

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU-BEKR-BELKAID TLEMCEN

*Faculté des Sciences Economiques de Gestion
et Sciences Commerciales*

*Mémoire de Magistère
en Sciences Economiques*

*Option: Recherche Opérationnelle et Management
des Entreprises*

Thème :

L'analyse Multicritère comme outil d'aide à la décision:

Application de la méthode PROMETHEE

Etude de cas: l'entreprise SEROR.

Présenté par :

✉ M^r. TAIBI BOUMEDYEN

Membres du jury:

Pr. Benhabib Abderrezak

Université de Tlemcen

Président.

Pr. Belmokaddem Mostéfa

Université de Tlemcen

Encadreur.

Dr. Bettahar Samir

Université de Tlemcen

Examineur.

Dr. Maliki Samir

Université de Tlemcen

Examineur.

Dr. Souar Youcef

Université de Saida

Examineur.

Année universitaire: 2009/2010

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH de m'avoir donné le courage et la patience pour accomplir ce travail

Je voudrais remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'accomplissement de ce travail.

Je tiens tout particulièrement à remercier monsieur Belmokaddem Mostéfa pour l'encadrement de ce mémoire et pour la confiance qu'il m'a accordée, sa disponibilité et ses bons conseils.

Je remercie monsieur Benhabib Abderrezak d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Je voudrais également remercier monsieur Bettahar Samir, monsieur Maliki Samir et monsieur Souar Youcef pour avoir accepté de faire partie du jury de ce mémoire.

Un grand merci à madame Isabel Sabatier pour son accueil pendant toute la période de mon stage à l'Université de Paris Dauphine. Mes remerciements sont également destinés à tous les membres du laboratoire LAMSADE au Paris dauphine pour leur aide.

Je remercie le PDG et tous les responsables de la direction de logistique et matériel de l'entreprise SEROR.

Un grand merci à toute ma famille surtout mes parents et mon frère Mohamed, qui m'ont aidé à suivre mes études dans les meilleures conditions et qui m'ont toujours soutenu et encouragé sans limite.

Dédicace

A mes parents.

A toute ma famille.

A tous mes amis.

A tous ceux qui me sont chers.

Résumé

L'analyse multicritère est un outil d'aide à la décision développé pour résoudre des problèmes multicritères complexes qui incluent plusieurs aspects qualitatifs et quantitatifs dans le processus décisionnel. Le domaine de l'optimisation multicritère connaît une évolution importante. Cette évolution s'est traduite par le développement d'un grand nombre de méthodes multicritères.

Nous présentons dans ce mémoire la méthode d'analyse multicritère PROMETHEE qui fait partie de la famille des méthodes de surclassement, pour lequel deux traitements mathématiques particuliers sont proposés: le rangement partiel par (PROMETHEE I) et le rangement complet par (PROMETHEE II). Enfin, une application pratique réalisée dans l'entreprise SEROR illustre les développements théoriques.

Mots clés: Prise de décision, L'analyse multicritère, Méthodes de surclassement, La méthode PROMETHEE.

Abstract

Multi-criteria analysis is a tool for decision support developed to solve multicriteria complex problems that include multiple qualitative and quantitative aspects, from the field of multicriteria optimization an important development. This development has resulted in the development of lot multicriteria methods.

we present in this memoire the analytical method PROMETHEE multicriteria part family of outranking methods, for which, two specific mathematical treatments are proposed: partial ranking by (PROMETHEE I) and complete ranking by (PROMETHEE II). Finally, a practical application in the enterprise SEROR illustrates the theoretical developments.

Key words: Decision making, Multi-criteria analysis, Outranking methods, PROMETHEE method.

المخلص:

التحليل متعدد المعايير يعتبر كأداة دعم مساعدة على إتخاذ القرارات متعددة المعايير والتي غالبا ما تتسم بالتعقيد نظرا لشمولها عدة جوانب ومتغيرات كمية و أخرى كيفية في سياق تحديد المشكل. وقد عرف ميدان التحليل متعدد المعايير تطورا مهما نتيجة لتنوع وتطوير العديد من الطرق المتعددة المعايير و المساعدة على إتخاذ القرارات في هذا المجال. سنحاول في هذه المذكرة تقديم واحدة من بين هذه الطرق متعددة المعايير، وهي طريقة PROMETHEE التي تنتمي إلى طرق الترتيب المعتمدة على علاقات رياضية تعرف بعلاقات التفوق والتفضيل، والتي تقترح ترتيبا جزئيا من خلال طريقة PROMETHEE I ، و ترتيبا كليا من خلال طريقة PROMETHEE II . ومن أجل توضيح المفاهيم الأساسية و النظرية لهذه الطريقة قمنا بدراسة تطبيقية أنجزت على مستوى مؤسسة SEROR .

الكلمات المفتاحية: صنع القرار، التحليل متعدد المعايير، طرق التفوق، طريقة PROMETHEE .

Table des matières

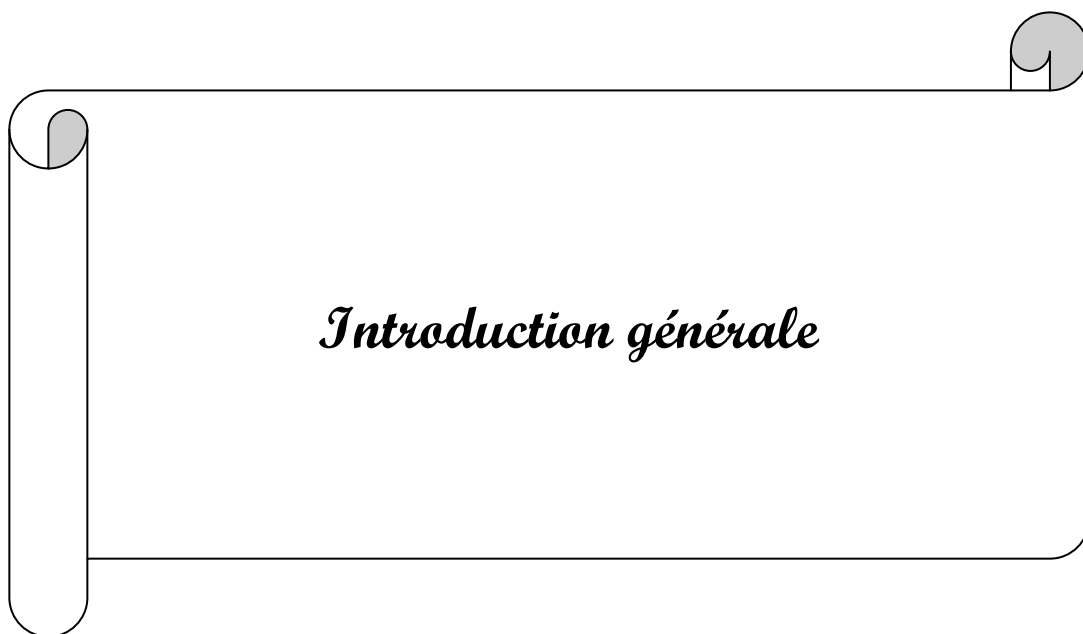
Dédicace.

Remerciements.

Introduction générale	01
Chapitre 1: La prise de décision	04
Introduction.....	05
1. Définition d'une décision.....	06
2. Les niveaux de décision.....	07
2.1 Les décisions stratégiques.....	07
2.2 Les décisions administratives.....	07
2.3 Les décisions opérationnelles.....	08
3. Typologie des décisions.....	10
3.1 Classification selon le degré de répétition.....	10
3.2 Classification selon le degré d'incertitude.....	11
4. Les acteurs impliqués dans le processus de décision.....	12
4.1 Le décideur.....	13
4.2 L'analyste ou (l'homme d'étude).....	13
4.3 La différence entre le décideur et l'analyste.....	14
4.4 Typologie des décideurs.....	15
4.5 Différentes rationalités des décideurs.....	16
5. Les étapes du processus de prise de décision.....	18
6. Le système d'information et la prise de décision.....	21
6.1 Caractéristiques et qualités de l'information.....	21
6.2 Le système d'information.....	22
6.3 Les composants d'un système d'information.....	23
6.4 Le rôle du système d'information dans la prise de décision.....	24
7. Recherche Opérationnelle et aide à la décision.....	25
7.1 Aide à la décision.....	25
7.2 La recherche opérationnelle.....	25
7.3 Les systèmes interactifs d'aide à la décision.....	27
Conclusion.....	30
Chapitre 2: L'aide multicritère à la décision	32
Introduction.....	33
1. De monocritère vers le multicritère.....	34
1.1 Le paradigme monocritère.....	34
1.2 Propriété du paradigme monocritère.....	35
1.3 Critiques du paradigme monocritère.....	37
1.4 Pourquoi l'approche multicritère.....	38
1.5 Le paradigme multicritère.....	38

1.6 Propriétés du paradigme multicritère.....	39
2. L'aide multicritère à la décision.....	41
2.1 Définition.....	41
2.2 Concepts et terminologie.....	42
2.3 Le problème multicritère.....	43
2.4 Formulation multicritère d'un problème de décision.....	44
2.5 Difficulté d'un problème multicritère.....	45
2.6 Démarche multicritère.....	46
2.7 Nature des problèmes multicritères.....	48
2.8 Les étapes d'aide à la décision multicritère.....	49
3. Les différents problématiques multicritères.....	50
3.1 Problématique du choix (P. α).....	50
3.2 Problématique du tri (P. β).....	51
3.3 Problématique du rangement (P. γ).....	52
3.4 Problématique de la description (P. δ).....	52
4. Les principales méthodes multicritères.....	53
4.1 Méthodes d'agrégation selon l'approche du critère unique de synthèse.....	53
4.2 Les méthodes de surclassement selon l'approche du surclassement de synthèse.....	54
4.3 Les méthodes interactives selon l'approche du jugement local interactif.....	54
5. Exigences pour des méthodes multicritère appropriées.....	55
6. Les avantages et les limites de l'analyse multicritère.....	58
6.1 Les avantages.....	58
6.2 Les limites.....	59
Conclusion.....	61
Chapitre 3: La méthode PROMETHEE.....	63
Introduction.....	64
1. Le principe de la méthode PROMETHEE.....	66
1.1 Les trois phases de la méthode PROMETHEE.....	66
1.2 La notion de critère généralisé.....	66
2. Choix des fonctions de préférence.....	69
2.1 Choix du type de critère généralisé.....	71
2.2 Choix des seuils.....	72
2.3 Détermination des poids de chaque critère.....	72
3. Procédure de synthèse de surclassement.....	73
3.1 L'indice de préférence multicritère.....	73
3.2 La relation de surclassement.....	74
3.3 Le flux de surclassement.....	75
4. Exploitation de la relation de surclassement value.....	77
4.1 La méthode PROMETHEE I: rangement partiel.....	77
4.2 La méthode PROMETHEE II: rangement complet.....	78
4.3 La différence entre PROMETHEE I et II.....	79
4.4 PROMETHEE III, α : Amplification de la relation d'indifférence.....	80
4.5 PROMETHEE VI: Problèmes aisés ou difficiles.....	82
4.6 PROMETHEE V: Problèmes multicritères avec contraintes additionnelles.....	84
5. Le plan GAIA.....	86
6. Avantages et inconvénients de la méthode PROMETHEE.....	88
6.1 Les avantages.....	88

6.2 Les inconvénients.....	88
Conclusion.....	90
Chapitre 4: Etude de cas: l'entreprise SEROR.....	92
Introduction.....	93
1. Présentation de l'entreprise SEROR.....	94
1.1 Historique.....	94
1.2 SEROR Aujourd'hui.....	94
1.3 Domaine et zone d'activité.....	95
1.4 Schéma organisationnel de la SEROR.....	96
1.5 La politique qualité de la SEROR.....	99
1.6 La clientèle et les concurrents de la SEROR.....	99
2. Présentation du problème.....	100
3. Valeurs des critères selon les fonctions de préférence.....	101
4. Application de la méthode PROMETHEE.....	109
5. Analyse des résultats.....	110
5.1 PROMETHEE I: rangement partiel.....	110
5.2 PROMETHEE II: rangement complet.....	112
5.3 Comparaison des profils des deux premiers du classement.....	113
5.4 Le plan GAIA.....	114
6. Analyse de sensibilité des résultats obtenus.....	116
6.1 Analyse de sensibilité sur les seuils de préférences.....	116
6.2 Analyse de sensibilité sur les seuils d'indifférences.....	120
6.3 Analyse de sensibilité sur les poids de critères.....	123
Conclusion.....	124
Conclusion générale.....	126
Bibliographie.....	129
Liste des figures.....	134
Liste des tableaux.....	135
Annexes.....	136



Introduction générale

Introduction générale:

Une très grande partie des problèmes de décision se caractérise par la diversité des points de vue qui sont souvent contradictoires et qui mesurent des choses de nature différente. La résolution de ce type de problèmes doit tenir compte simultanément de tous les points de vue jugés pertinents par le décideur.

C'est vers la fin des années soixante et au début des années soixante dix que nous avons observé la naissance du paradigme multicritère qui regroupe une grande partie des adeptes du paradigme de l'optimisation monocritère. Les chercheurs de ce nouveau paradigme développent des outils et des moyens de travail pour résoudre, en partie, des énigmes monocritères. Toutefois, de nouvelles énigmes s'annoncent, par exemple, la pondération des critères et leurs diverses procédures d'agrégation qui varient d'une méthode multicritère à l'autre.

En effet, le paradigme multicritère se caractérise par un schéma de pensée qui tient compte du fait que plusieurs critères sont à considérer dans le processus décisionnel. Ce paradigme trouve sa source et sa justification dans le constat qu'il est très difficile, sinon impossible, d'optimiser tous les points de vue devant lesquels le gestionnaire prend la décision; l'analyste n'intervient que pour l'aider dans son processus décisionnel.

Les recherches concernant l'aide multicritère à la décision visent à développer des modèles plus ou moins formalisés dans la perspective d'améliorer, de faciliter et d'accompagner le gestionnaire dans le déroulement du processus décisionnel. Cette nouvelle façon de procéder s'inspire grandement du projet initial de la recherche opérationnelle qui visait à prendre appui sur la science pour guider et éclairer les décideurs dans la gestion des entreprises jugées bien organisées.

L'ensemble des méthodes et modèles développés en analyse multicritère ont un but commun qui vise à aider le décideur à prendre une décision qui le satisfait, et ce, au meilleur de sa connaissance vis-à-vis de la situation décisionnelle à laquelle il fait face. En ce sens, il s'agit de la meilleure solution qu'il peut trouver en utilisant un outil opérationnel tel qu'un modèle ou une méthode. Ce processus d'aide à la décision vise à intégrer le décideur dans la démarche décisionnelle en lui offrant la possibilité de progresser vers une solution. Celle-ci dépendra de plusieurs facteurs,

qui sont de nature subjective, tels que: la personnalité du décideur, les circonstances entourant l'activité décisionnelle, la façon dont le problème a été formulé et la méthode d'aide à la décision utilisée.

L'ensemble des méthodes multicritères actuelles peut se subdiviser en trois groupes, chaque groupe représentant un type d'approche particulier. on distingue:

- Les méthodes d'agrégation.
- Les méthodes interactives.
- Les méthodes de surclassement.

Le but de ce mémoire est d'étudier une nouvelle méthode de rangement. C'est la méthode PROMETHEE qui a été développée à l'université de Bruxelles par Jean Pierre Brans, et qui fait partie de la famille des méthodes de surclassement. Le principe général de cette méthode se base sur la comparaison des valeurs de flux (positifs, négatifs ou nets) de profils de préférence avec ceux d'une action à classer.

Pour montrer l'efficacité de cette méthode nous formulons la problématique suivante:

"Comment la méthodologie PROMETHEE peut-elle aider à la prise de décision multicritère ?"

Pour répondre à cette question fondamentale, d'autres questions secondaires émergent:

- Quels sont les concepts de base de l'aide multicritère à la décision ?
- Quels sont les principes de base de la méthode PROMETHEE ?
- Quels sont les avantages et les inconvénients de l'analyse multicritère en général et de la méthode PROMETHEE en particulier ?

Afin de répondre à ces questions, nous avons conçu ce mémoire en mettre quatre chapitres:

Dans le premier chapitre, on donne d'abord un aperçu sur la prise de décision en général, les niveaux et les typologies des décisions, les étapes et les acteurs impliqués dans un processus de décision ainsi que la relation entre le système d'information et la prise de décision.

Dans le deuxième chapitre, on présente quelques notions fondamentales sur l'analyse multicritère, les différentes problématiques multicritères, les principales méthodes multicritères, les avantages et les limites de l'analyse multicritère.

Dans le troisième chapitre, on détaille la méthodologie proposée, en présentant les principes de base des méthodes PROMETHEE et plusieurs propriétés intéressantes. Par la suite, dans le quatrième chapitre, on présente une application pratique de la méthode Prométhée I et II pour la sélection d'une offre relative à l'achat d'un matériel de transport dans l'entreprise SEROR.



Chapitre I: La prise de décision.

Chapitre I: La prise de décision

Introduction.

1. Définition d'une décision.
2. Les niveaux de décision dans l'entreprise.
3. Typologie des décisions.
4. Les acteurs impliqués dans un processus de décision.
5. Les étapes du processus de prise de décision.
6. Le système d'information et la prise de décision.
7. Recherche opérationnelle et aide à la décision.

Conclusion.

Introduction:

" En 1957, parait un ouvrage qui reste à ce jour une très bonne référence des théoriciens de la décision «Games and Decision» de Luce et Raiffa. Le point y est fait sur l'état de l'art à cette époque et de nombreuses suggestions sur des extensions et des applications possibles sont proposées"¹.

Nous pouvons dater "les origines de l'aide à la décision à la période un peu antérieure à la deuxième guerre mondiale; elles se trouvent dans les études menées par l'armée britannique dans le cadre de l'installation des systèmes radar et les efforts de décodage du code secret des communications allemandes (1936_1937). En réalité, les institutions avaient déjà occupé les scientifiques et les gestionnaires à partir du XVIIIème siècle sur les problèmes combinatoires, sur les procédures de décisions collective, et au début du XXème siècle, sur les problèmes économiques à dimensions multiples, sur la gestion scientifique des entreprises, sur la théorie de probabilité, sur la décidabilité."²

En tout cas, c'est l'indéniable succès de la recherche opérationnelle à organiser les activités militaires des alliés qui accrédiatera l'idée que la prise de décision est un phénomène qui peut être étudié de façon scientifique et que des modèles généraux sont concevables. Entre la fin des années'40 et le début des années'50, plusieurs contributions fondamentales vont voir le jour pour la programmation linéaire, pour la théorie de la décision et la théorie des jeux, sur l'algorithmique et l'existence de machines capables de résoudre "tout problème". C'est à cette époque que vont apparaître les premières sociétés savantes de recherche opérationnelle (en 1948 en Angleterre, en 1950 aux Etats-Unis)³.

Dans le chapitre qui va suivre, on donne d'abord un aperçu sur la prise de décision en général, les niveaux et les typologies des décisions, les étapes et les acteurs impliqués dans un processus de décision ainsi que le rôle du système d'information dans la prise de décision, ainsi que les systèmes interactifs d'aide à la décision.

¹-Robert Kast, "La théorie de décision", 1^{er} Ed, Ed la découverte, Paris, 1993, p7.

²-Alexis Tsoukias, Article: "De la théorie de la décision à l'aide à la décision", Laboratoire Iamsade, Université Paris Dauphine, 2006, p3.

³ -Idem, p 4.

1. Définition d'une décision:

En consultant le petit Larousse, la décision est définie comme étant « *l'action de décider après délibération* ».

Il ya plusieurs définitions qui ont tenté d'expliquer le concept de décision:

- Selon **Mintzberg**: une décision, qu'elle soit individuelle ou basée sur un travail de groupe, peut être définie comme "l'engagement dans une action, c'est-à-dire une intention explicite d'agir".⁴ Le but d'une décision est de résoudre un problème qui se passe à l'organisation ou l'individu. Mais la décision peut correspondre à un changement de l'environnement (comportement réactif) ou au désir de saisir une opportunité et ainsi changer l'environnement (comportement d'anticipation).
- Selon **Lemoigne**: "la prise et l'exécution des décisions sont les buts fondamentaux de toute organisation, de tout management. Toute organisation dépend structurellement, de la nature des décisions qui sont prises en son sein et non par des décideurs, qu'ils soient individuels ou collectifs"⁵.
- Décider, par définition, " c'est choisir entre plusieurs alternatives l'action à entreprendre, c'est-à-dire choisir une action parmi celles qui sont possibles"⁶.

L'alternative qui est finalement choisie ne permet jamais la réalisation totale ou parfaite des objectifs; elle n'est que la meilleure solution possible dans des circonstances données⁷.

⁴-Mintzberg H, "Structure et dynamique des organisations", 1^{er} Ed, Ed d'organisation, Paris, 1993, p26.

⁵-Lemoigne J, "Les systèmes de décision dans les organisations", 1^{er} Ed, PUF, Paris, 1974, p38.

⁶-Belmokaddem Mostéfa, cour: "La théorie de la décision", Université de Tlemcen, 2008.

⁷-Simon Herbert. A, "Administration et processus de décision", 1^{er} Ed, Economica, Paris, 1983, p8.

2. Les niveaux de décision dans l'entreprise:

2.1- Classification proposée par Ansoff H.I:

Igor Ansoff propose une classification des décisions prises dans l'entreprise, qui peut être présentée comme suit:⁸

2.1.1- Les décisions stratégiques:

Les décisions stratégiques portent essentiellement sur les affaires non plus intérieures, mais extérieures de l'entreprise et plus spécialement sur le choix des produits qu'elle fabriquera et des marchés où elle vendra.

Les décisions stratégiques consistent à réaliser une adaptation entre la firme et le milieu environnant ou, plus simplement, à définir son domaine d'activité et à quels types d'activités elle cherchera à s'intéresser.

Les questions spécifiques qui se posent en matière de stratégie sont les suivantes: quels sont les objectifs de l'entreprise? Doit-elle chercher à diversifier ses activités, dans quels domaines et avec quelle vigueur? Comment doit-elle faire pour développer et exploiter sa position actuelle sur le marché?. Sur ces points là, l'entreprise aura à choisir entre plusieurs affectations possibles des ressources: la priorité accordée au développement de ses activités présentes l'empêchera de se diversifier et la priorité accordée à la diversification la mènera à relâcher ses efforts de production actuelle.

L'idéal serait de répartir les ressources de la manière qui lui permet le mieux d'atteindre ses buts.

2.1.2- Les décisions administratives:

L'objet de ce type de décisions est de gérer les ressources en vue d'obtenir les meilleurs résultats possibles.

Les problèmes administratifs consistent, d'une part, à organiser les structures de l'entreprise (rapport d'autorité et de responsabilité, flux du travail et de l'information, canaux de communication), et d'autre part, à assurer l'acquisition et le développement de ses ressources (approvisionnement, formation du personnel, financement, acquisition d'équipements).

2.1.3- Les décisions Opérationnelles:

Leur objectif est de rendre le processus de transformation des ressources le plus efficace possible ou, en d'autre termes, d'obtenir de l'exploitation courante le maximum de profit. Elles concernent principalement la répartition des ressources (dotations budgétaires entre les départements et les lignes de produits, la planification des opérations, la direction des activités et le contrôle des opérations de routine.⁹

⁸-Ansoff H.I, "Stratégie du développement de l'entreprise", 1^{er} Ed, Ed d'organisation, Paris, 1984, p28.

⁹-Idem, p28.

Le tableau suivant illustre les différents niveaux de décision dans l'entreprise¹⁰:

Nature des décisions	Stratégiques	Administratives	Opérationnelles
Domaine de décision	Stratégie	Gestion	Exploitation
Horizon des temps	Moyen et long terme	Court terme	Très court terme
Actions correctives	Impossibles	Difficiles	Faciles
Problème	Choix de la gamme des produits et des marchés qui ont une chance de donner le rapport optimal des investissements de la firme.	Structure des ressources de la firme de manière à lui assurer une réussite optimale.	Exploitation dans les conditions optimales de rentabilité du capital.
Nature du problème	Répartition judicieuse des ressources entre les produits et les marchés.	Organisation, acquisition et développement des ressources.	Dotations budgétaires aux départements planning d'allocation des ressources direction et contrôle des opérations.
Décision-clés	<ul style="list-style-type: none"> - Définition des objectifs stratégiques. - Mesure de diversification. - Mesure d'expansion. - Stratégie administrative. - Stratégie financière. - Choix des moyens de croissance et de leur échelonnement dans le temps. 	<ul style="list-style-type: none"> - Organisation: structure de l'autorité, des responsabilités et des communications. - Structure de la conversion des ressources: répartition du travail et des attributions; - Acquisition et développement des ressources: financement, équipement, personnel, matières premières. 	<ul style="list-style-type: none"> - Objectifs opérationnels. - Fixation des prix et des niveaux de production. - Planning de production et gestion des stocks. - Politique de marketing. - Politique de recherche et de développement. - Contrôles.
Caractère de ces décisions	<ul style="list-style-type: none"> - Centralisées - Affectées d'ignorance partielle. - Non répétitives. - Non programmables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conflit entre stratégie et exploitation. - Conflit entre objectifs individuels et buts collectif. - Liaison étroite entre variables économiques et facteurs sociaux. - Décisions suscitées par des questions stratégiques et/ou des problèmes opérationnels. - Semi programmables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Décentralisées. - Comportant des risques et des incertitudes. - Répétitives. - Très nombreuses. - Programmables.
Exemple	<ul style="list-style-type: none"> - Choix d'organisation et de restructuration d'investissement et de financement. - Politique de produits. - Politique de distribution. - Programme de recherche. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prévision de vente. - Programmes de production. - Embauche de personnel. - Gestion budgétaire. - Contrôle de gestion. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gestion des stocks. - Ordonnancement de la production. - Affectation du personnel. - Organisation des trouvées de livraison.

Tableau n° 01: Les niveaux de décision.

¹⁰-Ansoff I, "Stratégie du développement de l'entreprise", op cit, p30.

La typologie la plus célèbre des niveaux de décision dans l'entreprise est sans doute celle de **Igor Ansoff**. Toutefois, d'autres auteurs ont critiqué ce découpage, en considérant notamment que les relations de l'entreprise avec son environnement se nouent à chaque niveau de décision. C'est ainsi que **G.Mussche** propose la classification suivante¹¹:

- **Décision stratégique**: choix de la firme d'un comportement global, à long terme et par rapport à son environnement.
- **Décision tactique**: choix de la firme concernant le court terme.
- **Décision administrative**: elle assure, dans le court terme, la gestion des moyens.
- **Décision mécanique**: elles assurent le fonctionnement quotidien de l'entreprise. Outre le fait qu'elle introduit le niveau intermédiaire des décisions tactiques, cette classification a le mérite de ne pas spécialiser chaque catégorie selon le champ interne ou externe de l'entreprise.

Les hommes d'entreprise, pour éviter toute confusion et sans s'embarrasser de ce débat, s'en remettent à deux catégories de décisions: décisions stratégiques et décisions tactiques. Les premières déterminent de façon durable la nature de l'entreprise et de ses relations avec l'extérieur, les deuxièmes ont pour rôle de s'adapter, au jour le jour, aux problèmes qui surgissent dans la vie de l'entreprise, sans en modifier les cadres généraux.¹²

3. Typologie des décisions:

3.1- Classification selon le degré de répétition:

La classification de **Simon**¹³ propose deux types de décisions: les décisions programmées et les décisions non programmées.

-Si la décision à prendre est **programmée**, elle appliquera la procédure correspondante.

- Si la décision à prendre est **non programmée**, elle répond donc à un événement nouveau. Les acteurs de la conduite doivent alors se rabattre sur toute la capacité générale dont ils disposent pour mener des actions intelligentes, adaptables et orientées vers la résolution de problème. Il est évident que ce genre de décision est le plus coûteux en temps et en financement. Vis-à-vis de la conduite en mode de gestion circonstancielle, les acteurs de la conduite sont confrontés à des décisions non programmées. Les processus de décision sont soit partiellement maîtrisés, soit pas du tout. De ce fait, il est nécessaire de fournir aux acteurs

¹¹-Mussche G, "Les relations entre stratégie et structure dans l'entreprise", Revue économique, Paris, janvier 1974, p20.

¹² -Idem, p22.

¹³-Simon Herbet, "Administration et processus de décision", 1^{er} Ed, Economica, Paris, 1983, p42.

de conduite des méthodes et des outils afin de les supporter lors du développement de nouvelles réactions.

3.2-Classification selon le degré d'incertitude:

On peut distinguer les décisions selon leur degré d'incertitude à trois types¹⁴:

3.2.1- Les décisions en avenir certain:

Ces décisions se caractérisent par un risque presque nul dans la mesure où l'on connaît le résultat de la prise de décision dans la majorité des cas. Toutefois un risque totalement nul n'existe pas.

Les décisions certaines sont celles qui portent le moins de conséquences (décision de gestion courante).

3.2.2- Les décisions en avenir incertain:

Dans celles-ci intervient des variables qui ne sont pas maîtrisées par l'entreprise, telle que la complexité de l'environnement par exemple. Et ce sont souvent des décisions importantes.

3.2.3-Les décisions en avenir aléatoire:

Ce sont souvent des décisions, dont il est impossible de connaître le résultat à l'avance, mais on peut affecter une probabilité aux différents résultats possibles. Dans ces cas, nous pouvons utiliser plusieurs techniques, telle que l'arbre de décision ou la simulation pour rationaliser la décision.

4. Les acteurs impliqués dans le processus de décision:

Considérons une réalité humaine de système social particulier. Les acteurs impliqués dans un processus de décision sont respectivement:¹⁵

- le décideur (D),
- l'homme d'étude (HE) ou l'analyste, ou ingénieur de la décision,
- le personnel opérationnel et technique du système (T),
- les agissants, qui bénéficient ou subissent les décisions prises (A).

¹⁴-Bressy G, Konkuyt C, "Economie d'entreprise", 1^{er} Ed, Ed Dollaz, Paris, 2004, p92.

¹⁵ -Bertrand M, Article:" Introduction aux problèmes de décision et d'évaluation", Université de Bruxelles, 2002, p16.

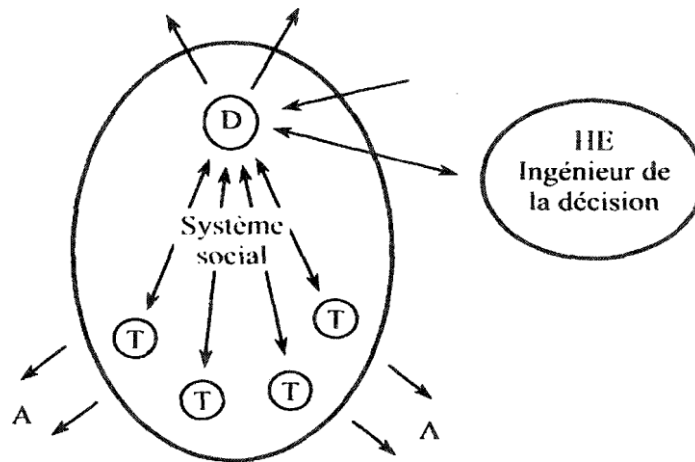


Figure n°01: Acteurs impliqués dans un processus de décision¹⁶

Les éléments de la figure précédente représentent eux-mêmes une modélisation non seulement de la réalité mais aussi de l'image que le décideur et l'analyste s'en font au travers du modèle.

Les acteurs qui nous intéressent ici sont respectivement le décideur et l'analyste. Ces acteurs ne sont pas nécessairement des personnages uniques. Le décideur peut être un conseil d'administration, l'ensemble des responsables d'une entreprise...etc. d'autre part, l'homme d'étude peut se composer d'une équipe comprenant (des ingénieurs, des mathématiciens, des économistes, des psychologues, des sociologues,...). L'homme d'étude n'est présent que dans la mesure où le décideur fait appel à lui. Il peut appartenir au système social ou non. Si ce n'est pas le cas, ce peut être un bureau d'experts consulté pour l'analyse d'un problème.

4.1- Le décideur:

Un décideur est un individu (ou un groupe d'individus) qui face à une situation de décision, a la responsabilité d'évaluer les différentes alternatives possibles afin de proposer ou de mettre en œuvre une solution (ou des solutions). Une des tâches importantes du décideur est de se dévoiler ses jugements personnels, de s'en convaincre lui-même, et de décider¹⁷.

Le décideur peut utiliser une analyse formelle pour différentes raisons:¹⁸

- pour des raisons de confort psychologique (la sécurité d'avoir une analyse formelle pour corroborer son intuition);

¹⁶ -Idem, p 17.

¹⁷-Kenney R.L et Raiffa H, "Decisions with multiple objectives: preference and value tradeoffs", series in probability and mathematical statistics, New York, 1976, p 9.

¹⁸ -Idem, p 10.

- utiliser cette analyse comme une structure ou un protocole de communication;
- il peut être amené à justifier ses conclusions à d'autres personnes ou à les convaincre du bien-fondé de sa proposition. Dans ce cas, le décideur joue le rôle d'avocat des opinions;
- cette analyse peut l'aider à réconcilier les différents points de vue.

4.2- L'analyste ou (l'homme d'étude):

L'analyste c'est le responsable de la définition du modèle de décision, de la conduite du processus de décision, et de la présentation des résultats au décideur. Les activités de l'analyste concernent donc la formulation et l'analyse qualitative et quantitative du problème. L'interaction entre l'analyste et le décideur est une caractéristique intrinsèque au processus de décision. Le niveau de cette interaction dépend généralement du niveau de connaissance du décideur, de sa volonté à participer au processus, de la règle de décision à appliquer et de la nature du problème.¹⁹

La participation minimale, que l'analyste requiert du décideur, concerne le choix de la technique à appliquer, l'évaluation des priorités des critères du problème étudié, et la post-analyse de la solution présentée par l'analyste.

4.3- La différence entre le décideur et l'analyste:

Lorsque la réalité est abordée de façon quantitative, le décideur fera pratiquement toujours appel à un homme d'étude. En effet, les tâches quotidiennes du décideur, telles que la gestion du système et le traitement des rapports avec l'extérieur, ne lui permettent pas toujours de trouver la concentration nécessaire au développement du langage mathématique requis pour l'élaboration du modèle.

Il est important de préciser le rôle de ces acteurs, le tableau suivant illustre bien la complémentarité existant entre le décideur et l'analyste:²⁰

le décideur	l'analyste
-décision	-analyse
-réalité	-modèle
-responsabilité	-aide, assistance
-facteurs d'influence	-fonctions, contraintes
-objectifs	-critères d'évaluation

Tableau n° 02: Rôles du décideur et de l'analyste.

¹⁹-Telc A, Duckstein L, "Concepts on multicriteria decision making", presented at the international post graduate course, Wageningen, The Netherlands, June 1991, p19.

²⁰-Laurent F, Bougon, "Pratiques de la décision", 1^{er} Ed, Ed Dunod, Paris, 2005, p 28.

- La décision appartient en définitive au décideur, l'analyste est chargé de l'analyse du problème.
- Le décideur travaille dans le monde réel, l'analyste élabore le modèle.
- Le décideur a la responsabilité de la décision, l'analyste éclaire, aide, évalue, procure assistance. La règle est telle que le décideur ne peut invoquer, en cas de mauvaise décision, un mauvais modèle ou un mauvais analyste. Il lui appartient donc de comprendre et d'approuver le modèle proposé.
- Le décideur doit prendre en compte les facteurs d'influence, l'analyste aura pour mission de les exprimer dans le langage mathématique du modèle, sous forme notamment de fonctions ou de contraintes.
- Le décideur a des objectifs, ceux-ci seront traduits par l'analyste en critères d'évaluation. C'est la modélisation des préférences de décideur.

4.4-Typologie des décideurs:

Le choix est directement fonction de l'attitude du décideur vis-à-vis du risque. Mais qui est le décideur?

L'identification du décideur peut être simple ou complexe, voir même floue. Le cas est simple lorsqu'il s'agit d'un chef qui donne ses ordres ou bien d'un jury qui délibère et conclut. Le cas peut être complexe pour les grandes décisions industrielles et institutionnelles.

La figure suivante montre les différents niveaux qui peuvent, en démocratie, interférer pour la prise de décision finale. En plus des échelons identifiables au cas par cas, il ya l'opinion publique qui pèse implicitement, les groupes de pression plus ou moins actifs et identifiés, et aussi ce que nous appellerons les «acteurs latents».

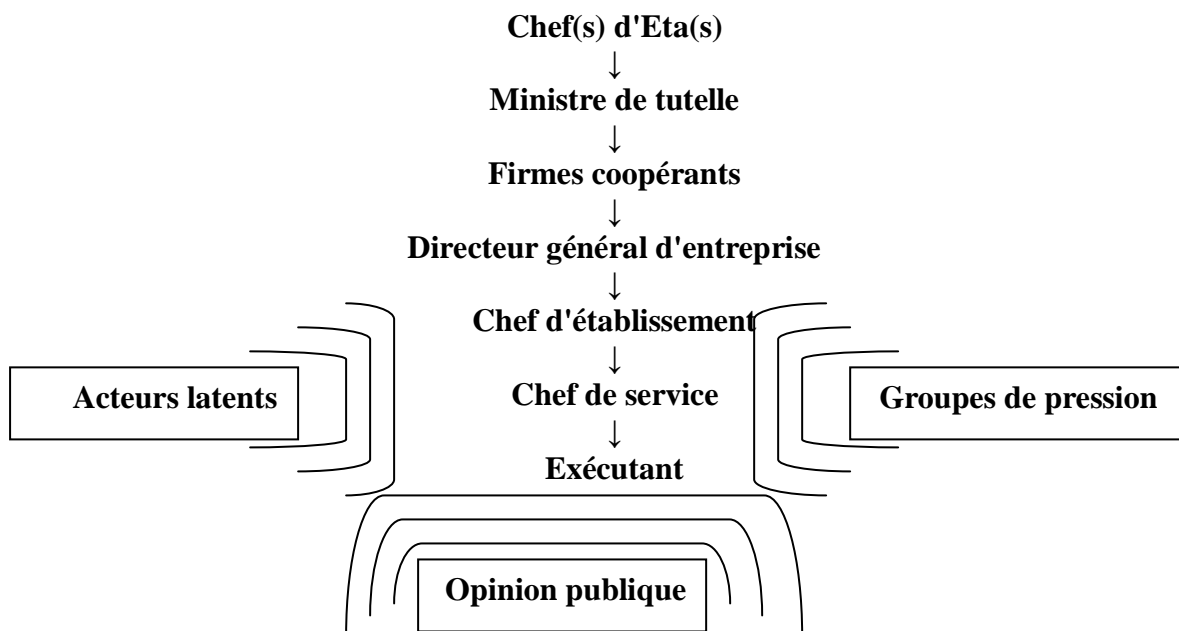


Figure n° 02: Typologie des décideurs²¹.

²¹-Serge Bellut, "Les processus de la décision: Démarches, méthodes et outils", 1^{er} Ed, ANFOR, Paris, 2002, p16.

Les types d'acteurs se classent fréquemment en²²:

- **Apathiques:** insensibles, indolents, mous, nonchalants, ils ont tendance à laisser le temps et les choses faire à leur place.
- **Erratiques:** ils ne savent pas où aller et reviennent constamment sur leurs propres déclarations.
- **Conservateurs:** leur réaction est opposée à l'action risquée, à l'innovation, ils font preuve d'une prudence louable mais qui peut devenir excessive.
- **Politico-stratégiques:** leur décision est déjà prise à partir de la seule face des choses qui les intéressent. Leur seule fin est d'obtenir d'un groupe qu'il se fasse le porte-parole de leur choix. Le groupe devient pour eux un moyen de manipulation et la méthode un alibi.
- **Idéalistes:** ils oublient de tenir compte de toutes les réalités des choses, que se soit le comportement des êtres humains ou tout simplement le matérialisme. Ils sont frappés d'une grande naïveté voire du syndrome du conte de fée.
- **Pragmatiques:** ils veulent du concret et ne se laissent pas endormir par du vocabulaire et des promesses qui n'engagent souvent que ceux qui le croient.

4.5- Différentes rationalités des décideurs

1- La rationalité complète:

La théorie de la décision définit un agent avec une rationalité complète comme étant un agent qui maximise sa fonction d'utilité, ainsi les hypothèses de rationalité complète sont:²³

- Les objectifs du décideur sont clairement exprimés dès le départ et peuvent être rangés selon un ordre de préférence.
- L'ensemble des solutions possibles dans une situation de décision précise est connu et peut être évoqué.
- Les conséquences rattachées à chacune des solutions optimales en tenant compte des objectifs préétablis.

Dans ce courant, la solution existe en dehors des acteurs et généralement l'ensemble des préférences des acteurs contribue à la construction d'un critère unique de synthèse quantifiable. Que l'on soit en statique, en incertain, on se ramène à un critère unique de synthèse que l'on optimise.

²²-Idem, p 17.

²³-Russel S, "Rationality and intelligence", Foundation of rational agency, Applied logic series, Kluwer Academics' Publishers, 1999, vol 14, p11.

2- La rationalité limitée:

Ce concept a été introduit par **Simon** en 1947. Les hypothèses sont les suivantes²⁴:

- Le décideur perçoit un problème auquel il réagit, ce problème représente une version simplifiée de la réalité.
- Le décideur doit d'abord identifier les actions possibles (sans toutefois toutes les découvrir).
- Le décideur doit recueillir l'information nécessaire pour déterminer et évaluer les conséquences des actions.
- Les objectifs poursuivis par le décideur sont précisés tout au long du processus en termes de «niveau d'aspiration» ou «de buts minima».
- Le décideur arrête son choix sur la première option analysée qui satisfait chacun des buts fixés.

La rationalité limitée est aussi définie comme étant la capacité de générer un comportement maximal en fonction des informations disponibles et des ressources de calcul²⁵.

Le terme d'optimisation limitée a été défini par **Horowitz** comme étant "l'optimisation d'une utilité calculable donnée par un ensemble d'hypothèses sur des problèmes et des contraintes de ressources"²⁶

3- La rationalité procédurale:

A la suite de la rationalité limitée, Simon en 1982 introduit le concept de rationalité procédurale qui met en avant le processus qui conduit l'acteur à prendre ses décisions.

4- La rationalité adaptative:

La rationalité adaptative développée par **Cyert** et **March**; possède les caractéristiques suivantes:²⁷

- L'adaptation de l'organisation à son environnement provient d'enseignements découlant d'expériences antérieures.
- L'apprentissage débouche sur:
 - + La création d'indicateurs qui conditionnent la perception des situations rencontrées.

²⁴-Simon H, "Rational choice and the structure of environment", Models of bounded rationality, Cambridge, 1982, vol 2, p 424.

²⁵-Russel S, op cit, p33.

²⁶-Horowitz E, "Reasoning about beliefs and actions under computational resource constraints", uncertainty in artificial intelligence, Elsevier, 1989, vol 3, p 301.

²⁷-Hall R, "The natural logic management policy making: its implications for the survival of an organisation", management science, 1984, vol 30, p95.

+ Des règles d'action pour poursuivre des buts dédiés à des problèmes identifiés à travers des situations mémorisées.

+ Le développement de compétences particulières.

Cette dernière hypothèse pose un problème dans un environnement changeant, il peut y avoir un décalage entre les règles apprises dans un environnement courant qui peut conduire à des comportements erronés.

5. Les étapes du processus de prise de décision:

On distingue généralement plusieurs étapes dans le processus de décision. Les auteurs sont cependant partagés sur le nombre de ces étapes ainsi que les objectifs qui leur sont attribués.

Simon considère que le processus de prise de décision passe par trois étapes essentielles²⁸:

1- L'étape de la recherche et de la reconnaissance du problème.

2- L'étape de conception des solutions possibles au problème. C'est l'étape de la recherche d'alternatives.

3- L'étape du choix

C'est l'étape où s'effectue le choix d'une alternative parmi celles qui ont été déterminées au cours de l'étape précédente.

C. Lundberg rejoint pratiquement **Simon** dans la mesure où il considère que le processus de prise de décision comporterait les trois étapes suivantes:²⁹

1- La reconnaissance du problème objet d'une décision.

2- La recherche et la collecte des données nécessaires à la résolution du problème (qu'on peut interpréter comme la recherche d'alternatives qui naturellement ne peut s'opérer qu'à l'aide du maximum de données sur le problème).

3- Le choix enfin de la solution la plus appropriée au problème.

²⁸-Boutaleb Kouider, "Theories de la décision", 1^{er} Ed, OPU, Alger, 2006, p31.

²⁹-Lundberg, "Administrative decision: A schema for analysis", the journal of academic management, 1962, vol 5, p 81.

Par contre d'autres auteurs comme **W.Dill** par exemple considèrent un nombre plus élevé d'étapes:³⁰

- 1- Détermination des objectifs de l'organisation (qu'ont peut interpréter comme l'étape de la reconnaissance du/des problèmes objets de décision).
- 2- Recherche des alternatives et collecte des données qui doivent être utilisées dans l'évaluation de ces alternatives.
- 3- Comparaison des alternatives puis choix de l'une d'entre elles sur la base du/des critères établis.
- 4- Exécution de la décision.
- 5- Suivi de l'exécution et évaluation des résultats.

Malgré cette diversité dans l'appréciation du contenu du processus de prise de décision; on considère en général que ce processus passe par un certain nombre d'étapes essentielles et qui sont³¹:

- 1- La reconnaissance du problème.
- 2- L'analyse du problème.
- 3- La formulation d'alternatives de décision possibles.
- 4- La sélection de la meilleure alternative.
- 5- L'implémentation de ce qui a été choisi.
- 6- Le contrôle du résultat.

Ces étapes sont toutes importantes et contribuent toutes à la qualité de la décision finale. Sauf en ce qui concerne l'étape d'évaluation des alternatives où des techniques sont applicables à une très large variété de décisions, les autres étapes sont généralement plus spécifiques et changent avec chaque type de décision³².

Cet ordre chronologique indique une approche rationnelle qui peut être appliquée et mise en œuvre dans le processus décisionnel au sein des organisations. Cette étapes est importante dans le processus et contribue à la qualité de la décision finale.

³⁰ -Dill W, "Administrative decision making", Printice, 1962, p 25.

³¹-Boutaleb Kouider, op cit, p 32.

³²-Cremer M.A, Doutriaux J, "Principes d'économie managériale", 1^{er} Ed, Graeton morin, 1980, p 36.

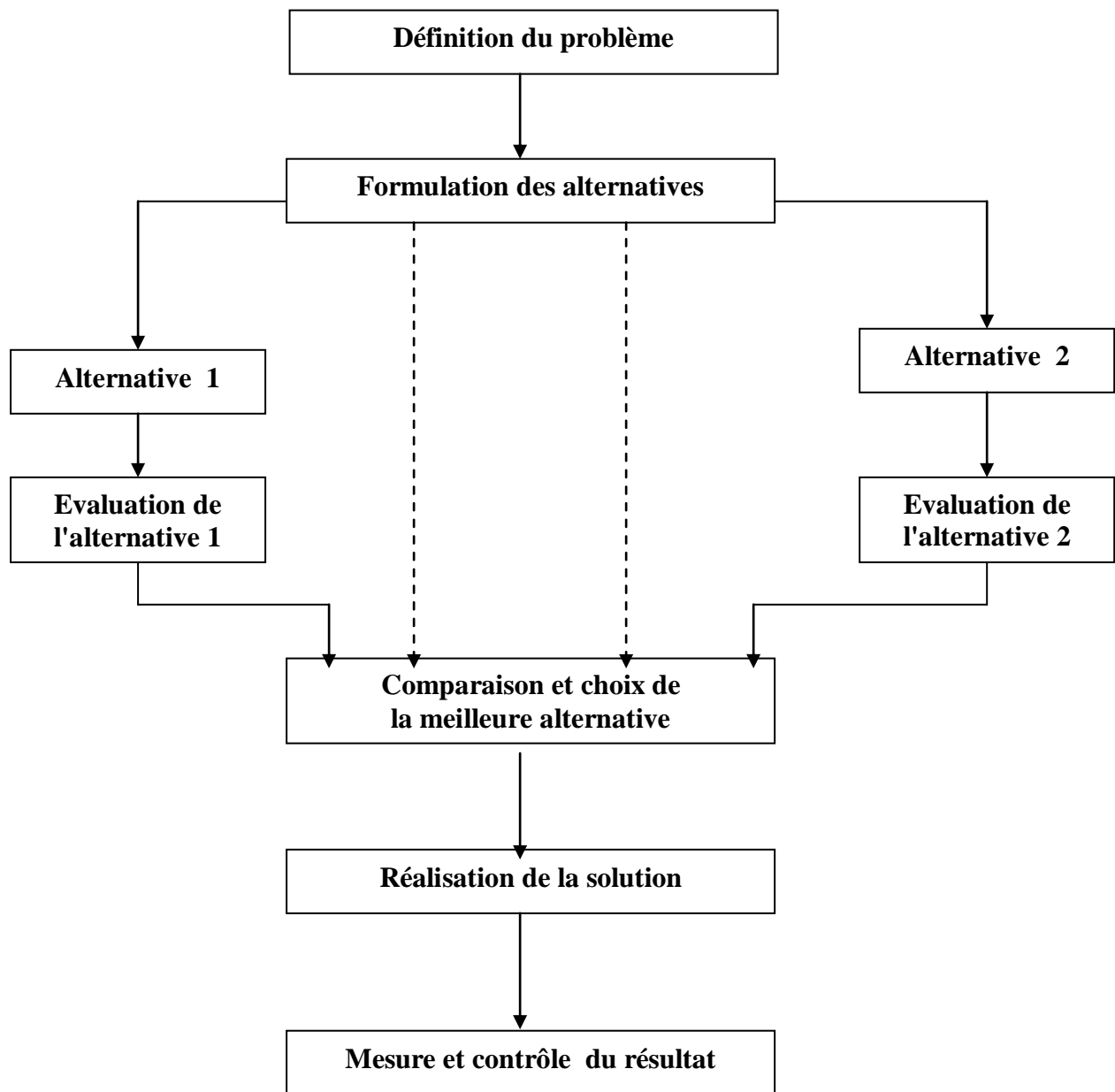


Figure n° 03: Les étapes de la prise de décision³³.

³³-Doutriaux J, op cit, p34.

6. Le système d'information et la prise de décision:

6.1- Caractéristiques et qualités de l'information:

On peut définir l'information comme étant un "élément de connaissance susceptible d'être codé pour être conservé, traité ou communiqué".

Selon **Mckay** "l'information est une connaissance qui change la présentation actuelle d'une entité"³⁴.

Davis la définit ainsi "l'information représente les données transformées sous une forme significative pour la personne qui la reçoit"³⁵.

Pour l'entreprise, donc, le terme d'information fait référence à un ensemble de connaissances de nature différente dont le rôle est essentiel à différentes phases de la prise de décision.

La qualité de l'information dépend de son utilité pour celui qui la reçoit. C'est cette utilité pour celui qui détermine sa valeur, et parfois son prix, lorsqu'il faut la payer. Cette utilité s'apprécie de différentes façons. Une information doit être:³⁶

- Pertinente: adaptée aux besoins de celui qui la reçoit;
- Fidèle: doit rendre compte de la réalité des faits;
- Précise: au sens où elle ne doit pas être ambiguë;
- Intelligible: elle doit pouvoir être comprise par son utilisateur;
- Conviviale: présentée sous une forme qui en facilite la compréhension;
- Disponible: c'est-à-dire accessible au moment voulu;
- Actualisée: mise à jour pour correspondre à la réalité.

La qualité de l'information dépend, de tous ces paramètres, qui sont utilisés selon les besoins de l'utilisateur.

³⁴-Charron J.L, Separi S, "Organisation et gestion de l'entreprise", 1^{er} Ed; Ed Dunod, Paris, 1998, p284.

³⁵-Bressy G, Konkuyt C, "Economie d'entreprise", 1^{er} Ed, Ed Dalloz, Paris, 2004, p112.

³⁶-Soutenain J.F, Farcet P, "Organisation et gestion de l'entreprise", 1^{er} Ed, Ed Berti, Alger, 2007, p232.

6.2- Le système d'information:

Il existe un lien entre la structure de l'organisation et la structure du système d'information: toute décision dans l'organisation implique un besoin en information, le système d'information doit répondre à ce besoin et fournir les informations nécessaires³⁷.

Un système d'information se définit comme "un ensemble organisé de ressources: matériel, logiciel, personnel, données; procédures permettant d'acquérir, traiter, stocker, communiquer des informations, (sous forme de données, textes, images, tableaux, graphes...etc) dans des organisations."³⁸

A part sa couverture du fonctionnement opérationnel interne, le système d'information nécessite également d'être branché vers l'extérieur de l'entreprise, car cette dernière vit et active dans un environnement, que ce soit économique, juridique ou administratif, et dont elle ne peut se dissocier.³⁹

Donc, l'utilité du système d'information se trouve dans la mise à la disposition du gestionnaire des moyens utiles à sa prise de décision, et ce système d'information doit intégrer toutes ces relations, et assurer un rapport d'informations nécessaires et surtout utiles à la bonne relation avec le milieu extérieur.

³⁷-Soutenain J.F, Farcet P, op cit, p 240.

³⁸-Reix R, "Système d'information et management des organisations", 1^{er} Ed, Ed Vuibert, Paris, 2004, p 3.

³⁹-Taouri, Belaid, "Introduction aux systèmes d'information", 1^{er} Ed, Ed pages bleues, Algérie, 2008, p 16.

6.3- Les composants d'un système d'information:

Le terme "système" met l'accent sur le fait qu'il s'agit d'un ensemble d'éléments en interaction et combinés pour répondre à des exigences bien déterminées.

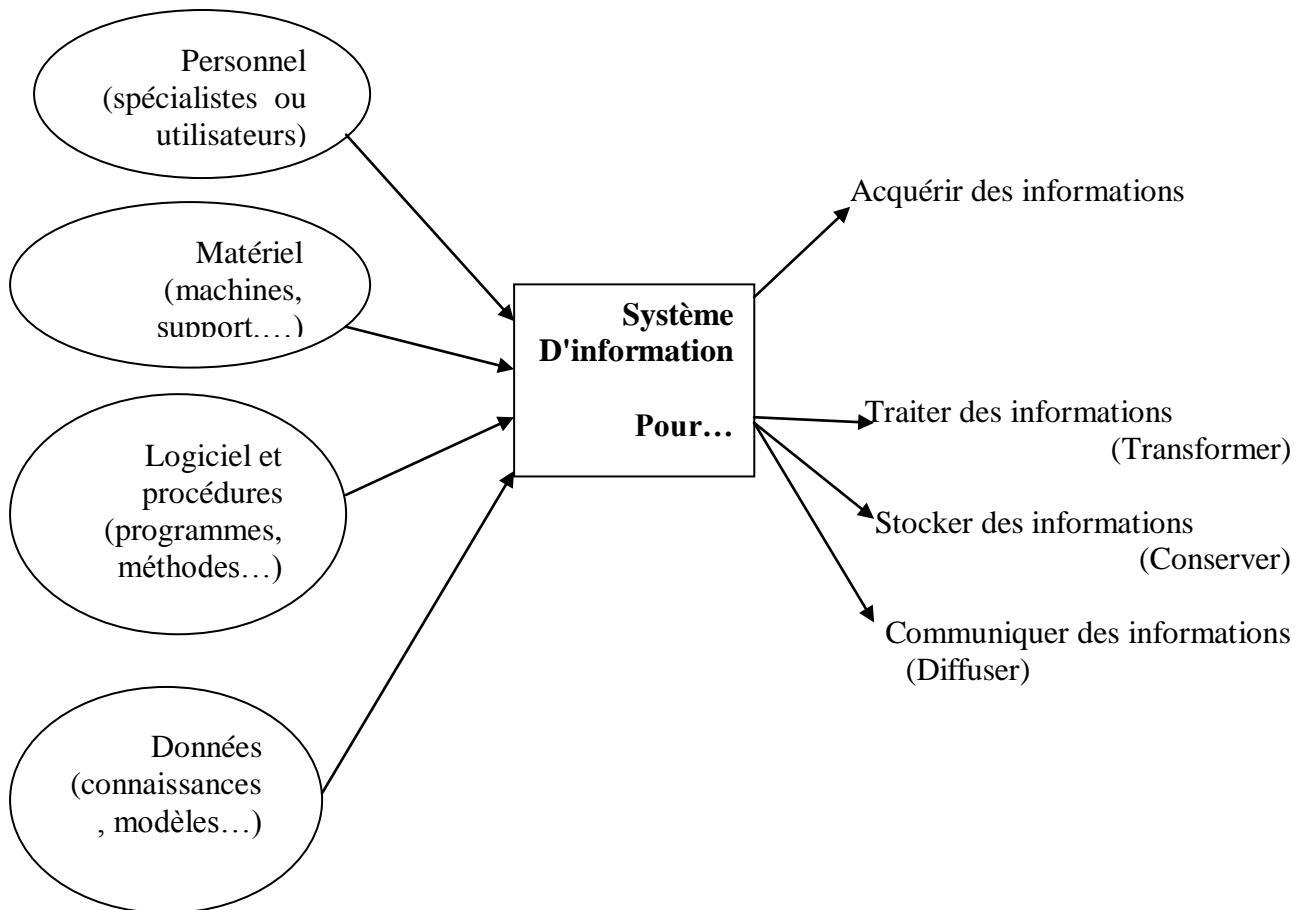


Figure n° 04: Les composants d'un système d'information.⁴⁰

⁴⁰-Reix R, op cit, p4.

6.4- Le rôle du système d'information dans la prise de décision:

Pour pouvoir prendre les bonnes décisions et agir avec efficacité, l'entreprise doit disposer d'un ensemble suffisant d'informations (pertinentes, fiables, précises,...). D'où s'impose la nécessité d'une mise en place d'un système d'information.

Tous les systèmes d'information doivent aider, pendant ou après une prise de décision:⁴¹

1 - A l'amont de la prise de décision:

La collecte d'information doit être la plus complète possible dès qu'une entreprise souhaite prendre une décision que celle-ci soit opérationnelle ou stratégique. D'une part, une décision ne sera pertinente que si elle repose sur un ensemble d'informations disponibles, pertinentes, fiables, précises et récentes. D'autre part, parce que cette collecte d'informations permet de définir le plus précisément possible les choix qui se présentent à l'entreprise lors de sa prise de décision. Que l'information soit incomplète ou de mauvaise qualité et alors l'entreprise pourra être amenée à prendre une décision contraire à ses intérêts à court, moyen ou long terme.

2 - Après la prise de décision:

Il ne faut pas oublier que l'entreprise doit être capable, après avoir pris une décision de la transmettre à l'ensemble des membres de l'organisation de manière à ce qu'elle soit comprise, acceptée et appliquée par tous en conformité avec l'objectif défini. Une mauvaise compréhension peut amener les membres de l'entreprise à agir dans le sens contraire au but poursuivi par l'entreprise ce qui est la source de nombreux dysfonctionnements internes qui peuvent avoir de graves conséquences sur la survie même de l'entreprise.

3 - Dans le suivi des conséquences de la prise de décision:

Enfin, la collecte d'informations va permettre à l'entreprise de mesurer à posteriori l'efficacité des décisions prises dans le passé ce qui nécessite de déterminer des critères d'évaluation de la pertinence d'une décision que ce soit sur la santé financière de l'entreprise (amélioration des bénéfices), sur l'amélioration de sa compétitivité (variation du chiffre d'affaire, de sa part de marché...) ou encore sur l'adaptation de son processus productif (augmentation des pannes, des stocks, réactivité de l'appareil productif à la décision prise...)

⁴¹-Charron J.L, Separi S, "Organisation et gestion de l'entreprise", op cit, p311.

7. Recherche opérationnelle et aide à la décision:

7.1- Aide à la décision

Bernard Roy définit l'aide à la décision comme étant " l'activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement complètement formalisés, aide à obtenir des éléments de réponses aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer

la décision et normalement à prescrire, ou simplement à favoriser, un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évaluation du processus d'une part, les

objectifs et le système de valeurs au service desquels cet intervenant se trouve placé d'autre part. "⁴²

Ainsi pour **Roy**, la formulation du problème ne peut être engagée indépendamment des rapports entre un individu et la réalité. La perception qu'en a ce dernier interfère avec ce réel et le transforme.⁴³

7.2-La recherche opérationnelle:

La recherche opérationnelle apparaît en 1940 en Angleterre puis aux Etats-Unis à des fins de recherche militaire: il s'agissait pour le Royaume Uni d'utiliser au mieux ses moyens militaires, à l'époque insuffisante (avions, moyens maritimes....) l'idée fondamentale était de mettre autant de soin dans l'emploi des moyens qu'on en avait mis pour les concevoir et les construire. Après la guerre, la recherche opérationnelle s'introduit dans le domaine des affaires, l'objectif étant d'organiser, produire, stocker et vendre de façon optimale.⁴⁴

La recherche opérationnelle est l'ensemble des méthodes et techniques rationnelles d'analyse et de synthèses des phénomènes d'organisation et leur application pour résoudre les problèmes complexes, rencontrés dans la direction et la gestion des grands systèmes d'hommes, de machines, de matériaux et de budgets, dans l'industrie, le commerce, l'administration, l'économie et la défense.

L'objectif de cette branche est d'aider la direction de la gestion ou de l'exploitation d'un système à prendre les meilleures décisions dans l'exécution de sa tâche. Ceci se fait, en développant un modèle scientifique du système avec lequel l'ingénieur en recherche

⁴²-Bernard Roy, "Méthodologie multicritère d'aide à la décision", 1^{er} Ed, Economica, Paris, 1985, p 15.

⁴³-Roy B, "Science de la décision ou science de l'aide à la décision ?", Revue internationale de systématique, vol 6, p497.

⁴⁴-Jacky Montmain, Jean Michel, "Théories de la décision et méthodologies de l'approche système", 1^{er} Ed, Ed mines d'ales, Paris, 2003, p 157.

opérationnelle essaie de prévoir et de comparer les résultats de diverses décisions ou stratégies. On peut citer quelques exemples d'applications dans plusieurs disciplines:⁴⁵

- Les problèmes de stock.
- Les problèmes d'affectations de ressources.
- Les problèmes de transport.
- Les problèmes de files d'attente.
- Les problèmes linéaires d'optimisation des coûts ou des profits.

L'application de la recherche opérationnelle à un problème quelconque s'effectue en 4 étapes:⁴⁶

1- Construction d'un modèle

Le processus de modélisation est une formalisation mathématique du problème posé, en déterminant les différentes relations engendrant le système (souvent traduites par des inéquations linéaires) et une fonction à plusieurs variables inconnues, à optimiser, appelée fonction objectif.

2- Résolution du modèle au moyen d'une méthode mathématique

Cette phase consiste en la résolution du problème. Les techniques mathématiques utilisées diffèrent d'un problème à un autre. Sont choisies, celles qui sont relatives à la structure sous-jacente du modèle suggéré.

3- Détermination de la solution au moyen de l'outil informatique

L'ordinateur est un outil puissant et indispensable pour la résolution de la plupart des modèles de la recherche opérationnelle. On constate facilement que le développement de la recherche opérationnelle a accompagné celui de l'informatique.

4- Validité de solution

Discussion avec les gestionnaires sur la validité de la solution et ajustement du modèle si nécessaire et on retourne à la première étape.

Checkland et **Scholes** proposent une méthodologie (Soft System Modeling) avec émulation des acteurs impliqués dans un processus d'apprentissage qui est généralement sans fin. L'apprentissage prend place à travers un processus itératif d'utilisation de systèmes, de réflexion et de débat en prenant en compte le monde réel.⁴⁷

⁴⁵-Danial Thiel, "Recherche opérationnelle et management des entreprises", 1^{er} Ed, Economica, Paris, 1999, p2.

⁴⁶-Article: "Les étapes de la recherche opérationnelle", Article téléchargé le:12/01/2009, <http://roclub.dz.8m.com/ro001.htm>

⁴⁷-Checkland P, Scholes J, Article: "Soft system methodology in action", University of Chichester, England, 1993, p 329.

7.3- Les systèmes interactifs d'aide à la décision:

Les systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) sont conçus pour résoudre des problèmes de décision peu ou mal structurés⁴⁸. Ces problèmes possèdent les ou l'une des caractéristiques suivantes:⁴⁹

- Les préférences, jugements, intuitions et l'expérience du décideur sont essentiels.
- La recherche d'une solution implique un mélange de recherche d'information, de formalisation ou définition et structuration du problème, du calcul et de la manipulation de données.
- La séquence des opérations de recherche d'une solution n'est pas connue à l'avance parce qu'elle peut être fonction des données, être modifiée, peut ne donner que des résultats partiels, ou encore peut être fonction des préférences de l'utilisateur.
- Les critères pour la décision sont nombreux, en conflit et fortement dépendant de la perception de l'utilisateur.
- La solution doit être obtenue dans un temps limité.
- Le problème évolue rapidement.

A.Checroun, définit les SIAD comme étant "des systèmes d'information interactifs (donc sur ordinateur) destinés à aider les décideurs à exploiter des données et des modèles pour résoudre des problèmes peu ou mal non structurés."

Les termes clefs de cette définition: système, interactif, données et modèles, problèmes non structurés, aider, doivent selon **Checroun** être interprétés de la façon suivante:⁵⁰

Système: ensemble complexe et maîtrisable (au sens pilotable).

Interactif: couplage homme-machine qui sous-entend ergonomie et contrôle par l'utilisateur. Utilisation conversationnelle de l'ordinateur. Dialogue dirigé par le système et non par l'homme.

Données et modèles: le système d'information comporte non seulement les informations brutes mais aussi les traitements nécessaires à une mise en forme compréhensible (tris, sélections, calculs, éditions....), de même que les outils élaborés pour analyser, comprendre, communiquer, démontrer.....

⁴⁸-Eierman, Niederman, Article:"DSS Theory: a model of constructs and relation ships", Decision support systems, University of Wisconsin_Oshkosh, USA, 1995, p 26.

⁴⁹-Klein M, Tixier V, "SCARABEE: a data and model bank for financial engineering and research", IFIP congress, North Holland, 1971, p 46.

⁵⁰-Checroun A, "Comprendre, concevoir et utiliser les SIAD", 1^{er} Ed, Masson, Paris, 1992, p14.

Problèmes non structurés: c'est le lot commun à tous les problèmes posés par le management. Une grande part est faite à l'intuition, au tâtonnement, à l'expérience du décideur. Le SIAD ne constitue qu'un élément du processus de décision.

Aider: il s'agit de fournir au décideur une amplification du pouvoir de raisonnement et non pas de se substituer à ce raisonnement par une modélisation des processus qui caractériseraient ce dernier.

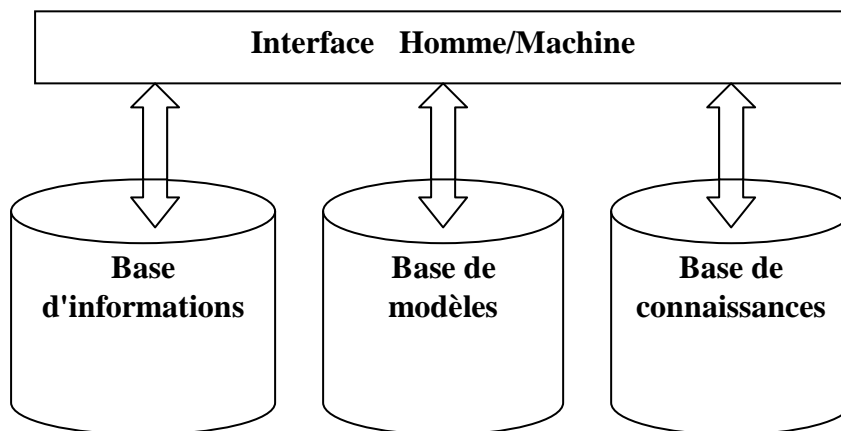


Figure n°05 : Composition d'un système interactif d'aide à la décision.⁵¹

La figure précédente présente la composition d'un système interactif d'aide à la décision qui comprend:

- Une base d'informations regroupant les données sur le système.
- Une base de modèles décrivant le comportement du système.
- Une base de connaissances peut être un système indépendant apportant une expertise supplémentaire spécifique au système étudié.
- Une interface Homme/Machine le décideur peut gérer et interroger le système d'aide à la décision et intégrer des connaissances heuristiques qui ne sont pas explicables dans un langage informatique.

⁵¹ -Idem, p 15.

Conclusion:

La prise de décision concerne tout organisme vivant. Elle intéresse chaque individu et chaque groupe. Il s'agit d'une méthode de raisonnement pouvant s'appuyer sur des arguments rationnels et/ou irrationnels.

Au sein de l'entreprise, la prise de décision revêt une dimension encore plus importante puisqu'elle repose essentiellement sur les informations détenues par les dirigeants qui leur permettent de prendre des décisions en adéquation avec les objectifs escomptés.

Aider à décider, c'est tout d'abord aider à clarifier la formulation, la transformation et l'argumentation des préférences. A ce niveau, le concept clé est celui du critère.

La prise de décision est donc un phénomène complexe qui ne se réduit pas seulement à un problème de traitement d'informations plus ou moins complètes et fiables, mais dans les entreprises, les décisions sont influencées par des règles et des procédures internes de l'organisation.

La décision est donc le résultat d'un cheminement ou d'un processus, c'est ce processus qui va orienter le manager dans la prise de décision.



***Chapitre II: L'aide multicritère à la
décision.***

Chapitre II: L'aide multicritère à la décision.

Introduction.

1. De monocritère vers le multicritère.
2. L'aide multicritère à la décision.
3. Les différentes problématiques multicritères.
4. Les principales méthodes multicritères.
5. Exigences pour des méthodes multicritères appropriées.
6. Les avantages et les limites de l'analyse multicritère.

Conclusion.

Introduction:

Dans le chapitre précédent, nous avons constaté que la prise de décision constitue l'activité principale et essentielle des gestionnaires dans les organisations. Cette activité devient de plus en plus complexe, car ces gestionnaires (décideurs) cherchent à intégrer dans leurs décisions plusieurs facteurs de nature assez diversifiée. Les situations de choix sont nombreuses où les actions potentielles sont évaluées sur la base de plusieurs objectifs ou critères.

L'aide multicritère à la décision est un nouveau monde de concepts, d'approches, de modèles et de méthodes qui visent à aider le gestionnaire (le décideur) à décrire, évaluer, ranger, choisir ou rejeter un ensemble d'actions, pouvant être exercées sur des candidats, des produits ou des projets. Cet exercice est basé sur l'évaluation à l'aide de notes (scores), de valeurs, d'intensité de préférence, et ce, en fonction d'un ensemble de critères. Ces derniers peuvent représenter divers aspects tels que: les objectifs, les buts, les cibles, les valeurs de préférence, les degrés d'aspiration et les fonctions d'utilité.

Dans ce chapitre, on présente quelques notions fondamentales en problème multicritère, les différentes problématiques multicritères, les principales méthodes multicritères et aussi les avantages et les limites de l'analyse multicritère.

1. De monocritère vers le multicritère:

1.1- Le paradigme monocritère:

Le paradigme monocritère se formule de la façon suivante:

$$\text{Opt } \{f(x) / x \in A\}$$

Cette expression fait clairement apparaître les trois étapes de la modélisation: ⁵²

- (1) Il faut définir l'espace **A** de solution.
- (2) La modélisation des préférences du décideur se fait au moyen d'un critère d'évaluation **f(x)**. Pour tout **x** \in **A**, **f(x)** est un nombre réel représentant soit un profit (dans ce cas il doit être maximisé) soit un coût (il doit alors être minimisé).
- (3) Le processus d'investigation mathématique consiste à optimiser **f(x)** (maximiser ou minimiser) sur l'espace **A**. Il s'agit souvent d'un algorithme, plus ou moins compliqué selon le cas.

Le paradigme monocritère apparaît donc comme un problème d'optimisation, et son avantage est de donner lieu à un problème clairement posé. Tous les problèmes classiques de la recherche opérationnelle, établis progressivement depuis 1937, sont de ce type. Citons notamment la programmation linéaire, non linéaire, dynamique, la théorie des graphes et des réseaux, l'optimisation combinatoire, la théorie des jeux, les problèmes de localisation, les problèmes de transport, la théorie de file d'attente, la gestion des stocks, les problèmes d'ordonnancement, la gestion de la production,...

Le paradigme monocritère implique que la modélisation des préférences se fasse au moyen d'un critère qui synthétise à lui seul tous les objectifs du décideur, toutes les conséquences de la décision.

D'après **Schärli**, cette approche est bien adaptée au traitement de certains problèmes techniques, mais présente toute fois de gros inconvénients dans un grand nombre de cas, surtout où le facteur humain intervient. ⁵³

Pour bien illustrer le fait que les problèmes monocritère ne sont pas adaptés aux traitements de la réalité humaine, considérons l'exemple suivant:

Considérons un individu qui doit acheter une nouvelle voiture. S'il ne raisonnait que suivant un seul critère et ne s'intéressait qu'au coût de l'achat (car lorsqu'on ne s'intéresse qu'à un seul critère, c'est souvent l'aspect financier qui l'emporte), il roulerait avec la voiture la moins

⁵²-Alain Schärli, "Décider sur plusieurs critères: Panorama de l'aide à la décision multicritère", 1^{er} Ed, Presse polytechniques romandes, Lausanne, 1985, p 33.

⁵³-Idem, p 33.

chère sur le marché. Or on sait que la réalité est tout autre: on voit toutes sortes de voitures dans les rues, de la moins chère à la plus onéreuse: le chef d'entreprise préférera avoir la voiture la plus confortable et la plus voyante sans vraiment faire attention au prix, le chef de famille voudra un véhicule pratique et assez grand pour emmener toute sa famille, tandis que l'étudiant se contentera de la voiture la moins chère, pourvu qu'elle fonctionne...

Cela ne peut s'expliquer que par la prise en compte, dans la tête de chaque individu, d'autres critères en plus du pécuniaire: le confort sous tous ses aspects, la satisfaction personnelle, l'impression produite sur autrui, et ainsi de suite.

1.2- Propriétés du paradigme monocritère:

Considérons le modèle monocritère: $\text{Opt } \{f(x) / x \in A\}$, où nous supposerons, sans perte de généralité, que le critère $f(x)$ doit être maximisé.

Ce problème monocritère possède plusieurs propriétés:⁵⁴

Propriété 1: problème bien posé

Dans le paradigme monocritère, la notion de solution optimale a en général un sens. Il s'agit d'une solution x' telle que:

$$f(x') \geq f(x), x \in A$$

C'est une solution optimale que l'on soumettra au décideur dans le cas d'une problématique de choix. Si le décideur estime que le modèle est cohérent avec la réalité, il n'a plus d'espace de liberté. Il doit alors adopter une solution optimale.

Propriété 2: relation de dominance (I,P)

Le critère $f(x)$ permet de différencier les actions de A . Il implique de façon naturelle une relation de dominance (I,P) sur les éléments de A pris deux à deux et telle que:

$$\left\{ \begin{array}{l} f(a) > f(b) \iff aPb \\ f(a) = f(b) \iff aIb \\ f(a) < f(b) \iff aRb \end{array} \right.$$

⁵⁴-Célin Vilain, "Méthode flowsort au problème du tri multicritère", Mémoire de licence en sciences mathématiques, Université libre de Bruxelles, 2007, p 15.

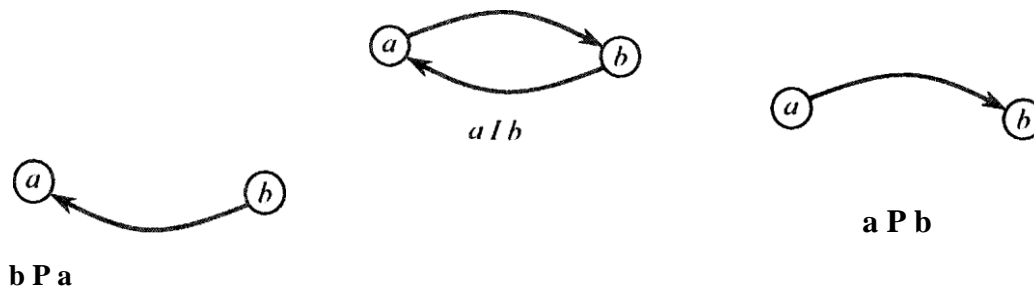


Figure n° 06: Relation de dominance

Où **P** désigne la préférence et **I** l'indifférence. La figure précédente est une représentation graphique de cette relation.

Propriété 3: préordre complet

La relation (**I,P**) n'est pas une relation quelconque. Elle permet aussi de ranger les actions de la moins bonne à la meilleure, avec éventuellement la présence d'ex aequo. On parle dans ce cas de préordre complet.

Ce préordre sera soumis au décideur en cas de problématique de rangement. Le préordre est complet car toutes les actions sont comparables deux à deux.

Propriété 4: transitivité

Les relations **I** et **P** sont transitives. En effet:

$$\begin{cases} \mathbf{aPb, bPc} \implies \mathbf{aPc} \\ \mathbf{aIb, bIa} \implies \mathbf{aIc} \end{cases}$$

Illustrons ces propriétés par l'exemple très simple suivant: le problème réel est de sélectionner un équipement parmi quatre équipements possibles (a_1, a_2, a_3, a_4). On connaît le profit résultant du choix de chacun de ces équipements. Le décideur souhaitant simplement maximiser son profit, celui-ci devient le critère d'évaluation. La réalité est donc modélisée de la façon suivante.

Le graphe de dominance de la figure fait clairement apparaître la relation (**I,P**). Toutes les actions sont comparables. Il y a au moins une flèche entre chaque paire d'actions.

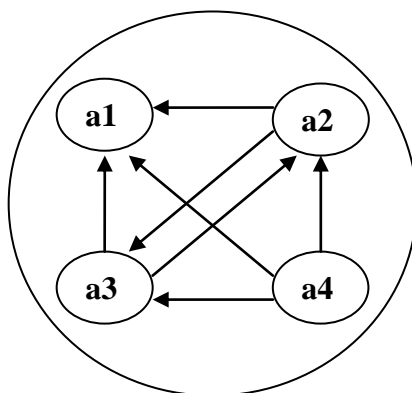


Figure n° 07 : Equipements, profits et graphe de dominance.

Dans ce cas-ci, la solution optimale est unique: a3 maximise le profit. Les solutions peuvent également être rangées de la meilleure à la moins bonne. Le classement correspondant est donné comme suit:

a3, (a2 et a4 ex æquo), a1

On remarque que le préordre complet comporte des ex-æquo.

1.3- Critiques du paradigme monocritère:

Les critiques principales de l'approche monocritère pour un problème de décision sont les suivantes:⁵⁵

- Ne pas tenir compte de la situation d'incomparabilité qui pourtant est une caractéristique bien humaine. Il est en effet fréquent que, comparant deux actions potentielles, un décideur ne parvienne pas à dire laquelle il préfère.
- Ne pas considérer qu'il existe des cas où l'indifférence est intransitive.

Sous ces hypothèses, la relation caractéristique est donc supposée complète et transitive, ce qui implique qu'un problème monocritère sera toujours représenté par une structure de préordre total. Pour pallier à ces hypothèses qui semblent trop fortes pour pouvoir modéliser un problème dans lequel le facteur humain apparaît, nous introduisons ici un modèle multicritère.

⁵⁵-Alain Schärlig; op cit; p38.

1.4- pourquoi l'approche multicritère?

Une approche multicritère a comme principale caractéristique de formaliser (ou modéliser) la préparation des décisions. Tout d'abord, elle améliore la transparence du processus de décision. Ensuite, elle définit, précise et met en évidence la responsabilité du décideur.

Bernard Roy caractérise le paradigme multicritère comme un «nouveau schéma de pensée pour comprendre ou agir sur un système», en considérant que:⁵⁶

- Plusieurs critères sont à l'œuvre pour conduire le système ou guider son évolution.
- Ces critères sont, au moins localement, conflictuels.
- Les compromis ou arbitrages ont pour objet de conférer aux critères des valeurs compatibles avec une certaine forme d'équilibre et, s'il y a succession, cela tient au caractère transitoire de l'équilibre atteint.

1.5- Le paradigme multicritère:

Le paradigme multicritère s'énonce de la façon suivante:⁵⁷

$$\text{Max } \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x) / x \in A\}$$

On suppose ici que les k critères $f_j(x)$, $j=1,2,\dots,k$ sont des applications de A sur l'ensemble des nombres réels. Ces critères sont en général exprimés dans des unités distinctes. On considère ici le cas où le décideur souhaite maximiser tous les critères, ce qui facilite l'énoncé des propriétés. Ce cas n'est cependant pas restrictif et les résultats énoncés s'étendent directement au cas plus général dans lequel certains critères sont à maximiser et d'autres à minimiser.

⁵⁶-Jérôme Costa, Negar Armaghan, Jean Renaud, Michel Martinez, Article: "Connaissances industrielles et analyse multicritère", France, mars 2006, p 134.

⁵⁷ -Perny P, "Multicriteria filtering methods based on concordance and non-discordance principales", Annals of Operations Research, 1998, p 137.

1.6- Propriétés du paradigme multicritère:

Propriété 1: problème mal posé.

Un modèle multicritère correspond à une certaine réalité économique, industrielle ou autre, le décideur souhaitant optimiser plusieurs critères simultanément. Conformément aux vœux du décideur, le problème est donc bien posé, économiquement bien posé. Malheureusement, et c'est ici la difficulté majeure de l'approche multicritère, ce problème n'admet généralement pas de solution x' telle que:⁵⁸

$$f_j(x') \geq f_j(x), \forall x \in A, \forall j = 1, 2, \dots, k$$

Dès lors, il s'agit d'un problème sans solution, donc mathématiquement mal posé.

Bien entendu, s'il existe une solution optimale sur l'ensemble des critères (cas rare), cette solution sera soumise au décideur dans le cas d'une problématique de choix. Sinon, il faudra se contenter d'une solution de compromis. Chaque méthode multicritère s'efforce de proposer les meilleures solutions de compromis possibles.⁵⁹

Propriété 2: relation de dominance (I, P, R)

Les k critères induisent de façon naturelle la relation de dominance suivante sur A :⁶⁰

$$aPb \Leftrightarrow \begin{cases} f_j(a) \geq f_j(b), \forall j=1, \dots, k \\ \exists h: fh(a) \succ fh(b) \end{cases}$$

$$aIb \Leftrightarrow f_j(a) = f_j(b), \forall j=1, \dots, k$$

$$aRb \Leftrightarrow \begin{cases} \exists h: fh(a) \succ fh(b) \\ \exists h': fh'(a) \prec fh'(b) \end{cases}$$

Où **P** désigne la préférence, **I** l'indifférence et **R** l'incomparabilité, c'est-à-dire l'absence de relation entre **a** et **b**. la relation de dominance, si l'on exclut **R**, est donc une relation partielle.

Observons que la préférence et l'indifférence sont fondées sur l'unanimité des points de vue (de tous les critères).

⁵⁸ -Landry M, "L'aide multicritère à la décision comme support à la construction du sens dans l'organisation", système d'information et management, vol 3, 1998, p 39.

⁵⁹ -Idem, p40.

⁶⁰ -Vansnick J.C, "L'aide multicritère à la décision: une activité profondément ancrée dans son temps", Newsletter of the European Working Group, Series 6, Spring, 1995, p 20.

Propriété 3: Pareto-optimalité (efficacité)

Une solution $a \in A$ est appelée Pareto-optimale ou efficace si elle n'est dominée par aucune autre solution. Si E désigne l'ensemble des solutions efficaces, le décideur est logiquement invité à décider parmi les solutions de E dans le cas d'une problématique de choix.⁶¹

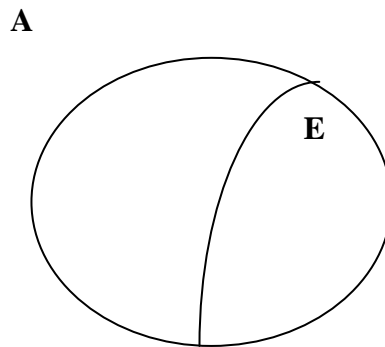


Figure n° 08: solutions efficaces.

Il faut cependant observer que la détermination de l'ensemble E , à laquelle se limite d'ailleurs un certain nombre de méthodes multicritères, ne résout en général pas le problème. En effet, d'une part E contient souvent un nombre élevé de solutions (le cas n'est d'ailleurs pas rare où toutes les solutions sont efficaces) et d'autre part les solutions efficaces sont souvent de nature opposée: quand une solution est bonne sur un critère, elle est généralement moins bonne sur d'autres.

Nous sommes donc confrontés à une situation fort différente du cas monocritère dans lequel une solution optimale s'impose (ou éventuellement plusieurs solutions optimales indifférentes).⁶²

Il importe donc de ne pas confondre les notions d'optimalité (cas monocritère) et de Pareto-optimalité (cas multicritère). Dans ce dernier cas, décider sur E reste un problème délicat: les solutions efficaces, bien qu'incomparables, ne sont pas indifférentes.

Propriété 4: transitivité

Certaines méthodes multicritères respectent la transitivité de la préférence ou de l'indifférence, d'autres non. Ceci dépend de la technique proposée par chaque méthode pour la recherche de solutions de meilleur compromis.

Observons à ce sujet qu'en cas d'évaluation multiple, il n'y a pas lieu d'imposer la propriété de transitivité.⁶³

⁶¹ -Mareschal B, "Stochastic multicriteria decision making under uncertainty", European Journal of Operation Research, p 58.

⁶² -Idem, p59.

2. L'aide multicritère à la décision:

2.1- Définition:

Philippe Vincke a défini l'aide multicritère ainsi: "L'aide multicritère à la décision vise, comme son nom l'indique, à fournir à un décideur des outils lui permettant de progresser dans la résolution du problème de décision à plusieurs points de vue, souvent contradictoires, doivent être pris en compte."⁶⁴

Pour **Bouyssou**, l'argument réaliste selon lequel la réalité étant multidimensionnelle, il est naturel que l'on prenne en compte plusieurs points de vue pour aider à la décision et donc qu'on utilise des méthodes multicritères, ne peut à lui seul justifier d'adopter une démarche multicritère pour aider à la décision. Utiliser un tel argument conduirait à voir le monocritère comme un cas limite et dégénéré du multicritère.⁶⁵

L'aide multicritère à la décision œuvre à apporter un éclairage et des explications à une catégorie de problèmes où:⁶⁶

- Plusieurs critères quantitatifs et qualitatifs sont pris en considération;
- Ces critères sont souvent hétérogènes;
- Ces critères sont généralement conflictuels;
- Ces critères sont généralement considérés d'inégale importance.

2.2- Concepts et terminologie:

A/ Les actions:

Une action est une représentation de l'élément de solution qui contribue à la décision (par exemple, une région, un site, un investissement, une offre..., etc; constituent des actions); quand les actions sont exclusives, on pourra utiliser le terme variantes (en anglais alternatives).

Action potentielle:

Une action potentielle est une action réelle ou fictive provisoirement jugée réaliste par un acteur au moins ou présumée telle par l'homme d'étude en vue de l'aide à la décision; l'ensemble des actions potentielles sur lequel l'aide à la décision prend appui au cours d'une phase d'étude est notée "A"⁶⁷.

⁶³ -Bouyssou D, Roy B, "Aide multicritère à la décision: methodes et cas", Economica, Paris, 1993, p52.

⁶⁴-Philippe Vincke, "L'aide multicritère à la décision", 1^{er} Ed, Ed de l'université de Bruxelles, Belgique, 1989, p18.

⁶⁵-Bouyssou D, "Décision multicritère ou aide multicritère?", Newsletter of the european working groupe, Series 2, 1993, p 2.

⁶⁶-Amor Laaribi, "SIG et analyse multicritère", Hermes science publications, 1^{er} Ed, Paris, 2000, p 51.

⁶⁷-Bernard Roy, "Méthodologie multicritère d'aide à la décision", op cit, p 62.

B/ Les objectifs:

Un objectif indique le sens de l'amélioration qu'un décideur souhaite apporter à un système lors d'un changement d'état. Il reflète l'aspiration du décideur. Les trois manières de poursuivre un objectif sont de le maximiser, de le minimiser ou de le maintenir dans un certain état. Des exemples industriels classiques de ces situations sont: maximiser le profit, minimiser le coût ou maintenir un équilibre économique. Des auteurs ajoutent à ces situations d'autres types d'objectifs comme: près d'une cible (but), plus grand ou plus petit qu'un certain seuil, dans un intervalle⁶⁸, ...

C/ Les attributs:

Les attributs correspondent à des caractéristiques des alternatives. Les attributs permettent d'évaluer les niveaux des objectifs.

D/ Les critères:

On peut parler de facteurs pour désigner tous les éléments qui contribuent à juger une action dans le domaine considéré. Ces facteurs peuvent être de deux types: des critères ou des contraintes.

Critère:

C'est un facteur de jugement sur la base duquel on mesure et on évalue une action; il diffère de la notion de variable dans la mesure où un critère est relié aux préférences du décideur alors qu'une variable ne l'est pas nécessairement.

Contrainte:

C'est un facteur permettant de circonscrire et de limiter les actions prises en considération; on pourrait l'appeler aussi critère d'admissibilité (par exemple, le site d'implantation d'une usine doit être à 500 mètres d'une autoroute). Il y a lieu d'émettre quelques remarques:⁶⁹

- Si les contraintes présentent des conditions qui doivent être complètement satisfaites, les critères présentent des conditions qu'on désire satisfaire à leur maximum;
- également, on constate dans la littérature qu'on a tendance à les confondre; ceci est un effet induit de l'approche monocritère où l'objectif est perçu comme étant opérationnel et nécessite un résultat (il s'apparente au critère dans notre perception).
- D'autres auteurs, utilisent le terme objectif pour les problèmes d'évaluation continus et le terme critère pour les problèmes discrets.

⁶⁸-Imed Othmani, "Optimisation multicritère: fondements et concepts", thèse de doctorat, l'université Joseph Fourier de Grenoble, 1998, p 5.

⁶⁹-Amor Laaribi, op cit, p 53.

2.3- Le problème multicritère:

La décision multicritère s'intéresse aux problèmes de prise de décision en présence de critères multiples éventuellement contradictoires. Ces problèmes se rencontrent à tous les niveaux, national, régional; managérial et personnel, et dans tous les domaines économiques, sociaux et environnementaux. Par exemple il peut s'agir de choisir entre plusieurs schémas d'organisation du système de santé celui qui permet au mieux de maîtriser les coûts, d'améliorer la qualité et l'accessibilité aux soins; de sélectionner des candidats à un concours selon les critères requis par les postes; d'adopter un nouveau processus de production dans une usine pour améliorer les délais, la qualité, et réduire les coûts en tenant compte de l'investissement et de la capacité d'apprentissage des employés.⁷⁰

Un problème de décision multicritère est une situation où, ayant défini un ensemble **A** d'actions et une famille **F** cohérente de critères sur **A**, on désire:⁷¹

- Soit déterminer un sous-ensemble d'actions considérées comme les meilleurs vis-à-vis de **F** (problème de choix).

- Soit partitionner **A** en sous-ensembles suivant des normes préétablies (problème de tri).

- Soit ranger les actions de **A** de la meilleure à la moins bonne (problème de rangement).

Un problème de décision multicritère n'est évidemment pas une réalité objective dont on peut donner une description immédiatement acceptable par tout le monde (comme le sont souvent les phénomènes relevant des "sciences exactes").

2.4- Formulation multicritère d'un problème de décision:

Dans la terminologie introduite par **Vansnick**⁷², la formulation multicritère d'un problème de décision peut être définie comme le modèle "**A,A/F,E**" où:

A est l'ensemble des actions potentielles (envisageables, admissibles...). Cet ensemble peut être défini explicitement (ensemble fini), les conditions étant implicites, ou implicitement (en général ensemble infini), les contraintes étant explicites. Dans ce deuxième cas, on a recours à la programmation mathématique à objectifs multiples (**PMOM**) et l'on désigne souvent l'ensemble des actions admissibles par le système **X**;

⁷⁰-Philippe Vincke, op cit, p 54.

⁷¹-Idem, p 54.

⁷²-Vansnick J.C, "Measurement theory and decision aid", Readings in multiple criteria decision aid, Springer-verlog, Berlin, 1990, p 81.

A/F est l'ensemble fini des attributs ou critères (selon l'école à la quelle on adhère), généralement conflictuels, à partir desquels les actions seront évaluées;

E est l'ensemble des évaluations de performances des actions selon chacun des attributs ou critères, c'est-à-dire l'ensemble des vecteurs de performances, un vecteur par action.

D'après **Jacquet-Lagrèze**, dans plusieurs problèmes de décision multicritère, la modélisation formelle du problème s'arrête à la définition des actions et des critères, laissant au décideur la responsabilité de la prise de décision, sans aucun modèle mathématique pour agréger les différents critères⁷³.

Par ailleurs, la grande partie des travaux en aide multicritère (**AMC**) concernent la phase d'évaluation (développement des méthodes). Néanmoins, on s'intéresse de plus en plus à la première phase; celle de la structuration. Au-delà de la définition de l'ensemble d'action **A**, qui n'est pas du tout une activité triviale, une partie clé pour tout modèle multicritère est la sélection de la famille de critères qui seront utilisés pour l'évaluation. Il ne s'agit pas d'une étape triviale qui doit se faire obligatoirement avant la phase d'évaluation. Elle permet de rendre explicite les systèmes de valeur de tous les acteurs impliqués dans le problème de décision. La phase de structuration de différentes opportunités de décision, la construction de nouvelles actions ainsi que l'évaluation des actions.⁷⁴

2.5- Difficulté d'un problème multicritère:

La plupart des décisions qui font l'objet d'études multicritères sont de nature complexe et leurs conséquences sont importantes et stratégiques. L'aspect conflictuel des critères, l'indétermination et le manque d'information liés au problème sont souvent avancés comme les sources de sa complexité⁷⁵.

La principale difficulté d'un problème multicritère est qu'il s'agit d'un problème mathématiquement mal posé. C'est-à-dire sans solution objective. Il n'existe pas, en général, d'action meilleure que toutes les autres simultanément pour les critères: le concept de solution optimale n'a donc pas de sens dans un contexte multicritère. De même, un problème de rangement n'aura une solution objective que si tous les critères donnent le même rangement, ce qui est tout à fait exceptionnel. «Résoudre» un problème de décision multicritère ne consiste donc pas à rechercher une sorte de vérité cachée (alors que c'est le cas dans un

⁷³-Salem Chakhar, "Cartographie décisionnelle multicritère: formalisation et implémentation informatique", Thèse de Doctorat en informatique, Université Paris Dauphine, 2006, p 37.

⁷⁴ -Idem, p38.

⁷⁵-Bouyssou D, "Approches descriptives et constructives d'aide à la décision: fondements et comparaison", Thèse de Doctorat, Université Paris Dauphine, 1984, p 43.

problème d'optimisation classique), mais à aider le décideur à maîtriser les données (souvent complexes) de son problème et à progresser vers une solution. Celle-ci sera donc plutôt une action de compromis et il faut accepter qu'elle dépende fortement de la personnalité du décideur, des circonstances dans lesquelles se fait l'aide à la décision, de façon dont on formule le problème et de la méthode d'aide à la décision qui est utilisée. Ces caractéristiques sont évidemment gênantes pour des scientifiques habitués à résoudre des problèmes dont la solution existe indépendamment d'eux⁷⁶.

2.6- Démarche multicritère:

Il existe différentes démarches pour faire face à la situation de décision multicritère. Chacune met l'accent sur certains aspects aux dépens d'autres et, par conséquent, chacune a ses avantages et ses inconvénients.

Roy se base sur une approche de "bas vers le haut" (bottom-up) qui consiste à identifier toutes les conséquences pouvant résulter de la mise en œuvre des actions, quel'on structure en dimensions puis en axes de signification autour desquels sont construits les critères⁷⁷.

Keeney se base sur l'approche du "haut vers le bas" (top-down) qui consiste à construire une structure hiérarchique ayant à son premier niveau l'objectif global qui est éclaté en sous-objectifs jusqu'à ce que l'on atteigne un niveau mesurable que l'on qualifie d'attributs⁷⁸.

Laaribi a proposé une approche intermédiaire qui, selon lui, est de portée générale. IL décrit son approche comme suit:⁷⁹

Partant d'une situation de décision quelconque (perception d'un problème de décision), il y a lieu de tenter de dégager au départ les objectifs qu'on cherche à atteindre. En tenant compte de ces objectifs, un faisceau de points de vue pourrait se dégager, exprimant en quelque sorte des classes de critères. Aussi, les objectifs permettraient de définir des actions (globales) ou des scénarios (ensemble d'actions fragmentées), tandis que la famille de points de vue se traduit généralement en un ensemble de critères qui permettent de procéder à une évaluation des

⁷⁶-Philippe Vincke, op cit, p55-56.

⁷⁷-Bernard Roy; op cit, p 318.

⁷⁸-Keeney R.L, "Valued-focused thinking: A path to creative decision", Harvard university press, Cambridge, USA, 1992, p123.

⁷⁹-Amor Laaribi, op cit, p 57.

actions ou des scénarios. Une fois l'évaluation effectuée, on procédera à l'investigation par une procédure d'agrégation multicritère appropriée afin de parvenir à une recommandation.

Différents démarches d'analyse multicritère⁸⁰:

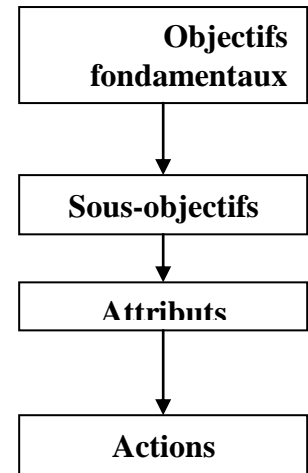
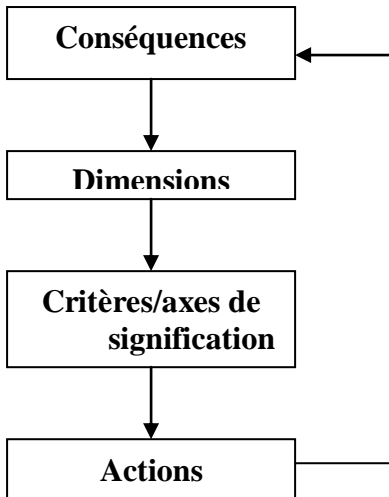


Fig n°09:démarche top-down de Kenney

Fig n°10:démarche bottom-up de Roy

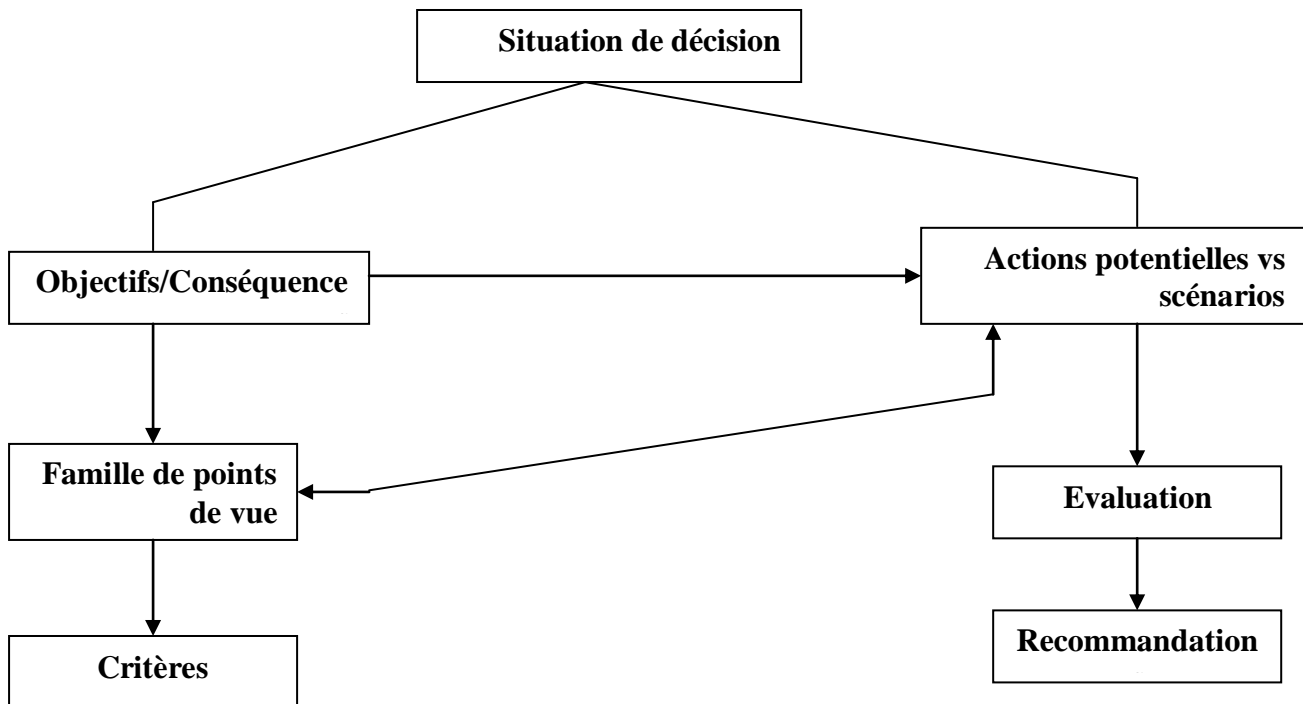


Figure n°11:Démarche intermédiaire de Laaribi.

⁸⁰ - Idem, p 59.

2.7- Nature des problèmes multicritères:

Les problèmes multicritères sont généralement classifiés selon⁸¹:

- La nature des conséquences des décisions qui sont modélisées comme
 - déterministes, stochastique ou floues,
 - réversibles, lourdes, ou irréversibles;
- La nature de l'ensemble des alternatives qui sont modélisées
 - explicite avec un nombre d'alternatives fini.
 - implicite avec un nombre d'alternatives infini. Dans cette classe, nous retrouvons les problèmes de programmation multi-objectif;
- Le contexte dans lequel la décision est prise: décision publique ou privée;
- Le nombre de décideurs: décision de groupe ou individuelle.

L'ensemble des méthodes et des modèles développés en analyse multicritère ont un but commun qui vise à aider le décideur à prendre une décision qui le satisfait, et ce, au meilleur de sa connaissance vis-à-vis de la situation décisionnelle à laquelle il fait face. En ce sens, il s'agit de la meilleure solution qu'il peut trouver en utilisant un outil opérationnel tel qu'un modèle ou une méthode. Ce processus d'aide à la décision vise à intégrer le décideur dans la démarche décisionnelle en lui offrant la possibilité de progresser vers une solution. Celle-ci dépendra de plusieurs facteurs, qui sont de nature subjective, tel que: la personnalité du décideur, les circonstances entourant l'activité décisionnelle, la façon dont le problème a été formulé et la méthode d'aide à la décision utilisée⁸².

En général et dans le contexte de l'ensemble **A** des actions potentielles, le problème de décision multicritère consiste à choisir une «meilleur» action (problème de choix) ou à trier les actions en vue d'une classification suivant des normes préétablies (problématique de rangement).

2.8- Les étapes d'aide à la décision multicritère

Brans⁸³ propose une démarche en trois étapes. Dans un premier temps, les alternatives potentielles sont identifiées. Dans un deuxième temps, les préférences du décideur sont modélisées, ce qui permettra de différencier les actions potentielles. Pour finir, un processus,

⁸¹-Imed Othmani, déjà cité, p 9.

⁸²-Philippe Vinck, op cit, p 52.

⁸³-Sébastien Bernard, "Spécification d'un environnement d'ingénierie collaborative multiste", Thèse de doctorat, Ecole national supérieur d'arts et métiers, centre d'Aix-en-Provence, 2004, p 87.

d'investigation mathématique, c'est-à-dire une procédure d'agrégation, est définie ou choisie afin de fournir des éléments de réponse au problème de décision.

1- Identification des alternatives potentielles:

L'identification des alternatives potentielles consiste à définir l'ensemble des alternatives qui doivent être examinées. Cet ensemble d'alternatives n'est pas toujours définitivement délimité. Il peut être soumis à des révisions. Des alternatives peuvent apparaître ou disparaître.

2- Modélisation des préférences du décideur:

La comparaison des alternatives à partir de leurs conséquences est souvent rendue difficile à cause de l'imprécision, de l'incertitude et de la mauvaise détermination de ces conséquences. C'est pourquoi la notion de critère est introduite. Les critères permettent de comparer les alternatives entre elles. Un critère est une fonction C à valeurs réelles définie sur l'ensemble des alternatives potentielles. Cette fonction est définie de telle sorte que deux alternatives a_1 et a_2 puissent être comparées en se basant sur les nombres $C(a_1)$ et $C(a_2)$. Les préférences du décideur peuvent ainsi être représentées par un ensemble de critères. Un poids peut aussi être associé à chaque critère, selon l'importance du critère par rapport aux autres.

Pour garantir une bonne représentation de ces préférences, l'ensemble des critères doit répondre à des exigences d'exhaustivité, de cohésion et de non redondance. Lorsque ces exigences sont vérifiées, la famille de critères est dite cohérente. L'évaluation des alternatives se fait sur la famille des critères.

Un tableau de performances qui présente les résultats de cette évaluation sur chaque critère donne une vue de l'ensemble des alternatives. Les critères sont sur les colonnes et les alternatives sont sur les lignes. La case $C_j(a_i)$ donne la performance de l'alternative a_i selon le critère C_j .

		Critères					
		$C_1()$	$C_2()$...	$C_j()$...	$C_k()$
Alternatives	a_1						
	a_2						
	...						
	a_i						
	...						
	a_n						
		w_1	w_2	...	w_i	...	w_k
		Poids					

Tableau n°03: Matrice d'évaluation Alternatives/Critères.⁸⁴

⁸⁴ -Idem, p 88.

3- La procédure d'agrégation:

Une procédure d'agrégation multicritère doit être définie afin de répondre à la problématique de décision posée en s'appuyant sur le tableau des performances qui caractérise les alternatives potentielles à évaluer.

3. Les différentes problématiques multicritères

La problématique peut être perçue comme étant une orientation de l'investigation qu'on adopte pour un problème de décision donné. Elle exprime les termes dans lesquels le décideur ou l'homme d'étude pose le problème et traduit le type de la prescription qu'il souhaite obtenir. Roy distingue quatre problématiques:⁸⁵

3.1- Problématique du choix(P.α): aider à choisir une «meilleur» action ou à élaborer une procédure de sélection.

Il s'agit de la problématique la plus classique: celle qui consiste à poser le problème en termes du meilleur choix. C'est par rapport à elle que se sont développées les procédures d'optimisation. Toutefois, la définition que nous proposons ci-après fait apparaître la problématique de l'optimisation comme un cas particulier de cette problématique du choix.

- **Définition:** la Problématique du choix (**P.α**) consiste à poser le problème en termes de choix d'une seule meilleure action, c'est-à-dire à orienter l'investigation vers la mise en évidence d'un sous-ensemble **A'** de **A** aussi restreint que possible, conçu pour éclairer directement le décideur sur ce que doit être l'issue du prochain temps fort et ce compte-tenu du caractère éventuellement révisable et/ou transitoire de **A**; cette problématique prépare une forme de prescription ou de simple participation visant⁸⁶:

- Soit à indiquer avec un maximum de précision et de rigueur une décision à préconiser;
- Soit à proposer l'adoption d'une méthodologie fondée sur une procédure de sélection (d'une meilleure action) convenant à une éventuelle utilisation répétitive et/ou automatisée.
- Soit du fait du caractère révisable et/ou transitoire de **A**;
- Soit parce que les éléments objectifs servant à asseoir la comparaison des actions sont insuffisamment précis;
- Soit par suite de la multiplicité des systèmes de valeurs qui sont en jeu;

⁸⁵ - Bernard Roy, "Méthodologie multicritère d'aide à la décision", op cit, p75.

⁸⁶- Bernard Roy, op cit, "Méthodologie multicritère d'aide à la décision", p 76.

3.2- Problématique du tri(P.β): aider à trier les actions d'après des normes ou à élaborer une procédure d'affectation

- **Définition:** la problématique du tri(P.β) consiste à poser le problème en termes de tri des actions par catégories, celles-ci étant conçues relativement à la suite à donner aux actions qu'elles sont destinées à recevoir, c'est-à-dire à orienter l'investigation vers la mise en évidence d'une affectation des actions de **A** à ces catégories en fonction de normes portant sur la valeur intrinsèque de ces actions et ce compte-tenu du caractère révisable et/ou transitoire de **A**; cette problématique prépare une forme de prescription ou de simple participation visant⁸⁷:

- Soit à préconiser l'acceptation ou le rejet pour certaines actions; d'autres pouvant donner lieu à des recommandations plus complexes compte-tenu de la conception des catégories;

- Soit à proposer l'adoption d'une méthodologie fondée sur une procédure d'affectation à des catégories de toutes les actions convenant à une éventuelle utilisation répétitive et/ou automatisée.

3.3- Problématique du rangement(P.γ): aider à ranger les actions selon un ordre de préférence décroissante ou à élaborer une procédure de classement.

- **Définition:** la problématique du rangement(P.γ) consiste à poser le problème en termes de rangement des actions de **A** ou de certaines d'entre elles, c'est-à-dire à orienter l'investigation vers la mise en évidence d'un classement défini sur un sous-ensemble de **A** conçu en vue de discriminer les actions se présentant comme «suffisamment satisfaisantes» en fonction d'un modèle de préférences et ce compte-tenu du caractère révisable et/ou transitoire de **A**; cette problématique préparer une forme de prescription ou de simple participation visant⁸⁸:

- Soit à indiquer un ordre partiel ou complet portant sur des classes regroupant des actions jugées équivalentes;

- Soit à proposer l'adoption d'une méthodologie fondée sur une procédure de classement (de tout ou partie de **A**) convenant à une éventuelle utilisation répétitive et/ou automatisée.

3.4- Problématique de la description(P.δ): aider à décrire les actions et/ou leurs conséquences de façon systématique et formalisée ou à élaborer une procédure cognitive.

- **Définition:** la problématique de la description(P.δ) consiste à poser le problème en termes limités à une description des actions de **A** et/ou de leur conséquences, c'est-à-dire à orienter l'investigation vers la mise en évidence d'informations relatives aux actions potentielles

⁸⁷- Idem, p 80.

⁸⁸- Bernard Roy, op cit, "Méthodologie multicritère d'aide à la décision", p 84.

conçues en vue d'aider directement le décideur à les découvrir, à les comprendre, à les jauger et ce compte-tenu du caractère révisable et/ou transitoire de **A**; cette problématique prépare une forme de prescription ou de simple participation visant⁸⁹:

- Soit à présenter une description systématique et formalisée des actions et de leurs conséquences qualitatives ou quantitatives;

- Soit à proposer l'adoption d'une méthodologie fondée sur une procédure cognitive convenant à une éventuelle utilisation répétitive et/ou automatisée.

4. Les principales méthodes multicritères:

La littérature en aide multicritère à la décision renferme de nombreuses méthodes. **Roy** a regroupé ces dernières dans trois catégories principales représentant chacune d'entre elles des approches différentes. Ces catégories se présentent comme suit⁹⁰:

4.1-Méthodes d'agrégation selon l'approche du critère unique de synthèse:

Selon **Roy** cette approche est la plus classique. Les méthodes appartenant à cette catégorie sont généralement désignées sous le nom des méthodes d'agrégation complète. Elles consistent à agréger l'ensemble des critères, de manière à obtenir une fonction critère unique qui synthétise cet ensemble. Ainsi, cette fonction à optimiser, qui peut être par exemple une fonction d'utilité ou de valeur, agrège les préférences locales, au niveau de chaque critère ou attribut⁹¹. En d'autres termes, ceci revient, selon **Schärli**, à transformer un problème multicritère en un problème monocritère. Cependant, il est important de ne pas confondre analyse multicritère et analyse monocritère. **Roy** souligne, à ce sujet, que même lorsqu'une analyse multicritère s'achève par l'agrégation des critères en un critère unique, celle-ci diffère d'une analyse monocritère. Il considère que cette dernière prend a priori comme référence un critère unique en faisant l'économie de la détermination de l'ensemble des critères pertinents eu égard au contexte décisionnel en présence.

⁸⁹- Idem, p 89.

⁹⁰-Kazi Tani Amel, "La modélisation des préférences du décideur dans le modèle du goal programming", Thèse de doctorat en science de gestion, Université de Tlemcen, 2009, p 31-33.

⁹¹-Martel J.M, "L'aide multicritère à la décision: méthodes et applications", CORS-SCRO Bulletin, vol 33, N°1, 1999, p 6.

Il est à souligner que les termes fonction d'utilité et fonction de valeur sont parfois utilisés indifféremment dans la littérature relative à ce domaine pour désigner l'utilisation d'une fonction à des fins de modélisation des préférences du décideur.

Elles renvoient généralement aux préférences du décideur en rapport avec les degrés d'atteinte d'un critère⁹². Admis, tel que le souligne **Aouni**, que les fonctions d'utilité (multi-attribut) correspondent à un environnement incertain tandis que les fonctions de valeur sont utilisées dans les contextes décisionnels où l'information est déterministe. Ces méthodes qui se basent sur la construction d'une fonction d'utilité/de valeur ont été parmi les premières à être utilisées dans le domaine de l'aide multicritère à la décision. Avec l'évolution de la recherche relative à l'analyse multicritère, d'autres méthodes plus récentes sont apparues.

4.2- Les méthodes de surclassement selon l'approche du surclassement de synthèse:

A l'inverse de la première catégorie, cette classe de méthodes accepte, selon **Roy** considéré généralement comme le fondateur de ces méthodes, l'incomparabilité entre les différentes actions. Les méthodes appartenant à cette approche, d'inspiration française, sont appelées également les méthodes d'agrégation partielle. Cette appellation est due au fait que ces méthodes procèdent, généralement, par paires d'actions. En effet, les actions sont comparées deux à deux pour pouvoir vérifier l'existence d'une relation de surclassement ou pas. Une fois toutes les actions comparées de cette façon, une synthèse de l'ensemble des relations binaires est élaborée afin d'apporter des éléments de réponse à la situation décisionnelle posée. Il est à souligner qu'en général, ce type de méthodes s'applique aux cas où l'ensemble des actions est fini. Parmi les méthodes de surclassement les plus connues, nous retrouvons la méthode **ELECTRE** de **Roy** ainsi que les divers développements qu'elle a connus et la méthode **PROMETHEE** de **Brans**.

4.3- Les méthodes interactives selon l'approche du jugement local interactif:

Les méthodes interactives sont également appelées méthodes d'agrégation locale et itérative. Cette appellation renvoie au fait que ces dernières procèdent, en premier

⁹²-Aouni B, "Le modèle de programmation mathématique avec buts dans un environnement imprécis: sa formulation, sa résolution et une application", Thèse de doctorat, Faculté des sciences de l'administration, Université Laval, 1998.

lieu, par la détermination d'une solution de départ. Elles effectuent ensuite une recherche dans l'environnement de cette solution pour essayer d'aboutir à un meilleur résultat, d'où le qualificatif et progressif, le terme itératif a été également utilisé pour qualifier les méthodes interactives. Ainsi ces dernières permettent de modéliser les préférences du décideur de manière séquentielle et itérative. En effet, elles s'attachent à révéler progressivement des phases de calcul et de dialogue. Cette succession d'étapes a pour finalité d'arriver à un compromis final qui puisse satisfaire le décideur⁹³.

Depuis leur apparition aux alentours des années 70, plusieurs méthodes interactives ont été développées. Nous pouvons en citer quelques-unes: la méthode **STEM** de **Benayoun** et **Al**, la méthode **GDF** de **Geoffrion** et **Al**, et la méthode du point de référence de **Wierzbicki**.

5. Exigences pour des méthodes multicritère appropriées

La plupart des méthodes multicritères enrichissent la relation de dominance et exploitent les résultats obtenus en vue d'aider le décideur. Chaque méthode procède de façon différente. L'aide fournie au décideur par des méthodes distinctes ne sera donc pas forcément la même.

Dans ce paragraphe, nous formulons quelques conditions qui nous semblent devoir être remplies pour donner lieu à des méthodes satisfaisantes. De telles conditions peuvent être étudiées du point de vue du décideur, et alors il s'agit d'exigences très pratiques, ou du point de vue du mathématicien, et dans ce cas il s'agit plutôt de formuler des axiomes ou des propriétés devant être vérifiées.

En conclusion, il nous semble que, pour être de nature à donner satisfaction au décideur, une méthode multicritère doit au moins remplir les sept conditions suivantes:⁹⁴

Condition 1: prise en compte des écarts

Il est important de prendre en compte les écarts entre les évaluations des actions sur chaque critère. Ce sont des données disponibles dès l'instant où les évaluations sont connues. Dans la pratique on observe d'ailleurs que les décideurs souhaitent toujours accorder une préférence plus ou moins grande à l'une ou l'autre action en fonction des écarts observés.

Condition 2: élimination des effets d'échelle

Les évaluations étant en général exprimées dans des unités différentes; il est essentiel d'éliminer toute influence des effets d'échelle. Il est impensable en effet que les résultats

⁹³-Kazi Tani A, déjà cité, p 33.

⁹⁴-Brans J.P, Bertrand M, "PROMETHEE-GAIA une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples", 1^{er} Ed, Edition de l'université de Bruxelles, Belgique, 2003, p 43-46.

fournis par une méthode multicritère soient dépendants des échelles utilisées. Ces effets peuvent être particulièrement pervers.

Condition 3: incomparabilité

Lorsque deux actions sont comparées, une des quatre conclusions suivantes doit pouvoir être proposée au décideur:

$$\left\{ \begin{array}{ll} \mathbf{a P b} & \mathbf{a \text{ est meilleur que } b} \\ \mathbf{b P a} & \mathbf{b \text{ est meilleur que } a} \\ \mathbf{a I b} & \mathbf{a \text{ est indifférente à } b} \\ \mathbf{a R b} & \mathbf{a \text{ et } b \text{ sont incomparables}} \end{array} \right.$$

des incomparabilités doivent être admises. Cet aspect est important: il permet au modèle de ne pas décider lorsque l'information disponible est insuffisante. Si l'on ne force pas le modèle à décider en toute situation, l'information fournie au décideur pourra être considérée comme sûre et fiable.

En revanche une méthode qui exclut toute situation d'incomparabilité, fournira une information plus discutable.

Condition 4: simplicité

Chaque méthode multicritère possède sa logique propre et peut ainsi donner lieu à des résultats différents. Toute méthode se doit donc d'être simple, c'est-à-dire compréhensible par le décideur, car choisir une méthode c'est déjà choisir en partie le résultat. Une méthode ne peut donc pas apparaître comme une "boîte noire" fournissant des solutions.

Cette situation paradoxale n'a pas cours pour le traitement de problèmes monocritères, bien posés. On peut par exemple résoudre un programme linéaire par l'algorithme du simplexe, par celui du gradient projeté. Dans chaque cas on obtient la même solution optimale (ou en tout cas des solutions optimales équivalentes).

Condition 5: signification de l'information supplémentaire

Toute méthode multicritère requiert l'introduction d'information supplémentaire : des fonctions ou des valeurs de paramètres par exemple. Cette information ne peut avoir une interprétation purement technique. Le décideur doit en comprendre la signification économique et la portée.

Condition 6: aspects conflictuels des critères

Toute méthode doit informer le décideur sur le caractère conflictuel de ses critères d'évaluation. Il est utile de pouvoir détecter et apprécier des critères exprimant des préférences

similaires, indépendantes ou opposées sur l'ensemble des actions, ceci en vue de pouvoir au besoin renforcer ou atténuer interactivement certaines orientations.

Condition 7: interprétation des poids

Toutes méthode doit préciser l'importance relative attribuée aux différents critères. Pour ce faire, on utilise le plus souvent des poids. Il est dès lors important de fournir au décideur une interprétation claire de la signification de ces poids ou, à défaut, un instrument permettant d'apprécier aisément les conséquences qu'entraîne une variation de ces poids sur les décisions proposées par la méthode.

Ceci est fondamental : d'autres poids impliquent d'autres solutions. Les poids sont liés à la personnalité du décideur. Ils constituent son espace de liberté.

6. Les avantages et les limites de l'analyse multicritères:

Avantages:⁹⁵

Trouver une solution dans des situations complexes

L'avantage le plus important de l'analyse multicritère est sa capacité à pouvoir simplifier des situations complexes. Il est en effet admis qu'au-delà de quelques critères, la plupart des décideurs ne sont plus capables d'intégrer la totalité de l'information dans leur jugement. L'analyse multicritère permet alors en décomposant et en structurant l'analyse de procéder pas à pas à la recherche d'une solution, en toute transparence.

Une méthode compréhensible

Même si les outils mathématiques utilisés pour traiter l'information peuvent être complexes, les bases sur lesquelles s'effectuent les choix des critères et la notation des performances sont en revanche souvent simples, compréhensibles et mis au point par le groupe qui conduit l'analyse. De ce fait, les acteurs impliqués dans le processus ont une bonne visibilité de la démarche et des choix opérés successivement.

Une méthode rationnelle

Grâce à une approche homogène et simultanée lors de l'évaluation d'un grand nombre d'objets, la méthode permet également une appréciation stable des différents éléments entrant dans l'analyse. En ce sens, elle rationalise le processus conduisant aux choix.

⁹⁵- Mayster Lucien Yves, Bollinger Dominique, "Aide à la négociation multicritère: Pratiques et conseils", Presses Polytechniques et universitaires romandes, 1999, p 53.

Un outil de négociation utile aux débats complexes

Du fait de ses avantages, l'analyse multicritère est devenue un outil très utilisé dans la résolution de problèmes complexes, dans des contextes conflictuels comme l'aménagement du territoire par exemple.

La clarté de la méthode permet de " dépassionner " le débat et de surcroît, de développer la communication entre les acteurs. Elle constitue ainsi un outil de négociation utile aux débats entre les usagers.

Limites:⁹⁶

Conditions préalables

Un minimum de points d'accord entre les acteurs est un préalable indispensable à l'analyse. Ainsi, par exemple, une analyse multicritère des objectifs opérationnels d'un programme ne peut être conduite que si les acteurs sont d'accord avec l'objectif global et si possible l'objectif spécifique du programme. Par exemple, il faut que les acteurs soient d'accord sur la nécessité d'améliorer la circulation automobile dans un secteur pour envisager de les faire travailler sur les variantes d'un projet routier.

Lourdeurs des débats

Les difficultés opérationnelles pour choisir des actions ou des variantes à étudier, pour définir des critères de comparaison et pour produire des grilles de notation, ne sont pas à sous estimer. Les débats pour résoudre ces points essentiels à la réussite de l'exercice peuvent parfois être très longs et compliqués.

Disponibilité des données

Le manque de données fiables, sur une durée suffisante pour mettre en place et valider les méthodes peut se révéler être un handicap dans certaines situations.

Facteur temps

La durée de réalisation des analyses (et leur coût) est souvent le facteur le plus limitant dans le cadre d'une évaluation. Les analyses multicritères sont souvent basées sur des processus lents et itératifs, qui peuvent nécessiter une part de négociation importante et de longue durée. Dans le cadre de l'évaluation, ce besoin de temps peut s'avérer être une limite.

Technicité de la méthode

La technicité nécessaire à une bonne conduite de la démarche est évidente. Outre les outils informatiques qu'il faut savoir manier, les concepts ainsi que les méthodes mathématiques

⁹⁶ - Idem, p 54.

d'agrégation des données nécessitent un savoir-faire de haut niveau pour ne pas produire des conclusions erronées ou conduire l'analyse dans la confusion.

Dimension subjective de l'analyse

Enfin, bien que l'analyse multicritère rationalise sans contester l'approche des problèmes complexes, incluant des données objectives et subjectives, il n'en demeure pas moins qu'elle peut être considérée, par ses détracteurs, comme une approche subjective.

Conclusion:

Le but de l'analyse multicritère est de fournir au décideur des outils lui permettant de progresser dans la résolution de problèmes décisionnels faisant intervenir plusieurs points de vue généralement contradictoires. Il n'est dès lors plus question de découvrir des solutions optimales, des décisions les meilleures selon chacun des points de vue, mais d'aider le décideur à dégager une ou plusieurs solutions de compromis, en accord avec son propre système de valeurs.

Les méthodes d'aide multicritère à la décision sont des techniques assez récentes et en plein développement. Par leur manière d'intégrer tout type de critères, ces procédures semblent mieux permettre de se diriger vers un compromis judicieux plutôt qu'un optimum souvent désuet.

Nous aurons à développer dans le chapitre suivant l'une des méthodes qui répond de manière objective à notre objectif à savoir la méthode PROMETHEE.



Chapitre III: La méthode PROMETHEE.

Chapitre III: La méthode PROMETHEE.

Introduction.

1. Le principe de la méthode PROMETHEE.
2. Le choix des fonctions de préférence.
3. Procédure de synthèse de surclassement.
4. Exploitation de la valeur de la relation de surclassement.
 - La méthode PROMETHEE I: rangement partiel.
 - La méthode PROMETHEE II: rangement complet.
 - PROMETHEE III, α : Amplification de la relation d'indifférence.
 - PROMETHEE VI: Problèmes aisés ou difficiles.
 - PROMETHEE V: Problèmes multicritères avec contraintes

additionnelles.

5. Le plan GAIA.
6. Avantages et inconvénients de la méthode PROMETHEE.

Conclusion.

Introduction:

La méthode **PROMETHEE** (Preference Ranking Organisation **METH**ods for Enrichement Evaluation) a été proposée pour la première fois en 1982 par **Jean Pierre Brans**⁹⁷. Elle fait partie de la famille des méthodes de surclassement value, pour lequel deux traitements mathématiques particuliers sont proposés: le premier permet de ranger les actions en un préordre partiel et qui mène à l'incomparabilité (méthode **PROMETHEE I**), le second permet de ranger les actions potentielles selon un préordre total (méthode **PROMETHEE II**).

Ces méthodes s'adressent à tout problème multicritère du type:

$$\text{Opt } \{f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x) / x \in A\}$$

Où **A** est un ensemble fini de **n** actions potentielles, et $f_j(\cdot)$, $j=1, \dots, k$ sont **k** critères qui sont des applications de **A** sur l'ensemble des nombres réels. Les données relatives à un tel problème peuvent être représentées dans un tableau (**n** × **k**) de dimension.

Actions/Critères	$f_1(x)$	$f_2(x)$	....	$f_j(x)$	....	$f_k(x)$
a₁	$f_1(a_1)$	$f_2(a_1)$	....	$f_j(a_1)$	....	$f_k(a_1)$
a₂	$f_1(a_2)$	$f_2(a_2)$	....	$f_j(a_2)$	....	$f_k(a_2)$
....
a_i	$f_1(a_i)$	$f_2(a_i)$	....	$f_j(a_i)$	....	$f_k(a_i)$
....
a_n	$f_1(a_n)$	$f_2(a_n)$	....	$f_j(a_n)$	....	$f_k(a_n)$

Tableau n°04: Tableau d'évaluation.

D'après **Brans**, les méthodes **PROMETHEE** appartiennent à la classe des méthodes de surclassement et reposent sur les trois étapes suivantes⁹⁸:

1- Enrichissement de la structure de préférence

Nous allons définir une nouvelle notion, celle de critère généralisé, qui sera définie à partir d'une fonction de préférence. Cette notion est introduite afin de tenir compte

⁹⁷ -Brans J.P, "Elaboration d'instruments d'aide à la décision: méthode PROMETHEE", Colloque d'aide à la décision, Université Laval, Québec, 1982, p3.

⁹⁸ -Brans J.P, Bertrand M, "Prométhée-Gaia: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples", op cit, p50.

des amplitudes des écarts entre les évaluations sur les différents critères, et également afin d'éliminer tous les effets d'échelle liés aux unités dans lesquelles les critères sont exprimés.

2- Enrichissement de la relation de dominance

Une relation de la valeur de surclassement tenant compte de l'ensemble des critères est proposée et pour chaque paire d'actions, un degré de préférence globale d'une action sur l'autre sera établi.

3- Aide à la décision

La relation de surclassement est exploitée en vue d'éclairer le décideur. Prométhée I fournira un rangement partiel des actions, tandis que Prométhée II fournit un rangement total.

1. Le principe de la méthode PROMETHEE:

1.1- Les trois phases de la méthode PROMETHEE:

La mise en œuvre de la méthode peut être ramenée à l'exécution des trois étapes suivantes:⁹⁹

1-Choix de critère généralisés

A chaque critère C_1, C_2, \dots, C_n sera associé un critère généralisé choisi sur base d'une fonction de préférence et les effets d'échelle seront éliminés.

2-Détermination d'une relation de surclassement

Dans une deuxième phase, il convient de déterminer une relation de surclassement par le biais d'un indice de préférence (par exemple: l'écart maximum entre 2 actions) qui quantifiera les préférences du décideur.

3-Evaluation des préférences

L'évaluation de la préférence du décideur par la prise en compte des flux entrant et sortant.

Le principe de la méthode PROMETHEE consiste à établir un processus de comparaison numérique de chaque action par rapport à toutes les autres actions. Ainsi il est possible de calculer le plus (mérite) ou le moins (démérite) de chaque action par rapport à toutes les autres. Le résultat de cette comparaison permet le classement ordonné des actions.¹⁰⁰

1.2- La notion de critère généralisé:

Soit $C_i(a)$ un critère à optimiser (soit maximiser, soit minimiser) pour chaque action "a" appartenant à "A", $C_i(a)$ est une évaluation de cette action (critère C_i pour l'action "a").

Lorsque deux actions " a_1 " et " a_2 " sont comparées sur base de ce critère, le résultat de cette comparaison devra être donné sous la forme d'une expression de la préférence appelée la fonction de préférence.

Cette fonction traduit l'intensité de préférence de l'action " a_1 " par rapport à l'action " a_2 ".

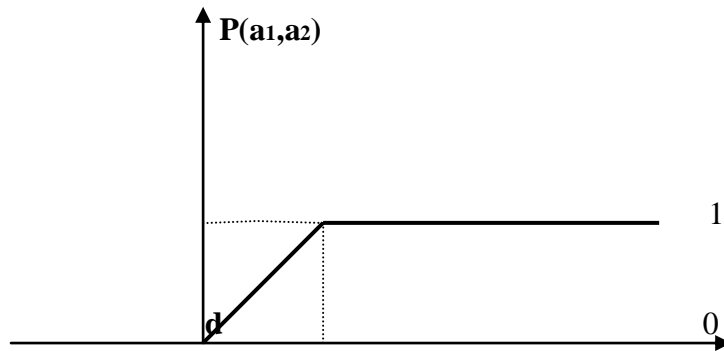
Il est réaliste de considérer que cette fonction de préférence est une fonction non décroissante de la différence entre les deux évaluations $C_i(a_1)$ et $C_i(a_2)$:

$$\text{Soit } d = C_i(a_1) - C_i(a_2)$$

$P(a_1, a_2) = f[d]$ pourrait, par exemple, avoir la forme suivante:

⁹⁹ - Jean Marc Harventg, Article: "Les méthodes de surclassement", L'université libre de Bruxelles, Belgique, 2005, p 10.

¹⁰⁰ - Brans J.P, "Elaboration d'instruments d'aide à la décision: méthode PROMETHEE", Déjà cité, p 5.



Cette fonction pourrait être interprétée comme suit:¹⁰¹

$P(a_1, a_2) = 0$: indifférence de "a1" par rapport à "a2" $C_i(a_1) = C_i(a_2)$.

$P(a_1, a_2) \approx 0$: préférence faible de "a1" par rapport à "a2" $C_i(a_1) > C_i(a_2)$.

$P(a_1, a_2) \approx 1$: préférence forte de "a1" par rapport à "a2" $C_i(a_1) \gg C_i(a_2)$.

$P(a_1, a_2) = 1$: préférence stricte de "a1" par rapport à "a2" $C_i(a_1) \gg \gg C_i(a_2)$.

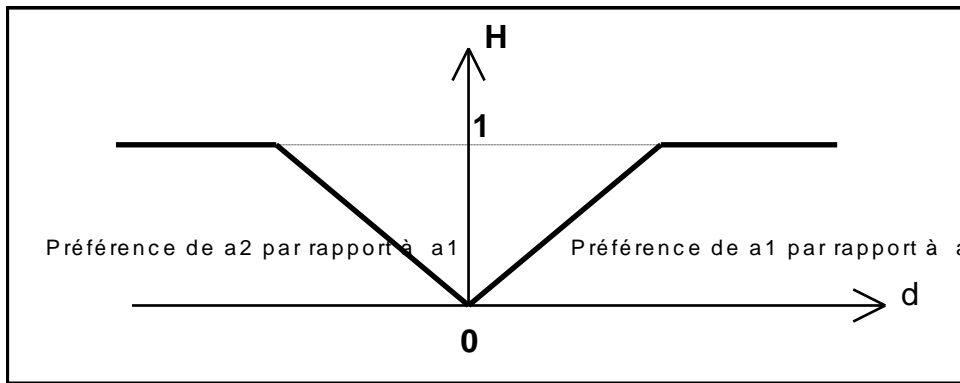
A fin de mieux mettre en évidence le domaine d'indifférence, nous considérerons plutôt la fonction de préférence **H** qui traduira aussi bien la préférence de "a1" par rapport à "a2" que celle de "a2" par rapport à "a1". Ceci revient à considérer le quadrant de gauche sur le graphique précédent. Ce quadrant servira à la fonction de préférence de "a2" par rapport à "a1", qui dans beaucoup de cas est symétrique par rapport à la fonction de préférence de "a1" par rapport à "a2". Nous représenterons mathématiquement ces deux fonctions par:¹⁰²

$$\mathbf{H} = \{P(a_1, a_2) \geq 0, P(a_1, a_2) \leq 0\}$$

Le couple (**H**, **d**) est appelé critère généralisé associé au critère au **Ci**. Il faut remarquer que **H** n'est pas nécessairement symétrique.

¹⁰¹-Brans J.B, Mareschal B, "The PROMCALC and GAIA decision support system for multicriteria decision aid", 1994, vol 12, p297.

¹⁰² - Alain Schärliig, "Pratiquer Electre et Prométhée: un complément à décider sur plusieurs critères", Presses polytechniques et universitaires romandes, 1^{er} édition, Paris, 1996, p 67.



Commentaires:

- La définition d'un critère généralisé revient à dire que pour résoudre le problème multicritère posé, nous devons définir un critère généralisé c'est-à-dire un couple

(H, d) par critère **Ci**.

- Afin de faciliter la détermination des fonctions de préférence, ces dernières ont été regroupées en 6 familles.

Chacun des types de critère généralisé ainsi défini est fonction de 1 ou 2 paramètres à savoir:¹⁰³

q seuil d'indifférence: c'est la plus grande valeur de "d" en dessous de laquelle le décideur considère qu'il y a indifférence.

p seuil de préférence stricte: c'est la plus petite valeur de "d" au dessus de laquelle le décideur qu'il y a préférence stricte.

σ paramètre équivalent à l'écart standard d'une distribution normale (loi de Gauss).

Tout ces paramètres ont, pour le décideur, une signification économique.-

Par exemple: choix d'une offre:

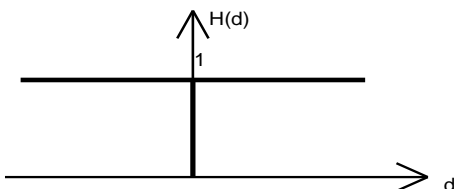
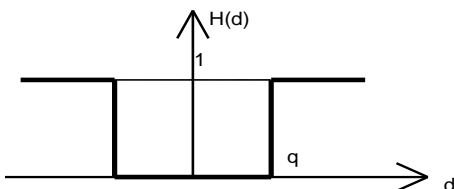
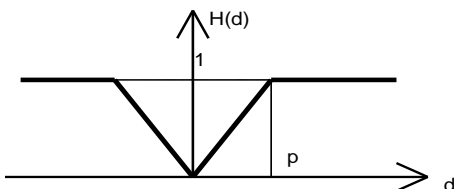
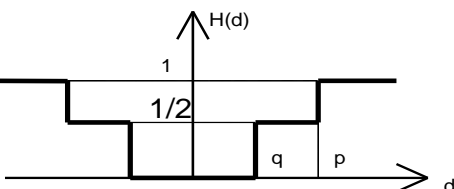
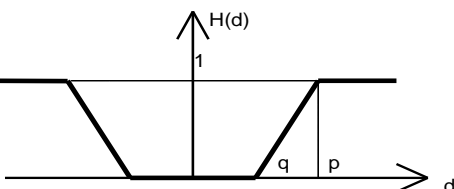
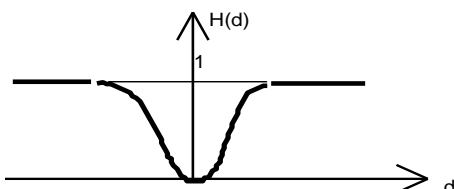
$q = 60$ signifie qu'une différence de prix de 60 unités monétaires m'est indifférente (négligeable).

$p = 600$ signifie que si une offre a_1 coûte 600 unités monétaires en moins que l'offre a_2 , a_1 sera strictement préférée à a_2 .

¹⁰³ -Idem, p 67.

2. Choix des fonctions de préférence

Un critère généralisé devra être associé à chaque critère $f_j(\cdot)$, $j=1, \dots, k$. Il s'agit d'une information complémentaire importante, et pour faciliter la tâche au décideur, un ensemble de six types lui est proposé:¹⁰⁴

Type de critère	Forme proposée	
Usuel Critère	Type I 	---
Quasi Critère	Type II 	q
Critère à préférence Linéaire	Type III 	p
Critère à paliers (Pseudo)	Type IV 	q, p
Critère à préférence Linéaire avec zone d'indifférence	Type V 	q, p
Critère gaussien	Type VI 	σ

¹⁰⁴-Phillipe Vinck, op cit, p103.

-Type I : critère usuel

La fonction type I est généralement employée lorsque les données présentent un caractère discret tel un classement ou ordinal ou encore une valeur de type tout ou rien. Dans ce cas, dès qu'il y a un écart, il y a préférence stricte pour l'action ayant l'évaluation la plus élevée. Si le décideur choisit le type I pour un critère particulier, il ne doit fixer aucun paramètre.

-Type II : quasi-critère

La fonction type II est employée lorsque les seuils d'indifférence sont clairement apparents dans les données du problème posé. Les actions a_1 et a_2 sont dans ce cas indifférentes aussi longtemps que l'écart $d_j(a_1, a_2)$ ne dépasse pas un seuil q_j , et au-delà de ce seuil, la préférence est stricte. Ici, il faut fixer le seuil d'indifférence q_j . Ce type de critère provient de la notion de quasi-ordre introduit par Luce D.

-Type III : critère à préférence linéaire

La fonction type III est généralement employée lorsque les données sont telles que les écarts entre elles présentent un caractère continu, ou encore lorsque toutes les valeurs intermédiaires entre les valeurs maximales et minimales de ces écarts sont possibles. Un tel critère permet au décideur de préférer progressivement a_1 à a_2 en fonction de l'écart observé entre $f_j(a_1)$ et $f_j(a_2)$. Le degré de préférence croît alors jusqu'à ce que le seuil P soit atteint, et au-dessus de ce seuil, la préférence est stricte. Dans ce cas, le seul paramètre à fixer est le seuil de préférence stricte.

-Type IV : critère à paliers (Pseudo)

La fonction type IV est parfois employée dans des cas d'espèce, en particulier lorsqu'on peut affirmer qu'un candidat n'est à la fois ni strictement préféré à un autre, ni indifférent. Ce candidat caractérisé par un écart donné par rapport à un autre se verra attribuer $\frac{1}{2}$ point. Deux actions a_1 et a_2 sont ici considérées comme indifférentes aussi longtemps que l'écart entre $f_j(a_1)$ et $f_j(a_2)$ ne dépasse pas q_j ; entre q_j et p_j , le degré de préférence est faible, et au-delà de p_j , la préférence devient stricte. Il y a donc ici deux paramètres à fixer.

-Type V : critère à préférence linéaire avec zone d'indifférence

La fonction type V est employée lorsque les seuils d'indifférence et de préférence stricte sont clairement apparents dans les données du problème multicritère posé. Dans ce cas-ci comme dans le précédent, a_1 et a_2 sont considérées comme indifférentes aussi longtemps

que l'écart entre $f_j(a_1)$ et $f_j(a_2)$ ne dépasse pas q_j ; au-delà de ce seuil, le degré de préférence croît linéairement avec d_j jusqu'à atteindre un seuil de préférence stricte à partir de p_j . Ici encore, deux paramètres doivent être fixés.

-Type VI : critère gaussien

La fonction type VI (distribution gaussienne) est la fonction la plus employée dans les applications pratiques et est particulièrement indiquée en cas d'un nombre de candidats suffisamment élevé (en principe minimum 30). Dans ce cas il convient de calculer l'écart type σ de cette distribution. Dans ce cas, le degré de préférence croît de façon continue en fonction de d_j , un seul paramètre S_j doit être fixé. Pour un écart égal à S_j , on obtient une préférence moyenne (0.39).

Remarquons que, comme la plupart des méthodes multicritères, les méthodes **Prométhée** requièrent des évaluations numériques. Dans le cas où les différentes évaluations s'expriment comme des évaluations qualitatives, on devra associer aux niveaux d'une telle échelle des valeurs numériques afin de pouvoir choisir un type de critère généralisé. Ainsi, deux degrés de liberté importants sont laissés au choix du décideur: le type de critère généralisé et les seuils qui interviennent dans la définition de ce critère.

Phillipe Vinck nous fournit quelques lignes directrices afin de faire ces choix le plus efficacement possible:¹⁰⁵

1.2 Choix du type de critère généralisé:

- Cas où les évaluations sont des nombres réels mesurés sur une échelle continue: le type V s'adapte bien à la situation car il fait intervenir une zone de préférence stricte et une zone d'indifférence; et dans le cas où le décideur pense ne pas devoir tenir compte d'une zone d'indifférence, le type III s'impose.

- Cas où les données sont qualitatives, mesurées sur une échelle discrète, le type IV s'adapte bien à une échelle numérique associée au critère.

- Cas où le décideur veut considérer un degré de préférence positif même si l'écart entre les deux actions est faible, il peut choisir un critère généralisé de type I, Et s'il souhaite voir croître ce degré de préférence lorsque l'écart grandit, il adoptera le critère VI.

¹- Phillipe Vinck, op cit, p104.

2.2. Choix des seuils:

- Les significations des seuils d'indifférence q et de préférence stricte p ont une signification claire et ils sont en général choisis assez facilement par le décideur.

- Dans le cas d'un critère de type IV, le seuil S sera fixé entre q et p , plus proche de q si le décideur souhaite renforcer le degré de préférence pour des petits écarts, et plus proche de p s'il souhaite atténuer la progression du degré de préférence en fonction des écarts observés.

2.3. Détermination des poids de chaque critère:

Il convient, une fois les critères fixés, de déterminer les poids qui doivent être associés. A cette fin plusieurs techniques peuvent être employées, à savoir:

- le vote pondéré.

- la technique Delphi: cette méthode consiste à réunir, de la part de chaque membre d'un groupe, composé d'experts isolés les uns des autres, leur proposition relative aux poids à accorder avec la justification nécessaire. Un coordinateur réunit toutes ces propositions et les transmet ensuite à chaque membre du groupe. Se déroule ensuite un deuxième tour au cours duquel chaque membre revoit sa pondération eu égard aux avis émis par ces collègues.

On constate généralement, après un certain nombre de tours, une convergence des valeurs et l'on obtient ainsi un consensus. La durée élevée de cette technique constitue son handicap majeur.

3. Procédure de synthèse de surclassement:

3.1- L'indice de préférence multicritère:

Considérons le problème multicritère suivant:

"A" ensemble d'actions possibles.

{ C_i } ensemble des critères à optimiser.

A chaque critère C_i associons la fonction de préférence P_i .

Pour chaque couple d'action (a_1, a_2) définissons:¹⁰⁶

$$\pi(a_1, a_2) = \sum w_i * P_i(a_1, a_2) \quad \text{Poids différents.}$$

$$\pi(a_1, a_2) = (1/m) * \sum P_i(a_1, a_2) \quad \text{Tous les poids sont égaux.}$$

¹⁰⁶-Brans J.P, Mareschal B, Vinck Ph, "PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis", Proceedings of the tenth international conference on operational research, 1984, p477.

Nous appellerons:

$\pi (a_1, a_2)$ l'indice de préférence.

w_i le poids de différents critères ($w_i > 0$; $i = 1, \dots, k$).

" m " est le nombre de critères (" m " permet simplement une moyenne arithmétique; cette formule sera employée lorsque les poids ne sont pas spécifiés ou sont tous égaux).

Lorsque les poids sont spécifiés la première formule sera utilisée.

Il s'agit en fait de la moyenne pondérée de l'ensemble des intensités des fonctions de préférence ou encore une mesure de la préférence globale du décideur (pour tous les critères) de l'action " a_1 " par rapport à l'action " a_2 ".

Nous avons évidemment:

$$0 \leq \pi (a_1, a_2) \leq 1$$

De plus:¹⁰⁷

Si $\pi (a_1, a_2) \approx 0 \leftrightarrow$ faible préférence de " a_1 " par rapport " a_2 ".

Si $\pi (a_1, a_2) \approx 1 \leftrightarrow$ forte préférence de " a_1 " par rapport " a_2 ".

Nous avons également les propriétés suivantes:

Propriété 1:

$$\pi (a_1, a_1) = 0$$

Démonstration:

Ceci se déduit directement de la définition de $\pi (a_1, a_2)$.

Propriété 2:

$$0 \leq \pi (a_1, a_2) \leq 1$$

Démonstration:

On sait par hypothèse que $0 \leq P_i (a_1, a_2) \leq 1$, et que $w_i > 0$, $i = 1, \dots, k$.

On peut donc multiplier chaque membre de $P_i(a_1, a_2)$ par w_i .

Sans changer le sens des inégalités et ensuite, comme cette suite d'inégalités est vraie pour $i = 1, \dots, n$, on peut sommer sur toutes les valeurs possibles de i .

On obtient alors

$$0 \leq \sum w_i * P_i (a_1, a_2) \leq \sum w_i$$

et comme $\sum w_i = 1$, on a bien le résultat annoncé.

¹⁰⁷-Farkas D, Nitzan S, "The Borda rule and Pareto stability: a comment", *Econometrica*, 1989; vol 47, p135

3.2- La relation de surclassement:

Après avoir calculé les valeurs de $\pi(\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2)$ pour chaque paire d'actions, on peut construire le graphe valué $(\mathbf{A}, \pi(\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2))$, ayant pour sommets les actions de \mathbf{A} et tel que $\forall \mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2 \in \mathbf{A}$, les arcs $(\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2)$ et $(\mathbf{a}_2, \mathbf{a}_1)$ existent et ont comme valeurs respectives $\pi(\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2)$ et $\pi(\mathbf{a}_2, \mathbf{a}_1)$.

Brans fait d'ailleurs remarquer que l'information obtenue grâce à cette relation de surclassement valuée est particulièrement réaliste. En effet, lorsque deux actions \mathbf{a}_1 et \mathbf{a}_2 sont comparées, \mathbf{a}_1 est préférée à \mathbf{a}_2 avec un certain degré $\pi(\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2)$, car \mathbf{a}_1 est meilleure que \mathbf{a}_2 sur certains critères; et inversement, \mathbf{a}_2 est préférée à \mathbf{a}_1 avec un certain degré $\pi(\mathbf{a}_2, \mathbf{a}_1)$ car en général \mathbf{a}_2 sera également meilleur que \mathbf{a}_1 sur d'autres critères.

3.3- Le flux de surclassement:

Afin d'apprécier comment chaque action de \mathbf{A} se comporte face aux $(n - 1)$ autres actions, nous introduisons ici trois flux de surclassement:

3.3.1- Le flux de surclassement sortant:

Considérons

$$\phi^+(\mathbf{a}) = \frac{1}{n - 1} \sum_{\mathbf{x} \in \mathbf{A}} \pi(\mathbf{a}, \mathbf{x}),$$

Ce flux exprime le caractère surclassant de l'action \mathbf{a} face aux $(n - 1)$ autres actions, c'est-à-dire sa puissance. $\phi^+(\mathbf{a})$ est d'autant plus grand que \mathbf{a} surclasse fortement les autres actions.¹⁰⁸

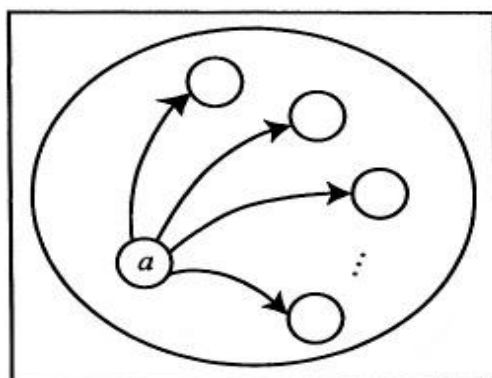


Figure n°13 : Flux de surclassement sortant

¹⁰⁸-Hansson B, Sahlquist H, "A proof technique for social choice with variable electorate", Journal of economic theory, 1986, vol 13, p193.

Propriété 1 :

$$0 \leq \Phi^+(a) \leq 1$$

Démonstration:

Nous avons déjà montré que $0 \leq \pi(a_1, a_2) \leq 1$.

Or on déduit directement de ceci et de la définition de $\Phi^+(a)$ que

$$\frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} 0 \leq \phi^+(a) \leq \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} 1$$

Donc,

$$0 \leq \phi^+(a) \leq \frac{1}{n-1} (n-1)$$

On a donc bien montré que:

$$0 \leq \Phi^+(a) \leq 1.$$

3.3.2- Le flux de surclassement entrant:

Considérons

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a).$$

Ce flux exprime le caractère surclassé de l'action **a** face aux (**n-1**) autres actions, c'est-à-dire sa faiblesse. $\Phi^-(a)$ est d'autant moins grand que **a** est peu surclassé.¹⁰⁹

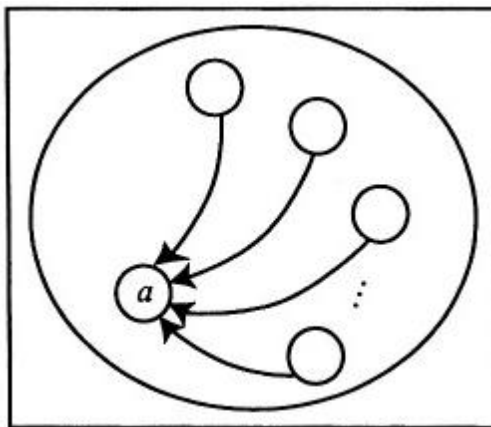


Figure n°14 : Flux de surclassement entrant

¹⁰⁹-Keeney R.L, Raiffa H, "Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs", series in probability and mathematical statistics, 1986, p56.

Propriété 2:

$$0 \leq \Phi^-(a) \leq 1$$

Démonstration:

Ceci se démontre de façon analogue à la démonstration concernant les flux sortants.

3.3. Le flux de surclassement net:

Considérons

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

Le flux net exprime le bilan des flux entrant et sortant de l'action **a**. Plus $\Phi(a)$ est grand, l'action est meilleur¹¹⁰.

Propriété 3:

$$-1 \leq \Phi(a) \leq 1$$

Démonstration:

Ceci se déduit directement de la définition du flux net et des propriétés 1 et 2.

4. Exploitation de la valeur de la relation de surclassement:

4.1- La méthode PROMETHEE I: rangement partiel

Les flux sortant et entrant permettent de ranger les actions de **A** de façon naturelle. Désignons par (S^+, I^+) et (S^-, I^-) les deux préordres induits par ces flux. On sait qu'une action est d'autant meilleure que son flux sortant est élevé, et que son flux entrant est faible:¹¹¹

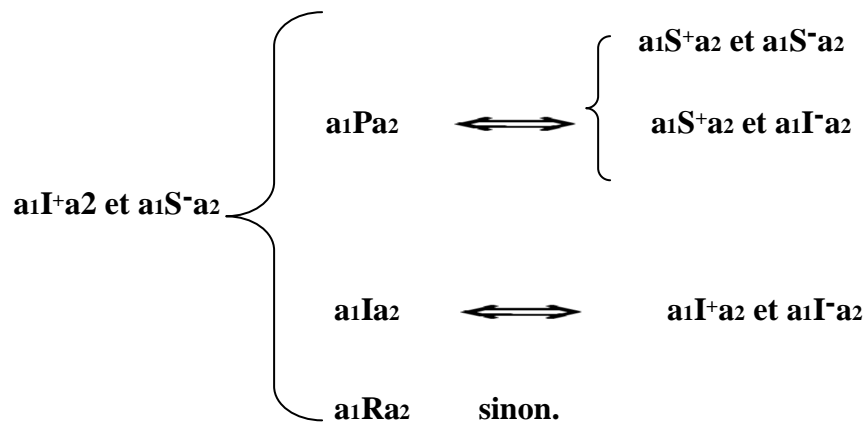
$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 S^+ a_2 \iff \Phi^+(a_1) > \Phi^+(a_2) \\ a_1 I^+ a_2 \iff \Phi^+(a_1) = \Phi^+(a_2) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 S^- a_2 \iff \Phi^-(a_1) < \Phi^-(a_2) \\ a_1 I^- a_2 \iff \Phi^-(a_1) = \Phi^-(a_2) \end{array} \right.$$

¹¹⁰-Roubens M, Vinck Ph, "Preference modelling", Springer-Verlag, Lecture notes in economics and mathematical systems, Berlin, 1985, p94.

¹¹¹-Brans J.P, Mareschal B et Vinck Ph, "How to select and how to rank projects: the PROMETHEE method", European Journal of Operational Research, p 24.

Prométhée I construit un rangement partiel en prenant l'intersection de ces deux préordres.



Où (**P**, **I**, **R**) désignent respectivement la préférence, l'indifférence et l'incomparabilité dans **Prométhée I**.

Ainsi, avec ce rangement partiel, certaines actions restent incomparables.

Les résultats possibles de la comparaison de deux actions seront donc les suivants:¹¹²

$a_1 P a_2$: a_1 est préférée à a_2 .

a_1 est dans ce cas plus «puissante» et moins «faible» que a_2 . L'information fournie par les flux de surclassement va dans le même sens et peut être considérée comme sûre. Il est dans ce cas réaliste de déclarer a_1 préférée à a_2 .

$a_1 I a_2$: a_1 et a_2 sont indifférentes.

La puissance et la faiblesse de a_1 et a_2 sont égales donc rien ne permet de départager objectivement a_1 et a_2 .

$a_1 R a_2$: a_1 et a_2 sont incomparables.

Ici, une plus grande puissance d'une des actions est assortie d'une faiblesse moindre de l'autre et l'information fournie par les deux flux est alors contradictoire. On rencontre généralement cette situation lorsque l'action a_1 est nettement meilleure que a_2 sur un sous-ensemble de critères et que a_2 est meilleure que a_1 sur un autre sous-ensemble de critères. Il est dans ce cas raisonnable d'interdire au modèle de se prononcer en faveur d'une des actions et il appartient dans ce cas au décideur de trancher en faveur d'une des deux actions.

¹¹² -Idem, p 25.

4.2- La méthode PROMETHEE II : rangement complet:

On utilisera **Prométhée II** si on souhaite disposer d'un rangement complet de toutes les actions. Ce rangement est obtenu en rangeant les actions dans l'ordre décroissant des Φ .

On aura alors:¹¹³

$$\left\{ \begin{array}{l} \begin{array}{l} \longleftrightarrow \quad \Phi(a_1) > \Phi(a_2) \\ a_1 I a_2 \quad \longleftrightarrow \quad \Phi(a_1) = \Phi(a_2) \end{array} \end{array} \right. \quad a_1 P a_2$$

Où **P** et **I** désignent respectivement la préférence et l'indifférence au sens de **Prométhée II**.

Remarquons que **Prométhée II** ne laisse pas de place à l'incomparabilité. L'information fournie par le préordre complet est plus simple à interpréter, mais est moins riche que celle fournie par **Prométhée I**. En effet, dans **Prométhée II**, une partie de l'information disparaît dans la différence entre les flux et le résultat obtenu peut donc être plus discutable.

4.3- La différence entre Prométhée I et II:

La différence entre les méthodes Prométhée I et II se trouve dans les différences de rangement des actions.

Les deux méthodes ont le même cheminement initial, mais leurs buts sont différents.

Prométhée I permet de dégager des relations partielles de classement; alors que Prométhée II fournit un classement de toutes les actions.

1. Pour la méthode **Prométhée I**, quatre relations sont fixées entre les actions:¹¹⁴

$a_1 P^+ a_2$ si et seulement si $\Phi^+(a_1) \geq \Phi^+(a_2)$ (a_1 domine plus d'action que a_2).

$a_1 P^- a_2$ si et seulement si $\Phi^-(a_1) \leq \Phi^-(a_2)$ (a_1 est dominé par moins d'action que a_2).

$a_1 I^+ a_2$ si et seulement si $\Phi^+(a_1) = \Phi^+(a_2)$ (a_1 et a_2 dominent autant d'action).

$a_1 I^- a_2$ si et seulement si $\Phi^-(a_1) = \Phi^-(a_2)$ (a_1 et a_2 sont dominées par autant d'actions)

On considère alors que a_1 surclasse a_2 si:

$a_1 P^+ a_2$ et $a_1 P^- a_2$, ou;

$a_1 P^+ a_2$ et $a_1 I^- a_2$, ou;

$a_1 I^+ a_2$ et $a_1 P^- a_2$.

¹¹³-Roubens M, "Analyse et agrégation des préférences: modélisation, ajustement et résumé de données relationnelles", Revue Belge de statistique, d'informatique et de R.O, 1984, vol 20, N2, p67.

¹¹⁴ - Brans J.P, Mareschal B et Vinck Ph, "How to select and how to rank projects: the PROMETHEE method", Déjà cite, p 26.

a1 sera indifférent à a2 si: a1I+a2 et a1I-a2.

Dans tous les autres cas, **a1** et **a2** seront **incomparables**.

On peut alors tracer un graphe de dominance entre les solutions, et on pourra en déduire un classement des actions en différents groupes d'actions à performances équivalentes.

2. Pour la méthode **Prométhée II**, on dira que:¹¹⁵

a1 surclasse a2 si et seulement si :

$$\Phi(a_1) \geq \Phi(a_2).$$

a1 est indifférente à a2 si et seulement si :

$$\Phi(a_1) = \Phi(a_2)$$

On en déduira de même un graphe de dominance, qui permettra de dégager un classement des actions.

4.4- PROMETHEE III, α : Amplification de la relation d'indifférence.

PROMETHEE III est une extension de PROMETHEE II dans laquelle la notion d'indifférence est amplifiée. En effet, le préordre complet PROMETHEE II laisse relativement peu de place aux indifférences, étant donné qu'elles résultent d'égalités entre les flux nets des actions. En pratique, vu le caractère continu des flux de surclassement, ces situations sont rares et, le plus souvent, PROMETHEE fournit un ordre complet sur l'ensemble des actions, sans aucune indifférence. Cette situation peut paraître paradoxale, en particulier lorsque deux actions ont des flux nets très proches l'un de l'autre.

PROMETHEE III apporte une solution à ce problème en remplaçant les flux nets ponctuels par des intervalles. Pour ce faire, remarquons tout d'abord que calculer le flux net $\Phi(a)$ associé à une action **a** correspond à comparer cette action aux **n-1** autres et à prendre la moyenne des degrés de préférences résultants $(\pi(a,x) - \pi(x,a), x \neq a)$. Cette grandeur résume donc l'information obtenue lors de ces **n-1** comparaisons et peut être interprétée comme la position attendue de **a** lorsqu'elle est comparée à une autre action quelconque. Dans cette optique, la variance de ces quantités apporte une information supplémentaire sur la position de **a**:¹¹⁶

$$\sigma^2(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} [(\pi(a,x) - \pi(x,a) - \Phi(a))]^2$$

¹¹⁵ -Idem, p 27.

¹¹⁶ - Brans J.P, Bertrand M, "Prométhée-Gaia: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples", op cit, p 67.

En effet, si $\sigma^2(\mathbf{a})$ est petit, la position de \mathbf{a} vis-à-vis des autres actions apparaît comme solidement établie. Dans le cas contraire, les performances de \mathbf{a} par rapport à une action quelconque peuvent varier beaucoup plus. Il paraît donc logique d'accorder plus de signification à la valeur exacte de $\Phi(\mathbf{a})$ lorsque $\sigma^2(\mathbf{a})$ est petit.

C'est pourquoi d'après les auteurs de la méthode PROMETHEE l'intervalle de flux net associé à l'action \mathbf{a} dans PROMETHEE III est reproduit de la façon suivante:¹¹⁷

$$[\Phi_{\min}(a) = \phi(a) - \alpha \cdot \sigma(a), \phi_{\max}(a) = \phi(a) + \alpha \cdot \sigma(a)]$$

Où α est un nombre réel positif à déterminer.

La structure de préférence construite sur \mathbf{A} par PROMETHEE III est définie de la façon suivante¹¹⁸:

$$aPb \Leftrightarrow \phi_{\min}(a) \succ \phi_{\max}(b)$$

$$aIb \Leftrightarrow \begin{cases} \phi_{\min}(a) \leq \phi_{\max}(b) \\ \phi_{\min}(b) \leq \phi_{\max}(a) \end{cases}$$

Géométriquement, des intervalles ayant une intersection non vide correspondent à des actions indifférentes. Pour qu'une action \mathbf{a} soit préférée à une action \mathbf{b} dans PROMETHEE III, il faut que l'intervalle associé à \mathbf{a} soit situé entièrement à droite de celui associé à \mathbf{b} . ce type de structure de préférence est appelé ordre intervalle et la relation définie n'est pas transitive. Cette propriété n'est pas en soit mauvaise car elle permet de prendre en compte un certain seuil d'indifférence. Néanmoins, les résultats obtenus peuvent être plus difficiles à interpréter pour le décideur.

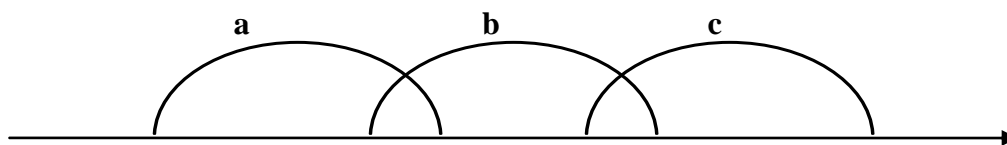


Figure n°15 : Intransitivité de l'indifférence.

Si l'obtention d'un préordre est souhaitée, il est possible d'y arriver en réduisant suffisamment la valeur du paramètre α . Une procédure itérative peut être facilement conçue de façon à éviter de réduire trop la valeur de α et de retomber alors sur le préordre de PROMETHEE II (qui est équivalent à prendre $\alpha=0$). Pour ce faire, en partant d'une valeur raisonnable de α , il faut détecter la présence et réduire progressivement α de façon à

¹¹⁷ -Idem, p 67.

¹¹⁸ - Idem, p 68.

éliminer ces situations. De cette façon, on arrive à un préordre complet dans lequel les proximités entre flux nets se traduisent par des indifférences.

PROMETHEE III n'a pas été implémentée dans le logiciel Decision Lab. Néanmoins, une représentation graphique de l'échelle des flux nets prévue en parallèle avec le préordre PROMETHEE II. Il est ainsi possible d'apprécier visuellement les proximités entre flux et d'adapter en conséquence le préordre PROMETHEE II dans le même sens que PROMETHEE III.

4.5- PROMETHEE VI: Problèmes aisés ou difficiles

La méthode GAIA permet une classification des problèmes multicritères en problèmes aisés et difficiles, tout en laissant beaucoup de liberté au décideur. L'outil ainsi mis au point est appelé PROMETHEE VI.¹¹⁹

Dans le cas où le décideur est à même de fixer des valeurs précises des poids attribués aux critères, la longueur de l'axe de décision PROMETHEE (π) permet déjà d'apprécier le degré de difficulté du problème.

Dans beaucoup de cas, le décideur hésite à fixer des valeurs précises pour ces poids. Il est conscient de l'importance que les poids peuvent avoir sur le processus décisionnel.

Dans PROMETHEE VI, il est proposé au décideur de fixer des intervalles dans lesquels les poids peuvent varier:

$$j=1,2,\dots,k \quad w_j^- \leq w_j \leq w_j^+$$

Où w_j^- et w_j^+ sont des valeurs numériques fixées. De tels intervalles peuvent aussi être fixés à partir d'une valeur connue w_j en tolérant un pourcentage θ_j de variation autour de cette valeur:

$$j=1,2,\dots,k \quad w_j \cdot \theta_j \pm w_j$$

En général, le décideur se sent ainsi beaucoup plus à l'aise. Il a la conviction que la véritable distribution de poids qu'il souhaite adopter, sans qu'il soit en mesure de la préciser, fait partie de l'espace de liberté qui lui est offert.

L'ensemble des vecteurs poids ainsi autorisés délimite, sur l'hypersphère unité de \mathbf{R}^k centrée à l'origine, un ensemble \mathbf{H} dont la projection sur le plan GAIA est désigné par Δ . Il est signifié Δ le cerveau du décideur par rapport au problème multicritère. Δ traduit en effet les hésitations, l'espace de liberté que le décideur se donne avant de finaliser sa décision.

Distinguons le cas où Δ contient l'origine du plan GAIA et le cas où il ne la contient pas.

¹¹⁹-Brans J.P, Mareschal B, Article:"How to discriminate hard and soft multicriteria problems in the discrete case: the PROMETHEE VI procedure, 1992, p 21.

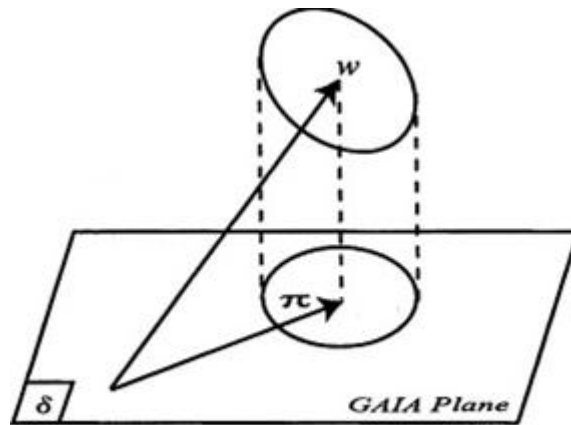


Figure n°16: Ensembles H dans \mathbb{R}^k et Δ dans le plan GAIA.¹²⁰

Problèmes multicritères aisés: si Δ ne contient pas l'origine, le vecteur π correspondant à toute répartition autorisée des poids est toujours orienté à peu près dans la même direction du plan GAIA. Les actions situées aussi loin que possible dans cette direction sont toujours de bonnes actions. Dans le cas d'une problématique de choix, il est alors facile de décider. Le problème multicritère est un problème aisé.

Problèmes multicritères difficiles: si Δ contient l'origine, le vecteur π peut être orienté dans toutes les directions du plan GAIA.

Des actions situées dans toutes les directions sont susceptibles d'être prises en compte à condition de retenir une répartition de poids appropriée. Le vecteur w est pratiquement orthogonal au plan GAIA. Il est alors très difficile de décider. Le problème multicritère nécessite souvent une analyse complémentaire. C'est également le cas, dans une moindre mesure, lorsque Δ est situé près de l'origine et inclut des directions quasiment opposées.

¹²⁰ -Idem, p 22.

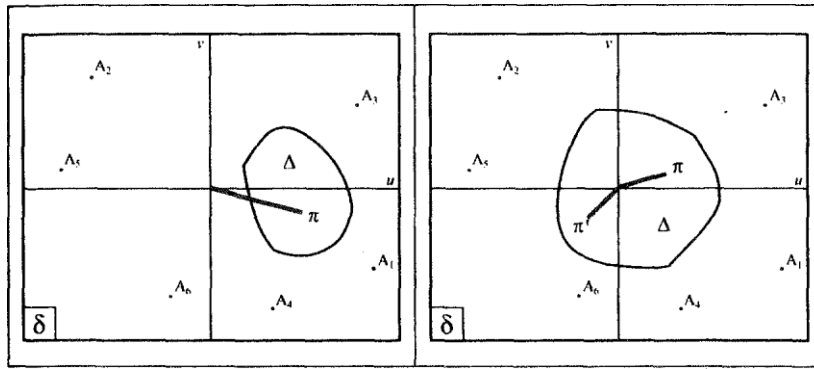


Figure n°17: Problèmes multicritères aisés et difficiles.

Le degré de difficulté d'un problème multicritère peut donc être apprécié par la procédure PROMETHEE VI en considérant la position de l'ensemble Δ par rapport à l'origine du plan GAIA. Cette information nous semble extrêmement utile pour le décideur¹²¹.

4.6- PROMETHEE V: Problèmes multicritères avec contraintes additionnelles.

Dans certains cas, le problème posé n'est pas de sélectionner une action particulière ou de ranger l'ensemble des actions de la meilleure à la moins bonne, mais au contraire de sélectionner un sous-ensemble d'actions. La problématique n'est plus de type **P α** ou **P β** mais d'un type plus complexe, noté **P $\alpha, \theta n$** . Elle consiste à choisir θ actions parmi n , le nombre θ étant fixé à l'avance, ou à déterminer selon les cas.

Dans ce cas le problème peut se définir de la façon suivante¹²²:

Max $\{f_1(x), f_2(x), \dots, f_k(x) / x \in A$ sous les contraintes additionnelles}

Il est clair qu'il s'agit toujours d'un problème mathématiquement mal posé, mais économiquement bien posé pour le décideur.

Brans et Mareschal¹²³ en 1992 proposaient la procédure PROMETHEE V qui substitue au problème multicritère initial un problème mathématiquement bien posé, prenant en compte l'information que l'on peut acquérir sur le problème sans contraintes par les procédures PROMETHEE et GAIA.

¹²¹ - Brans J.P, Bertrand M, "Prométhée-Gaia: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples", op cit, p107-109.

¹²² - Idem, p136.

¹²³ -Brans J.P, Mareschal B, "PROMETHEE V: MCDM problems with additional segmentation constraints", INFOR, 1992, p 38.

Afin de permettre aisément la sélection de θ actions parmi n (avec θ fixé ou non), il fut introduit les variables booléennes suivantes:

$$x_i = \begin{cases} 1 & \text{si l'action } a_i \text{ est sélectionné,} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

La procédure PROMETHEE V comprend alors deux étapes:

Etape 1: effectuer l'analyse PROMETHEE-GAIA, sans tenir compte des contraintes.

On obtient ainsi une appréciation des bonnes et des moins bonnes actions de \mathbf{A} . au terme de cette étape, l'on dispose pour chaque action \mathbf{a}_i de son flux net $\Phi(\mathbf{a}_i)$, correspondant au rangement PROMETHEE II. Une action est d'autant meilleure que son flux net est élevé.

Etape 2: résoudre le programme linéaire en variables (0,1) suivant¹²⁴:

$$\begin{aligned} & \max \sum_{i=1}^n \phi(a_i) \cdot x_i \\ & \sum_{i=1}^n \alpha_{p,i} \cdot x_i \approx \beta_p \quad p = 1, 2, \dots, P \\ & \sum_{i \in S_r} \gamma_{q_r,i} \cdot x_i \approx \delta_{q_r} \quad q_r = 1, 2, \dots, Q_r, \quad r = 1, 2, \dots, R \\ & x_i \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Où \approx représente un des signes \geq , \leq ou $=$.

La fonction économique (2.1) exprime que l'on cherche à sélectionner un ensemble d'actions totalisant le flux net le plus élevé possible.

Les contraintes (2.2) sont P contraintes additionnelles sur l'ensemble \mathbf{A} . par exemple, dans le cas d'une égalité, si $\alpha_{p,i} = 1$ ($i=1,2,\dots,n$) et si $\beta_p = \theta$ est un nombre entier positif, la contrainte exprime que θ actions doivent être sélectionnées.

Les contraintes (2.3) portent sur chacun des segments S_1, S_2, \dots, S_r . Il y a Q_r contraintes pour le segment S_r .

Selon les valeurs attribuées aux coefficients $\alpha_{p,i}$, β_p , $\gamma_{q_r,i}$ et δ_{q_r} , il est possible de formuler des contraintes de différents types (cardinalité, budget,...) sur l'ensemble \mathbf{A} ou sur certains de ses segments.

¹²⁴- Brans J.P, Bertrand M, "Prométhée-Gaia: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples", op cit, p137-138.

Le programme linéaire en variables (0,1) (2.1)-(2.4) peut être résolu par une procédure de séparation et d'évaluation (Branch and Bound). Il fournit au décideur une solution au problème multicritère sous contraintes. Les actions retenues sont celles pour lesquelles les variables x_i sont égales à 1. Elles totalisent le flux net le plus élevé possible. Ce sont donc les meilleures actions respectant les contraintes.

5. Le plan GAIA: (Geometrical Analysis for Interactive Assistance)

Jean-Pierre Brans et Bertrand Mareschal¹²⁵ en 1988 ont construit par analyse en composantes principales un plan dans lequel les actions de l'ensemble A sont représentés par des points.

Le plan GAIA, il s'agit du complément descriptif de PROMETHEE. GAIA fournit une visualisation graphique extrêmement claire du problème de décision et du cerveau du décideur (c'est-à-dire l'information supplémentaire fournie par celui-ci). les actions potentielles et les critères sont localisés dans le plan GAIA on déduit non seulement dans quelle mesure les actions sont bonnes ou mauvaises sur chacun des critères, mais aussi le caractère conflictuel de ces derniers. Un axe de décision met en évidence les actions privilégiées par un décideur particulier. Cet axe est relié à un véritable stick de décision qui permet le pilotage du processus de décision en fonction des poids de critère.

Le calcul du flux $\Phi_j(a)$ pour chacun des critères C_j ($j=1...k$) permet de représenter chaque action a de A par un point dans un espace de dimension k . l'ensemble des n actions de A forme donc un nuage de points dans cet espace. L'information contenue dans le nuage est plus riche que celle contenue dans les évaluations f_j : en particulier, la distance entre deux points est une bonne mesure de dissemblance entre les deux objets correspondants.

La qualité de la représentation obtenue est mesurée par le pourcentage d'inertie expliquée Δ : plus Δ se rapproche de 100%, plus la représentation est bonne. En particulier, pour un problème ne comportant que deux critères, Δ est égale à 100%.

¹²⁵-Mareschal B, Brans J.P, "Geometrical representations for MCDA", European Journal of Operation Research, 1988, p 29.

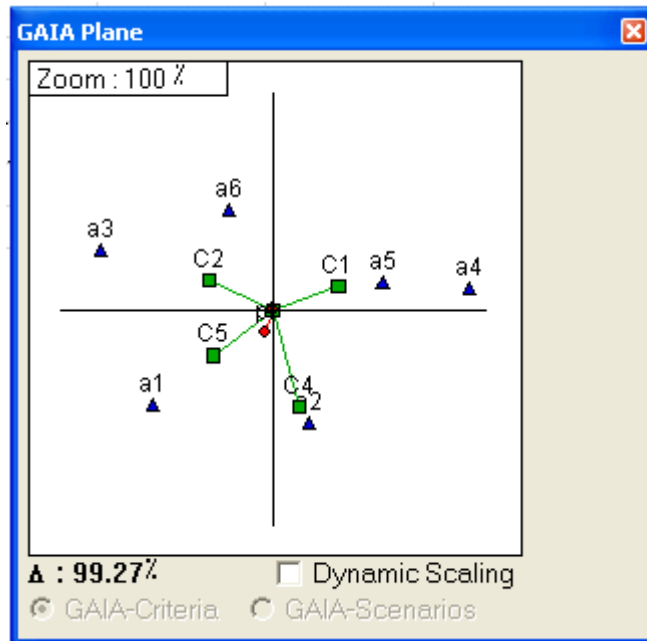


Figure n°18: Exemple sur le plan GAIA.

En particulier dans le plan GAIA:¹²⁶

- les actions ayant des caractéristiques jugées similaires par le décideur sont représentées par des points proches l'un de l'autre.
- les actions fortes dissemblables sont représentées par des points éloignés.
- les critères exprimant des préférences similaires sont représentés par des axes pointant dans des directions proches l'un de l'autre.
- les critères conflictuels sont représentés par des axes opposés.
- les actions ayant les performances les meilleures sur un critère particulier sont situées dans la direction indiquée par l'axe correspondant au critère.

¹²⁶ -Idem, p 32.

6. Avantages et inconvénients de la méthode Prométhée:

6.1- Les Avantages:

Les méthodes Prométhée sont parmi les méthodes les plus utilisées dans la catégorie des méthodes de surclassement. Ceci est dû à un certain nombre d'avantages offerts par ces méthodes.

1- L'introduction de six fonctions de préférence différentes dans un seul et même processus; il s'agit d'une extension de critère mais de façon bien formalisée.¹²⁷

2- Cette méthode est parvenue à intégrer de façon simple les développements récents dans la modélisation des préférences.

3- Prométhée, quoique dépourvue d'une base mathématiques, a essayé de combler ce manque en procédant par la systématisation de la fonction de préférence. En effet, le décideur, ayant à choisir la forme de sa préférence parmi six formes, se sentirait plutôt rassuré

4- La simplicité de Prométhée la place sur une bonne position pour être utilisée si on cherche à ranger des actions potentielles et que le décideur ne trouve pas beaucoup de peine à déterminer les poids des critères¹²⁸. Bien souvent cette méthode est sujette à des modifications ou des extensions.

6.2- Les inconvénients:

Prométhée fait partie de la famille des méthodes de surclassement ; les critiques qui se trouvent dans la littérature s'adressent généralement à cette famille. Néanmoins on peut indiquer quelques critiques qui la concernent directement.

1- Par rapport à Electre III, Prométhée perd des nuances dans la valuation des arcs de surclassement¹²⁹ (qui expriment par exemple que «a₁ est préférée à a₂»).

2- En tant que méthode de surclassement de type rangement. Prométhée permet de ranger les actions mais ne permet de rendre compte des différences quantitatives relatives à ces actions.

3- Le fait de prendre des seuils d'indifférence et de préférence constants peut être considéré comme une restriction¹³⁰.

¹²⁷-Schärlig A, "Décider sur plusieurs critères: panorama de l'aide à la décision multicritère", Presse polytechniques et universitaires romandes, Suisse, 1985, p24.

¹²⁸-Diakoulaki D, Koumoustsos N, "Cardinal ranking of alternative actions: extension of the PROMETHEE method", European journal operational research, 1991, vol 53, p337.

¹²⁹-Schärlig A, op cit, p24.

¹³⁰- Diakoulaki D, Koumoustsos N, op cit, p338.

4- Par comparaison à la méthode MAUT, par exemple, la méthode Prométhée manque de fondements théoriques qui permettraient de mieux «apprécier les hypothèses implicites sur lesquelles elle repose¹³¹»

¹³¹- Vinck Ph, op cit, p 105.

Conclusion:

L'objectif des méthodes d'analyse multicritère PROMETHEE est de construire via un système de préférences floues, un classement des actions des meilleures aux moins bonnes; ce classement étant un préordre partiel (préférence stricte, indifférence et incomparabilité) pour PROMETHEE I, et un préordre complet (indifférence et préférence stricte) pour PROMETHEE II.

Nous tenterons de mettre en application la méthode PROMETHEE par le biais d'une étude de cas pour illustrer quelques développements théoriques liés à cette méthode.



***Chapitre VI: Etude de cas: l'entreprise
SEROR.***

Chapitre 4: Etude de cas: l'entreprise SEROR.

Introduction.

1. Présentation de l'entreprise SEROR.
2. Présentation du problème.
3. Valeurs de critères selon les fonctions de préférence.
4. Application de la méthode PROMETHEE I et II.
5. Analyse des résultats.
6. Analyse de sensibilité des résultats obtenus.

Conclusion

Introduction:

Le présent chapitre traitera un cas d'application pris dans le cadre de la mise en place d'un outil d'aide à la décision proposé aux gestionnaires de l'entreprise SEROR ayant pour finalité de sélectionner une offre concernant l'achat d'un matériel de transport.

Dans ce chapitre, on présente l'organisation structurelle et fonctionnelle de l'entreprise SEROR, ensuite on applique la méthode Prométhée I et II sur le problème posé, enfin on conclut par l'analyse des résultats et de la sensibilité.

1. Présentation de l'entreprise SEROR:

1.1- Historique:

La Société d'Etudes et de Réalisation d'Ouvrages d'Art de l'Ouest "SEROR" a été créée par décret n° 80_155 du 24/05/1980.

Une modification portant sur le siège de l'entreprise d'Oran vers Tlemcen a été effectuée par décret n° 84_86 du 15/01/1983.

La Direction générale est située à Tlemcen; Adresse: N°71 Bd Kazi Aoul Mohamed B.P 254 Tlemcen.

TUTELLE:

1983_1989

Ministère des Travaux Publics.

1989_1996

Fonds de Participation "Construction" 40%.

Fonds de Participation "Service" 30%.

Fonds de Participation "Mines, Hydrocarbures et Hydraulique" 30%.

1997_1999

Holding Public Réalisations et Grands Travaux.

2000_2001

Holding Public Réalisations et Matériaux de Construction.

2002

Société de Gestion des Participations_Travaux Publics.

1.2-La SEROR aujourd'hui:

Aujourd'hui, la SEROR affiche un chiffre d'affaires consolidé de l'ordre de 1 652 millions de Dinars. Elle est devenue l'une des premières entreprises du secteur des travaux publics hydrauliques. Avec les plus hautes qualifications dans la construction d'ouvrages d'art, le génie civil, les barrages et le bâtiment, elle reste très active dans les domaines de la rénovation, de l'entretien et de l'ingénierie.

La SEROR est une entreprise spécialisée dans:

- L'étude et la réalisation d'ouvrages d'art.
- Réalisation d'ouvrages hydrauliques.

1.3- Domaine et zone d'activité:

- Domaine d'activités:

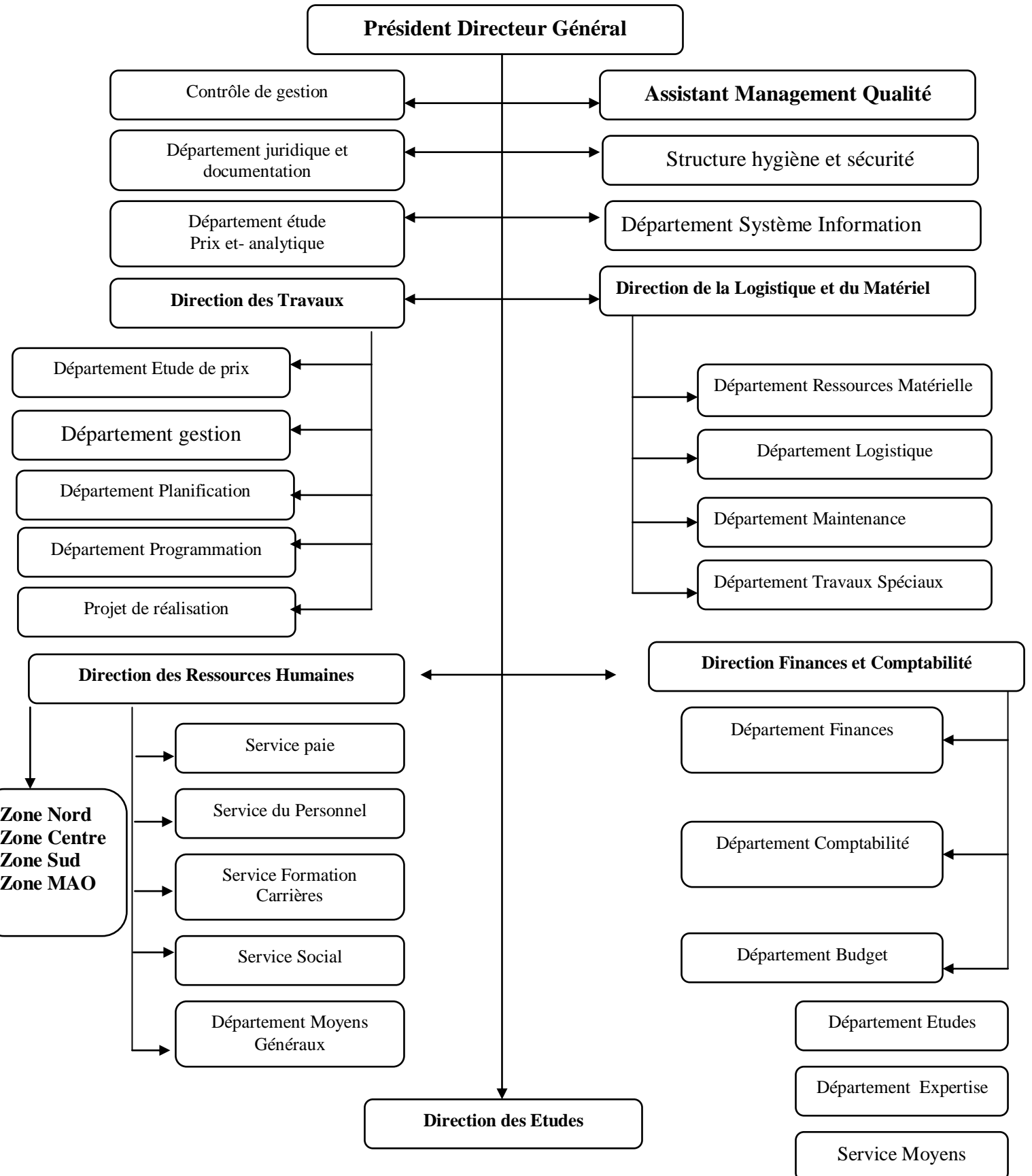
- A) Études d'engineering et expertise d'ouvrages de toutes natures
- B) Ouvrages d'art
- C) Ouvrages hydrauliques
- D) Bâtiment
- E) Génie Civil industriel
- F) Fondations spéciales
- G) Ouvrages préfabriqués (breveté)
- H) Ouvrages spécifique

- Zones d'activités:

En Algérie : Tlemcen, Sidi Bel Abbés, Ain-Temouchent, Oran, Mostaganem, Blida, Tiaret, Saida, Naama, Bechar, Djelfa, El-Bayadh, Mascara, Chlef, Relizane, Alger.

A l'étranger: Maroc(Oujda).

1.4 Schéma organisationnel de la SEROR



- Description des différentes directions et services de la SEROR

1-Service juridique et documentations:

- * Service juridique: son rôle est de défendre les intérêts de l'entreprise au niveau des tribunaux.
- * service contentieux: il s'occupe de toutes sortes de différents au niveau des tribunaux.
- * service archive: il s'occupe du classement des documents de tous les services de l'entreprise.
- * service documentation: ce service a une organisation scientifique qui permet de responsabiliser le personnel et aussi de fournir une meilleure prestation de service aux utilisateurs.

2- Service audit:

Sa mission est de faire le contrôle de l'ensemble des procédures de la gestion de l'entreprise.

3- Département informatique:

Son rôle est : le développement d'application, l'exploitation (la mise en marche des applications et maintenances) et la maintenance (réparation).

4- Direction des études:

Son rôle est la négociation des offres, la réception d'ordre de réalisation, mettre en œuvre le projet de convention et la facturation.

5- Direction administration et moyen:

Cette direction est composée de cinq départements:

- * service personnel: le rôle de ce département c'est le recrutement, conformation ou information, charge personnel et la rupture.
- * service paie: gère la paye du personnel de l'entreprise.
- * service social: son rôle est la prestation des frais médicaux, les allocations familiales des dossiers de caisse nationale de retraite.
- * service gestion: gère les effectifs de l'entreprise (recrutement, affectation, réintégration....etc.)

6- Département finance et comptabilité:

* service finance: c'est le versement de l'argent pour l'entretenir, développer ou intervenir une entreprise par prélèvement sur les profits qu'elle réalise. Son rôle est:

- La gestion du compte principal.
- Le suivi de ce compte.

- L'attribution des chèques et leurs suivis.
- L'arrêt de brouillard et le suivi de position bancaire.
- L'arrêt des états de rapprochement bancaires.
- L'établissement du virement de fonds.

* service comptabilité.

7- Direction technique:

La direction est chargée de gérer l'avancement technique et l'avancement physique des travaux et faire la programmation des approvisionnements coordonnés aux projets (projets financiers récolte et détermination des résultats de la gestion).

- La gestion du marché.
- La gestion des offres.
- La gestion des consommables.
- La gestion des investissements.
- La gestion des budgets.
- La gestion des achats.
- La gestion des ventes.
- La gestion suivis des facturations.

8- Direction logistique et matériel:

* Département ressources matérielles: la gestion du matériel.

* Département logistique: la planification des achats.

* Département maintenance: la maintenance des moyens matériels par des actions d'entretien préventifs et de réparations curatives.

1.5 La politique qualité de la SEROR:

La politique qualité mise en place et développée au sein de la SEROR découle tout naturellement des engagements pris par la direction générale, qui pour assurer sa mission d'entrepreneur et sa pérennité a toujours cherché à progresser afin de parvenir à satisfaire en même temps, et de manière équilibrée, ses clients et ses sous traitants.

Le développement et la pérennité de l'entreprise s'appuient sur une politique qualité destinée à:

- La satisfaction et fidélisation des clients.
- Le respect des délais de livraison internes.
- La maîtrise de la qualité des produits et services livrés aux clients.
- Le respect des normes et des spécifications techniques.
- L'utilisation des moyens matériels adéquats.
- La définition des mécanismes nécessaires à leur maîtrise.
- Le respect des règles et des modes opératoires édictés.
- La réduction des charges de gestion.
- Le développement de savoir et de savoir-faire des employés.
- L'amélioration continue du management.

1.6 La clientèle et les concurrents de la SEROR:

. La clientèle de la SEROR:

Celle-ci est constituée exclusivement d'organismes et institutions étatiques, telles que l'agence nationale des barrages (ANB), **la direction des travaux publics de wilaya, les directions de l'hydraulique des wilayas, l'APC** et autre type de clientèle occasionnelle comme **la SNTF, L'AFIT, L'EPLF.....)**

. Les concurrents de la SEROR:

Les concurrents de la SEROR les plus importants sont:
ENGOA, SAPTA, GENISIDER et HYDROTECHNIQUE.

2. Présentation du problème:

L'entreprise SEROR ayant pris en charge plusieurs projets nationaux s'intégrant dans le programme de la relance économique sachant que la wilaya de Tlemcen a soumis plusieurs offres à la dite entreprise notamment dans le génie civil.

Le parc automobile de l'entreprise souffre naturellement de l'effet de vétusté, il est à noter que la réalisation des projets pris en charge ne peut se concrétiser qu'à la seule condition d'un renouvellement des équipements de transports (des tracteurs routiers).

La direction de la logistique et du matériel sollicitant un nouveau matériel pour remplacer l'amortissement du parc vétuste, sachant que les délais de réalisation des projets sont tributaires des caractéristiques techniques du matériel utilisé ainsi que de sa sécurisation en matière de maintenance après son acquisition. L'entreprise est tenue d'étudier les conditions des offres d'achat pour en tirer les avantages et les inconvénients, ainsi le problème posé consiste en la sélection des offres qui sont faites. En effet six offres possibles ont été recensées; ainsi les différentes marques automobiles requises pour la présente étude sont considérées comme les actions, d'une part:

Action 1: S.N.V.I (Algérie).

Action 2: Renault (France).

Action 3: Fiat (Italie).

Action 4: Mercedes (Allemagne).

Action 5: Volvo (Suède).

Action 6: Toyota (Japon).

D'autre part, cinq critères d'évaluation sont pris en considération avec leurs poids respectifs:

C1: Caractéristiques techniques du matériel.

C2: Coût du matériel.

C3: Niveau de la sécurité du matériel proposé.

C4: Qualité du service après vente.

C5: Coût estimé de la maintenance sur la durée de vie du matériel.

Dans le cas concret proposé, les fonctions de préférence devront être choisies de façon à maximiser les critères C1, C3, C4, et minimiser les critères C2 et C5.

3- Valeurs des critères selon les fonctions de préférence:

En commun accord avec le décideur (responsable du département logistique), le nombre de critères qui fut pris en compte est recensé à cinq. Les critères choisis semblent être donc les plus déterminants.

Il est noté que pour le calcul du seuil de préférence, le décideur ayant été porté pour une valeur de 10%, et d'autre part une valeur de 5% pour le calcul du seuil d'indifférence.

Critère1: Caractéristiques techniques du matériel.

Dans ce critère l'évaluation sera faite sur les principales caractéristiques techniques du matériel.

Les sous critères retenus pour cette rubrique sont:

- Grue automotrice sur pneus, tout terrain, routier de 80 tonnes à 3m de porté.
- Grue hydraulique sur chenilles de 80 tonnes.
- Capacité du matériel (analyse du tableau de charge).
- Marque et type.
- Circuit hydraulique.
- Mécanisme du système de levage.
- Autres caractéristiques.

Caractéristiques techniques	
Unité	Points
S.N.V.I	50
Renault	65
Fiat	51
Mercedes	70
Volvo	68
Toyota	65

Les valeurs de ce critère se situent dans l'intervalle [50,70].

→ La fonction de préférence du **type V** se présente comme le meilleur choix.

Seuil de préférence:

$$SP = 10\%(\max (a_i) - \min (a_i))$$

$$SP = 10\%(70 - 50) = 2$$

Seuil d'indifférence:

$$SI = 5\%(\max (a_i) - \min (a_i))$$

$$SI = 5\%(70 - 50) = 1$$

Type de fonction	Linéaire
Seuil de préférence	2
Seuil d'indifférence	1
le poids	5

On va **maximiser** ce critère.

Tableau des Indifférences/Préférences pour «Caractéristiques techniques du matériel»

	S.N.V.I	Renault	Fiat	Mercedece	Volvo	Toyota
S.N.V.I			I			
Renault	P		P			I
Fiat	I					
Mercedes	P	P	P		P	P
Volvo	P	P	P			P
Toyota	P	I	P			

Tableau des totaux

	Préférences	Indifférences	Dominé par
S.N.V.I	0	1	4
Renault	2	1	2
Fiat	0	1	4
Mercedes	5	0	0
Volvo	4	0	1
Toyota	2	1	2

Classement des actions en fonction des préférences:

1. « Mercedes »
2. « Volvo »
3. « Renault » et « Toyota » sont indifférentes
4. « S.N.V.I » et « Fiat » sont indifférentes

Critère 2: Coût du matériel

Coût du matériel	
Unité	10 ⁴ DA
S.N.V.I	600
Renault	630
Fiat	550
Mercedes	800
Volvo	650
Toyota	580

Les valeurs de ce critère se situent dans l'intervalle [550,800].

→ La fonction de préférence du **type V** est le meilleur choix.

Seuil de préférence:

$$SP = 10\%(\max(a_i) - \min(a_i))$$

$$SP = 10\%(800 - 550) = 25$$

Seuil d'indifférence:

$$SI = 5\%(\max (a_i) - \min (a_i))$$

$$SI = 5\%(800 - 550) \approx 13$$

On peut considérer qu'une différence de 25 millions peut conduire le décideur à préférer une marque à une autre. Alors qu'une différence entre 0 et 13 millions peut être considérée comme indifférente.

Type de fonction	Linéaire
Seuil de préférence	25
Seuil d'indifférence	13
le poids	3

On va **minimiser** ce critère.

Tableau des Indifférences/Préférences pour « Coût du matériel »

	S.N.V.I	Renault	Fiat	Mercedece	Volvo	Toyota
S.N.V.I		P		P	P	
Renault				P	P	
Fiat	P	P		P	P	P
Mercedes						
Volvo				P		
Toyota	P	P		P	P	

Tableau des totaux

	Préférences	Indifférences	Dominé par
S.N.V.I	3	0	2
Renault	2	0	3
Fiat	5	0	0
Mercedes	0	0	5
Volvo	1	0	4
Toyota	4	0	1

Classement des actions en fonction des préférences:

1. « Fiat »
2. « Toyota »
3. « S.N.V.I »
4. « Renault »
5. « Volvo »
6. « Mercedes »

Critère 3: Niveau de la sécurité du matériel proposé

Niveau de la sécurité du matériel	
Unité	Points
S.N.V.I	7
Renault	8
Fiat	7
Mercedes	9
Volvo	9
Toyota	8

Les valeurs de ce critère se situent dans l'intervalle [7,9].

Pour ce critère une nouvelle échelle (qualitative) a été définie:

→ La fonction de préférence du **type I** est celle qui convient le mieux à ce critère.

Type de fonction	Usuel
Seuil de préférence	-
Seuil d'indifférence	-
le poids	1

On va **maximiser** ce critère.

Tableau des Indifférences/Préférences pour « Niveau de la sécurité du matériel »

	S.N.V.I	Renault	Fiat	Mercedece	Volvo	Toyota
S.N.V.I			I			
Renault	P		P			I
Fiat	I					
Mercedes	P	P	P		I	P
Volvo	P	P	P	I		P
Toyota	P	I	P			

Tableau des totaux

	Préférences	Indifférences	Dominé par
S.N.V.I	0	1	4
Renault	2	1	2
Fiat	0	1	4
Mercedes	4	1	0
Volvo	4	1	0
Toyota	2	1	2

Classement des actions en fonction des préférences:

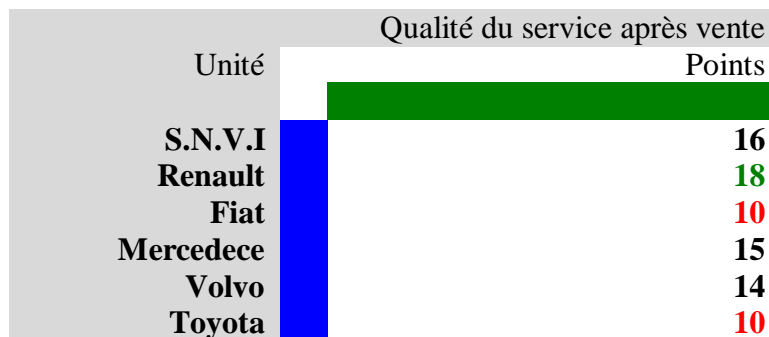
1. « Mercedes » et « Volvo » sont indifférentes
2. « Renault » et « Toyota » sont indifférentes
3. « Fiat » et « S.N.V.I » sont indifférentes

Critère 4: Qualité du service après vente

Ce critère comprend principalement deux volets:

- Représentation en Algérie et/ou bureau de liaison: ceci pour mettre une célérité dans les interventions dans le cadre du **S.A.V** (service après vente) le soumissionnaire doit éventuellement communiquer l'existence et/ou la présence d'une représentation en Algérie.

- L'engagement du fournisseur à intervenir dans le cadre du **S.A.V** en urgence sur le matériel acquis.



Les valeurs de ce critère se situent dans l'intervalle [10,18]

➔ La fonction de préférence du **type V** est le meilleur choix.

Seuil de préférence et d'indifférence:

En accord avec le décideur nous donnons une valeur égale à 2 pour le seuil de préférence et une valeur égale à 1 pour le seuil d'indifférence.

Type de fonction	Linéaire
Seuil de préférence	2
Seuil d'indifférence	1
le poids	2

On va **maximiser** ce critère.

Tableau des Indifférences/Préférences pour « Qualité du S.A.V »

	S.N.V.I	Renault	Fiat	Mercedece	Volvo	Toyota
S.N.V.I			P	P	P	P
Renault	P		P	P	P	P
Fiat						I
Mercedes			P		I	P
Volvo			P	I		P
Toyota			I			

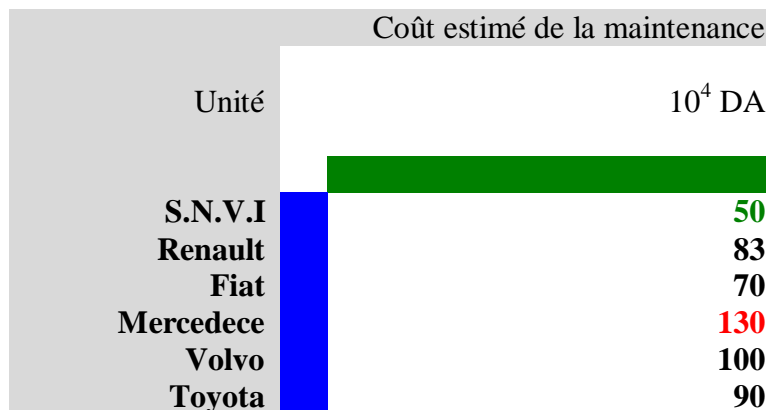
Tableau des totaux

	Préférences	Indifférences	Dominé par
S.N.V.I	4	0	1
Renault	5	0	0
Fiat	0	1	4
Mercedes	2	1	2
Volvo	2	1	2
Toyota	0	1	4

Classement des actions en fonction des préférences:

1. « Renault »
2. « S.N.V.I »
3. « Mercedes » et « Volvo » sont indifférentes
4. « Fiat » et « Toyota » sont indifférentes

Critère 5: Coût estimé de la maintenance sur la durée de vie du matériel



Les valeurs de ce critère se situent dans l'intervalle [130,50].

→ La fonction de préférence du **type V** est le meilleur choix.

Seuil de préférence:

$$SP = 10\%(\max(a_i) - \min(a_i))$$

$$SP = 10\%(130 - 50) = 8$$

Seuil d'indifférence:

$$SI = 5\%(\max (a_i) - \min (a_i))$$

$$SI = 5\%(130 - 50) = 4$$

Type de fonction	Linéaire
Seuil de préférence	8
Seuil d'indifférence	4
le poids	4

On va **minimiser** ce critère.

Tableau des Indifférences/Préférences pour « Coût estimé de la maintenance »

	S.N.V.I	Renault	Fiat	Mercedece	Volvo	Toyota
S.N.V.I		P	P	P	P	P
Renault				P	P	P
Fiat		P		P	P	P
Mercedes						
Volvo				P		
Toyota				P	P	

Tableau des totaux

	Préférences	Indifférences	Dominé par
S.N.V.I	5	0	0
Renault	3	0	2
Fiat	4	0	1
Mercedes	0	0	5
Volvo	1	0	4
Toyota	2	0	3

Classement des actions en fonction des préférences

1. « S.N.V.I »
2. « Fiat »
3. « Renault »
4. « Toyota »
5. « Volvo »
6. « Mercedes »

Les données et les évaluations ont été regroupées dans le tableau suivant:

	C1	C2	C3	C4	C5
Unité	Points	10 ⁴ DA	Points	Points	10 ⁴ DA
S.N.V.I	50	600	7	16	50
Renault	65	630	8	18	83
Fiat	51	550	7	10	70
Mercedes	70	800	9	15	130
Volvo	68	650	9	14	100
Toyota	65	580	8	10	90

Nous pouvons obtenir, pour chaque action, le nombre de critères pour lesquels elle détient la meilleure (en vert) ou la pire (en rouge) valeur.

	nombre de critères favorables	nombre de critères défavorables
S.N.V.I	1	2
Renault	1	0
Fiat	1	2
Mercedes	3	1
Volvo	1	0
Toyota	0	1

Sur la base de ces 2 nombres nous pouvons réaliser un classement global ne tenant compte **ni des poids ni des seuils** :

1. Mercedes
2. Renault / Volvo
3. S.N.V.I / Fiat
4. Toyota

Remarque:

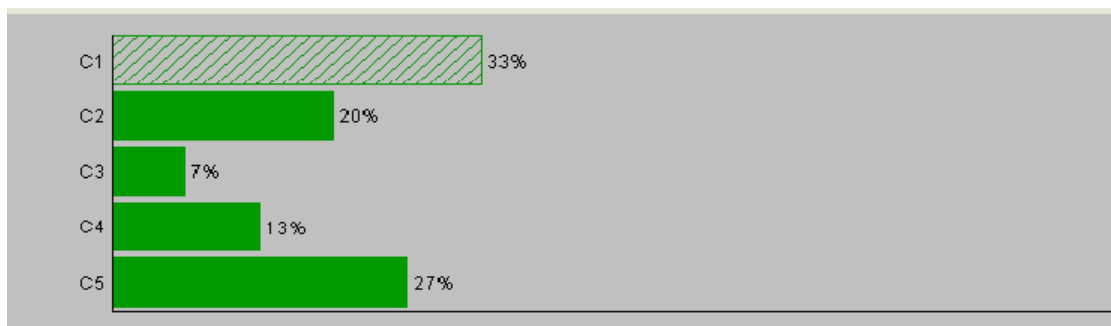
L'optimisation monocritère a été réalisée dans un premier temps pour obtenir la valeur de la meilleure solution pour chacun des critères pris séparément. Par ailleurs, cette première étape permet d'avoir une bonne connaissance du problème avant d'aborder l'aspect multicritère.

4- Application de la méthode PROMETHEE

Voici le tableau de données dans le logiciel Lab 2000:

Decision Lab - [Untitled1]					
Scenario1 (2)					
	C1	C2	C3	C4	C5
Min/Max	Maximize	Minimize	Maximize	Maximize	Minimize
Weight	5.0000	3.0000	1.0000	2.0000	4.0000
Preference Functi	Linear	Linear	Usual	Linear	Linear
Indifference Thres	1.0000	13.0000	-	1.0000	4.0000
Preference Thr	2.0000	25.0000	-	2.0000	8.0000
Gaussian Thresho	-	-	-	-	-
Threshold Unit	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute	Absolute
Unit	Points	DA	Points	Points	DA
S.N.V.I	50	600	7	16	50
Renault	65	630	8	18	83
Fiat	51	550	7	10	70
Mercedece	70	800	9	15	130
Volvo	68	650	9	14	100
Toyota	65	580	8	10	90

Aperçu visuel des pondérations :



C1: «Caractéristiques techniques du matériel» et C5: «Coût estimé de la maintenance» représentent les critères les plus importants.

C2: «Coût du matériel» aura une pondération importante mais inférieure aux deux premières.

C4: «Qualité du S.A.V» aura une pondération inférieure à celle de C2.

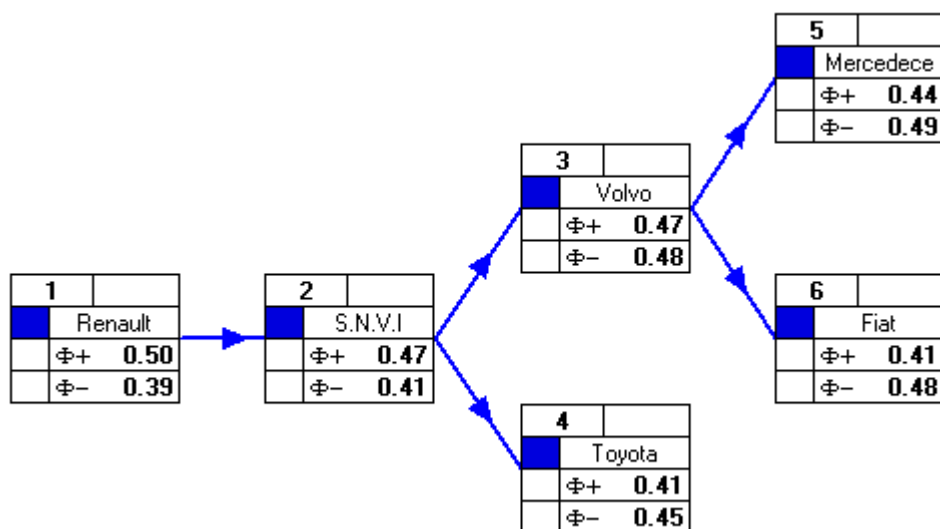
C3: «Niveau de la sécurité du matériel» aura une pondération très inférieure aux autres critères.

Tableau n° 05: Les flux de surclassement:

Preference Flows			
	$\Phi+$	$\Phi-$	Φ
S.N.V.I	0.4667	0.4100	0.0567
Renault	0.5033	0.3867	0.1167
Fiat	0.4133	0.4800	-0.0667
Mercedece	0.4400	0.4933	-0.0533
Volvo	0.4667	0.4767	-0.0100
Toyota	0.4100	0.4533	-0.0433

5. Analyse des résultats:

5.1 PROMETHEE I: rangement partiel



On remarque des incomparabilités entre plusieurs actions. « Toyota » est l'action la plus incomparable. Elle n'est comparable qu'avec « S.N.V.I »

« Renault » est l'action privilégiée par le classement des flux entrant/sortant.

« Renault » a le flux sortant le plus élevé et aussi le flux entrant le plus bas :

$$\Phi+(\text{Renault}) > \Phi+(\text{S.N.V.I}) \text{ et } \Phi-(\text{Renault}) < \Phi-(\text{S.N.V.I}) \Rightarrow (\text{Renault}) P (\text{S.N.V.I})$$

$$\Phi+(\text{Renault}) > \Phi+(\text{Volvo}) \text{ et } \Phi-(\text{Renault}) < \Phi-(\text{Volvo}) \Rightarrow (\text{Renault}) P (\text{Volvo})$$

$$\Phi+(\text{Renault}) > \Phi+(\text{Toyota}) \text{ et } \Phi-(\text{Renault}) < \Phi-(\text{Toyota}) \Rightarrow (\text{Renault}) P (\text{Toyota})$$

$$\Phi+(\text{Renault}) > \Phi+(\text{Mercedes}) \text{ et } \Phi-(\text{Renault}) < \Phi-(\text{Mercedes}) \Rightarrow (\text{Renault}) P (\text{Mercedes})$$

$$\Phi+(\text{Renault}) > \Phi+(\text{Fiat}) \text{ et } \Phi-(\text{Renault}) < \Phi-(\text{Fiat}) \Rightarrow (\text{Renault}) P (\text{Fiat})$$

Il y a de nombreuses incomparabilités:

« Volvo », « Toyota », « Mercedes » et « Fiat » sont incomparables car:

« Fiat » à un flux sortant égal à celui de « Toyota », mais son flux entrant est supérieur à celui de « Toyota ».

« Toyota » a des flux sortant/entrant inférieurs à celui de « Volvo ».

« Fiat » a des flux sortant/entrant inférieurs à celui de « Mercedes ».

« Toyota » a des flux sortant/entrant inférieurs à celui de « Mercedes »

$\Phi^+(\text{Fiat}) = \Phi^+(\text{Toyota})$ et $\Phi^-(\text{Fiat}) > \Phi^-(\text{Toyota}) \Rightarrow (\text{Fiat}) R (\text{Toyota})$

$\Phi^+(\text{Toyota}) < \Phi^+(\text{Volvo})$ et $\Phi^-(\text{Toyota}) < \Phi^-(\text{Volvo}) \Rightarrow (\text{Toyota}) R (\text{Volvo})$

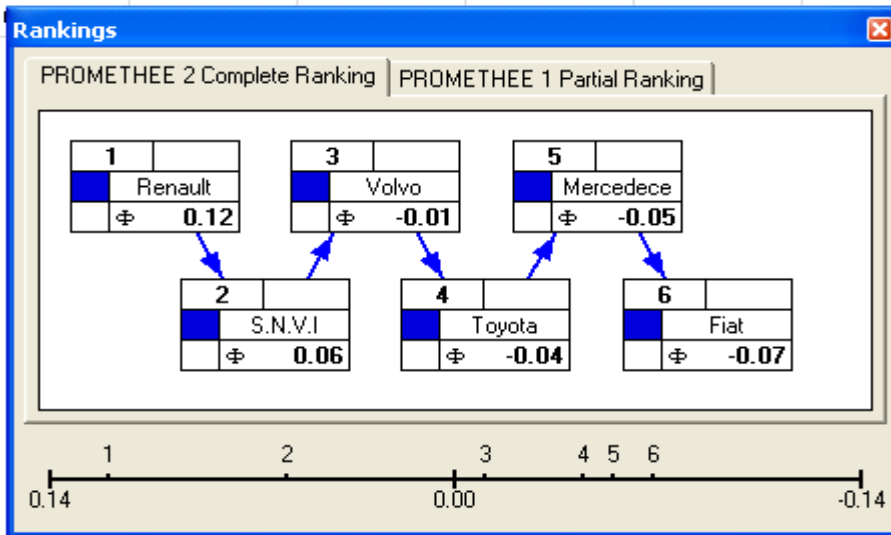
$\Phi^+(\text{Fiat}) < \Phi^+(\text{Mercedes})$ et $\Phi^-(\text{Fiat}) < \Phi^-(\text{Mercedes}) \Rightarrow (\text{Mercedes}) R (\text{Fiat})$

$\Phi^+(\text{Toyota}) < \Phi^+(\text{Mercedes})$ et $\Phi^-(\text{Toyota}) < \Phi^-(\text{Mercedes}) \Rightarrow (\text{Toyota}) R (\text{Mercedes})$

D'après nos résultats, Prométhée I décrit un classement final par l'effet d'intersection des deux préordres partiels induits par le vecteur des puissances d'une part, et par le vecteur des faiblesses d'autre part. Étant entendu que les deux actions sont déclarées incomparables du fait que la méthode Prométhée I n'est pas concluante en matière de classement final contrairement à la méthode Prométhée II que nous avons adoptée.

5.2 PROMETHEE II: rangement complet

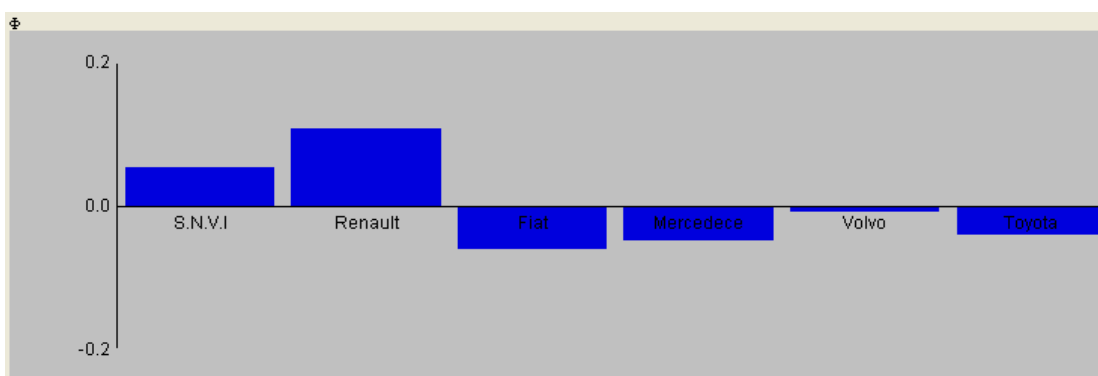
Au niveau de la comparaison des flux nets:



Le début du classement partiel Prométhée I met en évidence quatre actions incomparables, ce que n'existe pas dans le classement complet de Prométhée II.

On retrouve les actions « Renault », « S.N.V.I » en début du classement complet Prométhée II. Dans ce dernier, on peut remarquer que les actions « Volvo » et « Toyota » sont situées en milieu du classement, tandis que les actions « Mercedes » et « Fiat » sont concentrées dans le bas du classement. Cette répartition est bien entendu liée à la pondération retenue pour les critères.

Autre vue sur les flux nets :

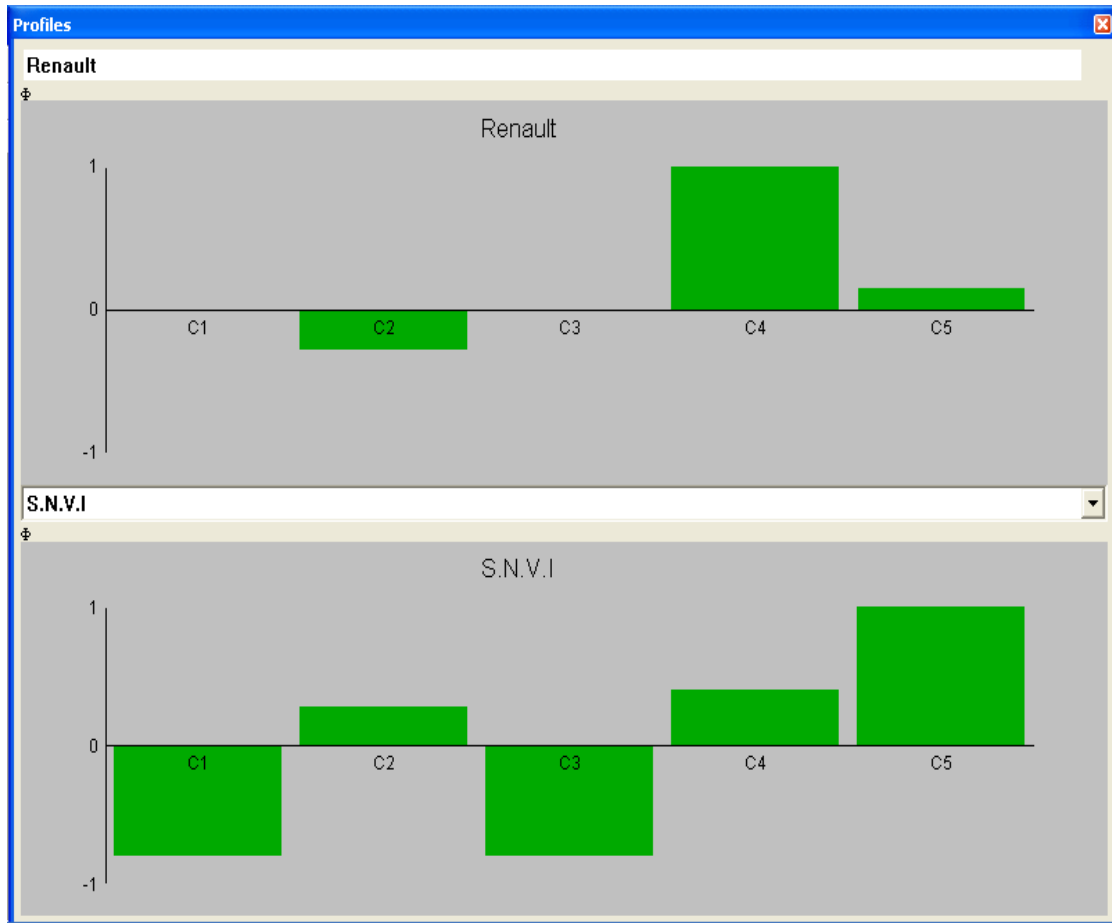


On remarque clairement l'écart de préférence entre « Renault » et les autres actions, ainsi que les actions qui sont les plus opposées (« Fiat », « Mercedes », « Volvo » et « Toyota »).

« Renault », « S.N.V.I » dominent très nettement les autres actions.

$\Phi(\text{Renault}) > \Phi(\text{S.N.V.I}) > \Phi(\text{Volvo}) > \Phi(\text{Toyota}) > \Phi(\text{Mercedes}) > \Phi(\text{Fiat})$

4.3 Comparaison des profils des 2 premiers du classement :

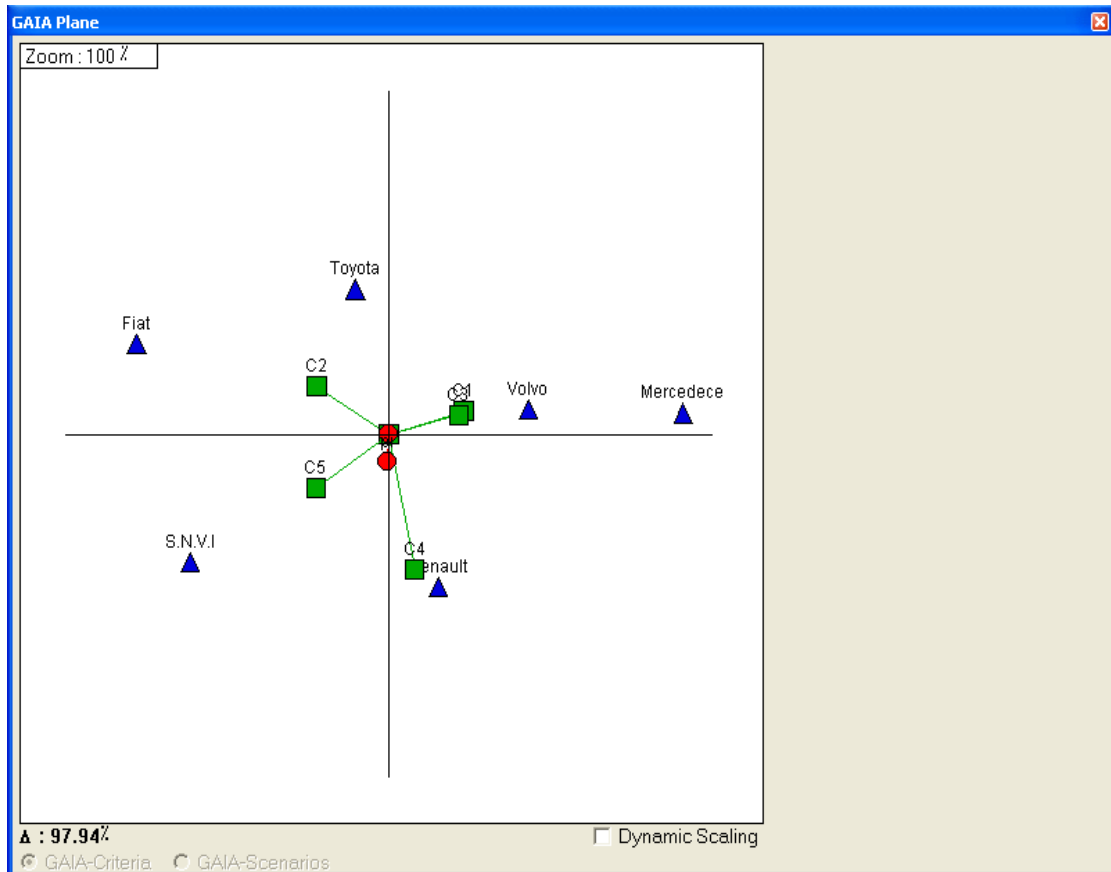


Le point fort de « Renault » est « C4: Qualité du S.A.V ».

Le point faible, principal, de « Renault » est « C2: Coût du matériel»

Les points forts de « S.N.V.I » sont « C5: Coût estimé de la maintenance» et « C4: Qualité du S.A.V », son principal point faible est « C1: Caractéristiques techniques » et « C3: Niveau de la sécurité du matériel».

4.4 Le plan GAIA:



- Le delta est de **97.94%** ce qui signifie que le plan GAIA est fiable.
- Les actions sont bien dispersées dans le plan
- Les critères sont assez proches des axes

En analysant, la répartition des actions et des critères sur le plan nous constatons les points forts et les points faibles des différentes actions.

Les points forts correspondent aux axes pointant dans la direction de l'action.

Les points faibles correspondent aux axes pointant dans la direction opposée de l'action.

	Points Forts	Points Faibles
S.N.V.I	Coût estimé de la maintenance Coût du matériel	Caractéristiques techniques Niveau de la sécurité
Fiat	Coût du matériel Coût estimé de la maintenance	Caractéristiques techniques Niveau de la sécurité Qualité du S.A.V
Toyota	Coût du matériel	Qualité du S.A.V
Renault	Qualité du S.A.V Niveau de la sécurité	Coût du matériel
Volvo Mercedes	Caractéristiques techniques Niveau de la sécurité	Coût estimé de la maintenance Coût du matériel

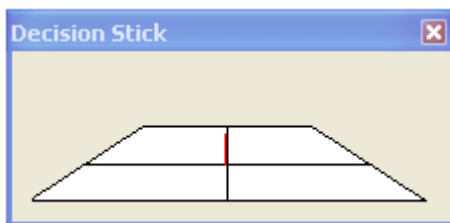
Nous pouvons déduire du tableau précédent:

- les actions « **Volvo** » et « **Mercedes** » sont opposées à « **S.N.V.I** ».
- « **Renault** » est opposé à « **Fiat** » et « **Toyota** ».

Dans le plan GAIA, les actions les meilleures au sens du rangement Prométhée II sont représentées par des points a_i situés dans la direction de l'axe de décision π .

L'axe de décision π est légèrement orienté vers le quadrant contenant « **Renault** » et « **S.N.V.I** » conséquence des pondérations importantes que l'on a attribuées aux critères « C4, C1 et C5 ».

Dans la vue en 3 dimensions :



L'axe de décision π s'approche très fortement de l'origine. Il semble indiquer l'action « **Renault** » comme étant la meilleure, ce qui, vu le classement **Prométhée I et II**

5. Analyse de sensibilité des résultats obtenus

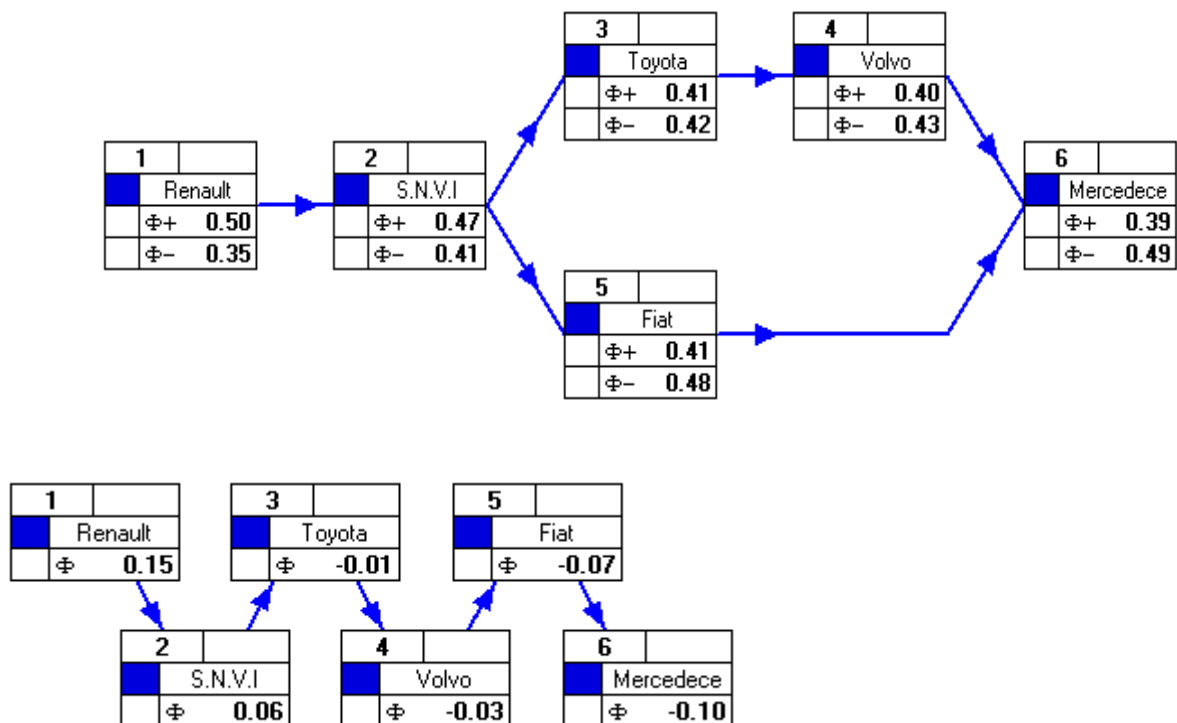
5.1. Analyse de sensibilité sur les seuils de préférences

Afin de connaître la stabilité de la solution de base selon la modification des seuils de préférences, on vérifiera les valeurs du seuil selon une augmentation ou une diminution des paramètres.

1. Le premier critère C1:

* Pour un seuil de préférence égal à 5:

Nous entrons l'information dans le logiciel précédent et nous obtenons le classement suivant:



On remarquera par la suite de l'augmentation du seuil de préférence du premier critère un changement dans le classement des quatre dernières actions, et ce dernier est causé par le changement des valeurs de flux entrant et sortant de ces actions.

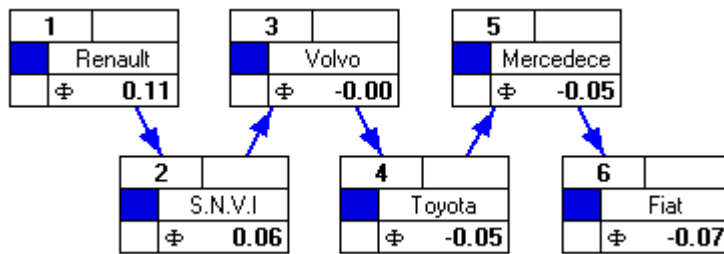
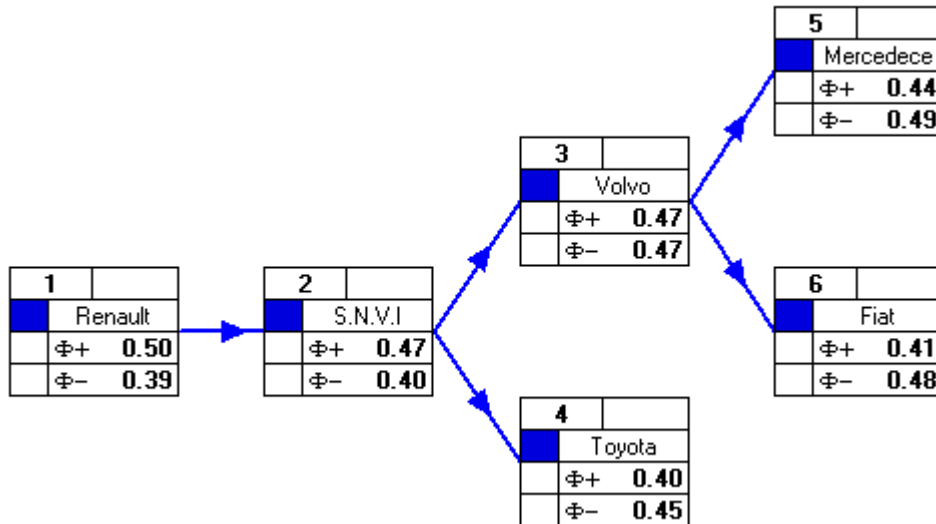
Concernant Toyota nous remarquons une diminution du flux entrant de 0.45 à 0.42, ce changement classe Toyota avant Volvo pour une valeur de 0.45 contre 0.43.

Pour Mercedes nous remarquons une diminution du flux sortant de 0.44 à 0.39, Fiat prend un classement avant Mercedes.

Renault et S.N.V.I gardent le même classement qui était dans la solution de base.

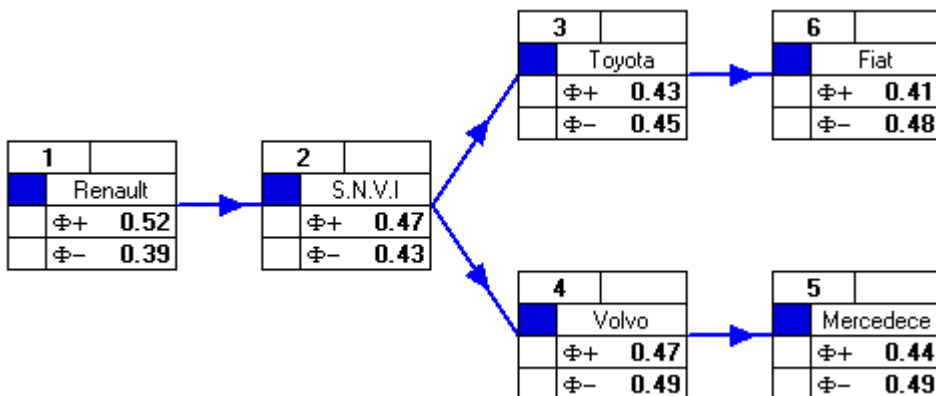
2. Le second critère C2:

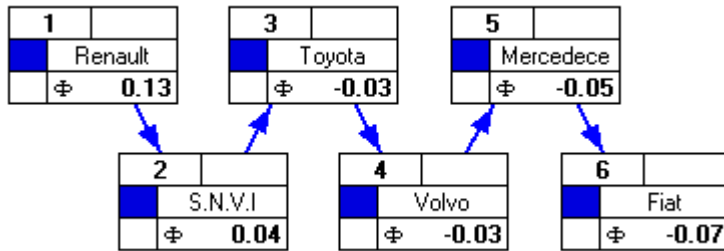
* Pour un seuil de préférence égal à 30:



L'augmentation du seuil de préférence de deuxième critère n'a pas d'effet sur le classement, nous ne remarquons aucun changement du classement entre toutes les actions qui signifient une stabilité des résultats.

* Pour un seuil de préférence égal à 20:

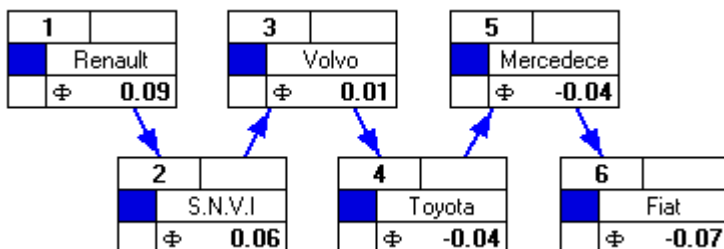
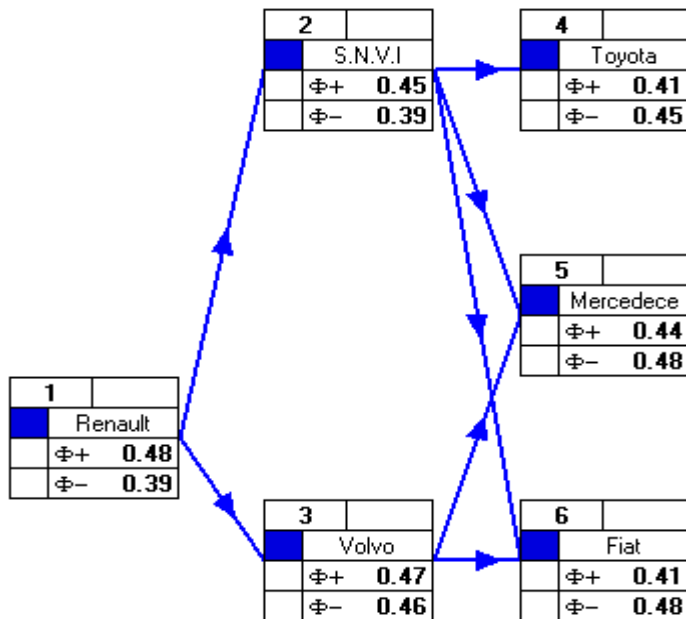




Nous remarquons un changement léger dans le classement seulement entre Volvo et Toyota

3. le quatrième critère C4:

* Pour un seuil de préférence égal à 4:

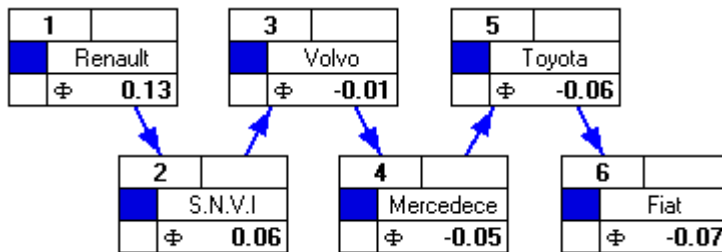
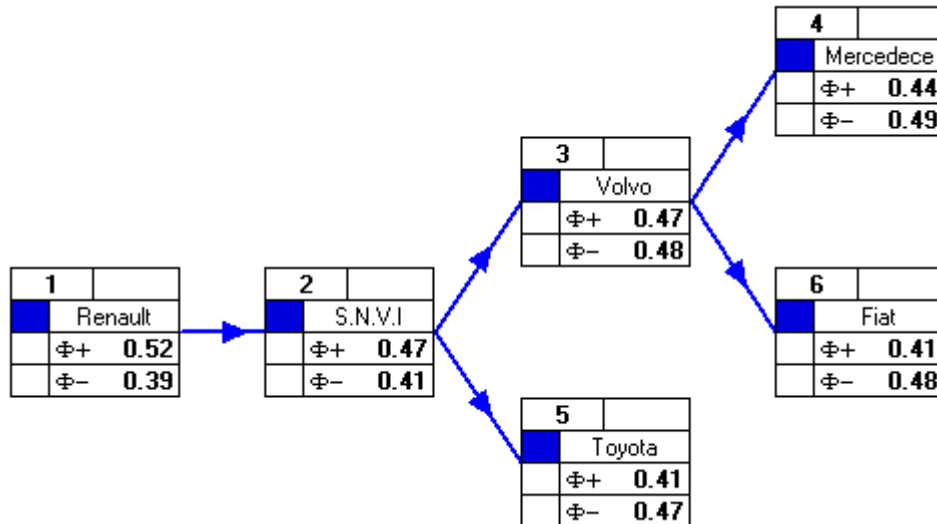


L'augmentation du seuil de préférence du quatrième critère n'a pas un grand effet sur le classement parce que le classement complet est resté le même.

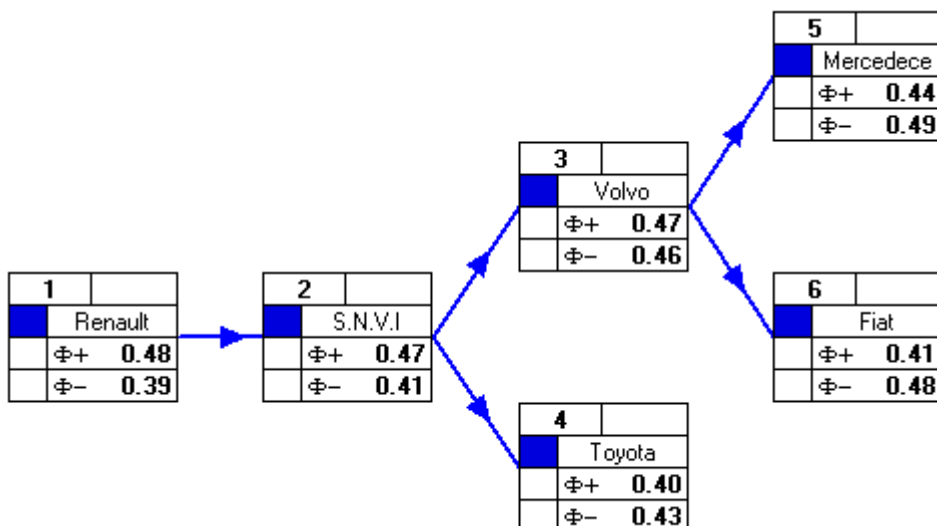
4. Le cinquième critère C5:

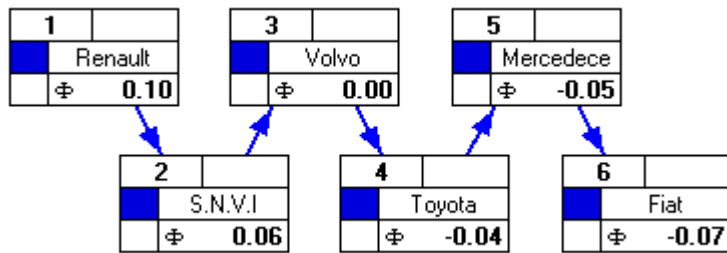
La modification du seuil de préférence du cinquième critère n'affecte pas les préférences du décideur parce que le classement est resté le même, comme nous le voyons maintenant:

* Pour un seuil de préférence égal à 5:



* Pour un seuil de préférence égal à 12:

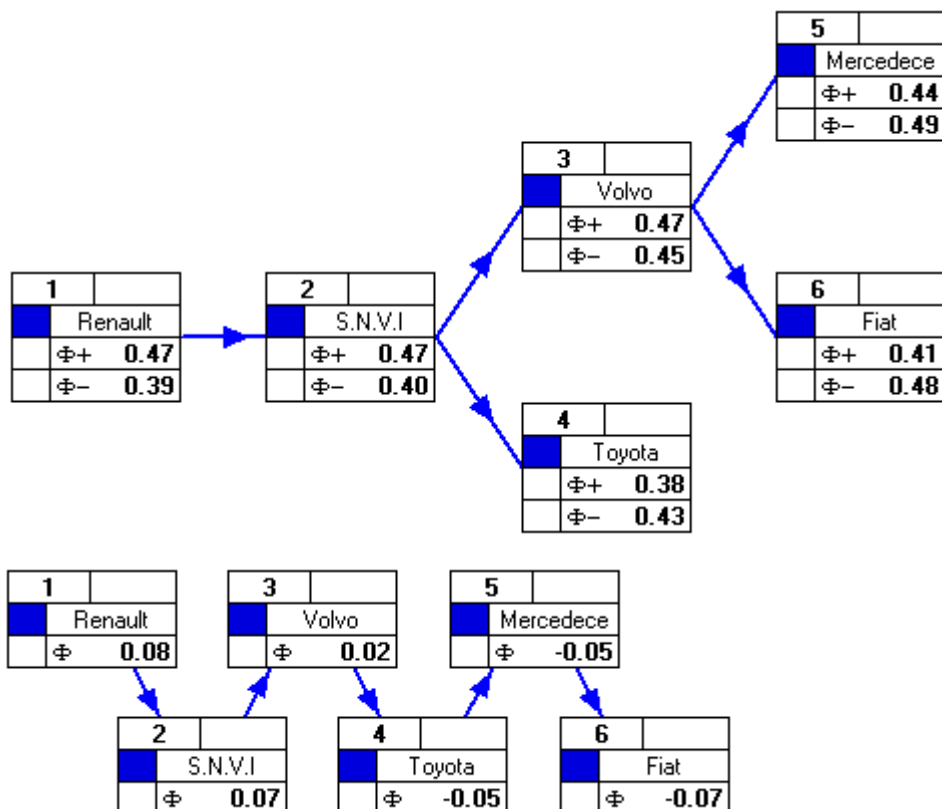




5.2. Analyse de sensibilité sur les seuils d'indifférences:

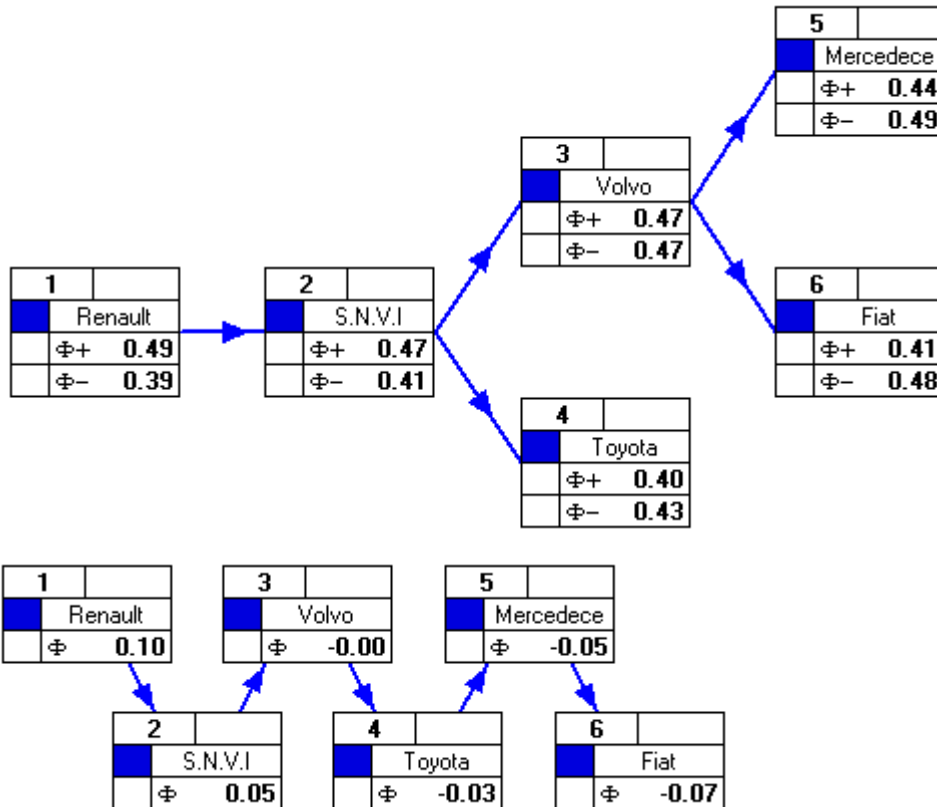
1. Le second critère C2:

* Pour un seuil d'indifférence égal à 18:



Nous remarquons le même classement par rapport à la solution de base, ce qui signifie la stabilité de la solution.

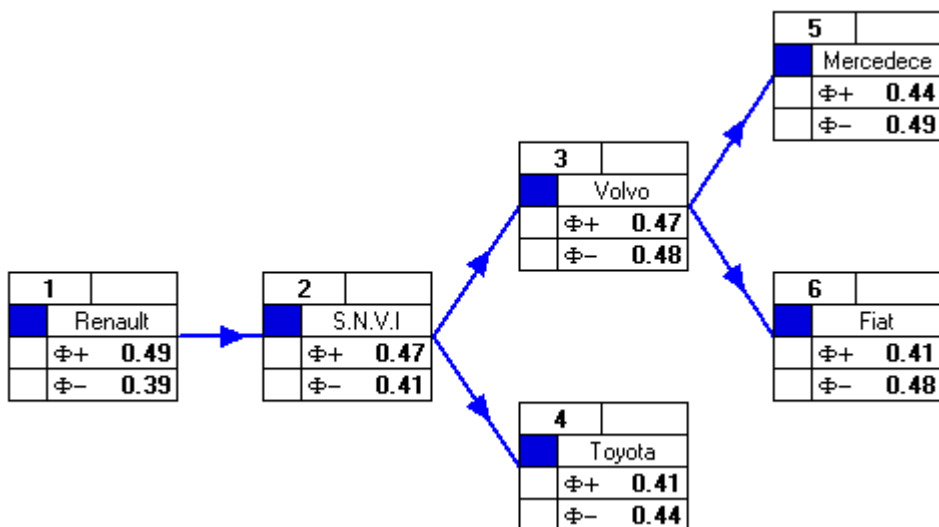
* La même remarque pour un seuil d'indifférence égal à 8:

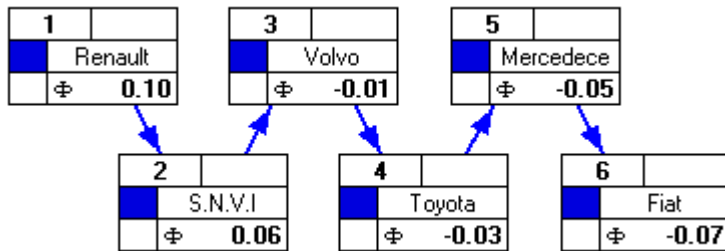


2. Le cinquième critère C5:

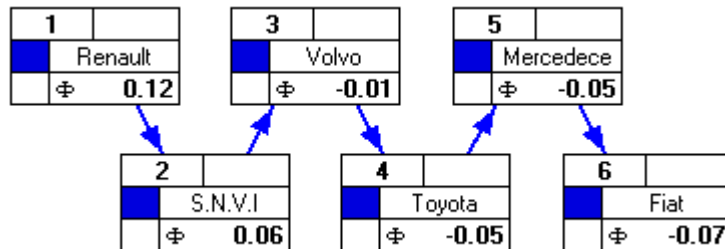
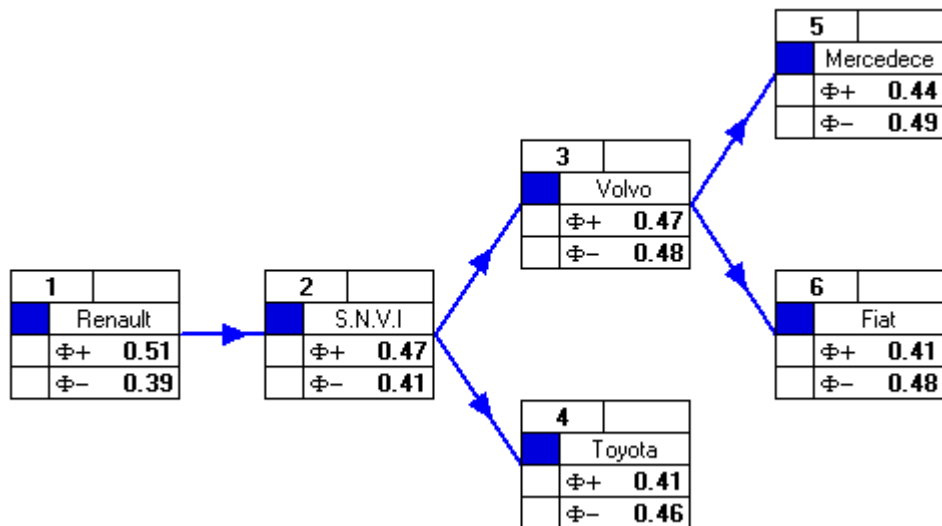
La modification du seuil d'indifférence de cinquième critère n'a pas d'effet sur le classement partiel, et la même chose pour le rangement complet des actions, comme il a été constaté:

* Pour un seuil d'indifférence égal à 6:





* pour un seuil d'indifférence égal à 2:



5.3 Analyse de sensibilité sur les poids de critères:

L'attribution de poids aux critères est le problème essentiel de toute méthode multicritère. Il n'existe pas de méthode permettant de les fixer de façon définitive et absolue. La répartition des poids reste toujours soumise à l'appréciation du décideur. C'est son espace de liberté.

Tableau n° 06: Intervalle de stabilité des poids:

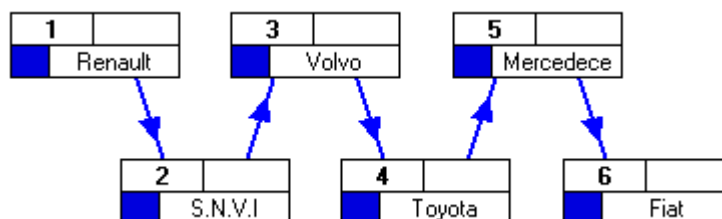
Stability Intervals						
Stability Level: 6 first actions						
	Weight	Interval		% Weight	% Interval	
		Min	Max		Min	Max
C1	5.0000	4.9583	5.0000	33.33%	33.15%	33.33%
C2	3.0000	3.0000	3.0330	20.00%	20.00%	20.18%
C3	1.0000	0.9688	1.0000	6.67%	6.47%	6.67%
C4	2.0000	2.0000	2.1500	13.33%	13.33%	14.19%
C5	4.0000	4.0000	4.0435	26.67%	26.67%	26.88%

Cet intervalle de stabilité donne les limites dans lesquelles les poids de critères peuvent être modifiés.

Il est alors possible, grâce à cet intervalle de stabilité, de déterminer dans quelle mesure le poids de chaque critère peut être modifié sans perturber le classement PROMETHEE, pour autant que les poids relatifs des autres critères ne soient pas modifiés.

Recommandation:

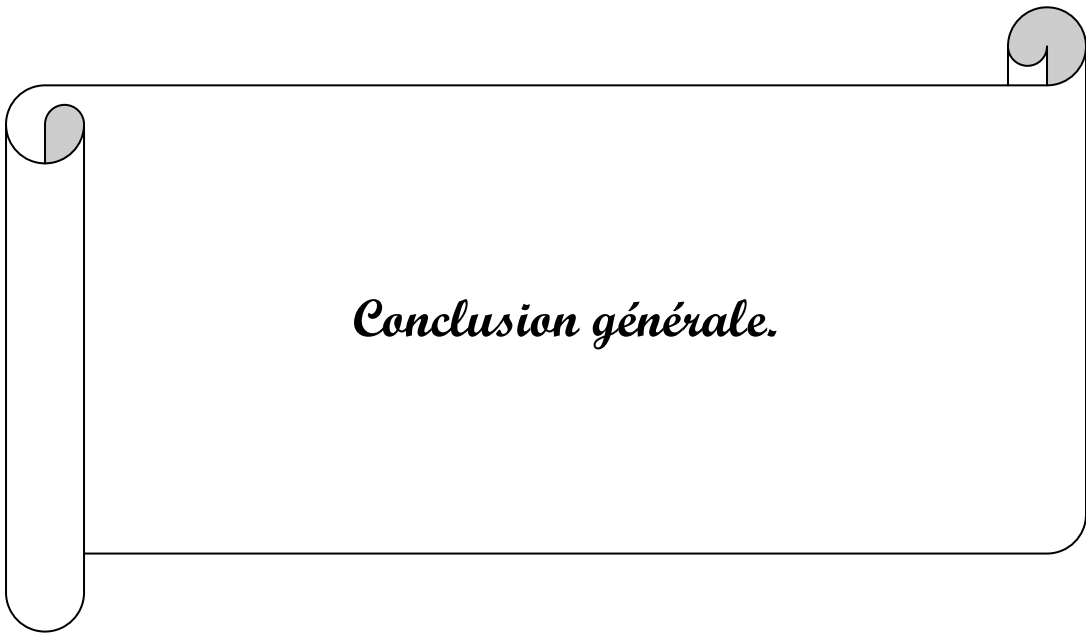
Selon l'analyse des résultats de la méthode multicritère PROMETHEE I et II, et aussi selon l'analyse de sensibilité de différents paramètres qui démontrent la stabilité des résultats obtenus en général sauf dans quelque cas, nous conseillons les décideurs de l'entreprise SEROR de prendre en considération le classement suivant:



Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons étudié un cas d'application pratique ayant pour but d'utiliser la méthode multicritère PROMETHEE dans le cadre de données réelles. Nous avons disposé des évaluations de six actions sur cinq critères déterminés par le gestionnaire de l'entreprise SEROR.

Brièvement, la méthodologie Prométhée n'a pas l'ambition de décider: elle éclaire, elle aide le décideur à mieux comprendre son problème. Elle lui laisse un large espace de liberté, structuré quantitativement, dans lequel il est amené à préciser progressivement ses préférences et finalement sa décision.



Conclusion générale.

Conclusion générale:

Le travail réalisé dans le cadre de ce mémoire peut se résumer en trois grandes étapes. Dans un premier temps nous avons dressé un aperçu sur la prise de décision en général et sur l'aide multicritère à la décision en particulier. Ensuite, nous avons traité les méthodes Prométhée mais la plus grande partie est consacrée à la méthode Prométhée I et II. Enfin, une application pratique clôturera le mémoire. Il s'agit sur une base de données fournie par l'entreprise SEROR, de ranger six marques automobiles différentes, ces marques étant évaluées sur cinq critères. Nous avons alors pu appliquer la méthode PROMETHEE à des données réelles.

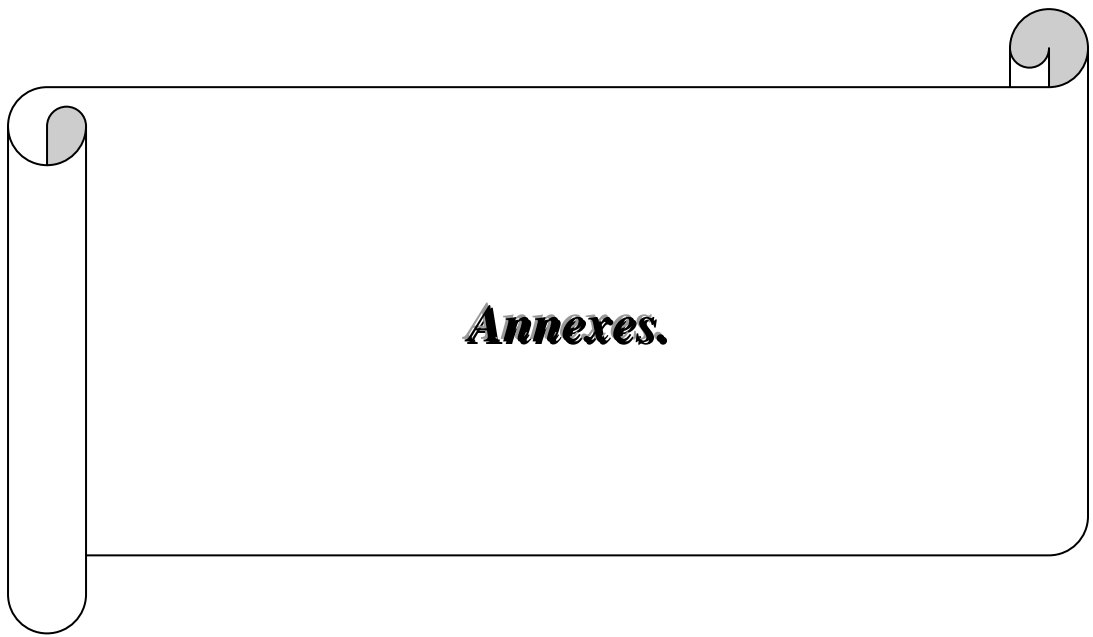
Nous avons vu que les problèmes multicritères sont économiquement bien posés (ils ont un sens pour le décideur) mais mathématiquement mal posés (ils ne possèdent en général pas de solution optimale). Compte tenu de leur importance dans le traitement de réalités humaines, de nombreuses approches ont été proposées. Toutes substituent à la recherche de solution optimales, la recherche de solutions du meilleur compromis.

L'utilisation de méthodes multicritères d'aide à la décision permet d'aborder de façon plus objective les problèmes de décision rencontrés dans la vie active. Pour ce faire, la réalité à laquelle fait face le décideur est remplacée par un modèle dans lequel les objectifs du décideur, ainsi que ses préférences, sont représentés de façon quantitative. De façon générale, le modèle est ajusté à la réalité en demandant au décideur de fixer les valeurs d'un ensemble de paramètres. Les méthodes PROMETHEE requièrent du décideur une information particulièrement simple et claire. Celui-ci doit d'une part attribuer des poids d'importance relatif aux critères: plus le poids d'un critère est élevé, plus le critère est important. D'autre part, il doit également établir pour chaque critère le degré de préférence d'une action par rapport à une autre fonction de l'écart observé sur ce critère. Ce degré de préférence est calculé aisément par la construction d'une fonction de préférence qui dépend d'un nombre limité de paramètres économiques (seuil d'indifférence et seuil de préférence stricte). Les résultats obtenus dépendent bien sûr fortement des valeurs associées à ces paramètres et il peut être intéressant d'étudier dans quelle mesure les modifications de certains de ces paramètres ont une influence importante sur les résultats fournis par PROMETHEE. Ce type d'étude est appelé analyse de stabilité. Deux raisons majeures peuvent être invoquées pour réaliser une telle analyse:

- La signification économique des paramètres peut ne pas toujours être claire pour le décideur et certains paramètres peuvent être difficiles à fixer dans certaines applications. Un effort

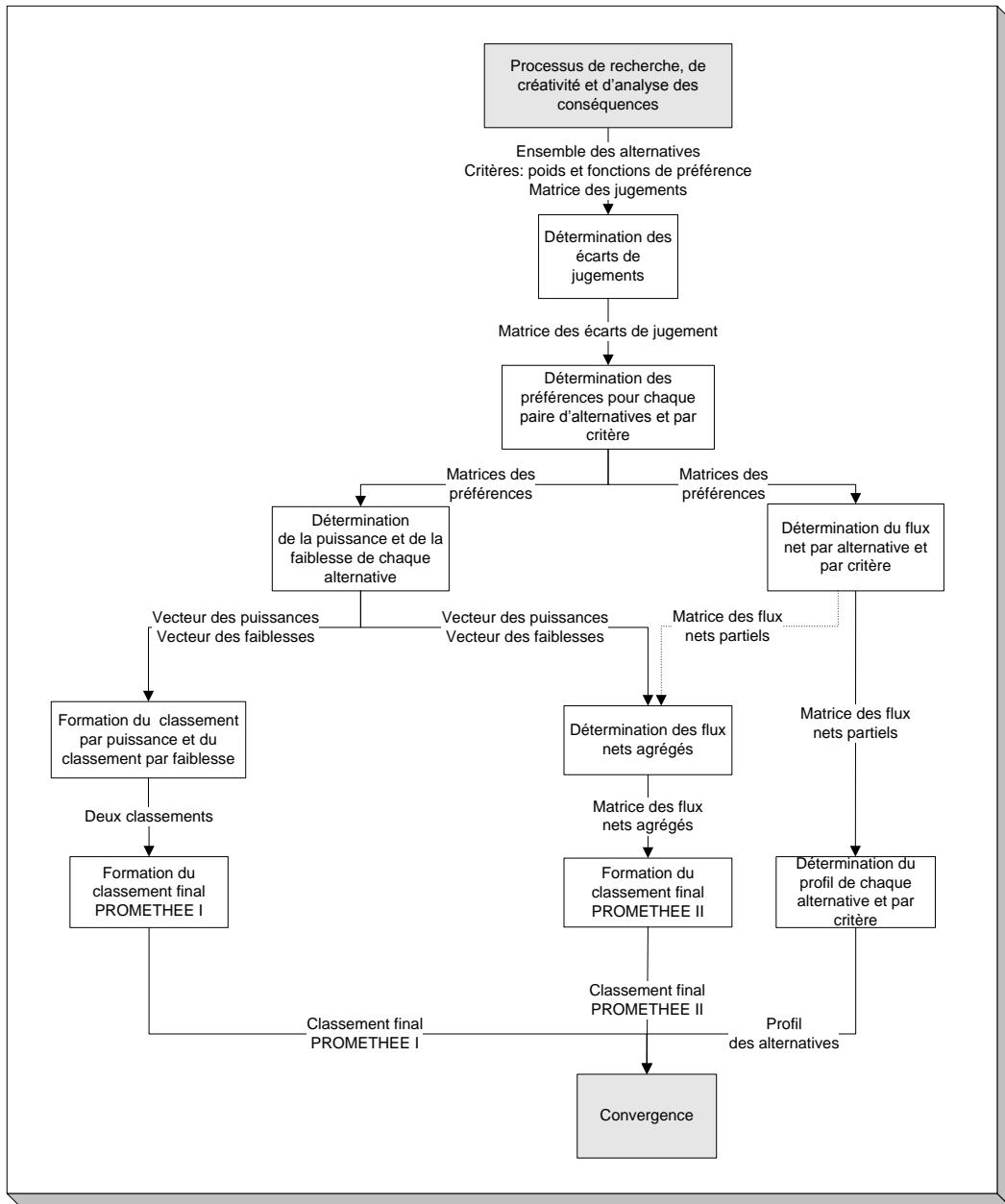
particulier a été réalisé dans l'élaboration des méthodes PROMETHEE pour éviter ce problème. Il n'en reste pas moins vrai que la détermination des seuils de préférence et des poids n'est pas une étape immédiate dans la formulation d'un problème de décision multicritère et que le décideur peut éprouver certaines hésitations ou imprécisions à ce niveau. Il est alors important de s'assurer que des modifications légères des paramètres ne vont pas entraîner un bouleversement des résultats obtenus. Dans ce cas, la stabilité des résultats est importante.

- Certains paramètres, et particulièrement les poids associés aux critères, permettent au décideur d'explorer différents scénarios. Ils représentent en quelque sorte l'espace de liberté du décideur, et il peut être utopique de demander à ce dernier de fixer d'entrée une pondération de critères. L'utilisation d'une méthodologie d'aide à la décision comme PROMETHEE permet en effet au décideur d'entrer dans une phase d'apprentissage. Au fur et à mesure qu'il découvre les caractéristiques propres à son problème de décision, il est à même de préciser les poids qu'il souhaite associer aux critères. Dans ce contexte, il est important de pouvoir facilement étudier les conséquences de modifications éventuellement importantes des paramètres et d'étudier la sensibilité des résultats obtenus.

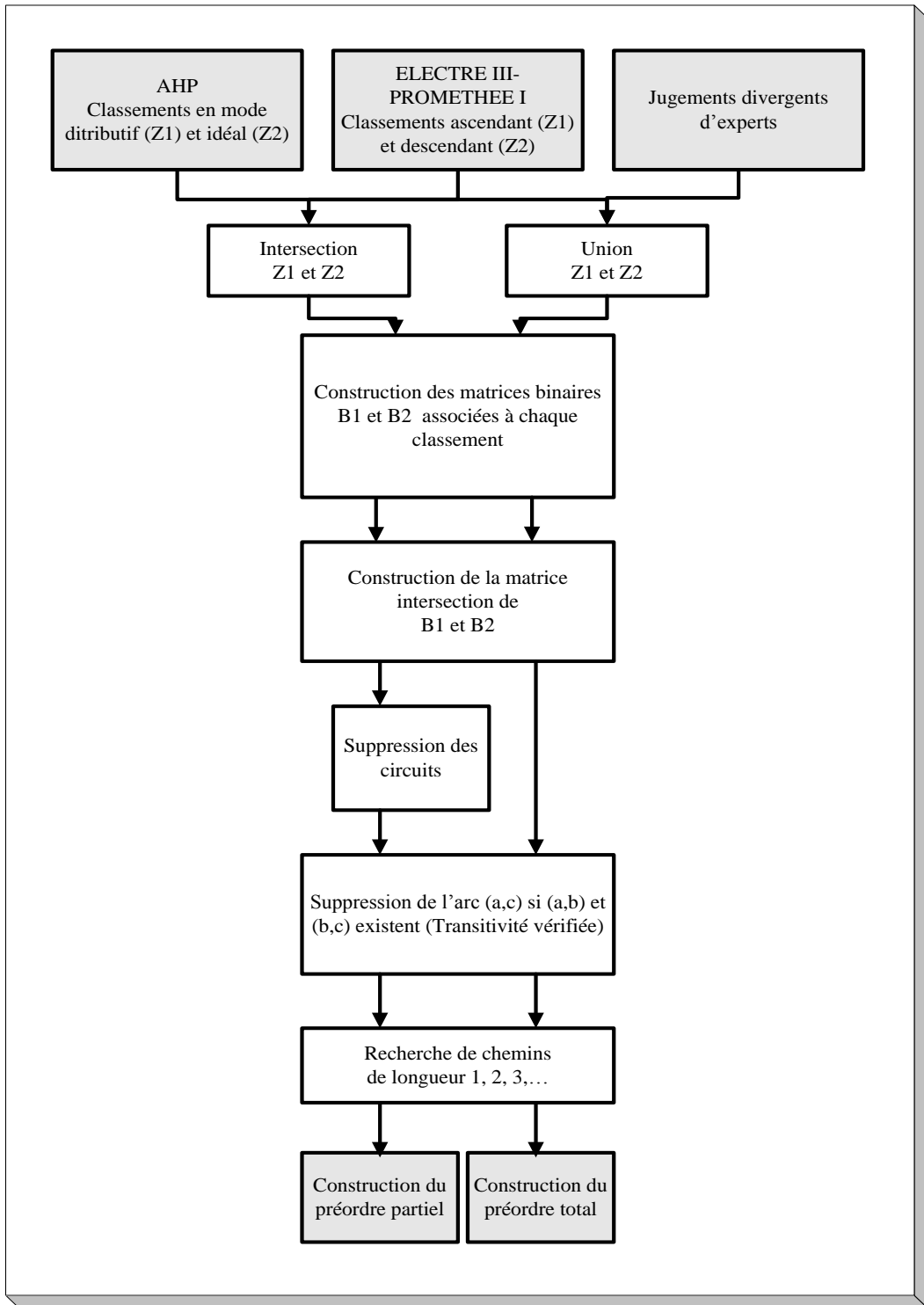


Annexes.

Annexe 01: Diagramme logique du processus d'exploitation de la suite PROMETHEE.



Annexe 02: Procédure de détermination de la synthèse de deux classements.

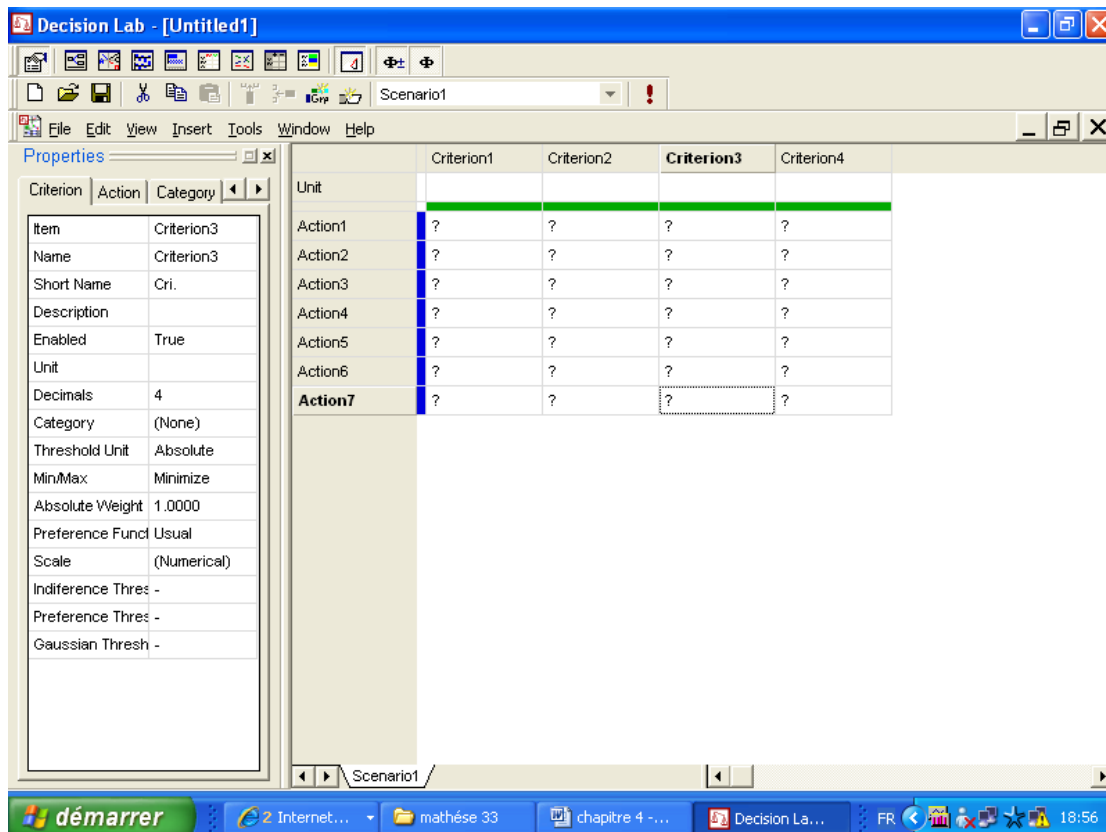


Annexe 03:Description du logiciel Décision LAB 2000 utilisé dans l'étude de cas :

DECISION LAB 2000 est un système d'aide à la décision complet mettant en œuvre les méthodes PROMETHEE et GAIA. Le programme est développé et distribué par la société canadienne Visual Decision. Par rapport à PROMCALC, il bénéficie à ce titre des apports de l'interface graphique de Windows: graphiques en haute résolution, utilisation de la couleur, facilité d'échange d'information avec d'autres programmes,...

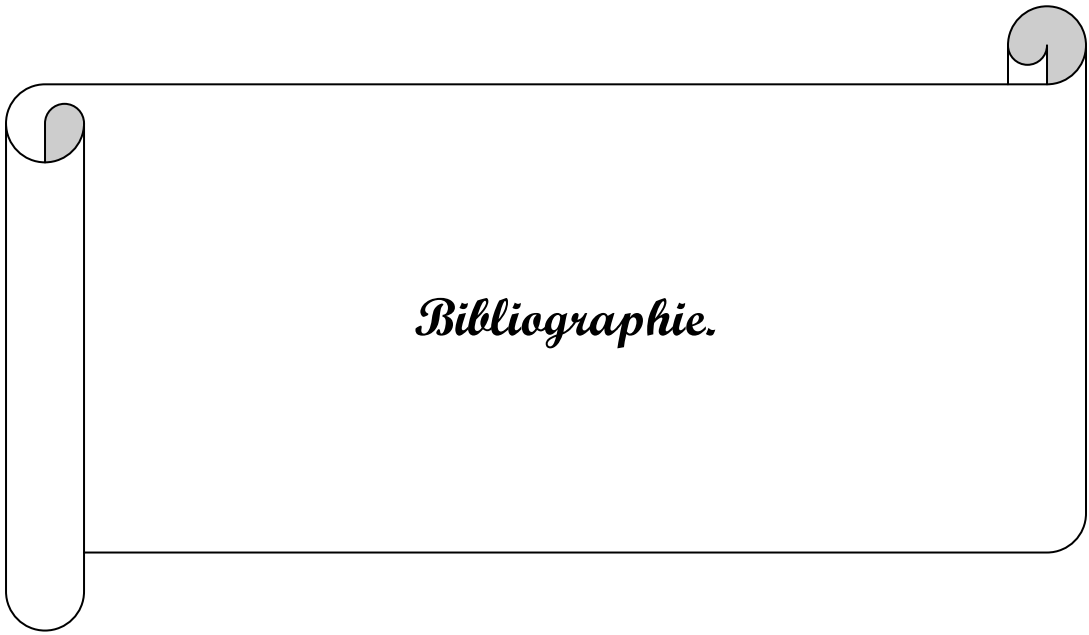
Plus précisément, DECISION LAB 2000 permet de:

- _ gérer les données des problèmes de décision à l'aide d'un tableur et d'une feuille de propriétés,
- _ classer les actions à l'aide de PROMETHEE I et II,
- _ analyser les données à l'aide de GAIA,
- _ réaliser des analyses de sensibilité détaillées à l'aide des Walking Weights, des intervalles de stabilité, de l'axe de décision de GAIA et des profils d'actions.



Il ajoute également les fonctions suivantes par rapport à celles qui étaient disponibles dans PROMCALC:

- _ Association de plusieurs scénarios, correspondant à différents points de vue ou hypothèses, à un même jeu d'actions et de critères: cette fonctionnalité permet d'analyser notamment des problèmes de décision de groupe. Decision Lab 2000 permet de comparer les classements des différents acteurs, de visualiser les conflits entre acteurs dans un plan GAIA spécifique et d'identifier les sources de ces conflits;
- _ Définition de catégories d'actions et/ou de critères afin de mieux identifier des groupes et de faciliter les analyses de sensibilité: les catégories sont identifiées aisément dans les différents écrans au moyen de couleurs choisies par l'utilisateur; chaque catégorie de critères peut également être considérée comme un tout dans les analyses de sensibilité et l'utilisateur peut par exemple modifier simultanément les poids de tous les critères d'une même catégorie;
- _ Organisation des données à l'aide de différentes clés de tri;
- _ Chargement direct et conversion automatique des anciens fichiers PROMCALC;
- _ Production de rapports détaillés au format HTML;
- _ Paramétrisation de la présentation des résultats à l'aide de fenêtres repositionnables et redimensionnables, d'options d'affichage et de l'utilisation d'abréviations.



Bibliographie.

Bibliographie:

- 1-**Alain Schärli**, "Décider sur plusieurs critères: Panorama de l'aide à la décision multicritère", 1^{er} Ed, Presse polytechniques romandes, Suisse, 1985.
- 2-**Alain Schärli**, "Pratiquer Electre et Prométhée: un complément à décider sur plusieurs critères", Presses polytechniques et universitaires romandes, 1^{er} Ed, Paris, 1996.
- 3-**Alexis Tsoukias**, Article: "De la théorie de la décision à l'aide à la décision", Laboratoire lamsade, Université Paris Dauphine, 2006.
- 4-**Amor Laaribi**, "SIG et analyse multicritère", 1^{er} Ed, Hermes science publications, Paris, 2000.
- 5-**Ansoff H.I**, "Stratégie du développement de l'entreprise", 1^{er} Ed, Ed d'organisation, Paris, 1984.
- 6-**Aouni B**, "Le modèle de programmation mathématique avec buts dans un environnement imprécis: sa formulation, sa résolution et une application", Thèse de doctorat en science de l'administration, Université Laval, 1998.
- 7-**Belmokaddem Mostéfa**, cour: "La théorie de la décision", Université de Tlemcen, Algérie, 2008.
- 8-**Bernard Roy**, "Méthodologie multicritère d'aide à la décision", 1^{er} Ed, Economica, Paris, 1985.
- 9-**Bernard Roy**, "Science de la décision ou science de l'aide à la décision?", Revue internationale de systématique.
- 10-**Bertrand M**, Article:"Introduction aux problèmes de décision et d'évaluation", Bruxelles, 2003.
- 11-**Boutaleb Kouider**, "Théories de la décision : éléments de cour", 1^{er} Ed, OPU, Alger, 2006.
- 12-**Bouyssou D**, "Approches descriptives et constructives d'aide à la décision: Fondements et comparaison", Thèse de doctorat, Université Paris Dauphine, 2006.
- 13-**Bouyssou D**, "Décision multicritère ou aide multicritère?", Newsletter of the european working groupe, series 2, 1993.
- 14-**Bouyssou D, Roy B**, "Aide multicritère à la décision: méthodes et cas", Economica, Paris, 1993.
- 15-**Brans J.P**, "Elaboration d'instruments d'aide à la décision: méthode PROMETHEE", Colloque d'aide à la décision, Université Laval, Québec, 1982.
- 16-**Brans J.P, Mareschal B**, Article: "How to decide with PROMETHEE", Bruxelles, 1992.

- 17-**Brans J.P, Mareschal B**, Article: "How to discriminate hard and soft multicriteria problems in the discrete case: the PROMETHEE VI procedure, 1992.
- 18-**Brans J.P, Mareschal B et Vinck Ph**, "How to select and how to rank projects: the PROMETHEE method", European Journal of Operational Research.
- 19-**Brans J.B, Mareschal B**, "The PROMCALC and GAIA decision support system for multicriteria decision aid", 1994.
- 20-**Brans J.B, Mareschal B, Vinck Ph**, "PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis", Proceedings of the tenth international conference on operational research, 1984.
- 21-**Brans J.P, Bertrand M**, "PROMETHEE-GAIA: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples", 1^{er} Ed, Ed de l'université de Bruxelles, Belgique, 2003.
- 22-**Brans J.P, Mareschal B**, "PROMETHEE V: MCDM problems with additional segmentation constraints", INFOR, 1992
- 23-**Bressy G, Konkuyt C**, "Economie d'entreprise", 1^{er} Ed, Ed Dollaz, Paris, 2004.
- 24-**Célin Vilain**, "Méthode flowsort au problème du tri multicritère", Mémoire de licence en sciences mathématiques, Université libre de Bruxelles, 2007.
- 25-**Charron J.L, Separi S**, "Organisation et gestion de l'entreprise", 1^{er} Ed, Ed Dunod, Paris, 1998.
- 26-**Checroun A**, "Comprendre, concevoir et utiliser les SIAD", 1^{er} Ed, Masson, Paris, 1992.
- 27-**Chekland P, Scholes J**, Article: "Soft système méthodologie in action", University of Chichester, England, 1993.
- 28-**Cremer M.A, Doutriaux J**, "Principe d'économie managériale", 1^{er} Ed, Graeton morin, 1998.
- 29-**Daniail Thiel**, "Recherche opérationnelle et management des entreprises", 1^{er} Ed, Economica, Paris, 1999.
- 30-**Diakoulaki D, Koumoustos N**, "Cardinal ranking of alternative actions: extension of the PROMETHEE method", European journal operational research, 1991.
- 31-**Dill W**, "Administrative decision making", Prentice, 1962
- 32-**Eierman, Niederman**, Article: "DSS Theory: a model of constructs and relationships", Decision support systems, University of Wisconsin_Oshkosh, USA, 1995
- 33-**Farkas D, Nitzan S**, "The Borda rule and Pareto stability: a comment", Econometrica, 1979.
- 34-**Hall R**, "The natural logic management policy making: its implications for the survival of an organisation", management science, 1984.

- 35-**Hansson B, Sahlquist H**, "A proof technique for social choice with variable electorate", Journal of economic theory, 1976.
- 36-**Horvitz E**, "Reasoning about beliefs and actions under computational resource constraints", uncertainty in artificial intelligence, Elsevier, 1989.
- 37-**Imed Othmani**, "Optimisation multicritère: fondements et concepts", Thèse de doctorat, l'université Joseph Fourier de Grenoble, 1998.
- 38-**Jacky Montmain, Jean Michel**, "Théories de la décision et méthodologies de l'approche système", 1^{er} Ed, Ed mines d'ales, Paris, 2003.
- 39- **Jean Marc Harventg**, Article:"Les méthodes de surclassement", L'université libre de Bruxelles, Belgique, 2005
- 40-**Jérôme Costa, Negar Armaghan, Jean Renaud, Michel Martinez**, Article:"Connaissances industrielles et analyse multicritère", France, 2006.
- 41-**Kazi Tani Amel**, "La modélisation des préférences du décideur dans le modèle du goal programming", Thèse de doctorat en science de gestion, Université de Tlemcen, 2009.
- 42-**Keeney R.L**, "Valued_Focused thinking: A path to creative decision", Harvard university press, Cambridge, USA, 1992.
- 43-**Kenney R.L et Raiffa H**, "Décisions with multiple objectives: preference and value tradeoffs", Series in probability and mathematical statistics, New York, 1976.
- 44-**Klein M, Tixier V**, "SCARABEE: a data and model bank for financial engineering and research", IFIP congress, North Holland, 1971.
- 45-**Landry M**, "L'aide multicritère à la décision comme support à la construction du sens dans l'organisation", système d'information et management, vol 3, 1998
- 46-**Laurent F, Bougon**, "Pratiques de la décision", 1^{er} Ed, Ed Dunod, Paris, 2005
- 47-**Lemoigne J**, "Le système de décision dans les organisations", 1^{er} Ed, PUF, Paris, 1979.
- 48-**Lundberg**, "Administrative decision: A schema for analysis", the journal of academic management, 1962.
- 49-**Mareschal B, Brans J.P**, "Geometrical representations for MCDA", European Journal of Operation Research, 1988.
- 50-**Mareschal B**, "Stochastic multicriteria decision making under uncertainty", European Journal of Operation Research
- 51-**Martel J.M**, "L'aide multicritère à la décision: méthodes et applications", CORS_SCRO Bulletin, Vol 33, N°1, 1999.
- 52-**Mayster Lucien Yves, Bollinger Dominique**, "Aide à la négociation multicritère: Pratiquer et conseils", Presses Polytechniques et universitaires romandes, 1999.

- 53-**Mintzberg H**, "Structure et dynamique des organisations", 1^{er} Ed, Ed d'organisation, Paris, 1993.
- 54-**Mussch G**, "Les relations entre stratégie et structure dans l'entreprise", Revue économique, Paris, 1974.
- 55-**Perny P**, "Multicriteria filtering methods based on concordance and non-discordance principales", Annals of Operations Research, 1998
- 56-**Philippe Vincke**, "L'aide multicritère à la décision", 1^{er} Ed, Ed de l'université de Bruxelles, Belgique, 1989.
- 57-**Reix R**, "Système d'information et management des organisations", 1^{er} Ed, Ed Vuibert, Paris, 1985.
- 58-**Robert Kast**, "La théorie de décision", 1^{er} Ed, Ed la découverte, Paris, 1993.
- 59-**Roubens M**, "Analyse et agrégation des préférences: modélisation, ajustement et résumé de données relationnelles", Revue Belge de statistique, d'informatique et de R.O, 1980.
- 60-**Roubens M, Vinck Ph**, "Preference modelling", Springer_Verlag, Lecture notes in economics and mathematical systems, Berlin, 1985.
- 61-**Russel S**, "Rationality and intelligence", Foundation of rational agency, Applied logic series, Kluwer Academic Publishers, 1991.
- 62-**Salem Chakhar**, "Cartographie décisionnelle multicritère: Formalisation et implémentation informatique", Thèse de doctorat en informatique, Université Paris Dauphine, 2006.
- 63-**Sébastien Bernard**, "Spécification d'un environnement d'ingénierie collaborative multiste", Thèse de doctorat, Ecole national supérieur d'arts et métiers, Centre d'Aix-en-Provence, 2004.
- 64-**Serge Bellut**, "Les processus de la décision: démarches, méthodes et outils", 1^{er} Ed, ANFOR, Paris, 2002.
- 65-**Simon H**, "Rational choice and the structure of environment", Models of bounded rationality, Cambridge, 1982.
- 66-**Simon Herbert A**, "Administration et processus de décision", 1^{er}, Economica, Paris, 1983.
- 67-**Soutenain J.F, Farcet P**, "Organisation et gestion de l'entreprise", 1^{er} Ed, Ed Berti, Alger, 2007.
- 68-**Tauri, Belaid**, "Introduction aux systèmes d'information", 1^{er} Ed, Ed pages bleues, Algérie, 2008
- 69-**Telc A, Duckstein L**, "Concepts on multicriteria decision making", presented at the international post graduate course, Wageningen, the Netherlands, June 1991.

70-**Vansnick J.C.**, "Measurement theory and décision aid", Readings in multiple criteria decision aid, Springer-Verlog, Berlin, 1990.

71-**Vansnick J.C.**, "L'aide multicritère à la décision: une activité profondément ancrée dans son temps", Newsletter of the European Working Group, Series 6, Spring, 1995.

Liste des figures:

N°	Intitulé	Page
01	Acteurs impliqués dans un processus de décision	12
02	Typologie des décideurs	15
03	Les étapes de la prise de décision	20
04	Les composants d'un système d'information	23
05	Composition d'un système interactif d'aide à la décision	29
06	Relation de dominance	36
07	Equipements, profits et graphe de dominance	37
08	Solution efficaces	40
09	Démarche top-down de Kenney	47
10	Démarche bottom-up de Roy	47
11	Démarche intermédiaire de Laaribi	47
12	Relation de surclassement valuée	74
13	Flux de surclassement sortant	75
14	Flux de surclassement entrant	76
15	Intransitivité de l'indifférence	81
16	Ensembles H dans R^k et dans le plan GAIA	82
17	Problèmes multicritères aisés et difficiles	83
18	Exemple sur le plan GAIA	87

Liste des tableaux

N°	Intitulé	Page
01	Les niveaux de décisions	9
02	Rôles du décideur et de l'analyste	14
03	Matrice d'évaluation alternatives/critères	50
04	Tableau d'évaluation	64
05	Choix des fonctions de préférence	69
06	Tableau de données dans le logiciel Lab 2000	109
07	Les flux de surclassement	110
08	Intervalle de stabilité des poids	123