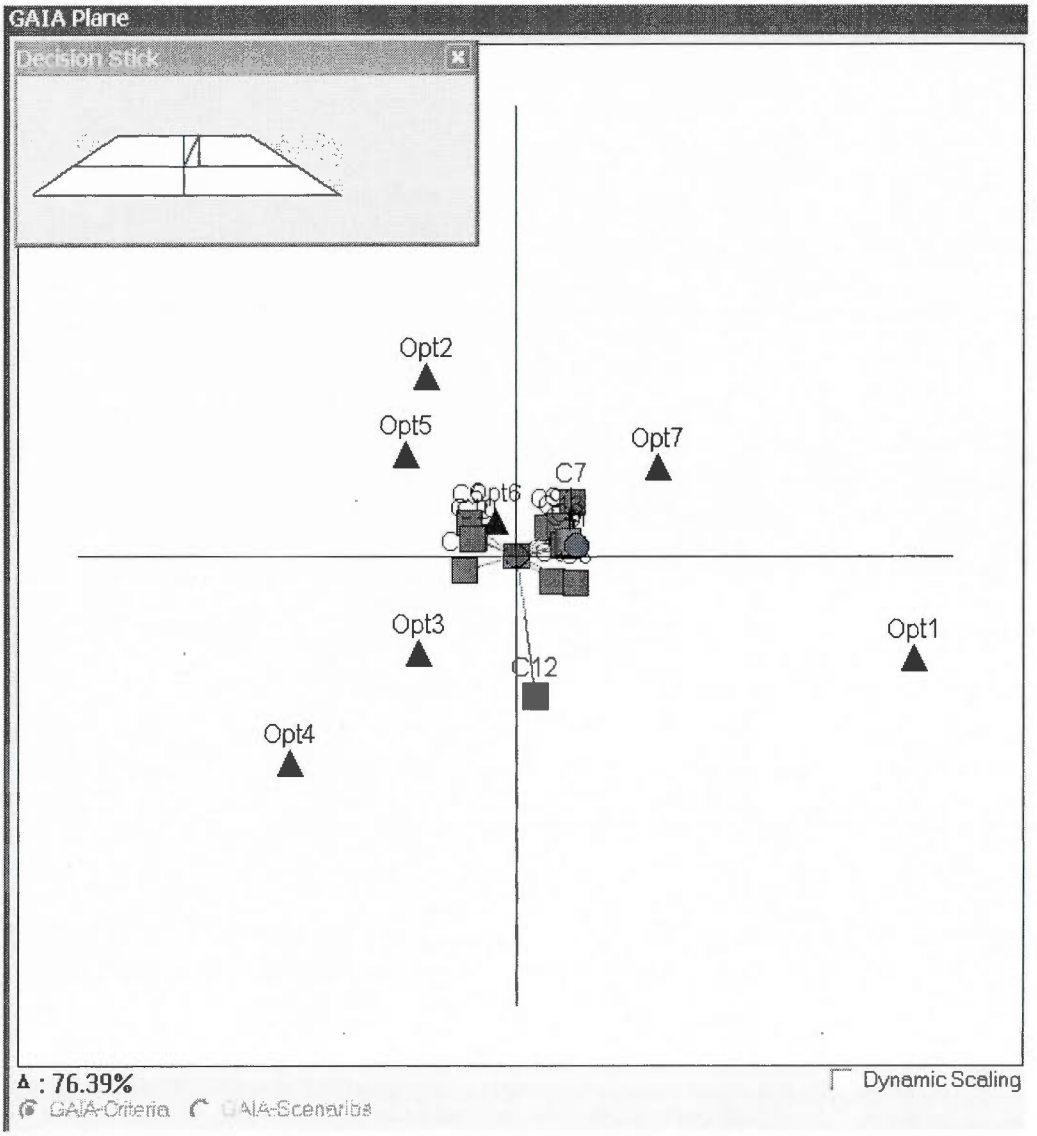
a) Classement PROMETHEE I

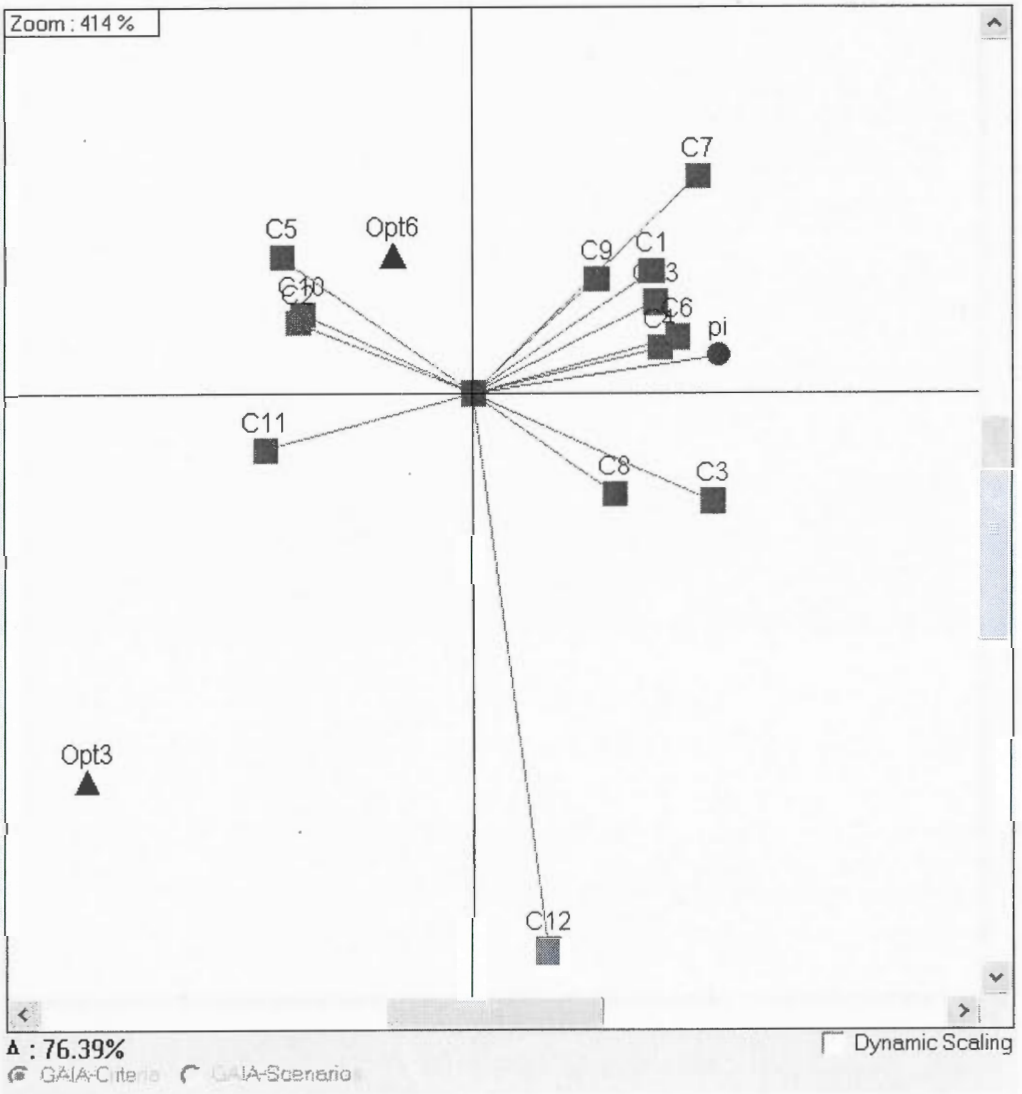


b) Classement PROMETHEE II



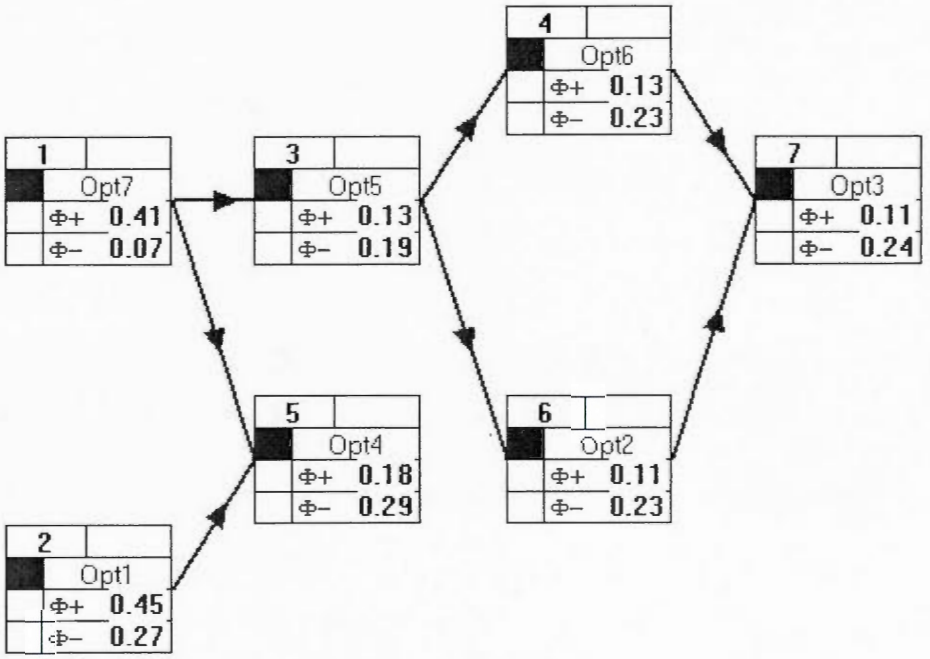
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
Δ : 76.39%
Dynamic Scaling
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios

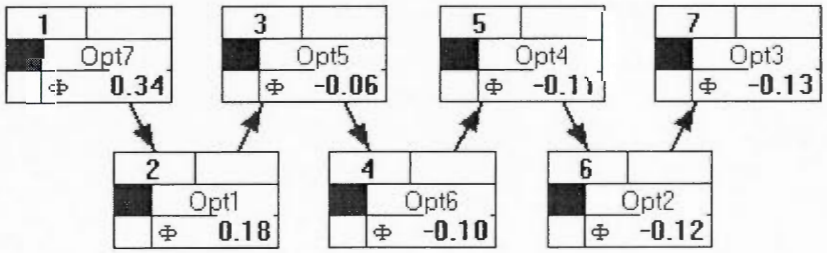

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C6
pi
C11
C8
C3
Opt3
C12
A : 76.39%
Dynamic Scaling

A.15 CERESCOR

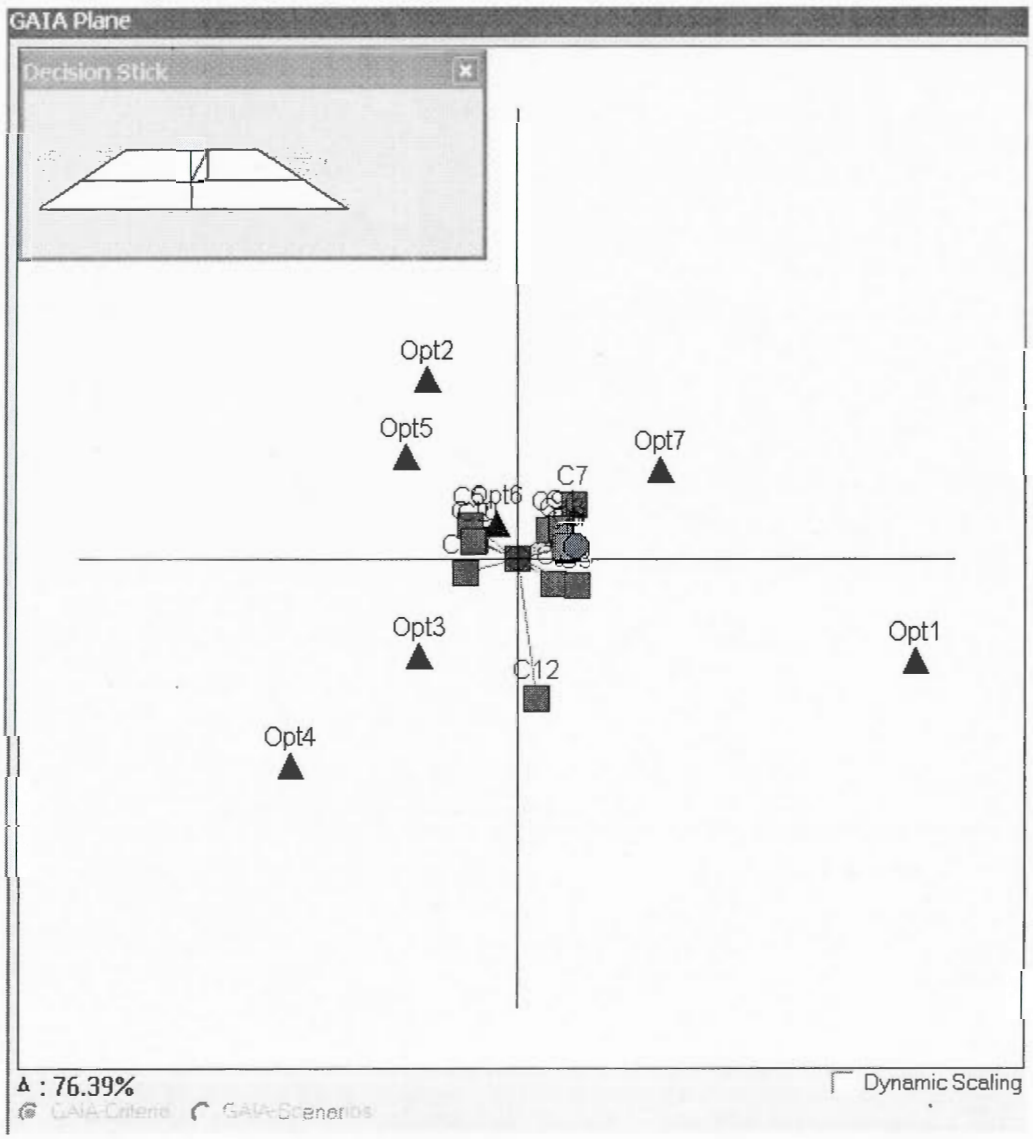
a) Classement PROMETHEE I

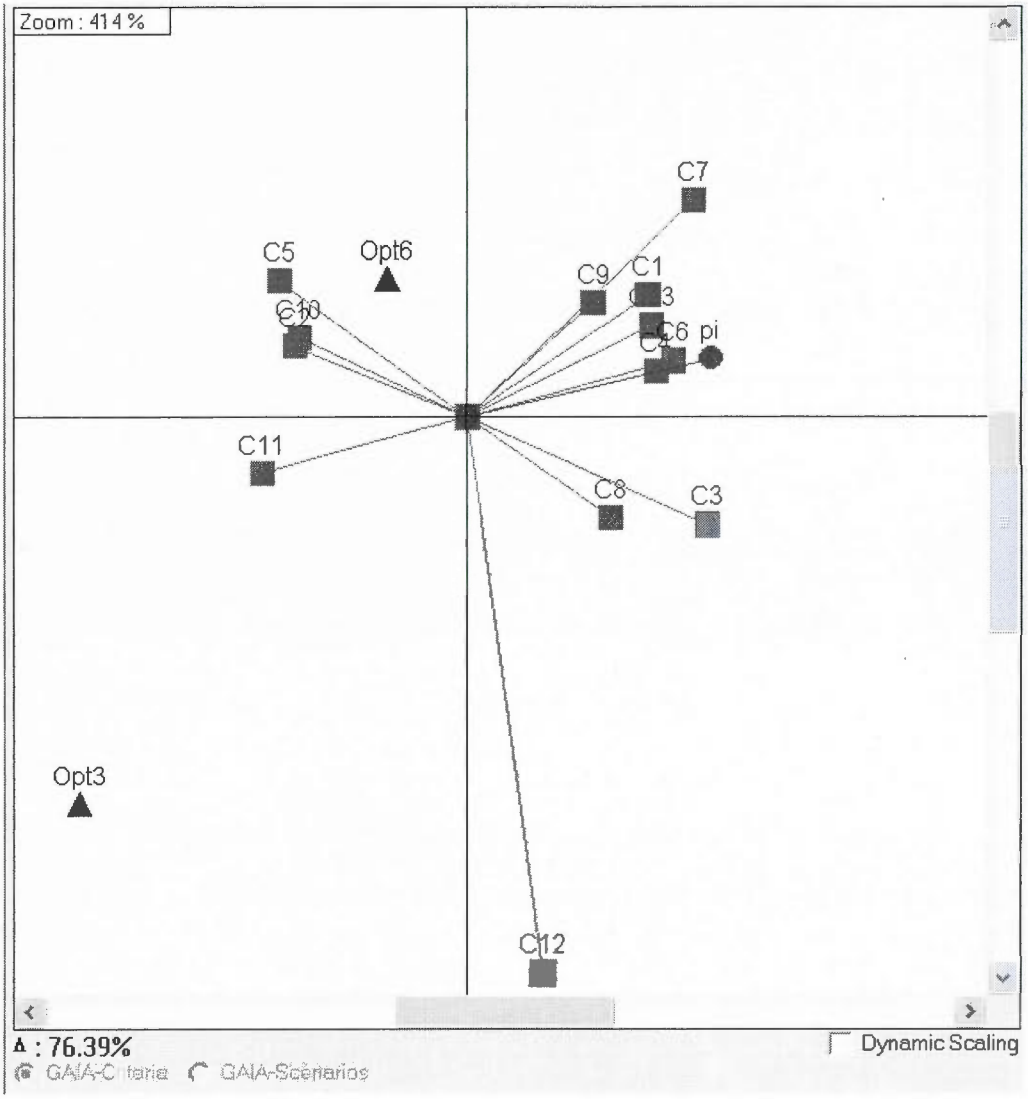


b) Classement PROMETHEE II



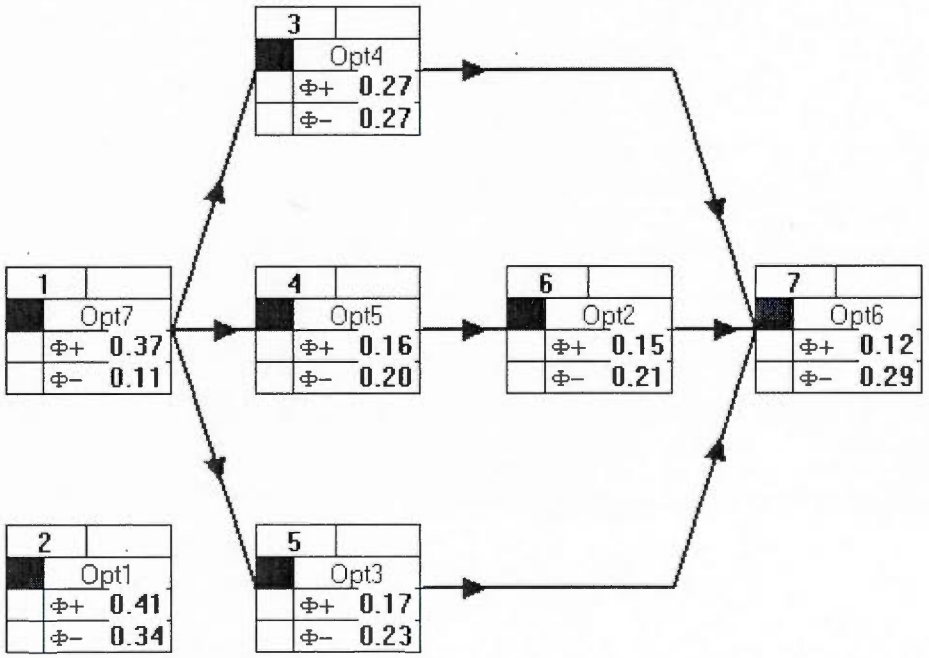
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
Δ : 76.39%
Dynamic Scaling

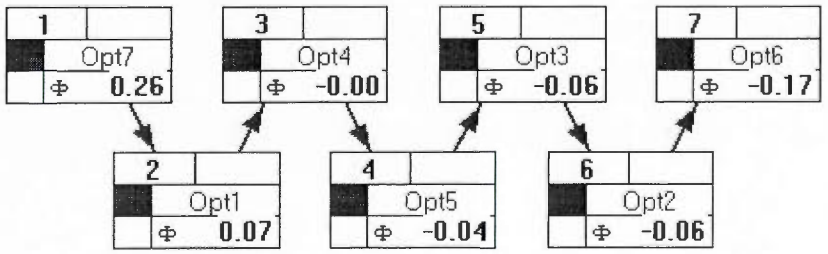

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C10
C6
pi
C11
C8
C3
Opt3
C12
Δ : 76.39%
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios
Dynamic Scaling

A.16 Chaire d'hydraulique université de Conakry

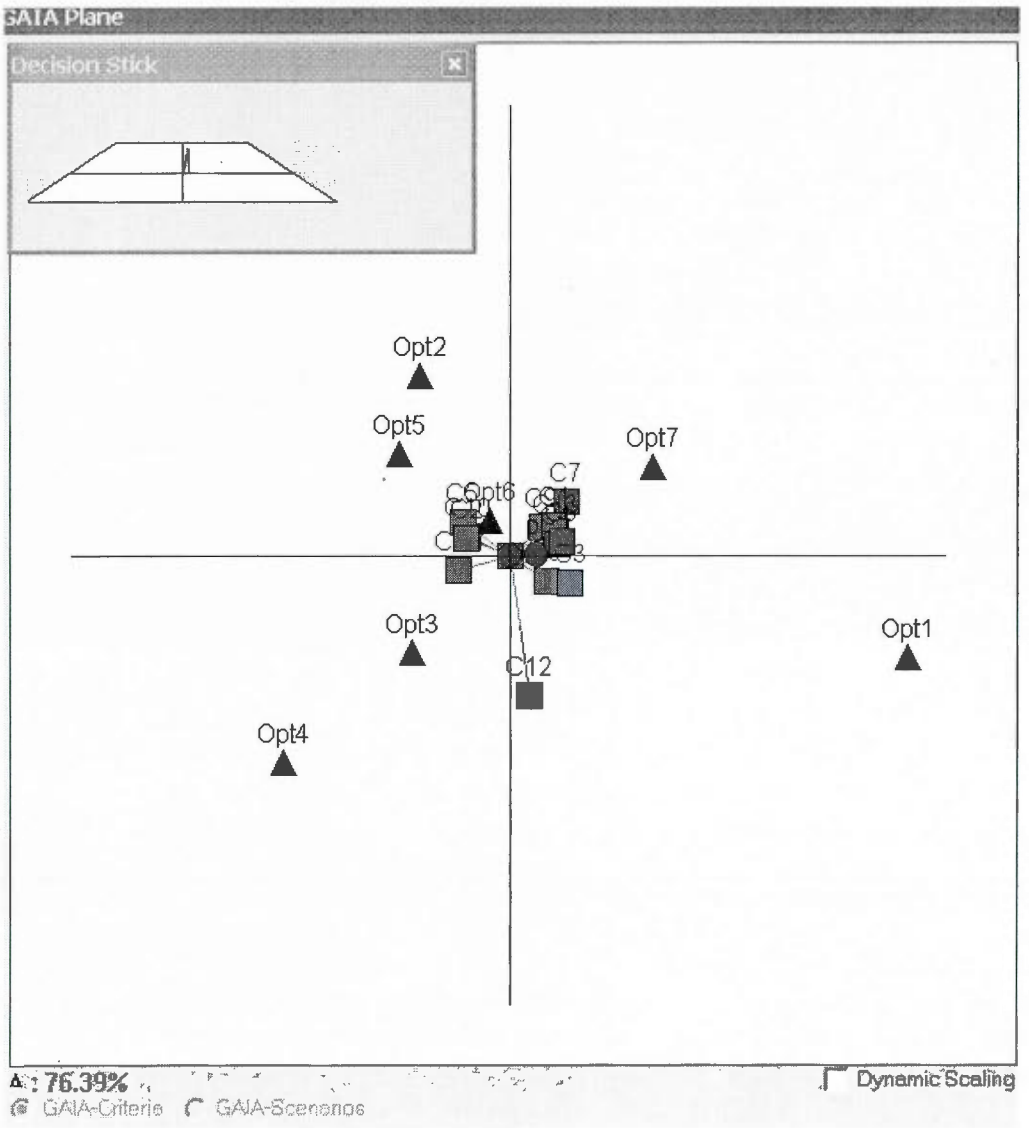
a) Classement PROMETHEE I

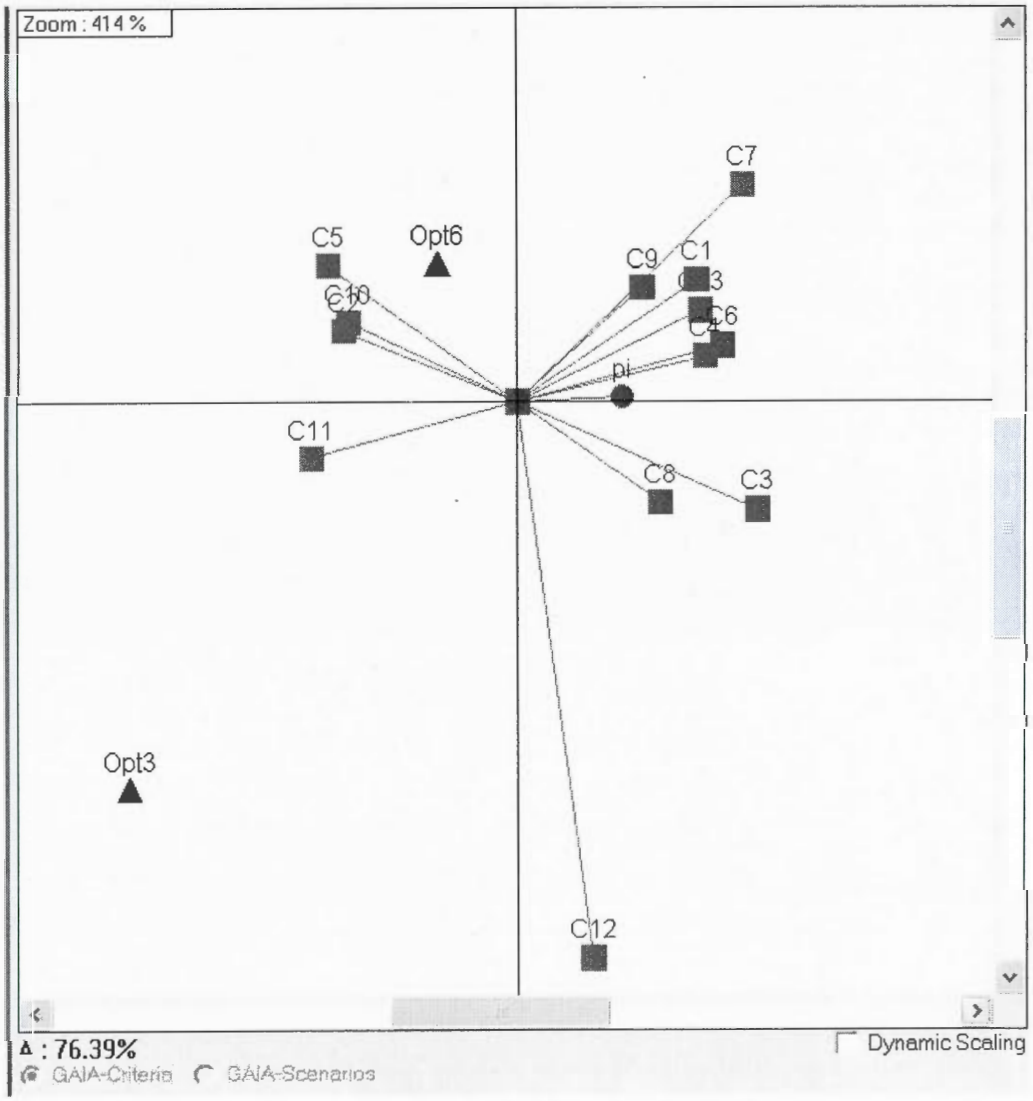


b) Classement PROMETHEE II



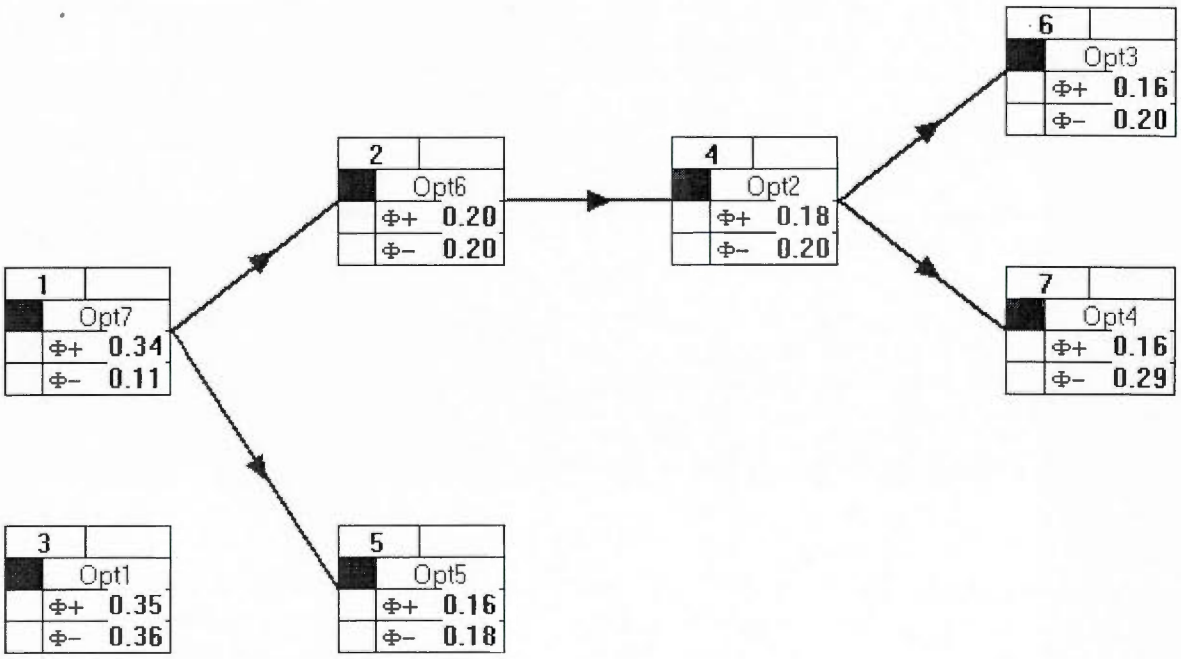
c) Plan GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt2
Opt5
Opt7
C7
Opt6
Opt3
Opt1
C12
Opt4
76.39%
Dynamic Scaling
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios

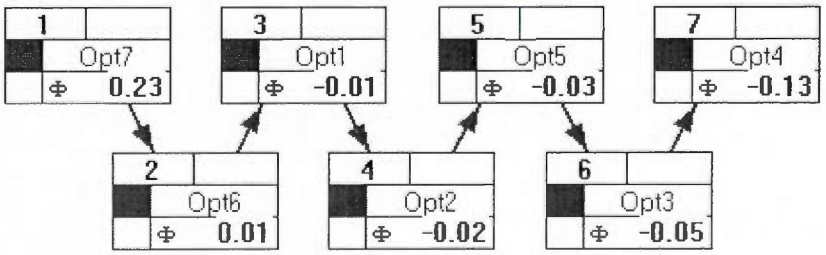

Zoom : 414 %
C7
C5
Opt6
C9
C1
C3
C6
pi
C11
C8
C3
Opt3
C12
Δ : 76.39%
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios
Dynamic Scaling

Classement multiscénarios

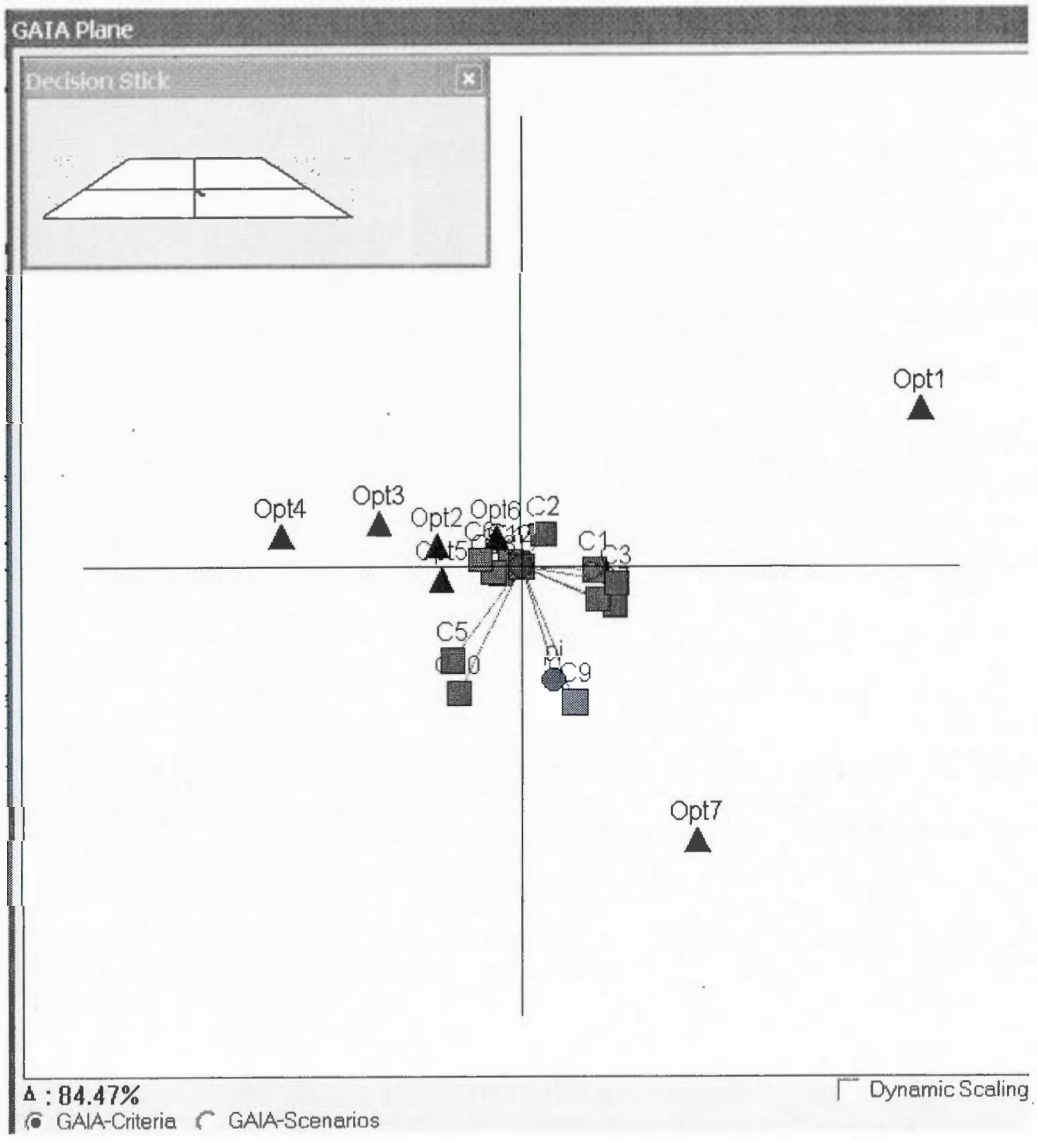
a) classement PROMETHEE I

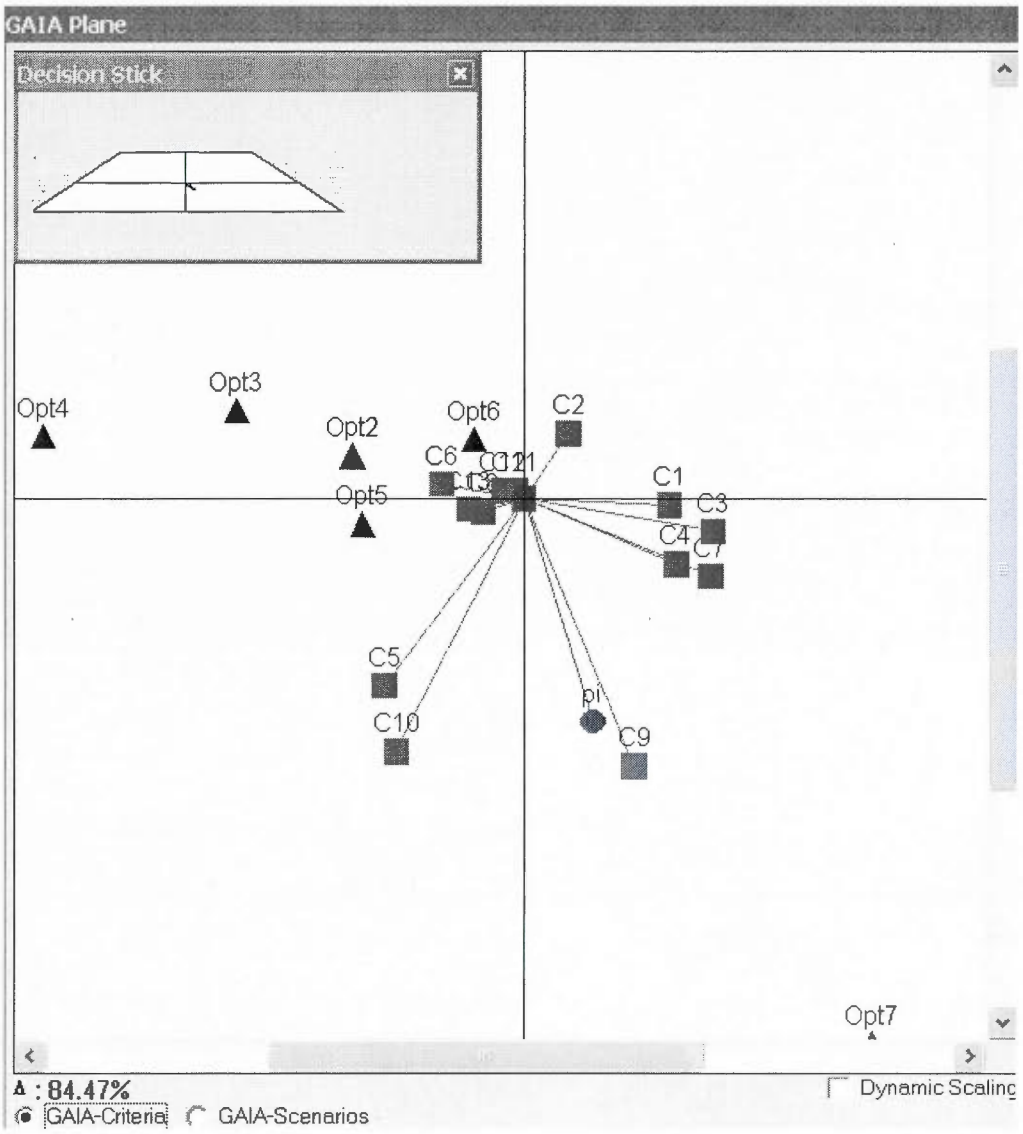


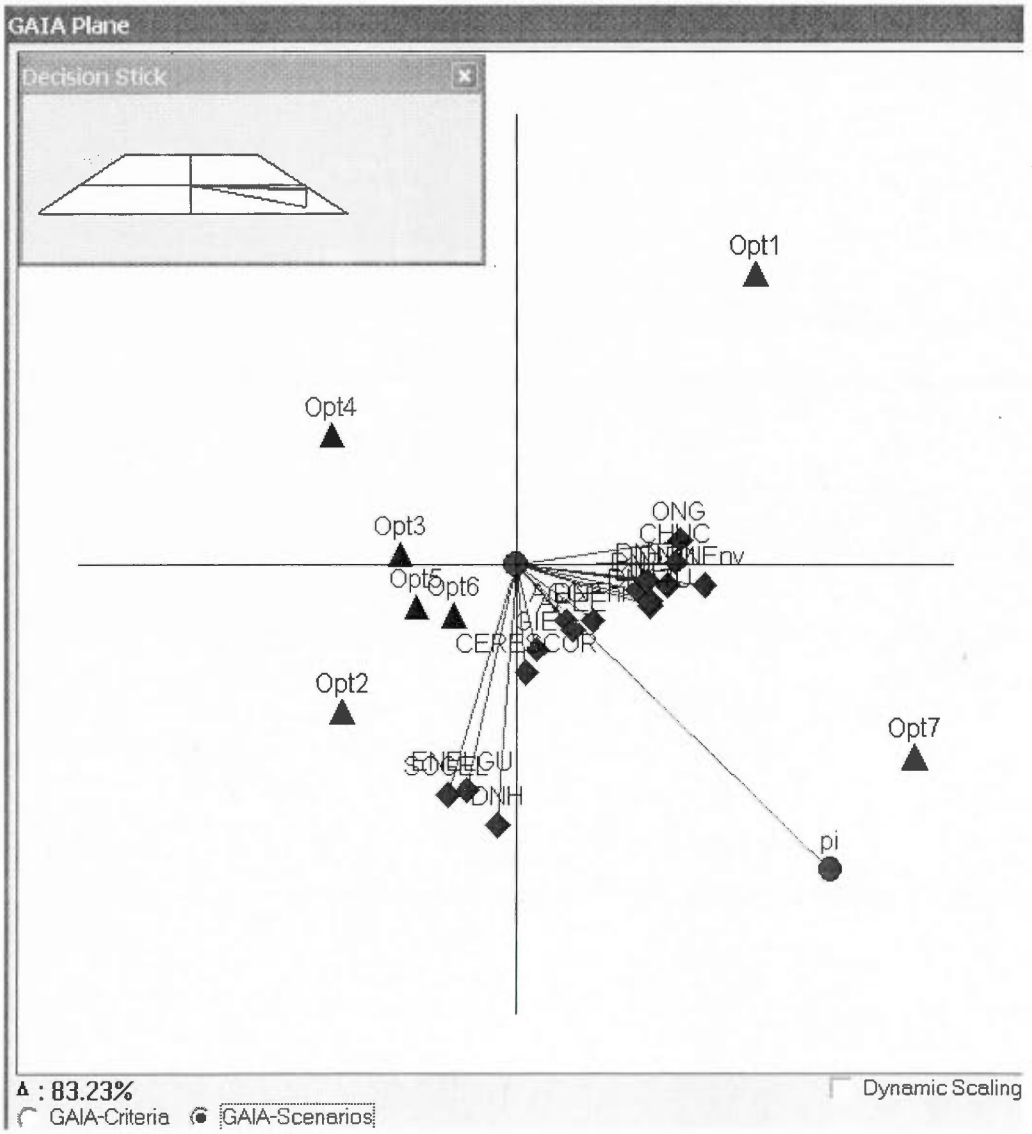
b) classement PROMETHEE II

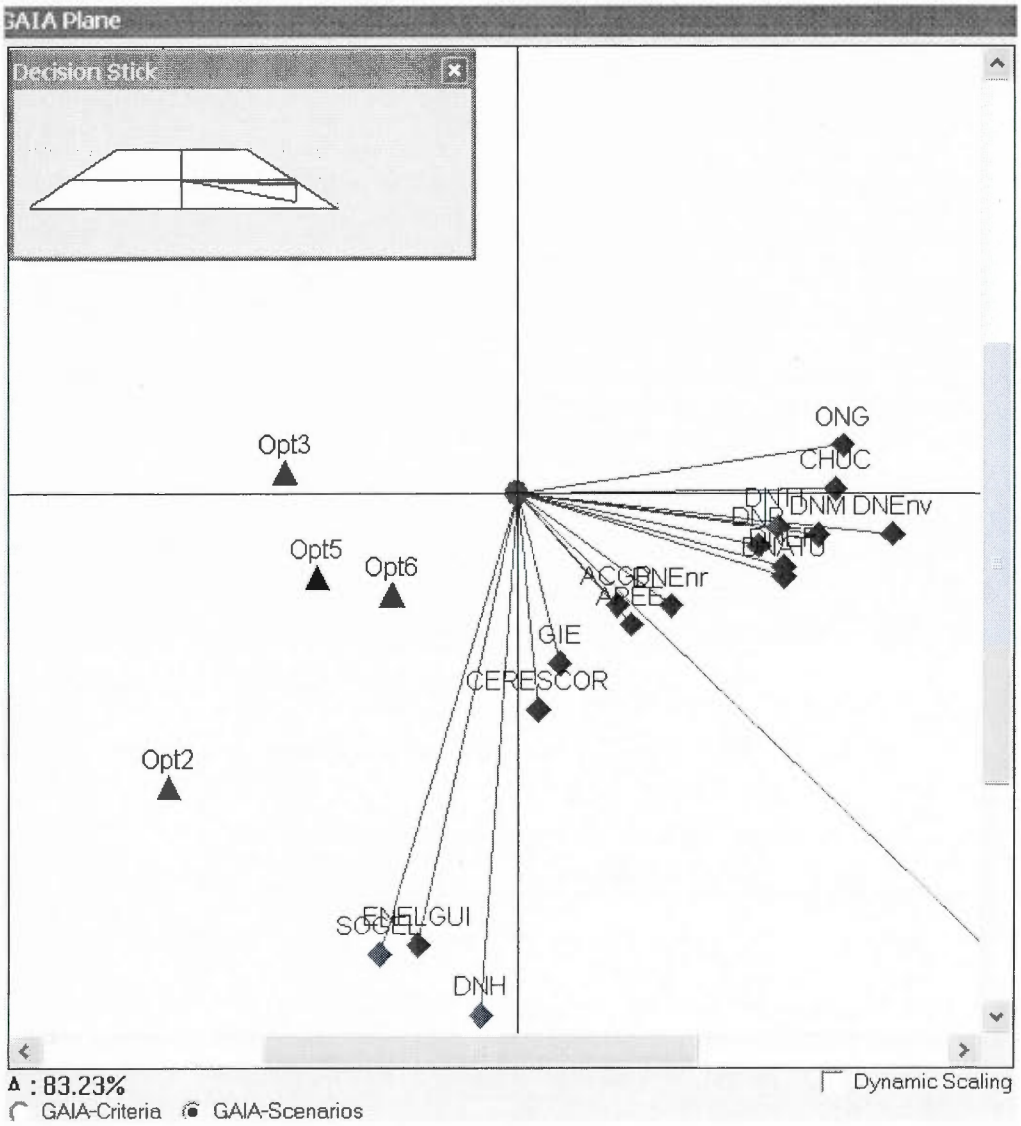


c) Plans GAIA


GAIA Plane
Decision Stick
Opt1
Opt4
Opt3
Opt2
Opt6
C2
C1
C3
C5
C9
Opt7
Dynamic Scaling
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios


GAIA Plane
Decision Stick
Opt4
Opt3
Opt2
Opt6
Opt5
C2
C6
C1
C3
C4
C7
C5
C10
pi
C9
Opt7
Δ : 84.47%
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios
Dynamic Scaling


GAIA Plane
Decision Stick
Opt1
Opt4
Opt3
Opt5
Opt6
Opt2
Opt7
ONG
CERE
COR
pi
Dynamic Scaling
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios


GAIA Plane
Decision Stick
Opt3
Opt5
Opt6
Opt2
ONG
CHUC
DNM
DNEnv
DNEnr
GIE
CERESCOR
ENELGUI
DNH
A : 83.23%
Dynamic Scaling
GAIA-Criteria
GAIA-Scenarios