

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**  
**Université Abou Bakr Belkaid. . Tlemcen**  
**Faculté des sciences économiques de gestion et des sciences commerciales.**



*Thèse de magister en sciences économiques*

*Option: Recherche opérationnelle et management des entreprises.*

# **Les méthodes quantitatives pour l'aide à la décision dans le domaine pétrolier Cas de la compagnie pétrolière SONATRACH**



**Présentée par : Melle Fatima Zohra BELARIBI**

**Sous la direction de : Pr. Mustapha BELMOKADDEM.**

## **Devant le jury :**

<b>Mr A.BENHABIB.</b>	<b>Professeur, Université de Tlemcen</b>	<b>Président.</b>
<b>Pr. M.BELMOKADDEM.</b>	<b>Professeur, Université de Tlemcen</b>	<b>Encadreur.</b>
<b>Mr M. BARKA.</b>	<b>Professeur, Université de Tlemcen</b>	<b>examineur.</b>
<b>Mr A. BOUHANA.</b>	<b>Maitre de conférences, Université de Tlemcen</b>	<b>examineur.</b>
<b>M<sup>me</sup> A.BOUCHIKHI.</b>	<b>Maitre de conférences, Université de Tlemcen</b>	<b>examinatrice.</b>

**Année universitaire : 2008-2009.**

## *Remerciements*

*Louange à dieu, le miséricordieux, sans lui rien de tout cela  
n'aurait pas pu être,*

**"Le résultat d'un travail n'est que l'aboutissement de nombreux efforts et de beaucoup de persévérance". Chaque réussite cache derrière elle une pléthore de personnes qui se sont illustrées par leurs aides et conseils. Qu'il me soit permis d'adresser de sincères remerciements aux personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail.**

**Je tiens tout d'abord à exprimer mes sincères remerciements pour mon encadreur Mr le professeur M. BELMOKADDEM pour la confiance qu'il m'a accordée et pour m'avoir suivi tout au long de ce travail.**

**Je remercie tous les collègues et enseignants de la faculté des sciences économiques de gestion et sciences commerciales pour leur amitié et leur aide pendant ces trois années de magister.**

**Un grand merci à toute l'équipe de la bibliothèque des sciences économiques pour son accueil chaleureux durant ces années. Notamment Aïcha et Kheira pour leur disponibilité et leur sympathie.**

**Un grand merci à Mme F.Z. BOUDLAL qui a su jusqu'au dernier moment par sa gentillesse et sa bonne humeur m'aider, m'encourager, et me soutenir.**

**Je tiens enfin à remercier toutes les amies, qui m'ont aidé au cours de toutes mes études universitaires. Je tiens à remercier en particulier Boudjamaa Tema, Moussaoui Zahia et Rafika ...**

**Que tous ceux qui de près ou de loin m'ont assisté et dont les noms n'ont pas été cités, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude !**

*Je dédie ce modeste travail*

*A celle qui m'a donné la vie, qui m'a soutenue dans les joies et les  
peines :*

*Maman (mon âme),*

*A mon cher père avec toute ma reconnaissance,*

*A mon cher frère Mohammed que Dieu a rappelé auprès de lui et  
qui demeure à jamais présent dans nos cœurs. Grand hommage à  
son âme qui repose en paix,*

*A mon cher oncle le Pr Soufi Menouar, que Dieu lui accorde  
sa grâce et sa paix.*

*A mes chères sœurs Houria et Fouzia Ainsi que mon frère  
Zouaoui.*

*A ma petite chère nièce Souhila.*

*A tous ceux qui me sont chers.*

## Table des matières

<b>Dédicaces</b>	<b>01</b>
<b>Remerciements</b>	<b>02</b>
<b>Table des matières</b>	<b>03</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>07</b>
<b>Table des figures</b>	<b>08</b>
<b>Introduction générale</b>	<b>09</b>
1-Contexte	09
2- Problématique et hypothèse	10
3- Structure de la mémoire	11
<b>Partie 01 : Partie introductive</b>	<b>13</b>
<b>Introduction</b>	<b>14</b>
<b>Chapitre 01 : La théorie de la décision</b>	<b>15</b>
1. Introduction.	16
2. L'histoire de la théorie de la décision	17
2.1 L'école physiologique et la théorie classique de la décision	18
2.2 Les critiques de la théorie classique de la décision	19
3. Théorie de l'utilité de Von Neumann-Morgenstern	20
4. Théorie de la décision individuelle	21
5. Les Différentes rationalités des acteurs	22
6. Pratique de la théorie de décision	24
7. Conclusion	25
<b>Chapitre 02 : le processus de décision dans l'entreprise</b>	<b>26</b>
1. Introduction	27
2. Quelques Définitions	28
3. Typologie de la décision	28
4. Les mécanismes de la décision	33
5. les concepts de base du processus de décision	33
6. Analyse du processus de décision	35
7. L'information et la prise de décision dans l'entreprise	39
8. la prise en compte du rôle du temps lors du processus de décision	41
<b>Conclusion</b>	<b>42</b>

<b>Partie 02 : Les outils d'aide à la décision</b>	<b>43</b>
<b>Introduction</b>	<b>44</b>
<b>Chapitre 01 : les modes de représentation des problèmes décisionnels</b>	<b>46</b>
1. Introduction	47
2. Les modes de représentation des problèmes	48
2.1 La matrice de décision	48
2.2 L'arbre de décision	48
<b>Chapitre 02 : les modèles dans un avenir certain</b>	<b>51</b>
1. Introduction	52
2. les modèles comptables	53
2.1. Le modèle du point mort (break-even point)	53
2.2. Le bénéfice comptable moyen	55
2.3. La période de récupération (ou période de remboursement)	57
3. Les modèles financiers	58
3.1. La valeur actuelle nette	59
3.2. Le taux de rendement interne (TRI)	59
3.3. L'indice d'enrichissement ou de rentabilité	60
4. Conclusion	62
<b>Chapitre 03 : les modèles de décision dans un avenir incertain</b>	<b>63</b>
1. Introduction	64
2. Le critère de la valeur espéré	65
3. Les critères de décision en avenir incertain non probabilisable	66
3.1. Les données du problème	67
3.2. Les critères de décision en avenir indéterminé	68
3.2.1. Le critère de Laplace-Bayes	68
3.2.2. Le critère de Wald ou du Maximin	69
3.2.3. Le critère de Savage ou du Minimax Regret	69
3.2.4. Le critère de Hurwicz	70
4. L'appréciation des critères de décision en avenir indéterminé	71
5. Critères de décision en avenir aléatoire ou probabiliste	72
5.1. Critère de maximisation de l'espérance mathématique	72
5.2. Limites du critère de l'espérance mathématique	73
<b>Chapitre 04 : La recherche opérationnelle pour l'aide à la décision</b>	<b>74</b>
1. Introduction	75
2. Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle	76
3. les principales techniques de recherche opérationnelle	76
3.1. La programmation mathématique	77
3.1.1. La programmation linéaire	77

## **TABLE DES MATIERES**

---

3.1.2. La programmation non linéaire	81
3.2. La programmation dynamique	82
3.3. La théorie des files d'attente	85
3.4. La théorie des graphes	86
3.5. La théorie des jeux	87
3.6. La gestion des stocks	88
4. Conclusion	90
<b>Chapitre 05 : Le Goal Programming</b>	<b>91</b>
1. Introduction	92
2. Le Goal Programming	93
2.1. Le modèle du GP Standard	93
2.2. Le modèle du GP pondéré	94
2.3. Le modèle du GP lexicographique	94
2.4. Le modèle du GP minmax	95
2.5. Le Goal Programming incluant des fonctions de satisfaction	95
2.6. Le modèle du GP non linéaire	96
3. Critique du Goal Programming	97
4. Conclusion	98
<b>Chapitre 06 : L'aide multicritère à la décision</b>	<b>99</b>
1. Introduction	100
2. Concepts et terminologie	102
3. Définition de l'aide multicritère à la décision	104
4. Les différentes problématiques multicritères	105
5. Formulation multicritère d'un problème de décision	108
6. les bases méthodologiques du processus d'aide multicritères à la décision	109
7. Les méthodes d'aide à la décision multicritère.	111
7.1. Méthodes de l'approche du critère unique de synthèse	113
7.2. Les méthodes de sur-classement	113
7.2.1. La méthode ELECTRE I	114
7.2.2. La méthode ELECTRE II	115
7.2.3. La méthode ELECTRE III	117
7.2.4. La méthode ELECTRE IS	118
7.2.5. La méthode ELECTRE IV	118
7.2.6. La méthode ELECTRE TRI	119
7.2.7. Les méthodes PROMETHE	120
7.3. Les méthodes interactives	121
8. Les avantages et les limites des méthodes multicritères	122
9. Conclusion	123
<b>Conclusion</b>	<b>124</b>

<b>Partie 03 : L'aide à la décision dans le domaine pétrolier</b>	<b>125</b>
<b>Introduction</b>	<b>126</b>
<b>Chapitre 01 : Représentation de la SONATRACH</b>	<b>127</b>
1. Sonatrach Hier ( historique )	128
2. Sonatrach aujourd'hui	129
3. Objectifs et missions de Sonatrach	129
4. Les produits et services de la Sonatrach	130
5. Les filiales de Sonatrach	130
6. Macrostructure de la Sonatrach	132
7. Organigramme générale de la Sonatrach	134
8. La division forage	136
8.1. Missions de la Division Forage	136
8.2. Organisation de la Division Forage	137
9. Enjeux et Perspectives pour la Sonatrach	138
<b>Chapitre 02 : Le partenariat a Sonatrach et position du problème</b>	<b>139</b>
1. Introduction	140
2. Définition du partenariat	141
3. L'effort du partenariat dans le domaine pétrolier algérien.	141
4. Le forage pétrolier	142
5. Appareil de forage	143
6. Les partenaires de Sonatrach en matière de forage	146
7. Position du problème	147
8. Conclusion	148
<b>Chapitre 03 : Application de la méthode ELECTRE I pour la sélection d'une société</b>	<b>149</b>
1. Introduction	150
2. Justification du choix d'ELECTRE I	151
3. démarche à suivre	151
4. Modélisation du problème	153
5. Mise en œuvre de la méthode ELECTRE I	158
6. Résultats selon ELECTRE I	166
7. Conclusion	166
<b>Conclusion</b>	<b>167</b>
<b>Conclusion générale</b>	<b>168</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>171</b>
<b>Annexes</b>	<b>180</b>

## **Liste des Tableaux**

**Tableau 1.1 :** Tableau de typologie de décision de Simon.

**Tableau 2.1 :** Tableau de résultat.

**Tableau 2.2 :** la matrice des gains.

**Tableau 2.3 :** Tableau de résultat des différents critères.

**Tableau 2.4 :** La matrice des regrets

**Tableau 2.5 :** la consommation horaire d'énergie nécessaire à l'élaboration de chacun des produits

**Tableau 2.6 :** Tableau de bénéfice.

**Tableau 2.7 :** Matrice de gains.

**Tableau 2.8 :** Les différentes problématiques de décision.

**Tableau 3.1 :** Tableau des critères.

**Tableau 3.2 :** Tableau d'évaluation.

**Tableau 3.3 :** les poids des critères.

**Tableau 3.4 :** Tableau de calcul.

**Tableau 3.5 :** les indices de concordance.

**Tableau 3.6 :** Tableau de calcul des valeurs de référence pour chaque critère.

**Tableau 3.7 :** les indices de discordance

**Tableau 3.8 :** Matrice de concordance.

**Tableau 3.9 :** Matrice de discordance.

**Tableau 3.10 :** Matrice de relation.

**Tableau 3.11 :** la matrice d'adjacence.



## **Table des figures**

**Figure 1.1 :** Typologie de décision d'Igor Ansoff.

**Figure 1.2 :** Le modèle IDC.

**Figure 2.1 :** L'arbre de décision.

**Figure 2.2 :** La représentation graphique du point mort

**Figure 2.3:** Principe générale d'analyse multicritère

**Figure 2.4:** Le graphe de surclassement.

**Figure 3.1 :** Organigramme générale de la Sonatrach.

**Figure 3.2 :** Organisation de la division forage.

**Figure 3.3 :** évolution du nombre de découvertes entre 1986 et 2004.

**Figure 3.4 :** Exemple d'une architecture d'un puits de forage pétrolier.

**Figure 3.5 :** démarche a suivre de la méthode ELECTRE I.

**Figure 3.6 :** Graphe des concordances et des discordances.

### Introduction générale

#### 1. Contexte :

L'aide à la décision est un vaste champ qui couvre de nombreux domaines. Historiquement, son développement a débuté dans le contexte militaire pour améliorer la gestion de l'approvisionnement des troupes. Les méthodes employées à l'époque appartiennent à la recherche opérationnelle. L'objectif de ces applications consistait, par exemple, à optimiser l'apport en vivre, ou en munitions, en considérant les contraintes fixées entre autres par le stock à disposition, les moyens de transport et le temps disponibles. Il s'agit de problématiques qui visent à améliorer le fonctionnement d'un système connu et maîtrisé.<sup>(1)</sup>

Par la suite, dynamisées par leur succès, ces méthodes ont investi d'autres problématiques décisionnelles ou le facteur humain a pris une dimension toujours plus importante. En particulier, le domaine de l'économie a montré un réel intérêt.

Face à un environnement turbulent et mouvant, la survie et l'efficacité des organisations modernes dépendent des décisions à prendre.

En effet, la vie d'une entreprise est faite d'une multitude de décisions et d'actions. Il faut en permanence faire face aux différents choix qui se présentent et résoudre tous les problèmes en prenant la décision adéquate.

Aujourd'hui la notion de prise de décision a tendance à être de plus en plus formalisée, il est de plus en plus fait appel aux méthodes quantitatives et outils d'aide à la décision : Statistique, théorie des files d'attente, théorie des jeux, programmation linéaire, optimisation...

L'ensemble de ces méthodes quantitatives porte le nom de "*recherche opérationnelle*".

La plupart des études en recherche opérationnelle proposent aux décideurs des solutions optimales aux problèmes qu'ils rencontrent.

Néanmoins, l'optimisation nécessite que l'on travaille dans un environnement déterministe ou stochastique, ce qui suppose que le décideur est capable de fixer de façon précise soit la valeur, soit la distribution de chaque paramètre du problème. Or, dans la plupart des cas, il existe non pas une valeur unique mais une série de valeurs raisonnables pour les paramètres utilisés dans le modèle.<sup>(2)</sup>

---

<sup>(1)</sup> N. BOUAKA, " Développement d'un modèle pour l'explicitation d'un problème décisionnel: un outil d'aide à la décision dans un contexte d'intelligence économique." Université Nancy 2, 2004.

<sup>(2)</sup> L. Bensmain « analyse quantitative de la décision dans l'entreprise: décision de production." Thèse de magister, université de Tlemcen, 1998.

Une approche plus appropriée à la prise de décision, particulièrement pour le long terme, consiste à chercher des solutions «satisfaisantes dans tous les cas possibles» ou, de façon plus réaliste, suffisamment satisfaisantes dans la plupart des cas envisageables.

Sonatrach est une entreprise publique algérienne créée pour exploiter les ressources en hydrocarbures du pays. Ses activités diversifiées touchent toute la chaîne de production : exploration, exploitation, transport, raffinage... Sonatrach est la première entreprise algérienne et africaine et le 11<sup>e</sup> groupe pétrolier au niveau mondial, 2<sup>e</sup> exportateur de GNL et de GPL et 3<sup>e</sup> exportateur de gaz naturel.

Dans un environnement économique qui tend à se globaliser et s'industrialiser, l'activité pétrolière est à l'image de la société contemporaine, elle est devenue très complexe, présentant des facettes multiples et difficilement saisissables.

Néanmoins, celle-ci demeure l'un des principaux piliers qui conditionnent l'économie mondiale. En effet, de part de leurs enjeux stratégiques (politiques, économiques ou autres) les hydrocarbures constituent plus de 50% de l'énergie consommée mondialement.

Face à cette incontestable domination du secteur d'hydrocarbures, SONATRACH (Société Nationale de transport et de la commercialisation des hydrocarbures) ne cesse de mettre en place les moyens organisationnels humains et matériels nécessaires à son développement, afin de lui permettre de rester compétitive, opérationnelle et aussi d'être au niveau technologique de ce qui se fait actuellement dans l'industrie pétrolière internationale.

### **2. Problématique et hypothèses :**

Pour être compétitives et pour accélérer leur réactivité, les entreprises doivent maîtriser leur environnement et valoriser leur patrimoine informationnel.

En effet, les dirigeants cherchent à améliorer la qualité des données dont ils disposent afin de s'appuyer sur des informations fiables dans leurs prises de décisions. En ce sens, Propst (1984) note que « le gestionnaire a besoin de se baser sur des données traitées et élaborées dans sa prise de décision dans le but de diminuer le temps de réaction aux changements du marché et de l'environnement ». <sup>(1)</sup>

L'expérience de plusieurs pays a effectivement montré que le développement économique ne se fait pas seulement grâce à une stratégie de développement, il faut en priorité doter l'entreprise d'une stratégie management basée sur l'outil principal de gestion qui est l'homme, le manager ou plus précisément le décideur.

---

<sup>(1)</sup> BOUDELAL.F.Z. « Application des techniques et modèles d'aide à la prise de décision dans l'entreprise algérienne ». Thèse de magister. Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, 2002.

Les hypothèses jugées importantes:

- L'aide à la décision présente, à nos jours, un instrument essentiel pour la gestion des entreprises et également dans tous les domaines différents tel que le domaine pétrolier.
- Une bonne prise de décision ne se fait pas sans l'utilisation des outils d'aide à la prise de décision.
- Sonatrach l'entreprise publique algérienne constituée pour exploiter les ressources en hydrocarbures du pays représente l'activité pétrolière en Algérie.

Ces hypothèses nous conduisent à formuler la problématique suivante:

**« Comment les méthodes quantitatives peuvent-elles aider à la prise de décision dans le domaine pétrolier ? »**

### **3. Structure de la thèse :**

La décision a préoccupé de nombreux chercheurs et praticiens. Elle a fait couler beaucoup d'encre et engendré d'innombrables écrits. Le but de cette étude est de regrouper et présenter les principaux acquis des chercheurs sur la décision, tout en montrant que les modèles et les méthodes quantitatives sont d'excellents supports pour la prise de décision en gestion notamment dans les compagnies pétrolières.

Notre approche du sujet de recherche se fera dans un double mouvement:

- un volet, présenté par les deux premières parties, consistera à recueillir et rassembler tout ce qui a trait à la décision de manière globale et exhaustive et qui servira de matière première pour le deuxième volet.
- Un deuxième volet, présenté par la dernière partie, consistera à concrétiser l'utilisation des modèles et outils d'aide à la décision dans un domaine précis : le domaine pétrolier et plus précisément dans la compagnie pétrolière SONATRACH.

Le deuxième volet de la thèse sera fait en appliquant la méthode Electre I : méthode d'analyse multicritère, elle aura pour objectif de résoudre le problème de sélection d'un partenaire pour l'activité forage pétrolier dans la compagnie pétrolière SONATRACH.

Cette application est présentée en trois chapitres :

- Les deux premiers chapitres porteront des généralités sur l'entreprise et la division qui nous intéresse ainsi que des définitions de base sur l'activité du forage pétrolier.

**PARTIE 01 :**  
**PARTIE INTRODUCTIVE**

## **INTRODUCTION**

L'activité d'aide à la décision est une activité faite par tous presque chaque jour. Nous prenons des décisions sans arrêt. Des plus simples: "Je prends mon parapluie ou non?" aux plus complexes "Comment appliquer l'accord sur le désarmement?".

À tous les niveaux: individuel ("Je divorce?"), organisationnel ("comment gérer les roulements du personnel?"), inter-organisationnel ("Pas où faire passer l'autoroute?" <sup>(1)</sup>)

Depuis des décennies, plusieurs chercheurs ont contribué à l'enrichissement de la théorie de la décision et son évolution, ils évoquent son importance dans la résolution des différents problèmes susceptibles de se poser dans une organisation, ainsi que la diversité des décisions nécessaires à cela.

L'attitude de l'être humain à l'appréhender a aussi évoluée entre, la recherche d'une décision totalement rationnelle et une autre simplement satisfaisante suivant les capacités du cerveau humain à analyser les situations.

---

<sup>(1)</sup> T.Soukias « De la théorie de la décision à l'aide à la décision. »

# **Chapitre 01 :**

## **La théorie de la décision**

### **Sommaire**

---

1. Introduction
  2. L'histoire de la théorie de la décision
    - 2.1 L'école physiologique et la théorie classique de la décision
    - 2.2 Les critiques de la théorie classique de la décision
  3. Théorie de l'utilité de Von Neumann-Morgenstern .
  4. Théorie de la décision individuelle.
  5. Les Différentes rationalités des acteurs.
    - 4.1. *La rationalité complète*
    - 4.2. *La rationalité limitée*
    - 4.3. *La rationalité procédurale*
    - 4.4. *La rationalité adaptative*
  6. Pratique de la théorie de décision
  7. Conclusion
-

## **1. Introduction**

Puisque la science économique est devenue réellement aujourd'hui la science de la décision, la théorie de la décision est toute naturellement au cœur de cette science. <sup>(1)</sup>

La théorie de la décision se fonde sur un ensemble de descriptions des problèmes de décision à partir desquelles des analyses cohérentes peuvent être menées ; elle propose des principes sur lesquels des critères de sélection sont construits et des solutions seront proposées.

La théorie donne donc les moyens aux décideurs non seulement d'analyser leurs problèmes, mais aussi de pouvoir justifier les solutions proposées si elles sont rationnelles.

Dans ce chapitre, nous donnerons d'abord un bref aperçu sur l'évolution de ce domaine de la théorie de la décision. Nous expliquerons les différents "modèles de rationalité" utilisés dans la théorie de la décision.

---

<sup>(1)</sup> Pierre Garelo « Perception et théorie de la décision », Revue des Etudes Humaines, numéro 9, septembre 1992.



## **2. L'histoire de la théorie de la décision :**

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 (1936-37).

En 1957, paraît un ouvrage qui reste à ce jour une très bonne référence des théoriciens de la décision « Games and Decisions » de Luce et Raiffa [1957]. 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 y sont proposées.

La théorie de la décision s'est largement développée depuis, c'est sur les résultats présentés dans cet ouvrage que se sont appuyés à la fois et la plupart des recherches en économie de l'incertain, et la plupart des méthodes d'aide à la décision.<sup>(1)</sup>

En réalité, les problèmes liés à la prise de décision par les personnes, les organisations, les institutions avaient déjà occupé les scientifiques et les gestionnaires à partir du XVIIIème siècle sur la probabilité, sur les problèmes combinatoires, sur les procédures de décision collective) et au début du XXème siècle, sur les problèmes économiques à dimensions multiples, sur la gestion scientifique des entreprises, sur la théorie de la probabilité, sur la décidabilité).<sup>(2)</sup>

En tout cas, c'est l'indéniable succès de la recherche opérationnelle à organiser les activités militaires des alliés qui accrédi-tera 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 États Unis) et les premières revues du domaine.

Toujours à cette époque, s'effectueront les premiers travaux d'application de la nouvelle discipline dans des cas pratiques ainsi que l'apparition des premières sociétés privées spécialisées en "aide à la décision" (mais le terme n'est pas utilisé à l'époque).

---

<sup>(1)</sup> Robert Kast « la théorie de décision », Ed la découverte. Paris 1993.

<sup>(2)</sup> Alexis Tsoukias « De la théorie de la décision à l'aide à la décision. ».

Le cas le plus célèbre est la société RAND dans laquelle la recherche opérationnelle se développera en science appliquée aux problèmes de la nouvelle industrialisation de l'après-guerre.

### **2.1. L'école physiologique et la théorie classique de la décision :**

F.W. TAYLOR , agissant au sein du mouvement de « la direction scientifique », fit dans son étude de l'organisation<sup>(1)</sup> une analyse sur les différentes interactions entre les individus et leur milieu social. Il a concentré son intérêt sur les méthodes et les moyens d'atteindre l'objectif principal consistant à utiliser l'organisme humain de la meilleure manière possible dans le processus de production.

Considéré comme une machine programmable, l'être humain pouvait être transformé et conditionné en un mécanisme spécialisé capable d'exécuter un nombre de tâches détaillées que lui proposerait l'organisation.

TAYLOR estimait ainsi que tous les partisans du mouvement de la direction scientifique, que la seule contrainte possible face à l'accomplissement d'une production routinière parfaite était les limites physiques de l'être humain.

Nous en déduisons que dans la théorie classique de la décision, l'individu travailleur n'était appelé à faire aucun effort résolutoire ou décisionnel, puisqu'il avait une connaissance totale de toutes les informations nécessaires à l'accomplissement parfait de ses tâches.

Avec cette approche classique qui suppose une connaissance totale de tous les états possibles de la nature<sup>(2)</sup>, la décision est donc formulé suivant un référentiel total , qui lui donne le caractère de rationalité complète et absolue.

MAX WEBER , un spécialiste des sciences sociales , un autre défenseur de l'idée de la rationalité dans la prise de décision, est considéré comme plus influant que son antécédent.

WEBER avait observé une injustice dans le domaine qui était générée par la lutte des classes et le népotisme, il considérait que le fait de priver la classe ouvrière des postes dirigeants était un gaspillage ridicule de ressources humaines.

Pour cela Il a développé une solution qui consistait à libérer autant que possible l'individu des jugements si souvent entachés par l'émotion. Pour y parvenir, il fallait organiser le travail selon des principes de « bureaucratie idéale ». Cette dernière consiste en une sélection des travailleurs selon leurs compétences et leurs connaissances et non pas selon leurs relations.

---

<sup>(1)</sup> I.G.MARCH et H.SIMON. Les organisations. DUNOD édition.1958.p12.

<sup>(2)</sup> W.JACK DUNCAN. Les grandes idées du management. MARE NOSTRUM.1996.p62.

Dans ces cas là, les décisions émises ne peuvent qu'être basées sur des règles et des procédures approuvées par des compétences, au lieu d'être émises par des personnes ayant obtenu l'autorité par préférence traditionnelle (relations).

La bureaucratie idéale de WEBER, renforce la structure de l'organisation et harmonise les relations entre les différents niveaux hiérarchiques. Si le décideur qui se trouve au sommet de la hiérarchie ne peut avoir toutes les informations nécessaires pour le choix qu'il fait, il doit être aidé par les spécialistes qualifiés des classes hiérarchiques inférieures.

Grâce à cette bureaucratie idéale, la contribution de tous les niveaux hiérarchiques dans la réalisation d'une décision peut lui donner le caractère de rationalité absolue.

En d'autres termes, un gestionnaire rationnel est celui qui est bien informé.

Weber conclut que la rationalité existe et peut être atteinte lorsque l'information idéale est disponible en qualité et quantité.<sup>(1)</sup>

La théorie de rationalité de la décision est fragilisée à cause de plusieurs défaillances qu'elle présente.

## **2.2. Les critiques de La théorie classique de la décision :**

1) - elle part de l'hypothèse de l'indépendance totale entre le décideur et son environnement. Elle est fortement jugée d'irréalisme, puisque nous ne pouvons ignorer l'évidence qui affirme l'existence de rapports de dépendance entre le décideur et son processus de décision d'une part, et le contexte ou l'environnement dans lequel le choix s'impose d'autre part.

2) - elle est basée sur la rationalité totale de l'individu et néglige entièrement l'aspect mental de ce dernier, et encore moins son côté psychologique. Elle ignore le rôle des motivations sur le comportement humain.

3) - L'hypothèse de complétude qui suppose un futur entièrement déterminé, et la capacité du décideur à identifier tous les états de la nature envisageables et toutes leurs alternatives, et à estimer tous leurs résultats, perd toute sa fiabilité dès qu'elle est confrontée à la réalité, et à tous les changements imprévisibles du futur.

4) - Avec toutes ces hypothèses de connaissance parfaite du décideur, il ne peut que réagir en terme de choix optimum. Cette hypothèse est donc mise en cause relativement aux autres hypothèses.

---

<sup>(1)</sup> F.Z. BOUDLAL « application des techniques et modèles d'aide à la prise de décision dans l'entreprise algérienne », thèse de magister en sciences économiques, Université de Tlemcen, 2002.

5)- Elle estime que la rationalité des choix réside dans le classement hiérarchique de tous les choix selon des normes de préférence identiques pour tous les individus. Elle suppose que l'utilité est une fonction continue et stable avec le même degré de maximisation recherché par tous. Contrairement à cela, des exemples comparatifs très simples ont pu démontrer que chaque individu avait sa propre échelle de préférence face à des situations similaires. C'est à partir de là qu'apparaît le raisonnement en terme de fonction d'utilité.

6)- elle part de l'hypothèse que l'esprit humain a une entière capacité de calcul, alors qu'en réalité le concept même de l'intelligence admet des limites et accepte la définition de la capacité de calcul de l'esprit humain, comme une ressource rare. Cette dernière empêche le calcul rationnel parfait.<sup>(1)</sup>

### **3. Théorie de l'utilité de Von Neumann-Morgenstern :**

Optimisation et maximalisation sont les deux mots-clés définissant les théories de la prise de décision basées sur la rationalisation, c'est-à-dire les théories définissant les normes logiques et rationnelles que tous les preneurs de décisions sont censés suivre pour que le choix soit celui qui "rapporte" le plus.

Une décision qui respecte les 6 règles suivantes devrait être la meilleure.

**Principe de l'ordonnance des alternatives :** Un preneur de décision doit être capable de comparer deux résultats d'une alternative et d'en préférer une à l'autre ou alors de ne pas tenir compte de cette alternative.

**Principe de la dominance :** Le preneur de décision ne devra jamais prendre une stratégie de réponse dominée par une autre, c'est-à-dire dont l'ensemble des résultats comprend des résultats plus faibles ou égaux à ceux d'une autre stratégie. Il devra au contraire choisir la stratégie dominante.

**Principe de l'annulation (ou de la mise certaine) :** Si deux choix risqués entraînent des résultats dont certains sont identiques et de même probabilités alors l'utilité de ces résultats ne doit pas être prise en compte par le preneur de décision.

**Principe de la transitivité :** Si un preneur de décision préfère A à B et B à C alors il doit préférer A à C.

**Principe de la continuité :** Un preneur de décision doit préférer une option risquée allant d'un résultat maximum à un résultat minimum, à un choix intermédiaire sûr pour autant que les chances de gagner soient suffisantes.

**Principe de l'invariance :** Un preneur de décision ne doit pas être influencé par la manière dont les propositions sont formulées<sup>(2)</sup>

---

<sup>(1)</sup> BOUDELAL.F.Z., Déjà cité.p11.

<sup>(2)</sup> [http://fr.wikipedia.org/wiki/Théorie de la de la décision](http://fr.wikipedia.org/wiki/Théorie_de_la_de_la_décision).

**4. Théorie de la décision individuelle : <sup>(1)</sup>**

Pour comprendre les êtres humains, aussi bien au niveau individuel qu'au niveau social, il est nécessaire de comprendre leurs actions. L'étude des décisions humaines, et des facteurs qui sont impliqués dans la décision, est non seulement importante du point de vue psychologique, ou dans la perspective de l'évaluation des actions humaines, mais elle occupe une position cruciale et fondatrice en sciences sociales.

On distingue traditionnellement trois sortes de situations de décision :

- **La décision en situation de choix certain :**

Dans ces situations, l'agent choisit entre un certain nombre d'options, avec la certitude d'obtenir l'option qu'il a choisie ; par exemple, il a le choix entre recevoir 100 EURO à coup sûr et recevoir 0 EUR à coup sûr.

Dans de telles situations, on suppose traditionnellement que les utilités des objets de choix (les degrés auxquels il les désire) déterminent son choix ; les dites théories du choix proposent de montrer les correspondances entre des propriétés des préférences entre les objets du choix et les utilités de l'agent

- **La décision en situation de choix risqué :**

Dans ces situations, les différentes options offertes à l'agent peuvent conduire à différentes conséquences possibles selon des probabilités qui sont fixées objectivement (et supposées connues par l'agent).

Un exemple d'une telle situation est le choix entre deux paris : un qui donne 100 EURO au cas où une pièce tombe sur face et 0 EURO si elle tombe sur pile, et l'autre qui donne 0 EURO si elle tombe sur face et 100 EURO si elle tombe sur pile où la pièce n'est pas biaisée : la probabilité qu'elle tombe sur face et la probabilité qu'elle tombe sur pile valent un demi.

Les théories de la décision pour le risque se proposent de révéler les liens entre les utilités des agents et leurs préférences pour les diverses options.

- **La décision en situation de choix incertain :**

Dans ces situations, les conséquences des choix sont incertaines (comme dans le cas de la décision risquée), mais à la différence de celle-ci, les probabilités d'atteindre telle conséquence par tel choix ne sont pas fixées objectivement.

---

<sup>(1)</sup> « Décision, rationalité, interaction », Institut d'histoire et de philosophie des sciences et des techniques.

L'agent doit estimer ces probabilités sur la base de ses propres croyances ; d'ailleurs, on représente le plus souvent les croyances de l'agent dans une telle situation par une fonction de probabilité sur les états qui déterminent la conséquence qui résulte de chaque choix.

Un exemple d'une telle situation est un pari sur une course de chevaux : il est encore possible de recevoir 100 EURO ou 0 EURO selon le résultat de la course, mais la probabilité qu'un cheval particulier gagne la course n'est pas donnée à l'avance elle doit être estimée par l'agent qui l'utilise.

Les théories de la décision en situation d'incertitude n'ont pas seulement affaire aux utilités de l'agent mais également à ses probabilités (croyances) : elles ont l'intention de comprendre les rapports entre les préférences de l'agent sur les options disponibles, ses utilités et ses probabilités.

### **5. Les Différentes rationalités des acteurs<sup>(1)</sup> :**

Derrière les instruments d'aide à la décision, l'hypothèse la plus importante concerne la rationalité supposée des acteurs.

On trouve de nombreuses rationalités qui ont été proposées par Simon (1947, 1958, 1982), Cyert et March en 1963 et Russel en 1999 et qui ont hérité de la théorie économique.

#### **5.1. La rationalité complète :**

La théorie de la décision définit un agent avec une rationalité complète <sup>(2)</sup> comme étant un agent qui maximise sa fonction d'utilité.

Ainsi, dans des hypothèses de rationalité complète des acteurs :

- 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 sont précisées,
- Le choix de la solution s'effectue en retenant la solution optimale 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.

---

<sup>(1)</sup> Marjorie LE BARS «Un Simulateur Multi-Agent pour l'Aide à la Décision d'un Collectif : Application à la Gestion d'une Ressource Limitée Agro-environnementale. », Thèse de doctorat en informatique, Université Paris IX Dauphine, Mai 2003.

<sup>(2)</sup> Russel « Rationality and Intelligence" *Foundations of rational agency, Applied logic series*, Wooldridge M. and Rao A., (Eds.), Kluwer Academics Publishers, Vol. 14, 1999.

**5.2. La rationalité limitée :**

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

- 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.
- 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 calcul. »<sup>(1)</sup>

**5.3 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.

**5.4. La rationalité adaptative :**

La rationalité adaptative développée par Cyert et March en 1963 possède les caractéristiques suivantes :

- L'adaptation de l'organisation à son environnement provient d'enseignements découlant d'expériences antérieures (*learning by doing*).
- L'apprentissage débouche sur :
  - La création d'indicateurs qui conditionnent la perception des situations rencontrées,
  - des règles d'action pour poursuivre des buts dédiés à des problèmes identifiés à travers des situations mémorisées.
  - Le développement de compétences particulières.

Les économistes s'interrogent sans cesse sur la "rationalité du décideur". Mais à quoi reconnaît-on qu'il est "rationnel" ? Est-il rationnel parce qu'il respecte des normes ? Lesquelles ? Dans quelle mesure ?

Dès lors, la rationalité de l'acteur est définie par ses préférences, ses croyances et le contexte dans lequel il se situe. Dans cette perspective, on peut se demander s'il est pertinent de présupposer une norme de rationalité.

---

<sup>(1)</sup> Russel, 1999. Déjà cité.

La rationalité d'une décision semble résider dans la réalisation d'une fin, conforme à ses bonnes raisons. Ainsi, l'action morale ou la décision juste chez Aristote est le résultat d'une délibération visant à réduire la part d'indétermination et d'incertitude.

La difficulté de la délibération tient à son caractère de bonne ou de mauvaise recherche. C'est pourquoi, la « bonne » délibération est une rectitude au service d'une fin utile couronnée par une attitude prudente. Il est donc logique d'instaurer un lien entre un jugement droit et une action morale. Ainsi, la fermeté du jugement cartésien est l'indice d'une action cohérente : l'acteur rationnel est celui qui se montre fidèle à sa décision initiale.

#### **6. Pratique de la théorie de décision :**

L'entrée de l'aide à la décision dans sa "maturité" implique une certaine spécialisation que nous observons autour de 5 axes:

- la structuration et la formulation des problèmes de décision ;
- l'apport des sciences cognitives ;
- l'intelligence artificielle et « la décision » ;
- le traitement de l'incertitude;
- l'aide multicritère à la décision.

Ces axes ont été suivis à la fois par des chercheurs dans les communautés de la RO et de la théorie de la décision et par des chercheurs provenant d'autres disciplines, mais qui partagent l'intérêt vers l'aide à la décision.<sup>(1)</sup>

Rappelons que dans la théorie de la décision classique un problème de décision est formulé de façon unique. Il s'agit toujours de maximiser la valeur d'une fonction sur les conséquences des actions potentielles. Il n'y a pas d'alternative à cette formulation du problème et le décideur doit adapter son information et sa perception du problème aux axiomes de la théorie.

L'idée de base des nouvelles approches est au contraire que la partie la plus importante dans un processus d'aide à la décision est précisément la structuration et la formulation du problème de décision. Il s'agit d'idées déjà mises en pratique par les psychologues.

---

<sup>(1)</sup> A.Tsoukias. Déjà cité.



**7. Conclusion :**

Un des objets de la théorie de la décision est de donner les moyens de construire des descriptions quantifiées des problèmes, ainsi que des critères, qui permettent d'y apporter des solutions, bien entendu, le calcul d'un prix de vente d'un robot ménager, à partir des coûts de production et d'une estimation de la demande de ce produit, se prête mieux à une étude quantitative que le choix d'un nouveau directeur commercial. Cependant, avec un degré approprié de formalisme, en restant conscient des limites de validité des critères, en examinant de manière critique les solutions proposées, il est souvent profitable d'utiliser les méthodes développées par la théorie de la décision, avant d'arrêter le choix final.<sup>(1)</sup>

La théorie de la décision discipline au croisement de l'économie, de la philosophie et de la psychologie cognitive a pour but de décrire et de comprendre les rapports entre les décisions prises par les individus et les attitudes qui sont pertinentes pour ces décisions. Parmi les questions fondamentales de la théorie de la décision, on trouve les suivantes :

- comment devrait-on décider en fonction de ses attitudes ?
- comment décide-on effectivement sur la base de ses attitudes ?
- quelles attitudes sont (doivent être) pertinentes pour la décision ?
- qu'est-ce que c'est la croyance, le désir (ou éventuellement, certaines émotions,
- comme la tentation ou le regret) : peuvent-elles être définies par leur rôle dans la prise de décision ?
- à quel point est-il possible de révéler les attitudes d'un agent à partir des décisions prises ?
- quel est (devrait être) le rôle des facteurs comme le temps, la considération des situations contrefactuelles, la planification dans la décision ?<sup>(2)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Robert Kast, Déjà cité.

<sup>(2)</sup> <http://www-ihpst.univ-paris1.fr/rub.php>.

## **Chapitre 02 :**

# **Le processus de la décision dans l'entreprise**

### **Sommaire**

---

1. Introduction
  2. Quelques Définitions
  3. Typologie de la décision
  4. Les mécanismes de la décision
  5. les concepts de base du processus de décision
  6. Analyse du processus de décision
  7. L'information et la prise de décision dans l'entreprise
  8. la prise en compte du rôle du temps lors du processus de décision
-

**1. Introduction :**

La décision intéresse au premier chef les sciences économiques et les sciences de gestion et, au-delà, l'ensemble des sciences de l'homme et de la société. En effet, afin de produire ou de consommer des biens ou des services, les Hommes doivent d'abord produire des décisions. Autant dire que ces disciplines devront toujours rester attentives à la façon dont se déroule la prise de décision dans les organisations. <sup>(1)</sup>

Dans ce chapitre, nous allons commencer d'abord par donner un aperçu sur la décision avec quelques définitions, ses typologies et les étapes du processus de décision.

---

<sup>(1)</sup> Alcaras, J.R. (éd.) ; Gianfaldoni, P. (éd.) ; Paché, G. (éd.) ; Le Moigne, J.L. (préf.) « Décider dans les organisations. Dialogues critiques entre économie et gestion. », L'Harmattan, Paris 2004. p5.

## **2. Quelques Définitions :**

### **2.1. Entreprise :**

Nous désignons sous le terme “ **Entreprise** ” toute organisation humaine devant gérer sa raison d’être et/ou sa pérennité au travers des objectifs cités ci-après : sécurité, développement, rentabilité. Pour atteindre l'un de ses buts, il faut nécessairement prendre des décisions concernant la vie de l'entreprise. Par voie de conséquence, cette organisation humaine est dotée d’un centre de décision.

### **2.2. Décideur**

Dans l’organisation ainsi définie, le décideur peut être le responsable de cette organisation ou le responsable d’une fonction de cette organisation. Nous associons le terme “**Décideur**” et la responsabilité vis à vis de la pérennité de l’organisation.<sup>(1)</sup>

### **2.3. Décision :**

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.

Selon **Lemoigne**<sup>(2)</sup> : «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... etc.".

Selon **Mintzberg**<sup>(3)</sup> : 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". Le but d'une décision est de résoudre un problème qui se pose à l'organisation ou à 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).

## **3. Typologie de décision :**

### **3.1. Approche selon l'échéance des décisions :**

**A - Décisions à court terme** : les caractéristiques principales des décisions à court terme (de 1 mois à 1 an) :

- la rapidité de la prise de décision,
- les effets de la décision se font sentir rapidement mais ils sont peu durables,
- les mesures correctives peuvent intervenir rapidement,

---

<sup>(1)</sup> Zafack Takadong Thibaut « Système Interactif d'Aide à la Décision », mémoire de fin d'étude, université de Yaounde I, 2005.

<sup>(2)</sup> LEMOIGNE J. L. "Les systèmes de décision dans les organisations", PUF, 1974.

<sup>(3)</sup> MINTZBERG H. "Structure et dynamique des organisations", Editions d'organisation, 1982.

- la décision à court terme n'a d'effets que pour une période.

Ex. : l'adaptation d'un planning de production, le recours aux heures supplémentaires...

**B - Décisions à long terme :** Les caractéristiques principales des décisions à long terme (de 1 an à 5 ans) :

- les effets se manifestent sur plusieurs exercices et parfois commencent à se faire sentir avec un délai assez long,
- les actions correctives sont difficiles, lentes, coûteuses ; la réversibilité de la décision est parfois impossible,
- la préparation de ces décisions est relativement longue.

Ex. : une décision d'investissement (production, aspect technologique, lancement d'un produit nouveau)...

### **3.2. Approche selon l'objet de la décision :**

Igor ANSOFF propose une classification des décisions prises dans les entreprises qui peut être présenté comme suit : <sup>(1)</sup>

- **Les décisions stratégiques :** Ce sont celles qui relèvent des relations entre l'entreprise dans son ensemble et son milieu environnant. Il s'agit de choisir l'axe *production-marché* qui sera suivi.

- **Les décisions administratives :** elles sont nécessaires pour la gestion du « capital » dont dispose l'entreprise. Il s'agit d'acquérir, structurer, organiser et développer les ressources disponibles afin d'obtenir le résultat souhaité.

Les principales décisions administratives concernent notamment :

- Les circuits d'autorité et de responsabilité,
- L'emplacement des unités de production et de vente,
- Les transformations du système de répartition du travail,
- Les équipements, le personnel, les achats de matières premières... etc

Ces décisions présentent généralement trois caractéristiques spécifiques :

1)- Elles sont déclenchées soit par des problèmes stratégiques, soit par des problèmes courants.

2)-Elles mettent souvent en conflit les objectifs de l'organisation et ceux de l'individu.

3)- Elles impliquent une liaison étroite entre les variables économiques et les aspects sociaux.

- **Les décisions opérationnelles :** ce sont celles qu'on rencontre couramment, presque quotidiennement. Elles concernent l'utilisation combinée des ressources de l'entreprise.

Les décisions opérationnelles visent notamment :

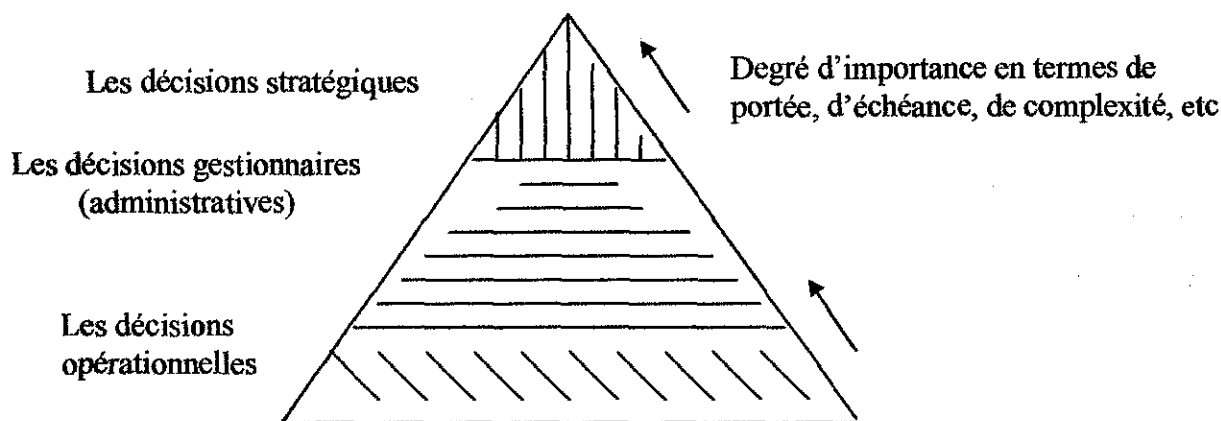
---

<sup>(1)</sup> Pierre Lemaitre « la décision », les éditions d'organisation, Paris 1981.

- Les matériaux de production,
- Les quantités fabriquées,
- Les tactiques de vente,
- Le contrôle qualité...

Ce sont généralement des décisions fréquemment nécessaires, qui peuvent être prise à un niveau assez décentralisé.

**Figure 1.1 : Typologie de décision de Igor Ansoff**



Source : Marcel Laflamme « Le management : approche systémique. » Geatan Morin éditeur.

### **2.3. Approche selon l'incidence de la décision :**

Il existe un degré de généralité de la décision. Il s'agit de l'étendue des effets produits par la décision prise.

• Il existe 3 types de décisions :

- **décision à portée générale** : les décisions ont des conséquences pour tous les services et personnes dans l'entreprise ; ex. : la modification des horaires de travail, l'informatisation de l'entreprise... ;
- **décision à portée intermédiaire** : les décisions ont des répercussions sur certains services ayant la même fonction ; ex. : le lancement d'un nouveau produit... ;
- **décision à portée restreinte** : les décisions n'affectent qu'un seul organe dans l'entreprise ; ex. : la répartition des tâches à l'intérieur du service comptabilité et gestion...

Plus les décisions ont une incidence large, plus leurs effets se manifestent à long terme et plus leurs effets sont difficiles à remettre en cause.

#### **2.4. Approche selon la nature des variables de décision :**

La nature des variables de décision peut être soit qualitative, soit quantitative. Et, les variables peuvent être peu nombreuses ou abondantes.

- **Les décisions programmables** : ce sont des décisions faciles à prendre qui portent sur des variables quantitatives et peu nombreuses, car il est facile de formaliser la décision par l'élaboration d'un algorithme.

- **Les décisions non programmables** : ce sont des décisions difficiles à prendre pour lesquelles les variables sont qualitatives et nombreuses. Il est difficile de les inclure dans un modèle mathématique. En général, il n'est pas possible de standardiser un processus de décision ; leur nature est forcément heuristique.

#### **2.5. Approche selon le nombre et la nature des critères de décision :**

Il est possible de mettre en évidence 2 types de décision :

- **Les décisions uni critère** : elles sont caractérisées par un seul critère de décision. Le critère est souvent quantitatif. Beaucoup de décisions sont uni critères.

- **Les décisions multicritères** : Ce sont les plus courantes. Elles sont caractérisées par plusieurs critères de décisions. Il y a une certaine complexité de la décision à prendre : il faut faire une évaluation en fonction de chaque critère, classer les critères les uns par rapport aux autres, dégager la solution qui satisfait le mieux au critère prioritaire. Cela conduit à utiliser les notions d'ordre ; sans hiérarchisation de ces critères, il est impossible de prendre une décision.

#### **2.6. Typologie selon le degré de répétition : (H. Simon)**

Simon distingue ainsi les décisions programmées ou non, les décisions programmées sont des décisions décomposables en éléments analysables selon un processus algorithmique ; ce sont généralement des décisions structurées (il existe une méthode de résolution) et répétitives (le même processus de décision se répète dans le temps) , le critère retenu est donc celui du caractère prévu de la procédure de décision. Le tableau suivant récapitule cette typologie. <sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Christian MOREL « La question de la décision et de l'information dans l'entreprise », Mars 2006.

**Tableau 1.2 : Tableau de typologie de décision de Simon**

Types de décisions	Techniques de prises de décisions	
	Traditionnelles	Nouvelles
<b>Programmées (Décisions répétitives)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Habitude</b></li> <li>2. <b>Procédures standards</b></li> <li>3. <b>Structure d'organisation :</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) <b>Attentes communes</b></li> <li>b) <b>Systèmes de buts secondaires</b></li> <li>c) <b>Canaux d'informations formels</b></li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Recherche opérationnelle. Analyse mathématique. Modèles. Simulation.</b></li> <li>2. <b>Ordinateur.</b></li> </ol>
<b>Non programmées (Décisions nouvelles, mal structurées ou d'importance)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Jugement, intuition, créativité</b></li> <li>2. <b>Règles empiriques</b></li> <li>3. <b>Sélection et entraînement des responsables</b></li> </ol>	<b>Techniques heuristiques</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Formation des décideurs</b></li> <li>2. <b>Programmes heuristiques d'ordinateurs.</b></li> </ol>

Source: Herbert SIMON « *The New Science of Management Decision* », Harper & Row, 1980.

### 2.7. Typologie selon le contexte de choix : (M. Porter)

M. Porter distingue les décisions délibérées et les décisions émergentes car il oppose :

\_ **Les décisions plutôt choisies** par l'entreprise en fonction de ses objectifs, de ses activités ;

\_ **Aux décisions plutôt imposées** par des contraintes ; des concurrents qui canalisent, contraignent alors les actions de l'entreprise.

Le critère retenu est donc les degrés de liberté de choix du décideur.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Jean-luc CHARRON et Sabine SEPARI. « Organisation et gestion de l'entreprise ». DUNON.2005.

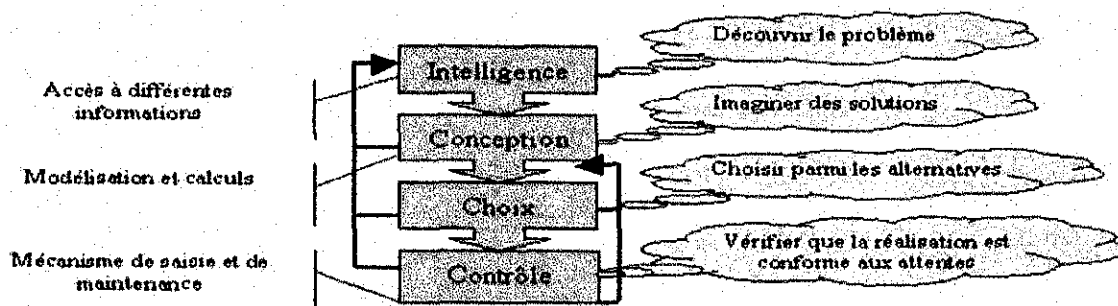


#### 4. Les mécanismes de la décision :

La décision ne se résume pas à un simple choix à faire entre plusieurs alternatives. H. Simon décrit un processus itératif dans le modèle I.D.C.( Intelligence Design choice) (I.M.C.)<sup>(1)</sup> qui découpe la décision en trois phases pour :

- Identifier dans l'environnement les facteurs que l'on considère sensibles.
- Organiser et modéliser les informations que le décideur a retenues de façon à disposer des solutions possibles pour résoudre son problème.
- Permettre au décideur de faire un choix parmi les solutions établies ou encore de faire une itération sur l'une des phases précédentes. En effet, s'il n'a pas trouvé de solution satisfaisante après ces trois phases, on peut ajouter une phase de contrôle (feedback) qui peut être mise en œuvre avant (à travers des simulations) ou après l'application de la décision.

Figure 1.2 : le modèle IDC



Ce modèle a été critiqué et jugé incomplet : en effet, l'intérêt accordé aux phases de découverte, de formulation et d'apprentissage est insuffisant, ce modèle ne prend pas en compte l'aspect psychologique limitant la rationalité tels que les aspects affectifs ou émotionnels. Ces critiques ont donné lieu à plusieurs autres modèles.

#### 5. les concepts de base du processus de décision :

Avant de prendre une décision on observe en général tous les faits et on pondère les différents éléments du problème dont on suppose qu'il a été clairement défini et qu'un ensemble d'alternatives satisfaisant a été préparé pour étudier la façon dont le choix entre ces alternatives est fait le plus objectivement possible.<sup>(2)</sup>

Parmi les variables (éléments) à considérer, on distingue les alternatives, les états de la nature (événements) et les résultats.

<sup>(1)</sup> « Intelligence économique et décision » [http://strategie.free.fr/archives/textes/ie/archives\\_ie\\_15.htm](http://strategie.free.fr/archives/textes/ie/archives_ie_15.htm).

<sup>(2)</sup> Cremer, J.Doutriaux « Principes d'économie managériale ».Ed Graetan Morin , 1980 , p34.

**5.1. Les alternatives :** Ce sont les décisions ou actions qui sont sous le contrôle du décideur. Pour qu'un choix existe, il faudrait qu'il y ait au moins deux alternatives possibles. Ces alternatives prennent généralement l'une des deux formes suivantes.

- Un ensemble discret d'actions possibles satisfaisantes, l'objectif du manager, différent quand à leur nature, forme et configuration comme par exemple les différents choix stratégiques de l'entreprise en cours de croissance : augmentation de la capacité de production , diversification...

- Un ensemble de valeurs dimensionnelles, le niveau, la valeur d'une variable : détermination du nombre de pièces à fabriquer, détermination du nombre optimal d'ouvriers à embaucher...

### **5.2. Les états de la nature (événements)**

Ce sont des variables qui influencent la décision mais qui sont plus ou moins sous le contrôle du décideur. Dans un problème de décision donné, il y peut y avoir une ou plusieurs variables représentant des états importants de la nature.

Les évènements sont en générale incontrôlables ; aussi , l'un des problèmes de la prise de la décision consiste à les prévoir et à les évaluer.

### **5.3. Le résultat**

Le résultat d'une décision est la conséquence de la réalisation d'un évènement lorsqu'on a choisi une des alternatives. Il y a donc un résultat particulier pour chaque combinaison évènement/ alternative.

Le résultat peut être exprimé sous forme quantitative : profit, coût, volume de production ; ou sous forme descriptive. Ce résultat peut être clair et facile à formuler ; mais il peut ne pas l'être et sa détermination est plus ou moins complexe et exige beaucoup de calcul. une décision est un choix qui porte, soit sur la détermination des objectifs, soit sur la détermination d'une position par rapport à un problème posé à l'entreprise, soit sur la mise en œuvre des ressources de l'entreprise :

- modification de la combinaison interne des ressources ;
- recherche et acquisition de nouvelles ressources ;
- détermination d'un certain nombre de ressources ;
- détermination d'un certain nombre d'objectifs ;
- définition d'une prise de position par rapport à un problème posé à l'entreprise.

La décision est un acte de direction pris, soit par la direction générale, soit par les personnes auxquelles le pouvoir de décision a été délégué.

A l'heure actuelle, la décision a de plus en plus un caractère collectif. Cependant, la décision est toujours prise par une seule personne.

L'entreprise possède un véritable système de décision. Le système de décision est étroitement lié au système d'information de l'entreprise. Dans ce système, on ne fait que traiter des informations fournies par le système d'information (la qualité des décisions dépend de la qualité des informations).<sup>(1)</sup>

## **6. Analyse du processus de décision :**

### **6.1. Selon le modèle mathématique :**

#### **A - Caractéristiques**

- 1- Identification des variables à prendre en compte (celles sur lesquelles on peut agir) ;
- 2- Mettre en évidence les relations entre les variables (mise en équation) ;
- 3- Identification des critères de décision puis formulation de la fonction à optimiser ;
- 4- Procédure de résolution du problème ou recherche de solutions alternatives.  
(ex. : les modèle de programmation linéaire...)

#### **B - Types de modèles mathématiques**

2 grands types de modèles mathématiques :

- Modèles déterministes : univers certain lorsque tous les éléments du problème à traiter sont connus avec certitude et ne sont pas soumis à des aléas (ex. : la gestion des stocks en avenir certain, le modèle de Wilson... ) ;
- Modèles aléatoires : modèles dans lesquels certains éléments ne sont pas connus de façon certaine mais peuvent être estimés avec une certaine probabilité de réalisation (ex. : lois de probabilités). Il y a une pluralité de situations envisageables.

#### **C - Domaines d'application du modèle mathématique :**

- Pour certains problèmes d'exploitation, les domaines d'application peuvent être :
  - la détermination d'un programme de production, 'approvisionnement ;
  - l'ordonnancement de la production, de la réalisation de certains investissements.
- Les décisions stratégiques ne permettent pas l'utilisation de modèles mathématiques. En général, dans les choix stratégiques, il y a beaucoup de variable à prendre en compte. Enfin, dans les choix stratégiques, il y a plusieurs critères d'évaluation.

---

<sup>(1)</sup>K. Boutaleb « Théories de la décision, éléments de cours ».OPU Ben-Aknoun Alger, 2006, p 28.

- Les modèles mathématiques relèvent d'un organe unique de décision alors que les organes uniques font appel à une pluralité d'organes de décision.

Les méthodes d'analyse multicritère donnent des réponses mais celles-ci ne sont pas forcément optimales.

## **6.2. Analyse du processus de décision selon le modèle sociologique <sup>(1)</sup>:**

3 sociologues ont analysé le processus de décision :

- Simon sur la rationalité limitée,
- Cyert,
- March.

### **A- Les objectifs des intervenants :**

**Objectifs organisationnels :** Les objectifs organisationnels correspondent aux objectifs de l'institution, de l'entreprise ; c'est-à-dire aux objectifs généraux et permanents de l'entreprise pour une période relativement longue, qui visent à assurer la pérennité et le développement de l'entreprise.

### **Objectifs fonctionnels :**

- Les différentes fonctions de l'entreprise ont des objectifs spécifiques, c'est-à-dire propres à chacune des fonctions (direction financière : rentabilité ; direction commerciale : parts de marchés en fonction de la satisfaction du client ; direction technique : qualité des produits).

• Le problème réside dans la domination de certaines fonctions par rapport à d'autres. Il peut y avoir des fonctions hypertrophiées et des fonctions délaissées. Les fonctions qui dominent les autres vont tendre à faire prévaloir leurs propres objectifs par rapport aux objectifs des autres fonctions, voir aux objectifs de l'entreprise : c'est le déviationnisme fonctionnel. Cela peut provenir du rapport de force, de l'ancienneté, de la culture de l'entreprise...

Il faut rééquilibrer les différentes fonctions dans le processus de décision, on parle de la transfonctionnalité des décisions, c'est l'intervention des différentes fonctions dans la prise de décision.

---

<sup>(1)</sup> [http://bestofcompta.free.fr/OGE/La\\_decision\\_dans\\_l\\_entreprise.htm](http://bestofcompta.free.fr/OGE/La_decision_dans_l_entreprise.htm)

***Objectifs personnels :***

- Les objectifs personnels regroupent les objectifs des différents membres de l'entreprise pris individuellement ou collectivement. Ces objectifs peuvent entrer en contradiction avec les objectifs généraux de l'entreprise.
- Cette contradiction peut engendrer une déformation, voir une rétention d'informations. Elle peut même conduire à la création d'un réseau d'influence. Pour résoudre ce genre de problème, plusieurs orientations sont possibles :
  - la première orientation est de chercher à intégrer les objectifs généraux et ceux des individus en les rendant compatibles et complémentaires. La direction peut alors mettre en place une décentralisation des décisions, une DPPO, des centres autonomes de profit...
  - la deuxième orientation consiste à éviter le déviationnisme fonctionnel en affectant aux postes de responsabilités des personnes qui ont une formation générale. Il s'agit de mettre en place des structures par projet, ou des structures divisionnelles (par produits), ou des procédures d'évaluation coûts-efficacité pour chaque organe de l'entreprise.

**6.3. Analyse du processus de décision selon le modèle systémique :**

Dans tout système (de décision ou de pilotage, d'information, physico-financier, de régulation...) il y a 3 types d'organes :

- organe d'entrée,
- organe d'élaboration des décisions : transformations effectives par le système,
- organe de commande : sorties.

**A - Les variables d'entrée du système de décision**

Les variables d'entrée proviennent du système d'information de l'entreprise. L'analyse des variables d'entrée permet d'en distinguer 3 types :

- 1- Les variables stratégiques proviennent du système de régulation par anticipation. Leurs données sont fondées sur l'étude prévisionnelle de l'environnement et de l'évolution de l'environnement de l'entreprise.
- 2- Les variables tactiques de gestion proviennent du système de régulation par alerte qui fait apparaître un mauvais fonctionnement interne de l'entreprise.

- 3- Les variables opérationnelles ; leur nature est opérationnelle, c'est-à-dire qu'elle concerne l'exploitation et conduit à une décision d'exploitation ou opérationnelle. Ces variables proviennent du système de régulation par erreur.

**B - Le rôle du centre de décision :**

Le centre de décision peut intervenir dans 2 cas :

- en cas d'inadéquation des solutions lorsque le système physico-financier n'arrive pas à réaliser ses objectifs, sans que ces objectifs soient remis en cause ;
- en cas d'inadéquation des objectifs par rapport aux objectifs et par rapport aux possibilités offertes par l'environnement (ex. : la non réalisation de ventes d'un nouveau produit).

Le rôle principal du centre de décision est d'établir un modèle explicatif du phénomène étudié. Il permet d'identifier les variables et de déterminer les relations entre ces variables.

Si la capacité de production est suffisante, on pourra déterminer la meilleure allocation possible des ressources qu'elle s'est fixée.

Si la capacité est insuffisante, la direction pourra identifier les goulots d'étranglement (facteurs qui empêchent la production d'être optimale). A partir de là, l'entreprise pourra prendre les décisions adaptées.

Les modèles mis au point pour résoudre les problèmes opérationnels peuvent éclairer sur des décisions stratégiques ou tactiques à prendre.

**6.4. L'analyse du processus de décision selon le modèle informatique :**

• Le processus de décision est assimilable à un ordinateur. Il regroupe 3 éléments principaux :

1- La mémoire est l'ensemble des informations disponibles, stockées.

2- Les programmes sont les traitements effectués sur des informations disponibles en mémoire pour arriver à des décisions, à des résultats :

- Traitements algorithmiques : suite d'opérations élémentaires conduisant par étapes successives et itératives à la solution du problème.

Les décisions d'exploitation peuvent presque toutes faire l'objet d'applications algorithmiques (ex. : problème d'approvisionnement de la production).

Pour certains problèmes de gestion, il n'existe pas d'algorithme de résolution.

3- L'unité centrale est composée de(s) organe(s) de traitement de l'information c'est-à-dire des décideurs de l'entreprise. Le traitement sera efficace en fonction de la capacité de traitement de l'organe, en fonction de la qualité de l'information disponible et en fonction de la qualité des programmes disponibles.

• L'intérêt de l'approche informatique est de permettre d'identifier les 2 conditions pour prendre une décision de qualité :

- avoir des informations disponibles de qualité ;
- connaître le degré de compétence du décideur.

• Situations dans lesquelles une décision peut être inadaptée :

- lorsque les informations disponibles sont mauvaises : elles sont soit erronées, soit incomplètes ;
- lorsque le processus de traitement choisi ne convient pas (ex. : choix à faire entre plusieurs investissements en prenant comme critère unique la rentabilité sans incorporer le risque) ;
- lorsque le programme choisi est mal exécuté (ex. : on a trouvé un défaut sur un produit de l'entreprise, on le modifie sans le préciser au service du marketing ; dans ce cas, le processus a omis de consulter le service marketing pour prendre la décision) ;
- lorsqu'il n'existe pas de programmes disponibles : dans ce cas, on a recours à une approche heuristique (ex. : lancement d'un produit nouveau).

## **7. L'information et la prise de décision dans l'entreprise :**

Une entreprise ne pourra survivre que si elle dispose d'un ensemble d'informations suffisantes (information disponible, pertinente, fiable, précise et récente) pour pouvoir agir avec efficacité c'est à dire prendre les bonnes décisions au bon moment.

### **7.1. Définition de l'information :**

L'information est tout ce qui est susceptible d'augmenter le degré de connaissance d'un phénomène et donc de diminuer l'incertitude. <sup>(1)</sup>

On peut définir aussi l'information comme étant un « élément de connaissance susceptible d'être codé pour être conservé, traité ou communiqué » <sup>(2)</sup>

---

<sup>(1)</sup> [http://www.cultureco.com/blog/blog/bts-immobilier/economie d'entreprise/l'information et la prise de décision.](http://www.cultureco.com/blog/blog/bts-immobilier/economie%20d'entreprise/l'information%20et%20la%20prise%20de%20decision)

<sup>(2)</sup> Le petit Larousse illustré, 1996.

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

Cette information remplit certains rôles et doit posséder certaines qualités.

Son rôle est de :

- Faciliter la prise de décision (diminue le risque et l'incertitude).
- Instrument de liaison avec l'environnement (communication avec les clients, fournisseurs...).
- Facteur de motivation des salariés.
- Facteur d'efficacité avec le quotidien de l'entreprise (ex : traitement des commandes).

Sa Qualité :

- Pertinente (utile à la prise de décision).
- Disponible rapidement (développement des réseaux informatiques avec Internet).
- Fiable (conforme à la réalité donc mise à jour).

Les sources d'information sont pour une entreprise de deux ordres, on distingue les sources internes et externes. Elles peuvent être formalisées ou informelles :

- **Les sources internes** : Ce sont toutes les informations qui sont publiées au sein de l'entreprise comme les comptes rendus de mission et les rapports.

- **Les sources externes** : Elles peuvent être formalisées, comme les études, les actes de colloques, les brevets, les ouvrages, les films industriels, les reportages de radiotélévisions, les catalogues techniques des produits, les rapports d'activité. Ces sources peuvent également être formelles, résultat de discussions, d'indiscrétions.

## **7.2. Le rôle de l'information pour la prise de décision :**

L'information joue un triple rôle dans une entreprise :

- **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, par ce que cette collecte d'information 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.
- **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 de l'information transmise en interne voire



une transmission incomplète de l'information 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.

• **Dans le suivi des conséquences de la prise de décision :** enfin, la collecte d'information 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...).

Comme nous le voyons, disposer d'informations est vital pour l'entreprise, mais ceci ne se limite pas à la mise en place d'un système de collecte d'information, encore faut-il que l'entreprise soit en mesure d'exploiter correctement les informations ainsi disponibles. Ceci passe par la mise en place d'un véritable système d'information.<sup>(1)</sup>

### **8. La prise en compte du rôle du temps lors du processus de décision :**

En prenant en compte le temps, on est aussi amené à considérer le décideur dans son *individualité*. Trois dimensions le caractérisent alors :

- Le décideur est à la fois « créateur » de sa décision,
- « acteur »
- et enfin « porteur et réceptacle (carrier) ».

En fait, c'est surtout ce dernier aspect qui nous intéresse car il souligne l'**effet mémoire** qui signifie que l'individu n'est pas dépourvu de toutes connaissances, valeurs, préjugés... Cette mémoire rassemble un ensemble d'éléments irréversibles ayant des conséquences sur le processus de décision puisqu'ils vont influencer sur la façon qu'a le décideur d'appréhender le problème.

Parallèlement à la prise en considération du rôle du temps, la littérature prend en compte les **interactions** qui existent entre les différentes décisions et entre les différents problèmes. En conséquence, c'est un *réseau complexe de problèmes* qui doit être étudié et non pas un problème considéré isolément.<sup>(2)</sup>

---

<sup>(1)</sup> <http://www.economie-gestion.fr/ecoent/cours/partie2.htm>.

<sup>(2)</sup> Anne GRATACAP « CHANGEMENT ORGANISATIONNEL ET PROCESSUS DE DECISION : POUR UNE DEFINITION ET UNE OPERATIONNALISATION DU CONCEPT D'IRREVERSIBILITE EN MANAGEMENT STRATEGIQUE » Université Paris I Panthéon - Sorbonne, 2006.

## **Conclusion**

Une des caractéristiques de l'évolution des "Théories de la Décision" est l'inclusion de l'étude du processus d'aide à la décision dans leur champ d'investigation.

Les évolutions du concept de décision sont révélatrices d'un certain nombre d'évolutions dans la manière d'appréhender le processus de la prise de décision :

- La décision n'est plus un acte unique et constant fondé sur la recherche du profit mais repose sur un ensemble successif de décisions de moindre portée.
- La décision n'est plus fondée sur la recherche d'un seul objectif mais intègre un nombre plus important de variables.
- La décision intervient dans un contexte plus aléatoire dans le sens où la manière d'atteindre l'objectif poursuivi peut passer par différents types d'actions.

Ces évolutions sont compréhensibles car elles ne font que souligner les mutations du système productif : l'environnement de l'entreprise est devenu plus complexe, plus incertain aussi et la prise de décision ne repose plus sur un seul individu mais peut être partagée entre un nombre élevé d'acteurs agissant au sein de l'entreprise.

Cette multiplication du nombre de décideurs reflète par ailleurs la diversité des décisions qui doivent être prises dans une entreprise. <sup>(1)</sup>

Dans cette partie introductive nous avons essayé d'abord de présenter l'évolution historique de la Théorie de la Décision ainsi que le processus de décision dans l'organisation.

La seconde partie sera consacrée pour les outils d'aide à la décision utilisés.

---

<sup>(1)</sup> <http://geronim.free.fr/ecoent/cours/decision.htm>.

**PARTIE 02 :**  
**LES OUTILS D'AIDE A LA DÉCISION**

## **Introduction**

La décision, nous le savons certainement tous est un choix qui s'opère dans un domaine quel qu'il soit et dont le but est d'apporter une solution à un problème.

Dans les entreprises, les décisions sont prises assez régulièrement et on ne sait pas sur quelles bases, à partir de quels éléments les décisions ont été prises.

Rappelons que les outils d'aide à la décision permettent au «décideur» de tester plusieurs propositions ou choix possibles pouvant résoudre le problème concerné. Ainsi, les outils d'aide à la décision à mettre en place dépendent des différents paramètres et de la nature du problème à résoudre.

Des outils d'aide à la décision plus ou moins sophistiqués existent ( programmation linéaire, méthodes de prévision des ventes, tableau de bord, etc....) mais on n'oubliera pas que toutes les variables de gestion ne peuvent être mises en équation dans la mesure où le processus de prise de décision obéit largement à des considérations très subjectives et est souvent le résultat des luttes d'influence dans l'entreprise.

Ils sont de nature mathématique, statistique ou informatique.<sup>(1)</sup>

- Les outils mathématiques ou statistiques d'aide à la décision :
  - utilisation des méthodes de résolution d'ordonnancement : MPM, PERT, graphique de Gantt ;
  - mise en place de la théorie des graphes, gestion des flux (algorithme de Ford Fulkerson) ;
  - recours aux méthodes statistiques (espérance mathématique et écart type) ;
  - programmation linéaire ;
  - méthodes d'actualisation ;
  - le traitement des problèmes de flux ;
  - la gestion des files d'attente ;
  - méthodes multicritères : matrice des résultats, arbre de décision, table de décision, espérance mathématique, méthode de la théorie des jeux, l'ajustement...
- Les outils informatiques d'aide à la décision :
  - Tableurs pour les simulations couplés ou non à des bases de données (EXCEL )

Ces techniques d'outils d'aide à la décision dont les plus importants, peuvent être classées par catégories comme suit :

- l'aide à la décision en univers certain,
- l'aide à la décision en univers incertain,
- l'aide à la décision en univers aléatoire

---

<sup>(1)</sup> « MÉTHODES MULTICRITÈRES DE DÉCISION /FONDEMENTS DE L'ANALYSE MULTICRITÈRE. »Département Opérations et systèmes de décision (OSD) cours de Faculté des sciences de l'administration Session d'automne 2006 .UNIVERSITÉ LAVAL.

- et enfin, l'aide à la décision en univers conflictuel.

Nous distinguerons donc dans un premier temps, «l'aide à la décision en univers incertain» : dans ce cas, le décideur a une idée précise sur les événements à venir et ainsi, anticipe les conséquences relatives à la décision prise ou à prendre.

Les outils d'aide à la décision les mieux adaptés en «univers certain» sont entre autre, les «techniques d'actualisation» qui permettent de déterminer la rentabilité économique d'un investissement ou d'un projet ; la «programmation linéaire» qui permet d'évaluer le coût minimal et la rentabilité maximum du projet ; et le «réseau PERT» qui, permet de réduire les coûts et les délais d'un projet.

Deuxièmement, «l'aide à la décision en univers incertain» : ici, le décideur a une connaissance des éventualités possibles concernant la décision à prendre, mais il n'est pas suffisamment informé pour les prévoir et anticiper les risques. Il faudra dans ce cas miser sur l'objectivité et la prudence du décideur afin d'éviter toute perte de gain et par conséquent, s'appuyer sur la théorie dite «théorie des jeux».

Quant à la troisième catégorie d'outils d'aide à la décision, «l'aide à la décision en univers aléatoire», les techniques utilisées sont la «technique des arbres de décisions» qui permet d'analyser les conséquences d'une série de décisions dans l'entreprise ; le «calcul statistique» et le «calcul des probabilités» (variance, espérance mathématique...) qui, après leur analyse, guident le décideur dans son choix.<sup>(1)</sup>

Dans cette partie, il convient donc de dresser dans un premier temps les modes de représentation des problèmes décisionnels puis d'exposer, dans un second temps, les principaux outils d'aide à la décision les plus utilisés.

---

<sup>(1)</sup> <http://www.aquadesign.be/news/article-4431.php>.

## **Chapitre 01**

# **Les modes de représentation du problème décisionnel.**

### **Sommaire**

---

1. Introduction
  2. Les modes de représentation des problèmes
    - 2.1 La matrice de décision
    - 2.2 L'arbre de décision.
-

**1. Introduction :**

***Quel est le 'juste' rôle des modèles dans le processus de décision ?*** le rôle des modèles au sein du processus de décision ne doit pas être mécompris.

En l'absence de modèles, une décision serait prise sans avoir la moindre idée (qualitative ou quantitative) de ces effets : le modèle permet donc bien **éclairer** la prise de décision.

C'est son principal mérite. Il permet néanmoins aussi de faire discuter les parties prenantes autour des politiques envisagées, de leur faire prendre conscience des enjeux de ces politiques et de la complexité des interactions.

Un modèle constitue une représentation simplifiée d'un système, élaborée en vue d'un certain objectif (prévision, compréhension, manipulation, etc.). Il existe évidemment de nombreuses formes de représentation : graphique (une carte routière, un diagramme), analogique (une maquette), linguistique, mathématique.

Les représentations mathématiques sont les plus fréquentes dans le domaine scientifique et technologique, les modes graphiques (arbre de décision) peuvent eux aussi jouer un rôle non négligeable dans certains domaines d'application : en témoigne le développement des systèmes d'informatique.

**2. Les modes de représentation des problèmes :**

- La matrice de décision
- L'arbre de décision

Dans les deux cas, il s'agit d'un mode de représentation graphique des données d'un problème. Cette présentation permet de mieux saisir la globalité d'un problème en retrouvant tous les éléments qui le composent. Par conséquent, l'exercice de mémoire requis est moins grand, permettant ainsi au décideur de se pencher sur le fond du problème.

**2.1. La matrice de décision :**

La matrice de décision consiste en un tableau composé de "x" lignes et "y" colonnes. Il représente un ensemble d'éléments. On le présente comme suit:

$$M = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1y} \\ a_{21} & \dots & \dots & a_{2y} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{x1} & \dots & \dots & a_{xy} \end{bmatrix}$$

Exemple:

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 & 1 & 0 \\ -1 & 2 & 1 & -4 \\ 2 & 1 & 1 & 3 \end{bmatrix} \text{ est une matrice de format } 3 \times 4$$

**2.2. L'arbre de décision :**

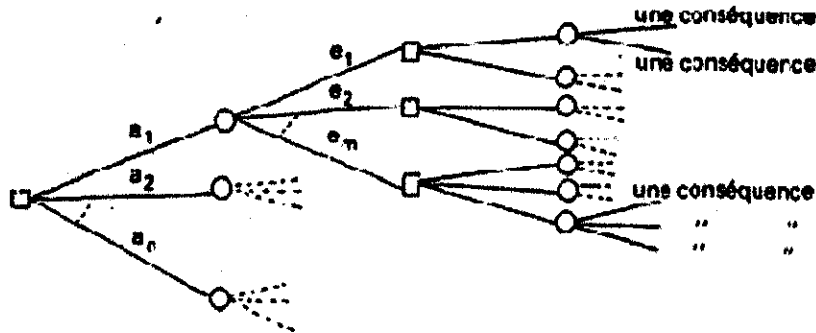
Le vécu nous a tous démontré que lorsque nous prenons une "décision" il s'en suit une série de conséquences résultant de cette dernière. Une décision n'est jamais à proprement dit finale au niveau de son influence.



Ainsi, afin d'analyser chacun des impacts lorsque l'on pose un geste (décision) ou pas, on construit un arbre de décision qui illustre la ventilation de toutes ses conséquences.<sup>(1)</sup>

Voici sa représentation graphique:

**Figure 2.1 : L'arbre de décision.**



Tel que représenté, on débute notre arbre de décision, par des carrés (  $\square$  ) qui sont appelés des nœuds de décision. De ce nœud, partent des branches (des droites) qui sont des actions possibles pour chaque décision.

Au bout de chaque branche, l'on retrouve d'autres nœuds que l'on nomme nœuds d'incertitude. On utilise ici des cercles (  $O$  ) pour les identifier. Ici aussi, pour chaque nœud d'incertitude va apparaître une nouvelle série de branches qui sont le reflet des états de la nature qui nous conduisent à d'autres nœuds de décision, à d'autres nœuds d'incertitude et finalement à une suite de conséquences. Ainsi, pour chaque action  $a$ , jusqu'à  $a_n$ , nous retrouvons plusieurs conséquences pouvant survenir. Il est à noter que l'ensemble des composantes d'un arbre de décision peuvent se concrétiser à tour de rôle, à un moment donné dans le temps.

Dans son application, ce mode de représentation des problèmes est utilisé en planification financière car il s'adapte à plusieurs de ses aspects. Pour en faciliter le suivi d'une branche à l'autre, le décideur peut inscrire sous chacune des branches les résultats obtenus, c'est-à-dire les gains ou les pertes résultant des actions ou des états de la nature choisis.

Nous concluons sur les arbres de décision en mentionnant qu'il y a aujourd'hui des méthodes interactives pour en faire l'analyse.

<sup>(1)</sup> Martel, J.M. Nadeau. « Probabilités en gestion et en économie ». Gaëtan Morin éditeur, 1980. p. 127..

Grâce à l'informatique, nous pouvons nous procurer sur le marché des logiciels conçus expressément pour analyser avec beaucoup d'efficacité et dans des délais très courts des problèmes complexes représentés sous la forme d'arbres de décision.

On connaît les avantages de l'informatique qui nous permet entre autres la formulation du problème dans le but de se rapprocher au maximum de la réalité. D'ailleurs depuis la venue de l'informatique conjuguée à l'ensemble des théories et méthodes d'analyse de décision, en principe, il n'y a à peu près pas de raisons pour ne pas arriver à la résolution efficace d'un problème. A titre d'information, On cite le système "interactif" d'analyse des arbres de décision qui fut mis au point en 1982.<sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> MARTEL, J.M., NADEAU, R., déjà cité, p 128.

## **Chapitre 02**

### **Les modèles de décisions dans un avenir certain.**

#### **Sommaire**

---

1. Introduction.
  2. les modèles comptables.
    - 2.1. Le modèle du point mort (break-even point).
    - 2.2. Le bénéfice comptable moyen.
    - 2.3. La période de récupération (ou période de remboursement).
  3. Les modèles financiers.
    - 3.1. La valeur actuelle nette.
    - 3.2. Le taux de rendement interne (TRI).
    - 3.3. L'indice d'enrichissement ou de rentabilité.
  4. Conclusion.
-

## **1. Introduction**

Nous allons présenter quelques modèles comptables qui sont simples d'utilisation et dont l'usage est à notre avis courant.

Afin d'en faciliter la compréhension et de faire ressortir les différences qui existent entre ces modèles, nous allons travailler avec le même exemple.

L'annexe 01 nous présente le problème sélectionné auquel nous reviendrons lors de l'application de chacun des modèles. <sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Claude Morin « Le processus de prise de décision dans l'entreprise manufacturière beauceronne : Le secteur de la construction. », Thèse de doctorat, L'université de QUEBEC à CHICOUTIMI, Février 1993.

**2. Les modèles comptables :**

**2.1. Le modèle du point mort (break-even point)**

Le modèle du point mort provient de la ventilation de l'ensemble des coûts en frais fixes et frais variables d'un projet. Ces frais étant répartis de façon adéquate pour chacune des unités produites. "Le point mort est le niveau d'activité pour lequel le bénéfice est nul, c'est-à-dire le volume d'activité minimal nécessaire pour recouvrir les deux types de coût".

C'est le niveau de production auquel le revenu total est égal au coût total.

On peut utiliser le modèle du point mort dans un projet d'immobilisation, de l'addition d'un nouveau territoire de ventes, de l'embauche d'un employé, etc., il n'y a à peu près pas de limite.

Pour bien illustrer le modèle, nous allons travailler à partir des états financiers de l'exemple suivant. L'ensemble du problème est présenté à l'annexe 1 et il concerne l'entreprise "Les Vêtements Loisirs (1983)". A noter que pour les modèles comptables que nous allons traiter, telle la période de récupération, le bénéfice comptable moyen et naturellement le point mort, nous utiliserons les données du même exemple.

Nous avons besoin ici de connaître les quantités vendues chaque année qui sont, selon les informations, de 13 000 unités en 1989.

Nous devons aussi travailler avec le total des coûts soit: des frais fixes et des frais variables.

L'annexe 1 présente la ventilation de ces frais.

Par la suite, nous appliquons la formule suivante selon l'hypothèse que le coût total égale le revenu total:

$$V = FF + FV$$

Dans laquelle :

**V** : le chiffre des ventes au point mort ou le coût total

**FF** : les frais fixes

**FV** : les frais variables exprimés en pourcentage du chiffre des ventes.

$$V = FF + FV$$

$$V = \$ 114 421. + 0.51 V$$

$$V - 0.51 V = \$ 114 421.$$

$$0.49 V = \$ 114 421.$$

$$V = \$ 233 512 \text{ de ventes pour atteindre le point mort.}$$

Si nous voulons trouver le nombre d'unités Q qui doivent être vendues, nous utilisons la formule suivante:

$$Q = \frac{F}{P - V}$$

-----  
 prix de vente par unité - frais variables par unité

$$Q = \frac{\$ 114\,421.}{\$ 25.00 - \$ 12.67} = \frac{\$ 114\,421.}{\$ 12.33} = 9\,279 \text{ unités à vendre pour atteindre le point mort.}$$

Si l'on faisait le même calcul pour 1990 et 1991, nous obtiendrions les résultats suivants:

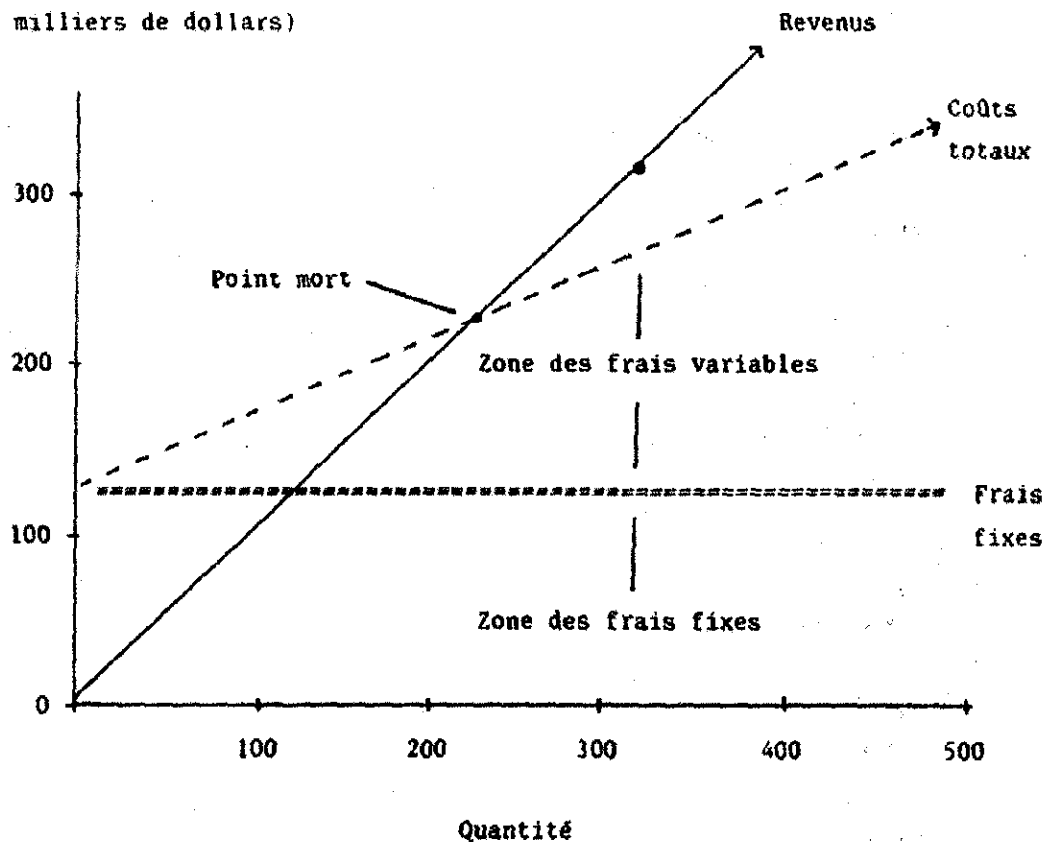
**Tableau 2.1 : Tableau de résultat**

	1990	1991
<b>Point mort(V)</b>	221408	255724
<b>Nombre d'unités (Q)</b>	8915	10156

Nous pouvons, par la suite, faire une représentation graphique du point mort en travaillant avec un graphique.

**Figure 2.2 : la représentation graphique de point mort**

(en milliers de dollars)



Le produit d'exploitation est de : \$ 325 000.  
 Les charges d'exploitation sont de : \$ 279 171.

Le point mort (V) est situé à \$ 233 512., c'est-à-dire que l'entreprise atteint son seuil de rentabilité à ce niveau de ventes.

En faisant un survol, voici quelques lacunes que nous pouvons facilement déceler<sup>(1)</sup> :

- En premier lieu, nous partons du vécu pour aller chercher nos informations sur le volume des ventes, la quantité d'unités produites, les coûts fixes et les coûts variables.
- Dans le cadre d'une entreprise ayant atteint sa maturité, l'ensemble de ces points va demeurer relativement constant, en principe, d'année en année.
- L'application du modèle nous procure des renseignements fiables contrairement à une entreprise en croissance dont les paramètres peuvent changer de façon considérable annuellement. Pour une entreprise en démarrage, il faut travailler avec des prévisions et les réviser régulièrement à l'intérieur d'une même année.
- En second lieu, il faut garder à l'esprit que l'on ne peut trancher radicalement sur les frais qui seront considérés fixes ou variables. Dans l'exemple de l'annexe 1, nous identifions des frais qui peuvent, selon le cas, laisser place à interprétation.
- En troisième lieu, nous avons présumé que les différents coûts, les revenus et le niveau de production étaient connus. Nous devons néanmoins demeurer alertes et retenir que leur fiabilité peut parfois être mise en doute.
- Finalement, il faut se placer dans le contexte de l'entreprise qui ne réalise qu'un seul produit à un seul prix. Dans le cas où l'on se retrouverait chez un distributeur de composants électroniques, il faudrait travailler avec un prix moyen car le prix de vente et le prix de revient varient d'un produit à l'autre.

## **2.2. Le bénéfice comptable moyen**

Ce critère est fortement contesté par les théoriciens, par contre certains comptables vont l'utiliser tout en conservant dans leur esprit que les résultats doivent être pondérés. Pour le définir, nous allons présenter la formule mathématique qui nous permet de le calculer.

On parle du ratio suivant:

$$a\% = \frac{B}{I}$$

---

<sup>(1)</sup> Claude Morin, Déjà cité

"B" indique le bénéfice net comptable généré par le projet d'investissement

"I" est l'investissement moyen dans le projet

"a" représente le pourcentage de bénéfice dégagé par l'investissement.

Ainsi, dès que nous avons trouvé "a", nous pouvons faire des comparaisons entre plusieurs projets et conserver le plus rentable.

**Exemple :**

Reprenons l'exemple de "Les Vêtements Loisirs (1983)." de l'annexe 1.

Nous posons comme hypothèse que s'il n'y avait pas eu de projet d'investissement que les ventes auraient néanmoins augmenté de 8%. Nous disons aussi que les bénéfices nets auraient aussi augmenté du même pourcentage.

Les hypothèses sont simplifiées au maximum mais facilitent la démonstration.

Alors en 1988, avant le projet, selon l'état des résultats, les bénéfices nets étaient de \$ 22 357.00.

Une augmentation de 8% pour 1989 aurait procuré des bénéfices nets de \$ 24 145.00. En réalité, après la réalisation du projet d'investissement, on se retrouve avec des bénéfices nets de \$ 38 829.00. L'écart est donc :

$$\$ 38\,829.00 - \$ 24\,145.00 = \$ 14\,684.00.$$

C'est ce montant que nous allons considérer comme bénéfice net dégagé par les investissements "B".

De son côté, l'investissement, tel qu'il apparaît au niveau de l'actif est:

- \$ 100 000.00 sur la bâtisse
- \$ 198 912.00 sur l'équipement:

-----  
Total: \$ 298 912.00.

Il nous faut diviser ce montant total par deux afin de trouver l'investissement moyen:

$$\$ 298\,912.00 \div 2 = \$ 149\,456.00 \text{ représentant "I".}$$

Nous avons maintenant les éléments nécessaires pour appliquer la formule

$$a \% = \frac{B}{I} = \frac{\$ 14\,684.00}{\$ 149\,456.00} = 0.098 = 9.8 \%$$

Ce 9.8% est notre bénéfice comptable moyen.

On distingue que "L'utilisation est fondée sur la non-prise en compte du temps, du risque et de l'inflation".



Cette courte phrase fait ressortir assez facilement les faiblesses du critère dont entre autres de ne pas tenir compte de l'actualisation.

### **2.3. La période de récupération (ou période de remboursement)**

Il s'agit d'une méthode qui est utilisée dans le cadre de projet d'investissement afin d'étudier la rentabilité de ce dernier. Son application consiste à évaluer à partir des flux monétaires, le nombre d'années qui seront requises pour couvrir l'investissement.

On retient par la suite, par exemple, entre trois projets similaires, celui qui se paiera à l'intérieur du temps que s'était fixé par le promoteur et le plus rapidement.

Il s'agit donc d'une technique qui ne tient pas compte de l'actualisation. Nous allons présenter un exemple pour démontrer son application et par la suite, nous critiquerons ce modèle.

**Exemple :** Nous reprenons notre exemple de l'entreprise "Les Vêtements Loisirs (1983)" qui apparaît à l'annexe 1 et nous posons trois hypothèses:

- l'amortissement comptable est égal à l'amortissement fiscal.
- on tient compte uniquement des investissements qui furent faits en 1989 à savoir: une bâtisse de \$ 100 000.00 un équipement de \$ 198 912.00
- le flux monétaire de 1989 est constant dans le temps.

Pour trouver le temps de récupération, nous avons besoin du montant de nos investissements que nous diviserons par la sommation des revenus générés (flux monétaires) par ces investissements jusqu'à ce que l'on aie récupéré l'investissement initial. Ces derniers nous proviennent du bénéfice comptable net annuel plus l'addition des amortissements.

Nous avons trouvé au point précédent les bénéfices comptables nets qui sont de \$ 14 684.00 et résultant du projet d'investissement "B". Les amortissements relatifs à l'investissement sont les amortissements cumulés :

\$ 55 443.00 en 1989 moins \$ 8 823.00 pour 1988 (voir l'actif) = \$ 46 620.00.  
Les flux monétaires sont: \$ 14 684.00 + \$ 46 620.00 \$ 61 304.00.

Normalement, il faut calculer le flux monétaire de chaque année du projet. Pour les fins d'illustration, nous avons émis l'hypothèse que le flux monétaire de l'année 1 se répétait dans le temps et qu'il était constant.

On applique la formule:

Période de récupération = investissements/flux monétaires

Période de récupération = \$ 298 912.00/\$ 61 304.00 = 4.9 ans

c'est-à-dire **4 ans et 10 mois** en faisant l'hypothèse que ces flux monétaires se prolongent sur plusieurs années.

Par conséquent, après cette période de temps, l'entreprise aura recouvré ses investissements. Cependant, tel que mentionné, la technique a des limites.

### ***Critique :***

Le critère du temps de récupération, tel que nous venons de l'appliquer, donne des résultats plutôt rudimentaires. Pour pallier à cette situation, il faudrait entre autres tenir compte, dans le temps, de l'étalement des flux monétaires générés qui surviennent pendant la période de récupération. Il en est de même pour ces flux monétaires, après la dite période. C'est là que l'on introduit le critère de récupération amélioré qui tient compte du coût de l'argent et qui donnerait des résultats qui sans être parfaits, seraient plus valables.

### ***Conclusion***

Tel que mentionné dans l'introduction, ces modèles sont simples d'application. Par contre, pour chacun d'eux, les limites qui les entourent soulèvent un doute sur leur efficacité respective.

Dans la vérification empirique, nous allons vérifier jusqu'où s'étend leur popularité; il sera alors plus facile de porter un jugement sur l'utilisation de ceux-ci.

Outre les modèles comptables, il existe des modèles plus conformes à la théorie. Ce sont les modèles financiers qui tiennent compte de la valeur de l'argent dans le temps.

### **3. Les modèles financiers :**

Les modèles comptables dont nous venons de faire une courte présentation sont principalement utilisés pour des projets à court terme. Cependant, lorsque nous voulons nous attaquer à des projets répartis sur une plus longue période de temps, il faut faire usage de critères supérieurs.

Nous travaillons alors avec des critères incorporant l'actualisation, c'est-à-dire, qui tiennent compte de la valeur de l'argent ainsi que des flux monétaires générés par les investissements dans le temps.

En procédant ainsi, le dirigeant peut prendre des décisions d'une manière systématique et rationnelle.

Toujours à partir de l'exemple Les Vêtements Loisirs (1983), nous présentons trois critères:

- la valeur actuelle nette (VAN),
- le taux de rendement interne (TRI)
- et l'indice d'enrichissement (IE).

**3.1. La valeur actuelle nette**

La définition de ce critère est: «La VAN nous indique le montant qu'un projet ajoute ou retranche de la valeur marchande d'une entreprise, en supposant que les fonds qui ne sont pas utilisés par le projet seront investis ailleurs au taux d'actualisation. " (1)

**Exemple :** Nous compléterons notre exemple (annexe 1) en posant par hypothèses qu'il n'y a pas d'impôt et qu'il n'y a pas de rationnement du capital afin de simplifier l'illustration de ces critères.

**Hypothèses:**

- Mise de fonds de \$ 298 912.00 (I: investissement)
- Flux monétaires générés par l'investissement \$ 60 000.00 (FM) chaque année.
- Durée utile de l'investissement : 8 ans (T)
- Taux d'actualisation : 10% (K)

La formule est la suivante:

$$VAN = \sum_{t=1}^T \frac{FN_t}{(1+K)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{I_t}{(1+K)^t} \geq 0$$

$$VAN = \sum_{t=1}^8 \frac{60\ 000}{(1.1)^t} - 298\ 912 \geq 0$$

$$VAN = 60\ 000 \cdot A \left[ \begin{array}{l} \text{---} \\ | \\ 8 \end{array} \right]_{.10} - 298\ 912 \geq 0 \text{ où } A: \text{annuité}$$

$$VAN = (60\ 000 \times 5.3349) - 298\ 912 = 9\ 21\ 182.00$$

La règle de décision étant que la VAN soit égale ou supérieure à 0, la décision serait de concrétiser le projet.

**3.2. Le taux de rendement interne**

Le TRI, est le taux d'actualisation qui fait en sorte que la valeur actualisée des entrées est égale à la valeur actualisée des sorties.

En d'autres mots : "Au lieu de trouver la VAN du projet, nous lui donnons une valeur nulle, ce qui nous permet de résoudre l'équation en fonction du taux "K".<sup>(1)</sup>

La formule devient:

$$\sum_{t=1}^T \frac{FM_t}{(1+K)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{I_t}{(1+K)^t} = 0$$

Nous connaissons par hypothèse les éléments FM, I ainsi que T. Nous pourrions alors calculer K lequel est le TRI du projet.

Le calcul nous permet de trouver que K est de 11.92%. C'est un taux qui satisferait à un investisseur car le rendement sur son investissement est supérieur au 10% qui avait été projeté par hypothèse.

La règle de décision étant de retenir les projets dont le TRI est plus élevé que le taux du coût du capital. Parmi plusieurs projets, on retiendra celui offrant le meilleur rendement.

### 3.3. L'indice d'enrichissement

De façon très concise, l'IR c'est la représentation du résultat du calcul de la VAN mais sous forme de ratio. Voici la formule:

$$IR = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{FM_t}{(1+K)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{I_t}{(1+K)^t}} \geq 1$$

Nous disposons de tous les éléments pour le calcul.

$$\text{IR} = \frac{\text{VAE (valeur actualisée des entrées)}}{\text{VAS (valeur actualisée des sorties)}} \geq 1$$

$$\text{IR} = \frac{320\ 094}{258\ 912} = 1.07$$

$$\text{IR} = 1.07$$

La règle de décision étant d'obtenir un indice d'enrichissement plus grand ou égal à 1, l'entreprise réaliserait le projet.

#### **4. Conclusion**

Les limites des présents critères d'actualisation: VAN, TRI, IR.<sup>(1)</sup>

- 1- Les 3 critères supposent un taux de réinvestissement constant des flux monétaires.
- 2- Ils ne tiennent pas compte de l'effet de leur application sur les ressources de l'entreprise proprement dit, c'est-à-dire que l'entreprise peut ne pas avoir la capacité de réaliser le projet.
- 3- Un projet, même justifié, par ces critères, n'implique pas nécessairement que l'entreprise a les liquidités requises puisque ces critères ne se réfèrent qu'à la rentabilité du projet.
- 4- Il est toujours difficile d'estimer un taux d'actualisation qui reflète le risque spécifique du projet.

Ces critères financiers représentent certaines difficultés d'application. C'est ce qui explique pourquoi ils n'obtiennent pas la faveur des néophytes. Et aussi ils n'ont pas la faveur des dirigeants malgré leurs avantages théoriques.

Enfin, dans la suite, nous abordons les modèles avec risques. Ces modèles semblent peu utilisés dans les PME. Il est cependant intéressant de les expliquer car ils sont traités par plusieurs spécialistes de renom et probablement appliqués intuitivement par les dirigeants dans les PME.

---

<sup>(1)</sup> Claude Morin, Déjà cité.

## **Chapitre 03**

### **Les modèles de décision dans un avenir incertain.**

#### **Sommaire**

---

1. Introduction
  2. le critère de la valeur espéré
  3. Les critères de décision en avenir incertain non probabilisable
    - 3.1. Les données du problème
    - 3.2. Les critères de décision en avenir indéterminé
      - 3.2.1. Le critère de Laplace-Bayes
      - 3.2.2. Le critère de Wald ou du Maximin
      - 3.2.3. Le critère de Savage ou du Minimax Regret
      - 3.2.4. Le critère de Hurwicz
  4. L'appréciation des critères de décision en avenir indéterminé
  5. Critères de décision en avenir aléatoire ou probabiliste
    - 5.1. Critère de maximisation de l'espérance mathématique
    - 5.2. Limites du critère de l'espérance mathématique
-

## **1. Introduction**

Chaque décision du chef d'entreprise peut en effet être considérée comme une stratégie et la valeur du gain qu'il sera en mesure d'en tirer dépendra de l'état futur de la nature en résultant, état futur qui lui est inconnu..

On envisage la nature comme le second joueur et les états futurs comme les stratégies de ce second joueur

Le chef d'entreprise a alors la possibilité d'utiliser, s'il le juge utile, l'un des critères de décision habituels de *la théorie de décision*.

C'est au travers de l'analyse d'un exemple chiffré que nous effectuerons la présentation de ces divers critères.



## **2. Le critère de la valeur espérée :**

Le modèle de l'utilité espérée (EU) est le modèle de décision dans l'incertain le plus répandu. En effet, outre le fait qu'il est un des premiers modèles à avoir été proposés, il vérifie de nombreuses propriétés le rendant facile à appliquer dans la pratique.

Ainsi, les critères utilisés dans le modèle des processus de décision markoviens sont des instances de EU. Grâce aux travaux précurseurs de Von Neumann, le critère de la valeur espérée est le premier modèle décisionnel à avoir été axiomatisé. Cette axiomatisation fut ensuite reformulée et simplifiée. La justification axiomatique d'un modèle décisionnel est essentielle car elle fait ressortir les propriétés du modèle et révèle quels comportements décisionnels il peut décrire.<sup>(1)</sup>

Ce critère peut aussi porter le nom de *gain espéré maximum*; c'est un critère qui possède une longue histoire dans la théorie de la décision.

Ainsi puisque nous sommes en situation de risque et qu'il se présente plusieurs avenues, le décideur qui veut assurer une saine gestion financière de l'entreprise devrait choisir l'action qui va maximiser les rendements espérés parmi l'ensemble des avenues possibles.

Dit en d'autres mots, lorsque les résultats recherchés sont des bénéfiques, la situation idéale est celle qui va optimiser les bénéfiques espérés, et à l'autre extrémité, lorsque l'on parle de coûts, l'action à prioriser sera celle qui va minimiser ceux-ci.

Voici quelques situations non exhaustives où l'on pourrait travailler avec le critère de la valeur espérée.<sup>(2)</sup>

- Dans un problème de détermination de parts de marché entre deux entreprises concurrentes qui veulent afficher leur publicité à l'intérieur de la même revue. Quel format publicitaire retenir, quelle page, quel emplacement par rapport aux articles du numéro?
- La stratégie à privilégier pour le lancement d'un nouveau produit. Doit-on maintenir la ligne actuelle et retarder la mise en marché du nouveau produit? Retirer le produit existant et ne miser que sur le nouveau?
- Le propriétaire d'un kiosque à journaux essaie de déterminer combien il devrait commander d'exemplaires d'une revue hebdomadaire spécialisée pour laquelle la demande est assez variable.

Comme nous pouvons le constater, chacun de ces exemples colle à la définition où l'on a devant soi plusieurs alternatives mais qui en bout de course ne présentent pas des bénéfiques

---

<sup>(1)</sup> Paul Weng « Fondations axiomatiques d'une classe d'utilité espérée généralisée : l'utilité espérée algébrique », Paris, avril 2006

<sup>(2)</sup> Claude Morin, Déjà cité.

identiques. De fait, la totalité des décisions d'entreprises impliquant des estimations monétaires dans le futur peuvent utiliser ce critère.

Ce critère en faisant allusion à ses limites, nous allons aborder la position de ce dernier en supposant qu'il soit possible d'avoir sur l'état de la nature des informations parfaites. Nous serions alors dans un univers certain (sans risque). Nous parlons alors de la valeur espérée de l'information parfaite.

Lorsque le dirigeant est confronté à un problème décisionnel, dans un environnement à risque, l'auteur suggère de considérer qu'il est possible de déterminer la loi a priori des états de la nature. Par la suite, il faut présenter, lorsque cela est possible, comment trouver cette loi pour l'appliquer aux problèmes décisionnels que nous voulons évaluer.<sup>(1)</sup>

Dans le cadre du choix du critère du gain espéré maximum, on nous démontre que le preneur de décision agit comme celui qui gage au jeu et est indifférent devant la possibilité de gagner un montant assuré d'un million de dollars et la possibilité que ce montant soit de deux millions de dollars reçu avec une probabilité estimée à 50%. Le gestionnaire est-il indifférent vis-à-vis de l'alternative proposée.

Ce type de constat est baptisé « le paradoxe de Bernoulli ». Une réserve s'impose car cette difficulté n'est pas aussi grave qu'on peut le penser car il est permis d'utiliser des unités de mesure qui dans leur application tiendront compte de l'utilité du preneur de décision.

"En résumé, malgré certaines limitations inhérentes à son utilisation, le critère du gain espéré maximum demeure un outil fondamental en théorie de la décision."

### **3. Les critères de décision en avenir incertain non probabilisable :**

Dans un tel cadre, on se trouve confronté à des problèmes assez similaires à ceux associés à ce qu'on appelle la « théorie des jeux ». Chaque décision du chef d'entreprise peut en effet être considérée comme une stratégie et la valeur du gain qu'il sera en mesure d'en tirer dépendra de l'état futur de la nature en résultant, état futur qui lui est inconnu... On envisage la nature comme le second joueur et les états futurs comme les stratégies de ce second joueur.

Le chef d'entreprise a alors la possibilité d'utiliser, s'il le juge utile, l'un des critères de décision habituels de la *théorie de décision*. C'est au travers de l'analyse d'un exemple chiffré que nous effectuerons la présentation de ces divers critères.

---

<sup>(1)</sup> NEDZELA, M., Modèles probabilistes d'aide à la décision, Les presses de l'Université du Québec, 1987, p. 121.

**3. 1. Les données du problème :**

Nous emprunterons l'exemple suivant<sup>(1)</sup> :

Une société productrice de biens de grande consommation désireuse d'accroître sa part de marché et son profit, la société envisage quatre stratégies possibles :

*D*<sub>1</sub> - lancer un produit nouveau

*D*<sub>2</sub> - lancer une campagne publicitaire pour les produits existants

*D*<sub>3</sub> - mener une campagne de promotion des ventes pour ces mêmes produits

*D*<sub>4</sub> - pratiquer une politique de baisse des prix.

Au terme d'une analyse de la concurrence les dirigeants de la société sont amenés à considérer que la réaction des concurrents peut prendre trois formes:

*E*<sub>1</sub> - la concurrence réagit vite et avec vigueur à l'offensive menée par la société.

*E*<sub>2</sub> - la concurrence riposte fermement mais toutefois sans agressivité.

*E*<sub>3</sub> - la concurrence ne réagit que faiblement aux initiatives prises par la société.

Enfin, après avoir analysé les conséquences financières de *chacune des stratégies* dans le cadre de *chacun des états de la nature*, les dirigeants aboutissent à la matrice des gains suivante :

**Tableau 2.1 : la matrice des gains.**

Stratégies de la firme \ Etats de la Nature	Résultats attendus		
	<i>E</i> <sub>1</sub> , vive réaction de la concurrence	<i>E</i> <sub>2</sub> , réaction moyenne de la concurrence	<i>E</i> <sub>3</sub> , faible réaction de la concurrence
<i>D</i> <sub>1</sub> , Produit nouveau .....	- 600 000	400 000	1 100 000
<i>D</i> <sub>2</sub> , Campagne publicitaire...	- 50 000	100 000	300 000
<i>D</i> <sub>3</sub> , Promotion des ventes....	- 400 000	200 000	700 000
<i>D</i> <sub>4</sub> , Baisse des prix .....	- 100 000	300 000	800 000

<sup>(1)</sup> Gremillet « Sélection et contrôle des investissements », Paris: Les Éditions d'organisation, 1972.

Toutefois, en dépit de tous ces éléments d'information, ils ne se sentent pas en mesure d'affecter une quelconque probabilité de réalisation à chacune des réactions possibles de la concurrence.

C'est dans le cadre d'une situation de ce type qu'un recours aux critères de décision est parfois proposé.

**3.2. Les critères de décision en avenir indéterminé :**

Un très grand nombre de critères de décision ont été formulés : nous nous limiterons ici à la présentation et à l'évaluation des critères les plus significatifs, les critères de Laplace, de Wald, de Savage et Hurwitz .

**3.2.1. Le critère de Laplace-Bayes :**

Ce critère de Laplace-Bayes consiste à effectuer une simple moyenne arithmétique des revenus espérés, associés pour chaque stratégie aux divers états de la nature, puis à *retenir la stratégie dont la moyenne est la plus élevée.*

Dans l'exemple précédent, le choix du critère de Laplace-Bayes comme aide à la décision conduirait les dirigeants de l'entreprise à retenir la stratégie *D4*, c'est-à-dire une baisse de prix.

L'avantage de ce premier critère réside dans sa simplicité de calcul, son inconvénient majeur est d'être *peu réaliste* : on prétend raisonner en avenir indéterminé, c'est-à-dire dans le cadre d'une situation où l'on ne peut pas, ou l'on ne veut pas, affecter une probabilité de réalisation à chacun des états de nature, alors que le choix du critère de Laplace-Bayes équivaut, par l'intermédiaire du choix de l'instrument « moyenne arithmétique », à attribuer *implicitement* la même probabilité d'arrivée aux divers états de nature.

**Tableau 2.3 : Tableau de résultat des différents critères**

États de la nature	Résultats attendus			« Valeurs » des différentes stratégies				
	E, vive réaction des concurrents	E, réaction moyen des concurrents	E, faible réaction des concurrents	Critère de Laplace-Bayes	Critère de Wald (Maximin) ou critère de Hurwitz avec $\alpha = 0$	critère de Savage (Minimax Regret)	Critère de Hurwitz avec $\alpha = 0,50$	Critère du Maximax (ou de Hurwitz avec $\alpha = 1,00$ )
Stratégies de la firme								
Lancement produit nouveau . . . . .	- 600 000	400 000	1 100 300	300 000	- 600 000	550 000	250 000	1 100 000
Campagne publicitaire . . . . .	- 50 000	100 000	900 300	116 667	- 50 000	800 000	125 000	900 000
Promotion des ventes . . . . .	- 400 000	200 000	700 000	166 660	- 400 000	400 000	150 000	700 000
Baisse des prix . . . . .	- 100 000	300 000	800 000	333 333	- 100 000	300 000	350 000	800 000

En outre, il correspond à un type de comportement des dirigeants d'entreprises tout à fait particulier, caractérisé par une *neutralité totale à l'égard du risque*.

Nous verrons ultérieurement qu'un tel comportement est peu représentatif de l'attitude réelle des dirigeants d'entreprises à l'égard du risque :

Ces derniers sont rarement neutres à l'égard du risque ; tantôt l'amour du jeu les conduira à un optimisme déraisonné, tantôt au contraire la crainte de l'échec les conduira à des évaluations systématiquement pessimistes du rendement de leurs projets d'investissement.

C'est à des règles d'action correspondant à chacun de ces deux types de comportement que conduisent les critères suivants :

### **3.2. 2. Le critère de Wald ou du Maximin :**

L'adoption de ce critère correspond à une attitude *prudente* du preneur de décision : celui-ci cherchera à identifier pour chaque stratégie possible l'état de nature qui conduirait aux moins bons résultats.

Après quoi, il cherchera à *se couvrir* en adoptant la stratégie qui est susceptible de lui fournir, si l'évolution de la concurrence s'avère défavorable à l'entreprise, le résultat le moins mauvais possible (le *Maximum* des *Minimums* potentiels).

Le tableau 2.3 nous montre que l'adoption du critère de Wald conduirait le chef d'entreprise à retenir la stratégie *D2*, c'est-à-dire *le lancement d'une campagne publicitaire*.

### **3.2.3. Le critère de Savage ou du Minimax Regret :**

Comme le précédent, le critère de Savage traduit une attitude de *prudence* de la part du chef d'entreprise : la méthode consiste à identifier pour *chacun des états de nature* la stratégie la plus favorable, puis à évaluer le manque à gagner (*regret*) que représenterait, par rapport à cette stratégie l'adoption de chacune des autres stratégies, enfin à retenir la stratégie conduisant *au plus petit des regrets maximums*.

Ainsi les regrets associés dans l'exemple précédent à chacune des stratégies concurrentes sont les suivants :

**Tableau 2-3 : La matrice des regrets**

Stratégie de la firme \ Etats de la nature	Regrets			Regret maximum
	$E_1$ , vive réaction des concurrents	$E_2$ , réaction normale des concurrents	$E_3$ , faible réaction des concurrents	
$D_1$ , Lancement d'un produit nouveau.....	550 000	0	0	550 000
$D_2$ , Campagne publicitaire.....	0	300 000	800 000	800 000
$D_3$ , Promotion des ventes.....	350 000	200 000	400 000	400 000
$D_4$ , Baisse des prix.....	50 000	100 000	300 000	<b>300 000</b>

Il en résulte que c'est là encore à la stratégie  $D_4$ , c'est-à-dire à une baisse de prix, que conduirait l'utilisation du critère de Savage.

**3.2.4. Le critère de Hurwicz :**

Les deux critères précédents ont un caractère commun : celui d'être associé à l'idée que la nature est fondamentalement hostile au joueur.

C'est cette idée que Hurwicz remet en cause, en introduisant la possibilité d'une *nature plus clémente à l'égard du joueur*. Concrètement, le critère qu'il propose consiste à calculer pour chacune des stratégies une moyenne pondérée  $H$  du pire et du meilleur de ses résultats potentiels, et à choisir la stratégie pour laquelle  $H$  est la plus grande

$$H = (1 - \alpha)m + \alpha M$$

Avec

$m$ : le pire des résultats

$M$ : le meilleur des résultats

$\alpha$ : un coefficient compris entre 0 et 1 traduisant le degré d'optimisme du décideur.

Lorsque  $\alpha$  est égal à 0., le critère de Hurwicz se confond avec le critère de Wald : La meilleure stratégie est alors  $D_2$  le lancement de la compagnie publicitaire.

Lorsque  $\alpha$  est égal à 1, il conduit le décideur à ne prendre en considération que le meilleur des résultats potentiels (à cette éventualité correspondrait un optimisme à toute épreuve du décideur) et le choix de la stratégie  $D_1$ , lancement d'un produit nouveau.

Le tableau 2.3. présente en outre quel aurait été le meilleur choix pour une valeur du coefficient  $\alpha = 0.50$ . Ce meilleur choix est alors la stratégie  $D_4$ , correspondant à une baisse de prix.

#### **4. L'appréciation des critères de décision en avenir incertain :**

L'observation du tableau 2.2. tel qu'il vient d'être complété n'est pas sans susciter quelques questions : en effet on constate qu'il y a presque autant de stratégies optimales différentes que de critères de base.

Dans certains cas, cette diversité est parfaitement justifiée : on ne saurait s'attendre à trouver par exemple une même stratégie optimale pour des dirigeants d'entreprise dont les attitudes à l'égard du risque seraient rigoureusement opposées.

Toutefois dans certains cas, elle le paraît beaucoup moins : ainsi peut-on observer que les critères de Wald et de Savage, reposant sur une *même attitude de prudence* aboutissent à préconiser deux *stratégies optimales différentes*.

On peut alors légitimement se demander si l'un des deux critères est, dans ce cadre, supérieur à l'autre. Quelques auteurs ont tenté de répondre à cette question. Au terme de ses travaux, l'un d'entre eux, J.L. Milnor<sup>(1)</sup> montre qu'un choix satisfaisant est logiquement impossible.

En fait, il est bien rare qu'un dirigeant d'entreprise lorsqu'il a à choisir entre diverses variantes d'un projet d'investissement du type de celui présenté précédemment n'ait pas quelque idée de la réaction probable des concurrents.

Dans ces conditions, il vaut mieux intégrer à la prise de décision la connaissance que l'on a du problème par le canal d'un recours aux probabilités subjectives.

On se situe alors dans un autre cadre, celui d'une prise de décision en avenir probabilisable qui fait l'objet du paragraphe suivant.

---

<sup>(1)</sup> Gremillet, Déjà cité.

**5. Critères de décision en avenir aléatoire ou probabiliste (risqué) :**

En avenir aléatoire les probabilités de réalisation des états de la nature sont connues. Il suffit alors d'utiliser le critère de l'espérance mathématique de gain pour déterminer la décision à prendre. On retient la décision qui offre la plus grande espérance de résultat. <sup>(1)</sup>

**5.1. Critère de maximisation de l'espérance mathématique :**

L'espérance mathématique d'une variable aléatoire est l'équivalent en probabilité de la moyenne d'une série statistique. en statistiques ,elle se note  $E(a_i)$  et se lit espérance de  $a_i$ .

$$E(a_i) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m X_{ij} * p(\theta_j)$$

Avec :

$E(a_i)$  : l'espérance mathématique de  $a_i$

$a_i$  : Les actions.

$\theta_j$  : Les états de la nature.

$X_{ij}$ : le revenu du choix de l'action  $a_i$  quand l'état de la nature  $\theta_j$  se réalise.

$P(\theta_j)$  :La probabilité de l'état de nature  $\theta_j$

**Exemple<sup>(2)</sup>** : Soit la matrice des gains suivante :

**Tableau 2.7 : Matrice des gains**

	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
$a_1$	120	100	-100
$a_2$	200	-300	100
$a_3$	400	300	200
$P(\theta_j)$	0.25	0.50	0.25

$$E(a_1) = (120 * 0.25) + (100 * 0.50) + (-100 * 0.25) = 55000$$

$$E(a_2) = (200 * 0.25) + (-300 * 0.50) + (100 * 0.25) = -75$$

$$E(a_3) = (400 * 0.25) + (300 * 0.50) + (200 * 0.25) = 300000$$

L'action  $a_3$  est celui qui présente le plus grand profit, alors on choisit l'action  $a_3$ .

<sup>(1)</sup> [http://bestofcompta.free.fr/Gestion\\_financiere/Choixinv/Criteres.htm](http://bestofcompta.free.fr/Gestion_financiere/Choixinv/Criteres.htm)

<sup>(2)</sup> R. Boucheour « cours de théorie de décision », Faculté des sciences économiques université de Tlemcen.



**5.2. Limites du critère de l'espérance mathématique :**

Ce critère ne permet pas de traiter toutes les décisions en situation d'incertitude, en particulier celles qui impliquent un degré de risque élevé.

Le critère de l'espérance mathématique des résultats permet de synthétiser à l'aide d'un seul indice, deux séries de chiffres : celle des pertes et profits obtenus pour les différents environnements, et celle des probabilités de ces environnements. En résumant les informations disponibles sur les décisions et les événements, ce critère offre un avantage incontestable ; mais c'est là que se trouve également sa faiblesse, en résumant l'information le critère en perd une grande partie, ce qui peut rendre son application dangereuse.<sup>(1)</sup>

Le recours au critère de l'espérance mathématique suppose implicitement, la neutralité de l'agent économique vis à vis du risque. Cette observation va nous conduire à la suite de nombreux auteurs à faire appel à des fonctions d'utilité plus générales.

---

<sup>(1)</sup> Jean Pierre Védrine, Déjà cité.

## **Chapitre 04 :**

# **La recherche opérationnelle pour l'aide à la décision.**

### **Sommaire**

---

1. Introduction.
  2. Qu'est-ce que la Recherche opérationnelle.
  3. Les principales techniques de recherche opérationnelle.
    - 3.1. La programmation mathématique
      - 3.1.1. *La programmation linéaire*
      - 3.1.2. *La programmation non linéaire.*
    - 3.2. La programmation dynamique.
    - 3.3. La théorie des files d'attente.
    - 3.4. La théorie des graphes.
    - 3.5. La théorie des jeux.
    - 3.6. La gestion des stocks.
  4. Conclusion.
-

## **1. Introduction**

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. <sup>(1)</sup>

La recherche opérationnelle englobe un ensemble d'outils d'aide à la décision. Ce sont des techniques scientifiques permettant de traiter des problèmes diversifiés, dans la plupart des domaines de gestion des entreprises. La recherche opérationnelle intègre les données de l'entreprise, les outils mathématiques et l'informatique.

On peut citer quelques exemples d'applications dans plusieurs disciplines :

- les problèmes de stock.
- Les problèmes d'affectation de ressources.
- Les problèmes de transport
- Les problèmes de fils d'attente.
- Les problèmes linéaires d'optimisation des coûts ou des profits. <sup>(2)</sup>

Dans ce chapitre en va essayer de présenter quelques techniques de base de recherche opérationnelle avec seulement des notions de base, précisons que l'étude détaillée de chaque technique dépasse l'objectif de ce travail.

---

<sup>(1)</sup> Jacky Montmain , Jean Michel PENALVA « Théories de la décision et méthodologies de l'approche système. », Ecole des mines D'Ales , Juin 2003, P157.

<sup>(2)</sup> Daniel THIEL « Recherche opérationnelle et management des entreprises. », Economica, Paris , P 2.

## **2. Qu'est-ce que la Recherche Opérationnelle :**

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 Opérationnelle essaye de prévoir et de comparer les résultats de diverses décisions ou stratégies.

L'application de la Recherche Opérationnelle à un problème quelconque s'effectue en quatre (04) étapes: <sup>(1)</sup>

### **a) 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.

### **b) 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.

### **c) 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.

### **d) Validité de la solution:**

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

## **3. Les principales techniques de recherche opérationnelle :**

Les techniques de recherche opérationnelle sont bien nombreuses, on va essayer de présenter les techniques principales et les plus couramment utilisées dans la gestion d'entreprise. Telle que :

- la programmation mathématique
- La programmation dynamique
- La théorie des files d'attente.

---

<sup>(1)</sup><http://roclub.dz.8m.com/ro001.htm>

- La théorie des graphes.
- La théorie des jeux.

### **3. 1. La programmation mathématique :**

Généralement, on appelle programmation mathématique la recherche de l'optimum d'une fonction de plusieurs variables liées entre elles par des contraintes (sous forme d'égalités ou d'inégalités).

Nombreux sont les problèmes de décision qui se ramènent à un modèle de programmation mathématique, et ceci pratiquement dans tous les domaines de gestion.

La gestion de la production est le domaine où ces problèmes sont les plus nombreuses, on citera entre autres :

- l'élaboration de plans de production et de stockage.
- Le choix de techniques de production.
- L'affectation de moyens de production.
- La détermination de la composition de produits.

Les applications de la programmation mathématique sont également fréquentes dans le domaine du marketing, avec, en particulier :

- le choix de plans-média.
- La détermination de politiques de prix.
- La répartition des efforts de la force de vente.
- La sélection des caractéristiques du produit.

On citera encore les applications en matière financière (choix de programmes d'investissements), en matière logistique (gestion des transports) et en matière de gestion des ressources { humaines (affectation du personnel).

Si les applications de la programmation mathématique sont aussi nombreuses, on doit l'attribuer en grande partie à la souplesse de ces techniques en ce qui concerne leur formalisation, mais aussi à la relative simplicité des méthodes de résolution utilisables dans les cas les plus courants et pour laquelle existent des programmes informatiques largement répandus.

Parmi les techniques de programmation mathématique la programmation linéaire est la plus classique, que nous présenterons ci-après avec un bref passage, on abordera après certains des aspects de la programmation non linéaire

#### **3.1. 1. La programmation linéaire :**

##### **1. Généralité :**

L'objectif de la programmation linéaire est de trouver la valeur optimale d'une fonction linéaire sous contraintes linéaires. La fonction à optimiser est baptisée fonction coût.

##### **Définition :**

Lorsqu'on peut modéliser un problème sous forme d'une fonction économique à maximiser dans le respect de certaines contraintes, alors on est typiquement dans le cadre de la programmation linéaire.

Soit une fonction économique  $Z$  telle que:

$$Z = C_1 \cdot X_1 + C_2 \cdot X_2 + \dots + C_n \cdot X_n$$

Où les  $X_i$  sont des variables qui influent sur la valeur de  $Z$ , et les  $C_i$  les poids respectifs de ces variables modélisant l'importance relative de chacune de ces variables sur la valeur de la fonction économique.

Les contraintes relatives aux variables s'expriment de la façon suivante:

$$\begin{aligned} A_{11} \cdot X_1 + A_{12} \cdot X_2 + \dots + A_{1n} \cdot X_n &\leq B_1 \\ A_{21} \cdot X_1 + A_{22} \cdot X_2 + \dots + A_{2n} \cdot X_n &\leq B_2 \\ &\dots \\ A_{m1} \cdot X_1 + A_{m2} \cdot X_2 + \dots + A_{mn} \cdot X_n &\leq B_m \end{aligned}$$

On verra plus loin que la technique de programmation linéaire s'applique aussi bien dans le cas où l'on a certaines contraintes de type:

$$A_{11} \cdot X_1 + A_{12} \cdot X_2 + \dots + A_{1n} \cdot X_n \leq B_1$$

qu'aux problèmes de minimisation grâce à l'utilisation du dual.

on consulte un exemple de modélisation où la programmation linéaire s'applique parfaitement.

## **2- Exemple :**

Une usine fabrique deux produits 1 et 2. Chaque produit passe dans trois ateliers : Atelier A, Atelier B, Atelier C.

On connaît la consommation horaire d'énergie nécessaire à l'élaboration de chacun des produits dans chaque atelier:

**Tableau 2.5 : la consommation horaire d'énergie nécessaire à l'élaboration de chacun des produits**

Consommation	Produit 1	Produit 2
Atelier A	1	2
Atelier B	1	1
Atelier C	1	0

On connaît pour chacun des produits le bénéfice effectué sur sa vente:

**Tableau 2.6 : Tableau de bénéfice**

	Produit 1	Produit 2
Bénéfice	2	1

Supposons, maintenant que la consommation horaire d'énergie dans chaque atelier soit limitée :

$$\text{Energie (Atelier A)} \leq 6$$

$$\text{Energie (Atelier B)} \leq 4$$

$$\text{Energie (Atelier C)} \leq 3$$

**Énoncé du problème :**

Trouver la production horaire (de chacun des produits) qui maximise le bénéfice, compte tenu de la restriction de consommation.

On note **Z** le bénéfice horaire et  $X_1$  et  $X_2$  les quantités horaires produites par chacun des ateliers.

Fonction linéaire à maximiser :

$$Z = 2X_1 + X_2$$

Contraintes linéaires :

$$\begin{cases} X_1 + 2X_2 \leq 6 \\ X_1 + X_2 \leq 4 \\ X_1 \leq 3 \\ X_i \geq 0 \end{cases}$$

**Résultat:** Dans cet exemple la solution optimale correspond à :  
 **$X_1=3$  et  $X_2=1$ .**

La valeur correspondante de la fonction économique Z est donc de:  
 **$Z = 2X_1 + X_2 = 7$**

**Conclusion :** Cette méthode graphique est bien sûr facile à mettre en oeuvre lorsqu'il y a deux variables, elle devient plus difficile pour trois variables et impossible au delà. Une méthode du simplexe a été développée par Dantzig afin de résoudre ces types de problèmes de programmation linéaire.

## **2- La méthode du simplexe :**

Cette méthode repose sur la remarque géométrique suivante :

Si l'ensemble des solutions optimales est non vide, alors, un des sommets du polyèdre (obtenu en représentant les contraintes sous formes géométrique comme il a été fait lors de la représentation géométrique) y appartient.

On commence par mettre sous forme standard le problème:

$$Z1 = 2 X1 + X2$$

$$\begin{cases} X1 + 2X2 \leq 6 \\ X1 + X2 \leq 4 \\ X1 \leq 3 \\ Xi \geq 0 \end{cases}$$

### **- Règles de mise sous forme standard :**

- 1) Transformer les inégalités de telle sorte que les termes du second membre soient positifs
- 2) Transformer les contraintes de type inégalité en égalité en introduisant des variables supplémentaires. Pour notre problème, il suffit d'introduire en plus des variables réelles  $X_i$ , les variables d'écart  $S_i$ .

Sans entrer dès à présent dans le détail, on peut d'ores et déjà dire que ces règles faciliteront la caractérisation des sommets du polygone des contraintes ainsi que le test d'optimalité sur chacun d'entre eux.



$$\begin{cases} X1 + 2X2 + S1 = 6 \\ X1 + X2 + S2 = 4 \\ X1S3 = 3 \\ 2X1 + X2 - Z1 = 0 \\ Xi \geq 0 \\ Si \geq 0 \end{cases}$$

**3- Critique :**

La programmation linéaire est la technique la plus répandue de la recherche opérationnelle .ses applications sont nombreuses et permettent de traiter des problèmes complexes.

La programmation linéaire est très utilisée en raison de sa validité dans la gestion de nombreux problèmes dans l'entreprise, ainsi que pour sa facilité relative qui augmente grâce à l'existence de programmes informatiques largement répandus.

**1.2. La programmation non linéaire :**

Un programme non linéaire prend la forme générique :

$$\begin{array}{l} \max f(x_1, \dots, x_n) \\ g_1(x_1, \dots, x_n) \leq b_1 \\ \vdots \\ g_m(x_1, \dots, x_n) \leq b_m \end{array}$$

Ou au moins une des fonctions  $f$  et  $g_1, \dots, g_m$  est non linéaire.<sup>(1)</sup>

La programmation non linéaire P.N.L couvre un domaine extrêmement hétérogène et correspond à des techniques très diverses. La P. N.L doit être utilisée chaque fois que, soit la fonction économique, soit les contraintes sont non linéaires. S'il n'y a qu'une seule façon d'être linéaire, il y a évidemment de multiples façons d'être non linéaire. On ne peut donc imaginer de solution générale aux problèmes de P.N.L.

De nombreux problèmes de programmation des activités manifestent des phénomènes de non-linéarité. On citera entre autres :

- les rendements non proportionnels : le nombre d'heures machine pour fabriquer une unité du produit dépend du niveau de production et n'est plus constant comme en P.L.
- les relations prix-quantités sur le marché : pour augmenter les quantités écoulées, le prix doit être réduit et le coefficient économique du produit n'est plus constant.

<sup>(1)</sup> Patrice Marcotte. « Modèles de recherche opérationnelle, chapitre 03 la programmation non linaire ». Université Montréal.2003.

- les coûts fixes directs : le coût total d'un produit n'est pas proportionnel aux quantités fabriquées. Si le produit n'est pas fabriqué, son coût est nul, mais dès que la production devient positive le coût augmente brusquement du montant des coûts fixes.

Dans ce genre de situation, les techniques d'optimisation habituelles ne sont plus utilisables et il faut recourir à des méthodes spécifiques.

## **2 - techniques de résolution :**

Un exposé exhaustif des méthodes de résolution en P.N.L dépasserait le cadre de cette thèse. Deux techniques seulement seront abordées :

- la technique de linéarisation par morceaux.
- La technique des multiplicateurs de Khun et Tucker.

### **A - linéarisation par morceaux :**

Lorsqu'une des relations d'un problème de programmation des activités est non linéaire, il peut être admissible de la traduire de façon approximative dans un cadre d'un P.L. par plusieurs relations linéaires. <sup>(1)</sup>

### **B- Multiplicateurs de Khun et tucker**

La technique des multiplicateurs de Khun et tucker généralise la technique des multiplicateurs de Lagrange : dans ce dernier cas, on désire optimiser une fonction économique non linéaire de plusieurs variables soumises à plusieurs contraintes d'égalité.

Dans les problèmes de programmation des activités, les contraintes sont souvent des contraintes d'inégalité. Il faut donc disposer d'une méthode plus générale pour intégrer des situations.

## **3.2. La Programmation dynamique <sup>(2)</sup> :**

### **3.2.1. Définition**

La Programmation Dynamique est une méthode exacte de résolution de problèmes d'optimisation séquentielle, due essentiellement à R. Bellman (1957). Bien que très puissante, son cadre d'application est relativement restreint, dans la mesure où les problèmes qu'elles adressent doivent vérifier *le principe d'optimalité*. Toutefois, nous verrons que son formalisme laisse libre cours à de multiples possibilités et variantes, contrairement aux méthodes assez « rigides » que l'on peut rencontrer par exemple en programmation linéaire.

---

<sup>(1)</sup> Jean pierre Védrine. « techniques quantitatives de gestion ». Vuibert gestion .1985.

<sup>(2)</sup> Lionel Gotti « la programmation dynamique ».

### **3.2.2. Le type de problème concerné :**

La Programmation Dynamique impose un cadre assez spécifique et donc des contraintes sur les problèmes que l'on peut résoudre grâce à cette méthode.

En règle générale, il s'agit d'un problème (P) dont le but est d'optimiser une suite de prises de décisions par rapport au coût qu'elles engendrent.

Cette suite doit être finie et sa longueur N connue par avance. Le système mis en jeu dans ce problème est par conséquent qualifié de *système dynamique à temps discret*.

De plus, la suite de prises de décisions correspond à un découpage du problème (P) en sous-problèmes ( $P_n$ ) (avec n de 1 à N) : à la n-ème étape, il s'agit de résoudre le problème ( $P_n$ ). On espère que, plus n est grand, plus ( $P_n$ ) est facile à résoudre. On cherchera enfin une relation de récurrence entre les sous-problèmes ( $P_n$ ) de sorte à résoudre  $P = (P_1)$  de proche en proche.

Remarquez que l'on prendra des « décisions » au sens large : il s'agit d'assigner une valeur à une variable (par opposition au sens stricte qui concerne les réponses de type oui / non).

Ensuite, les conséquences des décisions prises ne sont pas nécessairement déterministes. Cela est sans doute un avantage incontestable de la Programmation Dynamique.

On pourra se contenter de loi de probabilités. Enfin, le but du problème à résoudre peut s'énoncer de manière plus précise : « *optimiser une fonction de coût (ou profit) associée à la suite de décisions retenues et à leurs conséquences sur le système* ».

### **3.2.3. Formalisme du problème**

On s'intéresse à un système dynamique à temps discret, avec une fonction de coût additive dans le temps, l'état du système étant représenté par :

$$x_{k+1} = f_k(x_k, u_k, w_k), \quad k = 1 \text{ à } N.$$

Où :

- k numérote les périodes (dont le nombre est fixé à N)
  - $x_k$  décrit l'état du système au début de la période k.
  - $u_k$  est la décision devant être prise à la période k.
  - $w_k$  est la perturbation aléatoire de la période k.
  - $f_k$  est la fonction de transfert (transition) entre les périodes k et k+1
- La fonction de coût associée à la période k s'écrit :  $g_k(x_k, u_k, w_k)$  pour  $k = 1$  à N.  
On rajoute en plus un coût pour l'état final du système :  $g_{N+1}(x_{N+1})$ .  
Le coût total est la somme des coûts. C'est une variable aléatoire.  
La fonction-objectif du problème d'optimisation s'écrit alors :

$E [ g_{N+1}(X_{N+1}) + g_k(x_k, u_k, w_k) ]$  (espérance par rapport aux  $(w_k)$ ), pour laquelle on souhaite déterminer le minimum pris par rapport aux décisions  $(u_k)$

Dans le cas stochastique (gestion de stock), des décisions sont prises sans connaître *exactement* leurs conséquences alors que dans le cas déterministe (sac à dos), l'évolution du système et les profits associés sont parfaitement maîtrisés.

Une question légitime est alors « Quand peuvent être prises les décisions ? ». Deux situations d'optimisation se présentent :

1. La suite des décisions est calculée au début de la période 1.
2. La décision  $u_k$  est calculée seulement quand  $x_k$  est connu.

A l'évidence, la situation 2 conduira toujours à des résultats au moins aussi bons que la situation 1.

Nous verrons que ces situations sont équivalentes si le problème est déterministe, au contraire des problèmes non déterministes, pour lesquels la différence entre ces deux situations peut être importante.

Dans le cas de la deuxième situation, on ne cherchera donc pas à *calculer des valeurs numériques pour  $(u_k)$  mais plutôt une politique de décision  $p = (\mu_k)$*  :

- $u_k = \mu_k(x_k)$  pour  $k = 1$  à  $N$
- $p$  est *admissible* si pour tout  $k$  et tout  $x_k$ ,  $u_k = \mu_k(x_k)$  satisfait les contraintes du problème
- Cas déterministe :  $x_{k+1} = f_k(x_k, u_k) = f_k(x_k, \mu_k(x_k))$  et le coût des  $(u_k)$  est le coût des  $(\mu_k)$ , donc *équivalence des deux situations d'optimisation*

### **3.2.5. Critique :**

La Programmation Dynamique est séduisante car son formalisme est assez générique, ce qui laisse libre cours à de multiples variantes et à la résolution de problèmes assez variés, qu'ils soient déterministes ou non. Cependant, seule la catégorie des problèmes d'optimisations séquentielles est concernée et la vérification de l'applicabilité du principe d'optimalité est indispensable avant toute utilisation de cette méthode.

Enfin, cette méthode a l'avantage d'être à la fois élégante et efficace, comme le montrent certains calculs de complexité sur la résolution de problèmes célèbres.

Notez que les problèmes strictement difficiles (s'ils existent) ne seront jamais résolus de manière polynomiale par cette méthode. Donc, si le temps d'exécution est crucial pour votre application, il est parfois souhaitable de faire appel à des heuristiques.

### **3.3. La théorie des files d'attente :**

#### **3.3.1. Définition :**

On appelle phénomène d'attente tout phénomène dans lequel un certain nombre d'unités (nommées clients) sont appelées à recevoir un service de la part d'autres unités ( nommées canaux ou station ), et le nombre relatif des clients et des stations est tel que certains clients sont contraints d'attendre, pour obtenir le service, qu'une station soit disponible.<sup>(1)</sup>

#### **3.3.2. Processus d'arrivée :**

Les clients arrivent au sein du système en décrivant un processus déterminé. Ils peuvent par exemple être réguliers et leurs arrivées sont espacées par un temps égal soit à  $\tau$  ( c'est-à-dire chaque  $\tau$  unités de temps, on a une arrivée ) ; mais ce cas est rare et assez difficile à schématiser mathématiquement.

Le modèle le plus simple et le plus courant est celui des arrivées complètement aléatoires, ce qui est caractérisé par le processus de Poisson.

#### **3.3.3. Processus de service :**

La deuxième composante d'un système de files d'attente est la quantité de service demandée par un client. Dans la majorité des cas, on suppose que la population des clients est homogène, ce qui entraîne que les services demandés sont identiquement distribués, ou ont une distribution commune dite distribution de service.

Dans des cas plus compliqués, les clients sont classés dans de différents types suivant la nature de distribution de leurs services.

En pratique, on rencontre la distribution exponentielle qui est la plus simple à manipuler mathématiquement. Une propriété assez importante de cette distribution est son manque de mémoire, qui pourrait être caractérisé par le fait que le temps résiduel d'un service est indépendant du temps déjà écoulé de ce service.

#### **3.3.4. Discipline de service :**

On a mentionné plus haut, qu'une fois le serveur devient libre, il choisit un client de la file suivant une politique ou discipline adoptée au sein du système.

La règle la plus familière est FCFS(PAPS) : First Come First Served (premier arrivé, premier servi), ou FIFO :First In First Out, où les clients sont servis dans l'ordre de leurs arrivées.

---

<sup>(1)</sup> Salim ACHOURI M. AÏDER, Amine GASMI, « Optimisation de la capacité de stockage du pétrole brut et du condensat par la méthode de la simulation ».Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Recherche Opérationnelle. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène ,2002.

Cette règle peut ne pas interpréter réellement la situation au sein du système : parfois certains clients sont plus importants que d'autres et nécessitent un traitement meilleur, d'où on parlera de files d'attente avec priorité. On distingue les priorités souples et les priorités complexes.

Il existe d'autres disciplines de service telles LIFO : Last In First Out (ou DAPS : dernier arrivé, premier sorti), R-R : Round-Robin (sélection aléatoire).

### **3.3.5. Critique :**

Les techniques de files d'attente se révèlent utiles dans la plupart des domaines de la gestion. Notamment pour justifier des investissements, des embauches ou des achats d'équipements.

Dans le domaine de marketing, chaque fois que les durées d'attente devant les caisses de magasins représentent un atout commercial, il est conseillé d'utiliser les théories de files d'attente.

D'une façon général, cet outil est nécessaire lors d'une recherche d'un optimum économique entre des couts d'attente et des couts de service d'un système.

### **3.4. La théorie des graphes :**

#### **Définition :**

On fait généralement remonter la théorie des graphes aux années 60, depuis les bases posées par Claude Berge dans Graphes et hypergraphes, même si le concept est nettement plus ancien. Berge a essentiellement réuni au sein de cette théorie des résultats de combinatoire, déjà connus, et motivé l'étude des graphes par des applications, des liens avec la théorie des jeux et par l'existence de conjectures (dans Pour l'honneur de l'esprit humain, Jean Dieudonné dit qu'une branche des mathématiques est vivace si elle pose beaucoup de questions...).<sup>(1)</sup>

#### **Critiques :**

Alain Connes considère que les connaissances sur la théorie des graphes ne forment pas une théorie mais "un savoir, une série de faits".

Il est en fait assez largement accepté que la théorie des graphes est une théorie "horizontale" plutôt que "verticale", dans le sens où elle se disperse autour de thèmes apparemment sans lien (comme la connexité et la coloration) au lieu d'échafauder une pyramide de résultats fortement dépendants.

---

<sup>(1)</sup> [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org). « la théorie des graphes »

### **3.5. La théorie des jeux :**

La théorie des jeux se définit généralement comme l'outil mathématique permettant d'analyser les interactions stratégiques entre les individus.

Au-delà de la simple réflexion, la théorie des jeux permet donc de résoudre des problèmes concrets. Instrument de prévision des comportements stratégiques des individus, elle constitue une aide à la décision pour les économistes et managers.<sup>(1)</sup>

La théorie des jeux est la discipline mathématique qui étudie les situations où le sort de chaque participant dépend non seulement des décisions qu'il prend mais également des décisions prises par d'autres participants.

En conséquence, le choix "optimal" pour un participant dépend généralement de ce que font les autres. Parce que chacun n'est pas totalement maître de son sort, on dit que les participants se trouvent en situation d'*interaction stratégique*.

Dès lors, on peut voir les marchés comme des jeux où les participants sont des producteurs et des consommateurs. Plus généralement, une partie d'échecs, la formation d'une coalition gouvernementale ou une négociation au sein de l'OMC sont autant de jeux différents obéissant à des règles spécifiques. Les jeux peuvent donc décrire des situations sociales très différentes.

Les participants à un jeu sont appelés **joueurs** (*players*). Chaque joueur – une entreprise, un consommateur ou un gouvernement – agit pour son propre compte selon le principe de rationalité économique.

Ce principe stipule que chacun cherche à prendre les meilleures décisions pour lui-même; il ne fait pas référence à une rationalité qui transcenderait les participants et le jeu dans lequel ils opèrent.

Pour le producteur, il s'agira de maximiser son profit face à des concurrents en choisissant, par exemple, le meilleur prix de vente. Le consommateur cherchera quant à lui à acquérir le bien qui l'intéresse au prix le plus bas après un marchandage avec le vendeur. Cette recherche du seul intérêt personnel distingue *la théorie des jeux* de la théorie des équipes où les participants poursuivent par hypothèse un objectif commun.

La théorie des jeux fut fondée par Von Neumann et Morgenstern en 1944 lors de la parution de leur ouvrage *Theory of Games and Economic Behavior*. Bien sûr, il y eut des précurseurs; parmi les principaux, il faut citer Cournot et Edgeworth.

Toutefois, c'est depuis la publication du livre de Von Neumann et Morgenstern que la théorie des jeux est véritablement considérée comme une nouvelle discipline. Ces deux auteurs ont proposé une solution dans le cas particulier d'un jeu où le gain d'un joueur correspond exactement à la perte subie par l'autre (jeu à somme nulle ou duel). Le jeu

---

<sup>(1)</sup> Eber, N. « Théorie des jeux », Dunod, Paris 2004.

d'échecs est un exemple de jeu où l'antagonisme entre joueurs est ainsi poussé à l'extrême.

En 1951, Nash a montré comment les idées développées par Cournot dès 1838 pouvaient servir de base pour construire une théorie de l'équilibre non coopératif pour des jeux à somme variable, qui généralise la solution proposée par Von Neumann et Morgenstern.

Les applications de ce concept à l'économie se sont multipliées à partir des années 70 et 80. C'est en économie industrielle que l'intérêt de ce concept est apparu avec le plus de force parce qu'il permet d'étudier des situations de concurrence imparfaite où les entreprises adoptent des comportements stratégiques.<sup>(1)</sup>

### **3.6. Gestion des stocks :**

Dans les problèmes de stocks, les demandes de la clientèle ne pouvant être exactement connues ni en date ni en quantité, et le réapprovisionnement n'étant pas instantané, on s'efforce, devant ces phénomènes aléatoires, de se prémunir contre deux risques :

- Celui d'une *rupture de stock* : cause d'un manque à la vente pénalisé par un coût de pénurie qu'entraîne obligatoirement une commande trop faible.
- Celui d'un *surstock* : cause d'une immobilisation d'un capital et d'un coût de stockage sans utilité, conséquence d'une commande très élevée.<sup>(2)</sup>

On détermine la commande destinée à satisfaire non seulement la demande moyenne estimée mais encore une partie du supplément éventuel due aux fluctuations et susceptible de se manifester (stock de sécurité), ainsi que les règles de déclenchement des commandes successives.

La gestion économique des stocks consiste à :

- réduire les coûts de passation (lancement) des commandes en **réduisant** le nombre de commandes d'un produit durant une période (une année par exemple). En effet, passer une commande a un coût (humain et matériel)
- Limiter le coût de possession (détention) du stock par un renouvellement (ou une rotation) rapide en **augmentant** le nombre de commande. En effet, détenir un stock à un coût (location, amortissement des entrepôts, assurance des produits stockés, capitaux stockés, ...).

Ces deux objectifs sont contradictoires. D'un côté il faut réduire le nombre de commande, de l'autre côté il faut l'augmenter.

La formule de Wilson, permet de déterminer la solution la plus économique : **le nombre de commande et donc la quantité à commander idéale**. Wilson propose une formule assez compliquée. Au niveau du bac pro commerce (et à tous les niveaux d'ailleurs...), il est

---

<sup>(1)</sup> Jacques-François Thisse. « Théorie des jeux, une introduction ».

<sup>(2)</sup> Jacky Montmain, Jean Michel PENALVA « Théories de la décision et méthodologies de l'approche système. », Ecole des mines D'Ales, Juin 2003, P188.



possible de la transformer en tableau (à la main ou sur Excel) qui permet d'arriver au même résultat.

**- Les limites de cette méthode :**

Cette méthode est difficilement utilisable dans le commerce car pour qu'elle fonctionne il faut impérativement :

- que les ventes annuelles soient connues avec certitude.
- que les sorties (les ventes) soient régulières (ce qui n'est pas toujours le cas dans le commerce).
- que les délais d'approvisionnement soient stables.
- que le prix d'achat unitaire soit indépendant des quantités commandées.<sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> <http://coursdevente.free.fr/boite/stocks.htm#3>

## **Chapitre 05 :**

# **Le Goal Programming.**

### **Sommaire**

---

1. Introduction.
  2. Le Goal Programming.
    - 2.1. Le modèle du GP Standard.
    - 2.2. Le modèle du GP pondéré.
    - 2.3. Le modèle du GP lexicographique.
    - 2.4. Le modèle du GP minmax.
    - 2.5. Le Goal Programming incluant des fonctions de satisfaction.
    - 2.6. Le modèle du GP non linéaire.
  3. Critique du Goal Programming.
  4. Conclusion
-

**1. Introduction :**

Le Goal Programming a été utilisé pour la première fois par CHARNES, Cooper et Ferguson en 1955, bien que ce nom actuel a apparu pour la première fois dans un texte de CHARNES et Cooper en 1961. Des travaux similaires de Lee, Ignizio Cavalier et Romero l'ont suivi.

Le modèle du GP est un outil d'aide à la décision basé sur une philosophie de satisfaction qui a pour rôle d'assister le décideur, voulant satisfaire simultanément différents objectifs, à évoluer vers une solution de compromis qu'il juge satisfaisante.

Dans ce chapitre, une brève présentation du Goal Programming ainsi que ses variantes sera faite afin de prouver l'efficacité de celui-ci en matière d'aide à la décision.

## **2. Le Goal Programming :**

Le modèle du Goal Programming (GP) est l'un des modèles les plus connus et les plus utilisés en Programmation Mathématique à Objectifs Multiples (PMOM).

En pratique, ce modèle, avec ses différentes variantes, s'est avéré être un outil d'aide à la décision fort utile dans divers contextes décisionnels.

Les variantes du GP traitent différemment l'information relative au contexte décisionnel et aux préférences du décideur. Ces dernières sont insuffisamment intégrées ou absentes dans certaines variantes. Néanmoins, d'autres versions offrent un cadre plus général et plus flexible de modélisation des préférences du décideur. Ainsi, il est primordial que le choix de la variante se fasse sur la base de ses caractéristiques intrinsèques et de sa capacité à refléter la structure de préférence du décideur.<sup>(1)</sup>

Sans être exhaustifs, nous présenterons une typologie ayant pour objectif de caractériser et de classer les principales variantes du modèle du GP. Cette structuration devrait faciliter la compréhension et la comparaison des diverses variantes, et repositionner la question du choix de la variante la plus appropriée.

### **2.1. Le modèle du GP Standard :**

Le modèle du GP standard, est généralement formulé comme suit :

$$\begin{aligned} & \underset{\underline{x} \in A}{\text{Min}} \sum_{j=1}^n (\delta_j^+ + \delta_j^-) \\ & \text{sujet à } C_l(\underline{x}) \leq 0, \quad l=1, 2, \dots, L \\ & g_j(\underline{x}) - \delta_j^+ + \delta_j^- = b_j, \quad j=1, 2, \dots, n \\ & \delta_j^+, \delta_j^- \geq 0 \end{aligned}$$

Avec :

$\delta_j^+$  : l'écart positif de  $\underline{x}$  par rapport au but.

$\delta_j^-$  : l'écart négatif de  $\underline{x}$  par rapport au but.

$g_j(\underline{x})$  : l'évaluation de la solution  $\underline{x}$  par rapport au critère  $j$ .

$C_l(\underline{x})$  : système de contraintes relatives au problème.

---

<sup>(1)</sup> Belaid Aouni, Amal Hassaine et Jean-Marc Martel « Les préférences du décideur dans le Goal Programming : état de l'art et perspectives futures », Avril 2006.

Dans le GP standard, le décideur est principalement appelé à fixer des buts pour les objectifs qu'il a préalablement déterminés.

### **2.2. Le modèle du GP pondéré :**

Le GP pondéré (GPP) tente de pallier à certaines des insuffisances du GP Standard. La particularité de cette variante consiste en l'introduction dans le GP standard de coefficients d'importance  $w_j$ . Le GPP se présente ainsi sous la forme suivante :

$$\begin{aligned} \text{Min} \sum_{j=1}^n (w_j^+ \delta_j^+ + w_j^- \delta_j^-) \\ \text{sujet à } C_l(x) \leq 0, \quad l=1, 2, \dots, L \\ g_j(x) - \delta_j^+ + \delta_j^- = b_j, \quad j=1, 2, \dots, n \\ \delta_j^+, \delta_j^- \geq 0 \end{aligned}$$

où :  $w_j^+$  et  $w_j^-$  représentent les coefficients d'importance relative attribués aux déviations positives et négatives respectivement.

La fixation et l'interprétation de tels coefficients demeurent un problème d'actualité. En effet, il se peut que la fixation des  $w_j$  se révèle être délicate pour le décideur, d'où la difficulté d'obtenir une information pertinente ou même utilisable sur ses préférences. <sup>(1)</sup>

### **2.3. Le modèle du GP lexicographique<sup>(2)</sup> :**

Il s'agit de minimiser la somme des écarts par rapport aux buts d'une manière lexicographique. Pour ce faire, on procède comme suit :

- **Étape 1 :** Classer les critères par ordre d'importance.
- **Étape 2 :** Sélectionner les actions qui minimisent l'écart par rapport au premier critère seulement – appelons ce sous-ensemble d'actions  $A_1$ .
- **Étape 3 :** Parmi les actions de  $A_1$ , sélectionner celles qui minimisent la somme des écarts (ou bien la somme pondérée des écarts) par rapport aux 2 premiers critères (les 2 critères ayant les plus grandes importances)- le sous-ensemble obtenu est  $A_2$ .
- **Étape 4 :** Procéder de la même manière pour obtenir un sous-ensemble  $A_3$  à partir des actions de  $A_2$ .
- **Étape 5 :** Continuer la procédure de proche en proche et arrêter lorsque la condition d'arrêt (obtention du nombre d'actions désirées ou bien arrêt au kème critère) est satisfaite.

---

<sup>(1)</sup> Belaid Aouni, Amal Hassaine et Jean-Marc Martel, Déjà cité.

<sup>(2)</sup> A Hammami, Déjà cité.

La représentation algébrique du LGP s'écrit comme suit :

$$\begin{aligned} & \text{Lex } \min (h_1(\delta^+, \delta^-); h_2(\delta^+, \delta^-); \dots; h_L(\delta^+, \delta^-)) \\ & \text{sojet à: } g_j(x) - \delta_j^+ + \delta_j^- = b_j, \quad j=1, 2, \dots, n \\ & h_l(\delta^+, \delta^-) = w_{l-} \cdot \delta_{l-}^- + \dots + w_{l-} \cdot \delta_{l-}^- + w_{l+} \cdot \delta_{l+}^+ + \dots + w_{l+} \cdot \delta_{l+}^+, \quad l=1, 2, \dots, L \end{aligned}$$

L étant le nombre de niveaux de priorité.

#### 2.4. Le modèle du GP minmax :

Hormis la fonction objective en elle-même, les variantes pondérées et MINMAX du modèle du GP sont assez similaires. Il s'agit de minimiser l'écart maximum par rapport aux buts :

$$\begin{aligned} \min_{x \in A} D &= \max_{1 \leq j \leq n} |g_j(x) - b_j| \\ \text{sojet à: } C_l(x) &\leq 0, \quad l=1, 2, \dots, L \end{aligned} \quad (1) \Leftrightarrow \begin{aligned} \min_{x \in A} D & \\ \text{sojet à: } |g_j(x) - b_j| &\leq D, \quad 1 \leq j \leq n \\ C_l(x) &\leq 0, \quad l=1, 2, \dots, L \\ D &\text{ devient une variable} \end{aligned}$$

#### 2.5. Le Goal Programming incluant des fonctions de satisfaction : <sup>(1)</sup>

Le modèle du GP incluant des fonctions de satisfaction (GPFS) permet de modéliser explicitement différents types de préférence du décideur. Ces fonctions sont établies conjointement avec le décideur qui peut les spécifier différemment en fonction de chaque but, et selon que la déviation soit négative ou positive. Par ailleurs, cette formulation du GP peut être utilisée aussi bien dans les cas où les actions sont discrètes que dans les cas où elles sont continues.

Les fonctions de satisfaction  $F_i(\delta_i)$  reflètent le degré de satisfaction du décideur à l'égard des déviations constatées entre les valeurs des buts fixées et celles obtenues par une solution donnée. Ces fonctions varient entre 0 et 1 et sont décroissantes par rapport aux déviations car elles varient inversement avec la valeur de ces déviations.

Le GPFS introduit différents seuils correspondant à des seuils de tolérance et de satisfaction du décideur. Ce type de seuils est au nombre de trois :

<sup>(1)</sup> Belaid Aouni, Amal Hassaine et Jean-Marc Martel, Déjà cité.

- a. *des seuils d'indifférence* ( $a_{id}$ ) a où sur un objectif  $i$ , le décideur est totalement satisfait tant que la déviation ne dépasse pas ce seuil;
- b. *des seuils de satisfaction nulle* ( $a_{io}$ ) a où sur un objectif  $i$ , le décideur n'est pas réellement satisfait si la déviation associée à la solution atteint ce seuil, mais ne la rejette pas;
- c. et *des seuils de veto* ( $a_{iv}$ ) a qui rendent toute solution, dont au moins une déviation dépasse l'un de ces seuils, inadmissible.

Le programme mathématique, présenté précédemment, a été reformulé comme suit :

$$\text{Maximiser } Z = \sum_{i=1}^p (w_i^+ F_i^+(\delta_i^+) + w_i^- F_i^-(\delta_i^-))$$

Sujet aux contraintes :

$$f_i(x) + \delta_i^- - \delta_i^+ = g_i \quad (\text{pour } i = 1, 2, \dots, p);$$

$$x \in X;$$

$$\delta_i^- \text{ et } \delta_i^+ \leq \alpha_{iv} \quad (\text{pour } i = 1, 2, \dots, p);$$

$$\delta_i^- \text{ et } \delta_i^+ \geq 0 \quad (\text{pour } i = 1, 2, \dots, p).$$

Où :  $F_i^+(\delta_i^+)$ ,  $F_i^-(\delta_i^-)$  représentent respectivement les fonctions de satisfaction relatives aux déviations positives et négatives par rapport à l'objectif  $i$ .

## 2.6 Le modèle du GP non linéaire :

Les applications du modèle du GP relevées dans la littérature ayant induit des cas non linéaires ont principalement concerné le domaine de l'ingénierie, mais aussi celui de la planification financière et celle de l'investissement.

Le modèle du Goal Programming Non Linéaire (GPNL) correspond aux situations décisionnelles où la forme analytique des objectifs (niveaux de réalisation) est non linéaire et où la relation entre les déviations dans la fonction objective peut aussi être non-linéaire.

Ainsi, la forme analytique du modèle du GPNL peut correspondre, selon les cas, soit à une fonction économique polynomiale qui contient généralement des exposants, annotés  $n_i$ , relatifs aux différents buts afin de refléter l'importance relative des objectifs correspondants, soit à une fonction où les buts sont sous forme de fractions.

D'autres variantes du GP ont aussi vu le jour. On cite : le GP flou (Fuzzy GP), le GP interactif, le GP stochastique (Stochastic GP), Le goal programming avec intervalles.

### **3. Critique du Goal Programming :**

Le Goal Programming a l'avantage d'aborder les problèmes sous l'angle de satisfaction d'objectifs.

Par ailleurs, le GP s'avère utile pour modéliser des problèmes qui n'ont pas de solution optimale (à cause de la non-satisfaction d'une contrainte par exemple). Pour ce faire, on demande au décideur d'explicitier ses souhaits, puis on propose un modèle GP qui permet de choisir l'action qui se rapproche le plus de ces souhaits.

La formulation d'un problème sous un modèle de GP n'a rien d'exceptionnel par rapport à un modèle mathématique. La différence entre les deux approches de modélisation est surtout philosophique : dans un modèle mathématique, on cherche une solution optimale (philosophie d'optimisation), alors que dans un modèle GP, on cherche à satisfaire des objectifs (philosophie de satisfaction).

Le GP dans sa forme standard peut générer des solutions non « performantes » dans le cas où les objectifs sur les critères sont fixés de façon pessimiste.



**4. Conclusion :**

Le modèle du GP, en tant qu'outil d'aide à la décision, demande une participation active du décideur et aussi l'intégration explicite de ses préférences. Cependant, dans les premières formulations de ce modèle, le décideur n'est pas très sollicité et son rôle demeure limité. Par ailleurs, ces formulations posent certains problèmes au niveau de la procédure d'agrégation utilisée.

Le Goal Programming est un nom de fantaisie pour une idée très simple: la ligne entre les objectifs et les contraintes ne sont pas totalement solide. En particulier, quand il y a un certain nombre d'objectifs, il est normalement une bonne idée de traiter une partie ou la totalité d'entre eux comme des contraintes au lieu d'objectifs.

## **Chapitre 06**

### **L'aide multicritère à la décision.**

#### **Sommaire**

---

1. Introduction
  2. Concepts et terminologie.
  3. Définition de l'aide multicritère à la décision
  4. Les différentes problématiques multicritères
  5. Formulation multicritère d'un problème de décision
  6. les bases méthodologiques du processus d'aide multicritères à la décision
  7. Les méthodes d'aide à la décision multicritère
    - 7.1. Les méthodes basées sur la théorie de l'utilité multi-attributs
    - 7.2. Les méthodes de surclassement .
      - 7.2.1. La méthode ELECTRE I.
      - 7.2.2. La méthode ELECTRE II.
      - 7.2.3. La méthode ELECTRE III.
      - 7.2.4. La méthode ELECTRE IS.
      - 7.2.5. La méthode ELECTRE IV.
      - 7.2.6. La méthode ELECTRE TRI.
      - 7.2.7. Les méthodes PROMETHE.
    - 7.3. Les méthodes interactives.
  8. Les avantages et les limites des méthodes multicritères.
  9. Conclusion.
-

## **1. Introduction**

En matière d'aide à la décision, la littérature "multicritère" a connu un extraordinaire accroissement depuis le début des années 1970. On a souvent cherché à expliquer ce développement en faisant remarquer que la "réalité" elle-même était multicritère et que toute décision impliquait de "peser le pour et le contre". Puisque décider implique de prendre en compte plusieurs points de vue, aider à la décision implique d'utiliser des méthodes multicritères.

Sans vouloir nier toute valeur à cet argument "réaliste" nous croyons cependant que la raison d'être d'une démarche multicritère pour aider à la décision est ailleurs.

Utiliser un tel argument conduit à voir dans le "monocritère" un cas "limite" et "dégénéré" du multicritère et donc à relativiser la portée des modèles monocritères (calcul économique, techniques classiques de la recherche opérationnelle, etc.) pour aider à la décision. Ces modèles ont pourtant très souvent fait la preuve de leur efficacité en la matière.

Adopter une démarche monocritère, ce n'est pas postuler que "dans la réalité" un seul critère est à l'œuvre mais c'est, plus simplement, vouloir aider à la décision en n'exhibant explicitement qu'un seul critère<sup>(1)</sup>

Jusqu'il y a peu, lorsqu'un gestionnaire devait prendre une décision, il pouvait consulter des experts, se baser sur des cas similaires au sien ou encore faire appel aux techniques de la recherche opérationnelle dite classique.

Or celle-ci se préoccupe essentiellement d'optimiser une fonction dite économique. Aussi, à une époque où la longueur et le nombre de calculs n'est plus, grâce aux ordinateurs, un facteur limitant, et dans un monde où la densité de population n'autorise plus le moindre gaspillage des ressources naturelles –dans le sens le plus large qui soit–, un projet de gestion environnementale n'incluant que des considérations relatives à un seul aspect du problème (la fonction économique), est de plus en plus dénué d'intérêt.

Ainsi, les techniques d'optimisation ou de recherche opérationnelle, bien que toujours utiles dans certains domaines, doivent faire place à d'autres méthodes, intégrant ce qui n'a pas de prix ni même de cours financier.

Les méthodes d'analyse multicritère ou, plus exactement, 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 judicieux compromis plutôt qu'un optimum souvent désuet.<sup>(2)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Denis Bouyssou. « Décision Multicritère ou Aide multicritère ? »

<sup>(2)</sup> Ben Mena « Méthodes de surclassement et analyse de robustesse. » Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, 2000

L'optimisation multicritère consiste à choisir, en présence de critères multiples, une (des) alternative(s) parmi un nombre infini d'alternatives qui varient généralement dans un domaine continu.

Depuis une trentaine d'années, le domaine de l'optimisation multicritère connaît une évolution importante. Cette évolution s'est traduite par le développement d'un grand nombre de méthodes qui sont généralement regroupées en deux classes. La première classe est constituée des méthodes, dites classiques, qui s'appuie sur un critère unique de synthèse. La seconde classe est constituée des méthodes qui utilisent un processus interactif de décision <sup>(1)</sup>

Ce chapitre contient un exposé du cadre de l'aide multicritère de la décision, Nous rappelons quelques notions fondamentales en décision multicritère, les différentes démarches classiquement suivies dans l'étude des problèmes de décision multicritères.

---

<sup>(1)</sup> Imed OTHMANI « Optimisation multicritère : Fondements et concepts. ». thèse de doctorat . Université Josef Fourier de Grenoble, 1998.

## **2. Concepts et terminologie :**

Dans cette section nous rappelons la terminologie couramment utilisée dans la littérature de la théorie de la décision multicritère. Les termes essentiels qui permettent de décrire un problème de décision sont les alternatives, les objectifs, les attributs, les critères, le décideur et l'analyste <sup>(1)</sup>

### **2.1 Les alternatives et les critères**

#### **Les alternatives, les variables de décisions et les contraintes**

L'ensemble des alternatives désigne l'ensemble des scénarios, des candidats, des projets, des sites, etc..., sur lesquels porte la décision. L'identification de cet ensemble de solutions réalisables est une tâche primordiale dans la définition du problème.

Cet ensemble peut être défini de deux façons :

- explicitement par un ensemble fini d'alternatives de cardinal relativement faible,
- implicitement par un ensemble de propriétés ou de conditions que les alternatives doivent vérifier (c'est le cas d'un ensemble d'alternatives spécifié par ses variables de décision vérifiant un système de contraintes explicites).

#### **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 intervalle, etc...

#### **Les attributs**

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

#### **Les critères**

La signification du mot critère selon le dictionnaire (Le Robert) est "ce qui sert de base à un jugement, ce qui permet de distinguer une chose, une notion". En théorie de la décision, il correspond à un attribut ou à un objectif. Dans ce sens, un problème de décision désigne soit un problème de décision multiattribut, soit multiobjectif, ou les deux.

---

<sup>(1)</sup> Imed OTHMANI , Déjà cité

## **2.2. Le décideur et l'analyste :**

### **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 et de mettre en œuvre une solution (ou des solutions).

**Le rôle du décideur :** Une des tâches importantes du décideur est de se dévoiler ses jugements personnels, de s'en convaincre lui même, et de décider. Nous appelons ce rôle l'auto-conviction. Cette tâche d'auto-conviction peut se faire d'une façon totalement intuitive ou à l'aide d'une analyse plus formelle et plus structurée.

Le décideur peut utiliser une analyse formelle pour différentes raisons:

- pour des raisons de confort psychologique (la sécurité d'avoir une analyse formelle pour corroborer son intuition);
- 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 de ses opinions;
- cette analyse peut l'aider à réconcilier les différents points de vue.

Généralement, une analyse faite uniquement pour se convaincre soi-même est différente d'une analyse dont le but est de défendre des choix.

Une analyse personnelle peut très bien incorporer des impressions très subjectives. Par contre, une analyse d'une décision publique est sujette à des discussions au cours desquelles tous les points vulnérables de la proposition sont attaqués.

Le raisonnement effectué par le décideur doit être, dans ce cas, le plus objectif possible et doit avoir des fondements solides pour contrer toutes les attaques éventuels. L'autre rôle que peut avoir un décideur est celui d'un conciliateur de points de vue opposés.

Ces derniers correspondent, selon la nature du problème étudié, à des critères d'évaluation, des alternatives (qui sont généralement contradictoires) ou à des points de vues antagonistes des différents acteurs.

Une analyse formelle qui décompose le problème en plusieurs parties peut aider à la mise en œuvre d'un processus de conciliation. En effet, cette analyse permet de mettre en évidence les sources principales de différences d'opinions, d'avoir plus d'informations sur les avantages des différentes alternatives. Ceci permet au décideur de limiter le champ de son action et de mieux guider le processus de la conciliation.

**La structure de préférence du décideur :** Une composante principale du processus de décision multicritère concerne les importances attribuées aux différents critères considérés.

Ces importances sont représentées par des expressions quantitatives souvent appelées *poids* ou par le biais d'expressions ordinales désignées par le terme *priorités*.

Dans la plupart des processus de décision, décrire la structure de préférence du décideur entre les différentes alternatives revient, principalement, à évaluer les poids ou les priorités.

### **L'analyste (l'homme d'étude)**

L'analyste est 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.

La participation minimale, que l'analyste requiert au 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. Cette interaction devient plus élaborée et plus complexe dans le cas de l'utilisation d'une méthode interactive qui implique une "extraction" permanente de l'information détenue par le décideur.

### **2.2. Actions et ensemble d'action potentielles :**

Aboutir à l'élaboration d'une aide à la décision c'est donner des éléments de réponse au décideur, et donc lui fournir un ensemble d'alternatives ou de solutions qu'il sera capable d'envisager sans risque.

La définition des actions (solutions, décisions) est parfois l'une des étapes les plus difficiles dans un processus d'aide à la décision, c'est la phase qui conditionne en priorité l'avancement du processus.

Bernard Roy définit une action A comme étant :

**« La représentation d'une éventuelle contribution à la décision globale, susceptible, en égard à l'état d'avancement du processus de décision, d'être envisagée de façon autonome ».**

Le terme autonome signifie que l'action peut être considérée isolément de toute autre sans pour autant perdre sa portée décisionnelle ou sa valeur de point d'application d'aide à la décision.

Bernard Roy a aussi défini une action potentielle comme étant une action réelle ou fictive provisoirement jugée réaliste par un acteur au moins ou présumée comme telle par l'homme d'étude en vue de l'aide à la décision.

L'ensemble des actions potentielles, noté  $A$  est l'ensemble des objets, décisions, candidats,... que l'on va explorer dans le processus de décision.

### **3. Définition de l'aide multicritère à la décision :**

Un problème de décision monocritère est un problème du type :

$$\text{opt}\{g(x) : x \in A\}$$

Où  $A$  est l'ensemble des *actions admissibles* et  $g$  est la *fonction critère* à optimiser. Ce modèle traduit généralement un problème bien structuré et bien défini mathématiquement, qui s'impose à la fois au décideur et à l'homme d'étude.

Lorsque les actions potentielles d'un problème de décision ne sont pas évaluées par un critère unique, mais par un ensemble de critères qu'on désigne par  $g_1; g_2; \dots; g_m$ , et que le décideur souhaite optimiser simultanément, le problème posé est alors de la forme :

$$\text{opt}\{g_1(x), g_2(x), \dots, g_m(x) : x \in A\}$$

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 sur tous les critères : le concept de solution optimale, un postulat de base de l'approche monocritère (Roy, 1990), n'a donc pas de sens dans un contexte multicritère. Il ne s'agit pas donc de chercher une vérité cachée, mais plutôt à aider le décideur à progresser vers une *action de compromis*.

Lorsque l'activité de l'aide à la décision se base sur une approche multicritère (i.e. plusieurs critères, souvent conflictuels, sont pris en compte, reconnaissance de l'existence de plusieurs rationalités, qu'il n'existe pas une solution "optimale"), on parle de *l'aide multicritère à la décision*.

Différentes définitions ont été proposées pour l'aide multicritère à la décision. Nous reprenons ici celle de [Vincke 1989, p.18] :

*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 ou plusieurs points de vue, souvent contradictoires, doivent être pris en compte.*

Traditionnellement, l'activité de l'aide à la décision se base sur l'idée de l'existence d'une fonction objectif (ou un critère) bien définie et unique et qui s'impose aux yeux de tous pour caractériser la bonne direction dans laquelle il convenait de faire évoluer le système dont on s'intéressait.



En procédant ainsi, on a l'avantage d'aboutir à un problème "bien posé" mathématiquement dans ce sens qu'il est posé en des termes tels que la solution optimale, est entièrement déterminée par sa formulation.<sup>(1)</sup>

Néanmoins, en pratique les conséquences sont suffisamment complexes, pour qu'une seule fonction objective (un seul critère) ne puisse appréhender adéquatement toute l'information nécessaire à la comparaison globale des différentes alternatives d'action possibles.

D'après Martel (1999), ces conséquences sont multiples et s'apprécient en des termes forts variés (économiques, techniques, de confort, etc.).

Pour Bouyssou (1993), 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.

Toujours selon [Bouyssou 1993], adopter une démarche multicritère, ce n'est pas postuler que "dans la réalité" un seul critère est à l'œuvre mais c'est, plus simplement, vouloir aider à la décision en n'exhibant qu'un seul critère. Il y a, selon lui, à la base d'une démarche multicritère en aide à la décision, un "acte de foi" consistant à croire que construire explicitement plusieurs critères peut avoir un "rôle positif" dans le processus de modélisation.<sup>(2)</sup>

#### **4. Les différentes problématiques multicritères :**

Quatre problématiques de références furent considérées par **Bernard ROY**.

Les trois premières sont à but perspectif et concernent respectivement les problèmes formulés en termes de choix, de tri et de rangement ; la dernière est plus modérée dans son objectif puisqu'elle est simplement à vocation descriptive.

##### **Problématique du choix $\alpha$ Alpha : choisir, sélectionner**

La problématique de choix, désignée par Bernard Roy sous la lettre grecque alpha est celle qui consiste à chercher un sous-ensemble de A, bien sûr restreint que possible, contenant les *meilleures* actions ou à défaut les actions les plus *satisfaisantes*.

---

<sup>(1)</sup> Martel « Développement d'un cadre théorique pour la gestion des représentations multiples dans les bases de données spatiales ». Mémoire de Maîtrise – Université Laval, 1999.

<sup>(2)</sup> Salem CHAKHAR « Cartographie décisionnelle multicritère : formalisation et implémentation informatique ». Thèse de doctorat. Université Paris-Dauphine, 2006.

**Problématique du tri  $\beta$  Bêta : trier, segmenter**

La problématique de tri, dite aussi problématique Bêta, est celle qui cherche à affecter chacune des actions potentielles à une catégorie, étant entendu que les catégories sont généralement définies à partir des valeurs observées des actions qu'elles sont destinées à recevoir.

La problématique du tri consiste alors à rechercher un protocole d'affectation, permettant de distribuer les actions de A sur l'ensemble des catégories prédéfinis, autrement dit, séparer les bonnes actions des moins bonnes.

**Problématique de rangement  $\gamma$  Gamma : ranger, classer**

La problématique de rangement, dite aussi gamma, consiste à regrouper les actions en classes d'équivalence, ces classes étant ordonnées conformément aux préférences de ceux qui participent à la décision, alors que dans l'attitude Bêta, on définit les classes à priori, on les laisse ici se définir d'elles-mêmes, par la simple présence des actions qu'elles contiennent.

Lorsqu'on se situe dans cette problématique, l'idée générale est de classer les actions, de la meilleure à la moins bonne, pour choisir ensuite K actions parmi les meilleures.

**Problématique de la description  $\lambda$  Lambda :**

La problématique lambda consiste à poser le problème en termes limité à une description des actions de l'ensemble A et/ou de leurs conséquences, c'est-à-dire orienter l'investigation vers la mise en évidence d'information relatives aux actions potentielles, 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 visant :

- Soit à présenter une description systématique et formalisé 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.

**Tableau 2.7 : Les différentes problématiques de décision**

<b>Problématique</b>	<b>Objectif</b>	<b>Procédure d'investigation</b>
<b>P <math>\alpha</math></b>	Sélectionner un sous ensemble aussi restreint que possible de A contenant les meilleures actions.	Sélection
<b>P <math>\beta</math></b>	Affecter chaque action de A à une et une seule des catégories définies selon de normes préétablies.	Segmentation
<b>P <math>\gamma</math></b>	Ordonner les actions de A de la meilleure à la moins bonne.	Classement
<b>P <math>\lambda</math></b>	Décrire les actions et leurs conséquences.	Cognitive

Source : Bernard Roy « Méthodologie multicritère d'aide à la décision. »

**Remarque :** il arrivera souvent qu'un problème concret donne lieu à un mélange de problématiques de choix, de tri, et de rangement. Il est important aussi de constater qu'un même problème concret peut donner lieu :

- à des définitions différentes de A (actions potentielles)
- à des définitions différentes de F (famille de critères)
- à des définitions différentes de la problématique (choix, tri ou de rangement)

### **5. Formulation multicritère d'un problème de décision :**

D'après Vansnick la formulation multicritère d'un problème de décision peut être définie comme le modèle «A ; A/F; E» où <sup>(1)</sup> :

- A : est l'ensemble d'actions potentielles ;
- A / F : est l'ensemble fini des attributs ou critères, généralement conflictuels, à partir desquels les actions sont évaluées ; et
- 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.

<sup>(1)</sup> J.-C. Vansnick. Principes et applications des méthodes multicritères. Technical report, Université de Mons-Hainaut, 1988.

Il existe d'autres modèles pour structurer un problème de décision comme par exemple une structure hiérarchique ou en architecture réseau utilisée dans la méthode AHP de Saaty (1980).

En effet, l'analyse selon le processus hiérarchique AHP ne suit pas exactement cette formulation. Dans la structure hiérarchique, les actions occupent le dernier niveau de la hiérarchie, mais elles sont traitées exactement comme les éléments des autres niveaux à l'aide des comparaisons par paire.

Remarquons également que, d'après Jacquet-Lagrèze (1990), 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 critères.

Par ailleurs, la grande partie des travaux en AMC concerne 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'actions  $A$ , 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 est importante car elle offre, aux différents acteurs, la possibilité de l'identification de différentes opportunités de décision, la construction de nouvelles actions ainsi que l'évaluation des actions.<sup>(1)</sup>

## **6. les bases méthodologiques du processus d'aide multicritère à la décision :**

En toute généralité, lorsqu'on pose un problème multicritère, il s'agit de trouver *la solution ou bien l'alternative la plus adéquate*, compte tenu de la famille de critères  $F$ , cette solution pouvant prendre diverses formes ( choix , affectation , classement ) .

On peut alors opérer en quatre étapes :

- **Dresser la liste des actions potentielles :**

Il s'agira lors de cette étape d'établir l'ensemble d'actions  $A$  sur lequel va être portée la décision, mais aussi d'identifier le problème d'aide à la décision soumis par le décideur en vue de l'associer à une des problématiques existantes liées à la décision multicritère.

Cette étape constitue la base de départ pour élaborer le modèle de décision associé au problème. L'ensemble d'actions  $A$  devra être aussi complet que possible, ce qui n'est pas toujours évident.

---

<sup>(1)</sup> Salem CHAKHAR, Déjà cité.

- **Analyse des conséquences et détermination des critères à prendre en considération :**

Ces critères découlent des conséquences des actions, c'est-à-dire de « tout effet ou attribut de l'action susceptible d'interférer avec les objectifs ou avec le système valeurs d'un acteur du processus de décision, en tant qu'élément primaire à partir duquel il élabore, justifie ou transforme ses préférences » <sup>(1)</sup>. Il est rare qu'une action n'ait qu'une conséquence. Ainsi, on parlera de l'ensemble des conséquences.

- **Modélisation des préférences et établissement d'un tableau de performances :**

L'homme d'étude (l'analyste) tentera d'apporter des éléments de réponses en élaborant un tableau de performances contenant l'ensemble des actions potentielles qu'il a établi mais également l'ensemble des critères bâtis lors de l'étape précédente.

Cette phase constitue un élément clé du processus d'aide à la décision car elle permet d'entrevoir l'approche qui sera utilisée pour la résolution, c'est -à- dire pour la recherche d'un compromis entre actions.

- **Agrégation des performances et élaboration de la recommandation :**

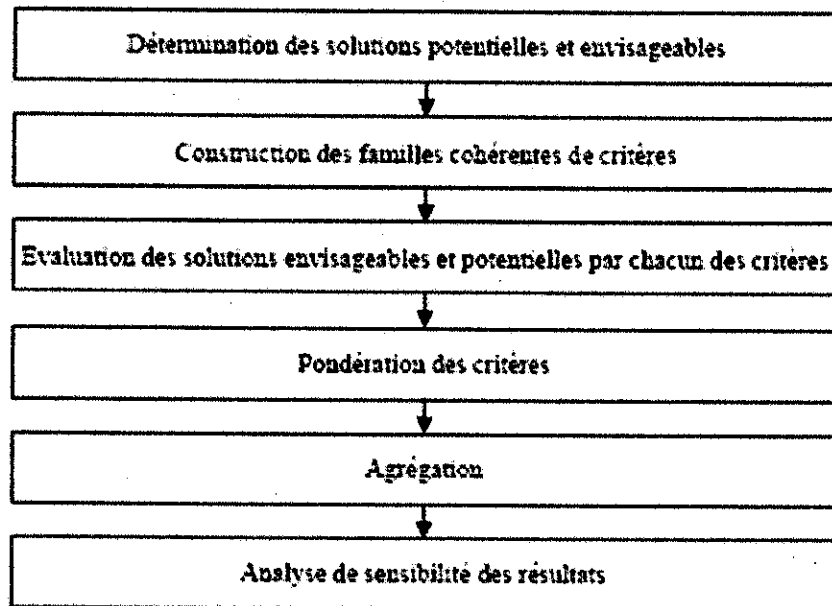
Il s'agit ici d'établir un modèle des préférences globales, c'est-à-dire une représentation formalisée de telles préférences relativement à un ensemble A d'actions potentielles, que l'analyste juge appropriée au problème d'aide à la décision.

Lors de cette étape, l'analyste choisira, en fonction des exigences et du type de problème de décision qui lui est soumis par le décideur, une des approches ou méthodes d'agrégation des performances à entreprendre pour déterminer le compromis voulu et ainsi aboutir à l'élaboration d'une recommandation finale permettant d'atteindre le but fixé de l'étude.

---

<sup>(1)</sup> Roy B. Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision, Economica, Paris, 1985.

**Figure 2.3 : principe générale d'analyse multicritère**



### **7. Les méthodes d'aide à la décision multicritère :**

Plusieurs méthodes d'analyse multicritère coexistent, et la différence entre ces méthodes se trouve soit dans la façon de réaliser cette dernière étape, soit dans la façon d'évaluer chacune des solutions en fonction des critères retenus.

Les spécialistes de l'aide à la décision multicritère s'accordent sur trois grandes familles<sup>(1)</sup> :

#### **1. Les méthodes basées sur la théorie de l'utilité multi-attributs: approche du critère unique de synthèse :**

Elles consistent à agréger les différents points de vue en une fonction unique qu'il s'agit ensuite d'optimiser.

Les travaux relatifs à cette famille étudient les conditions mathématiques d'agrégation, les formes particulières de la fonction agrégeante et les méthodes de construction de ces fonctions. Les principales méthodes appartenant à cette famille sont : MAUT, SMART, UTA, TOPSIS, AHP et G.P.

Bien que rigoureuses, ces méthodes se révèlent souvent d'un degré de complexité élevé ou encore écarte certaines solutions pourtant optimale sur la base du principe de compensation.

---

<sup>(1)</sup> P. NJANDA « Note Méthodologique sur l'évaluation Multicritère de logiciels SIG », Septembre 2006 , p 11

**2. Les méthodes de surclassement : approche de surclassement de synthèse :**

Ces méthodes visent en première étape, à construire une relation appelée relation de surclassement, qui représente les préférences solidement établies du décideur, compte tenu de l'information dont il dispose. Les méthodes multicritères appartenant à cette famille introduisent des seuils d'indifférence et de préférence au niveau de chacun des critères avant de construire la relation de surclassement. Cette relation n'est donc en général ni complète ni transitive. La seconde étape consiste à exploiter la relation de surclassement en vue d'aider le décideur à résoudre son problème.

Ces méthodes multicritères sont caractérisées par un bon degré de pragmatisme compte tenu des contextes décisionnels fréquemment rencontrés. Elles sont assez riches en concepts nouveaux, comme ceux des problématiques décisionnelles. Les méthodes les plus connues de cette famille sont : ELECTRE (Elimination ET Choix Traduisant la Réalité) [Roy, 68] et PROMETHÉE.

**3. Les méthodes interactives: approche de jugement local interactif :**

Bien qu'elles se confondent actuellement avec la deuxième famille, car toutes ces méthodes ont été programmées de nombreuses fois plus ou moins bien, et selon les besoins, dans différents laboratoires de recherche. Elles alternent les étapes de calcul et les étapes de dialogue. Elles sont le plus souvent développées dans un contexte de programmation mathématique à objectif multiple.

Les méthodes appartenant à la troisième approche se sont principalement développées dans le cadre de la PMOM. Elles alternent les étapes de calculs fournissant les compromis successifs et les étapes de dialogue représentant une source d'informations supplémentaires sur les préférences du décideur.

Il y a une différence fondamentale entre les procédures d'agrégation que contiennent les méthodes multicritères appartenant aux deux premières approches ; toutefois dans les méthodes appartenant à ces deux approches les préférences sont introduites a priori. Dans la première approche, les préférences locales au niveau de chaque attribut sont agrégées en une fonction de valeur ou d'utilité unique qu'il s'agit ensuite d'optimiser.

A contrario, la deuxième approche vise dans un premier temps à construire des relations binaires, appelées relations de surclassement, pour représenter les préférences des décideurs, compte tenu de l'information disponible. De plus, il est possible avant de construire ces relations de surclassement, d'introduire des seuils de discrimination comme, par exemple, les seuils d'indifférence, de préférence et de veto. Ces seuils modélisent, localement au niveau de chacun des critères, les préférences du décideur. <sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Vincent PORTIGLIATTI « Contribution à l'allocation dynamique de ressources pour les composants expressifs dans les systèmes répartis » Thèse de doctorat de l'université de Franche-Comté, Décembre 2003.

- **Définition (Relation de surclassement):** Une relation de surclassement est une relation  $S$  entre décisions possibles représentant des préférences solidement établies du décideur, étant donné l'information dont il dispose. On se prononcera pour  $a S b$  s'il existe suffisamment d'arguments pour admettre que  $a$  est au moins aussi bonne que  $b$ , sans qu'il y ait de raison importante de refuser cette affirmation.

Cette définition est volontairement informelle, justement parce que le but de l'aide à la décision est, pour chaque application, d'établir cette relation de surclassement.

### **7.2.1. La méthode ELECTRE I <sup>(1)</sup> :**

La méthode ELECTRE I relève de la problématique (procédure de sélection), le problème est posé en terme de choix de la "meilleure" action. Dans ce but et au moyen de la relation de surclassement  $S$ , il est nécessaire d'effectuer une partition de l'ensemble  $A$  des actions potentielles en deux sous-ensembles  $N$  et  $A/N$  complémentaires tels que :

- toute action appartenant à  $A/N$  est surclassée par au moins une action appartenant à  $N$ , les actions-éléments de  $A/N$  sont éliminées
- les actions appartenant à  $N$  sont incomparables entre elles, ce sont les actions sélectionnées.

La relation de surclassement  $S$  est construite en prenant appui sur une notion de concordance et une notion de discordance. L'hypothèse de surclassement sera acceptée si un test de concordance et un test de discordance sont satisfaits. Le graphe de surclassement visualise la relation de surclassement pour l'ensemble des couples des actions. La théorie des graphes est ici utilisé pour représenté les relations de surclassement.

Le **noyau du graphe** est composé d'un ensemble de sommets tels que tous les sommets du graphe qui n'appartiennent pas au noyau (c'est-à-dire les actions du sous-ensemble  $A/N$ ) sont surclassés par un sommet du noyau  $N$  au moins, et tels que les sommets du noyau  $N$  ne sont surclassés par aucun sommet de celui-ci. L'appartenance d'une action au noyau ne signifie pas nécessairement que c'est une bonne solution; le noyau représente simplement l'ensemble des actions parmi lesquelles se trouve "la meilleure" et il est constitué par des actions difficilement comparables.

ELECTRE I est une méthode assez simple puisqu'elle est basée sur des concepts naturels tels que d'accord / pas d'accord. Elle ne repose pas sur des a priori néanmoins le caractère très subjectif de certains paramètres importants de son algorithme est compensé par une analyse de robustesse très approfondie.

L'**analyse de robustesse** cherche à élaborer des recommandations aussi synthétiques que possible, acceptables par une vaste gamme de valeurs des paramètres. C'est en effectuant une telle analyse qu'il est possible de vaincre les réticences, aussi bien du décideur que de l'homme d'étude, quant aux valeurs initiales des paramètres. Si en faisant varier les

---

<sup>(1)</sup> Cette méthode sera appliquée dans l'étude de cas de cette thèse.



paramètres autour de leur valeur initiale, les résultats ne sont pas modifiés de manière importante, la recommandation est dite robuste.

Les paramètres, susceptibles de variations dues soit à l'incertitude des données de base soit à la subjectivité des données volontaristes, sont les amplitudes des échelles de critères, le poids des critères, le seuil de concordance et le seuil de discordance.

La contrepartie de cet avantage (une analyse de la robustesse très approfondie) est que le résultat fourni est parfois peu net du fait des nuances faites par la méthode ELECTRE I. Elle ne conduit pas, de manière générale, à la mise en évidence directe de la "meilleure" action potentielle.

L'utilisateur d'une telle méthode doit rester conscient du fait que le noyau, vu auparavant, ne renferme pas les meilleures actions mais en fait les actions les plus difficiles à comparer entre elles et parmi lesquelles se trouve la "meilleure" action. <sup>(1)</sup>

### **7. 2.2. La méthode ELECTRE II :**

La méthode ELECTRE II relève de la problématique  $\beta$  (procédure de classement). Elle vise, en utilisant les relations d'ordre sur chacun des critères, à munir l'ensemble A des actions potentielles d'une structure de préordre total afin de faciliter le choix.

En résumé, cette méthode a pour but de classer les actions potentielles, depuis les "meilleures" jusqu'aux "moins bonnes", en tolérant les ex æquo.

Il faut remarquer qu'en problématique  $\beta$ , il n'est pas tenu compte de la valeur intrinsèque de chaque action mais seulement de sa valeur relative par rapport aux autres actions. Cette méthode utilise, tout comme la méthode ELECTRE I, la relation de surclassement S.

Cependant, la distinction est faite entre deux sortes de sur-classements : les sur-classements forts qui reposent sur des bases solides et sont donc avancés avec une grande certitude, les sur-classements faibles qui concernent ceux des sur-classements qui sont sujets à caution.

L'exploitation de ces deux graphes (l'un fort, l'autre faible) s'opère selon un algorithme qui permet de classer les actions. Cet algorithme permet d'obtenir deux classements différents (ou deux préordres totaux différents) : un classement direct et un classement inverse.

Les deux classements s'opèrent à partir du graphe de surclassement fort, le graphe de surclassement faible n'étant utilisé que pour départager si possible les ex æquo.

A partir de ces deux préordres totaux, un préordre partiel est établi, ainsi l'intérêt de ces deux classements provient de leur effet sur des actions incomparables.

Le point de départ d'ELECTRE II est tout à fait différent de celui d'ELECTRE I, il ne s'agit plus d'essayer de trouver la "meilleure" action, mais de classer toutes les actions de la

---

<sup>(1)</sup> Denis Bouyssou « Science de décision ou aide a la décision ».

"meilleure" jusqu'à la "moins bonne". Du même coup, les résultats sont plus tranchés que dans la précédente méthode.

L'approche utilisée reste toujours la même, elle est fondée sur la concordance et la discordance. Cependant, les moyens utilisés pour exprimer ces notions sont enrichis par rapport à ceux d'ELECTRE I et permettent de tenir compte de la volonté du décideur d'une manière plus fine.

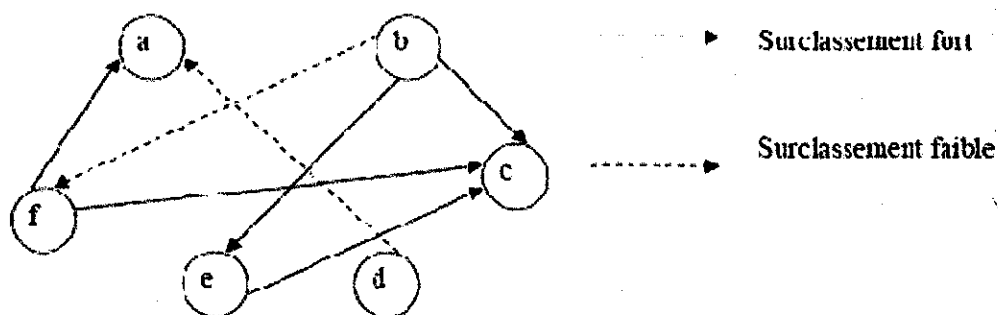
Une autre grande nouveauté d'ELECTRE II est l'introduction de deux types de surclassements fort et faible, la méthode essaie ainsi de mieux respecter les nuances du réel.

Enfin l'algorithme de classement est un important pas d'innovation. L'existence de deux préordres, établis d'une manière différente, offre la possibilité de se faire une idée de la solidité des résultats selon un angle de vue complémentaire à celui de l'analyse de robustesse : une action qui change énormément de rang entre les deux classements, direct et inverse, est une action qui peut difficilement se comparer aux autres.

- *Exemple<sup>(1)</sup>* :

On suppose que l'étude des étapes 1, 2 et 3 d'un problème a donné le graphe de surclassement suivant :

**Figure 2.4: Le graphe de surclassement.**



- Classement direct : (b,d),f,(e,a),c
- Classement inverse : b, (e,f), d, (a, c)

Le tableau suivant récapitule les pré-ordres  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P$  :

<sup>(1)</sup> A.Hammami « MODELISATION TECHNICO-ECONOMIQUE D'UNE CHAINE LOGISTIQUE DANS UNE ENTREPRISE RESEAU. », Thèse de doctorat, La Faculté des Sciences et de Génie, Université Laval, Québec, Canada, septembre 2003.

action	Direct : $P_1$	Inverse : $P_2$	Score = $P_1 + P_2$	Final : $\bar{P}$
a	4	5	9	5
b	1	1	2	1
c	6	5	11	6
d	1	4	5	2
e	4	2	6	4
f	3	2	5	2

### 7.2.3. La méthode ELECTRE III :

La méthode ELECTRE III relève de la *γ* *problématique* (procédure de classement) : son but est de classer les actions potentielles, depuis les "meilleures" jusqu'aux "moins bonnes". Cette méthode suit les grands principes déjà énoncé dans la présentation de la méthode ELECTRE II (construction de la relation de surclassement, élaboration de deux classements antagonistes, synthèse d'un classement final).

Il y a toujours, comme dans les deux précédentes méthodes, une hypothèse de surclassement, les notions de concordance et de discordance. Néanmoins, le changement apparaît dans la relation de surclassement qui comporte dorénavant une part de flou. Désormais, il n'est plus nécessaire de classer les couples d'actions potentielles en une des trois catégories (surclassement fort, surclassement faible, pas de surclassement du tout). En d'autres termes, la réflexion ne porte pas sur l'acceptation ou le rejet en bloc de l'hypothèse de surclassement, mais sur la crédibilité à accorder à cette hypothèse. Ceci est traduit par le degré de crédibilité de l'hypothèse de surclassement, qui varie de 0 à 1.

Une autre innovation importante d'ELECTRE III consiste à introduire, pour chacun des critères, deux seuils dits d'indifférence et de préférence stricte, ces seuils ont été définis de manière à tenir compte directement de l'incertitude qui entache plus ou moins les valeurs de la matrice des évaluations. L'introduction des seuils permet l'apparition d'une nouvelle notion, celle de préférence faible. Ainsi, le nombre de situations possibles au terme d'une comparaison de deux actions selon un critère donné passent de 3 à 5. Un troisième seuil, le seuil de veto, est utilisé dans la concrétisation de la notion de discordance.

L'algorithme de classement qui permet l'élaboration de deux préordres antagonistes est fondé sur le niveau de signification du degré de crédibilité. Ce niveau exprime à partir de quelle valeur la différence entre deux degrés de crédibilité devient significative. La procédure de classement rappelle celle de la distillation : il est question de distillation descendante et de distillation ascendante.

ELECTRE III continue sur les traces d'ELECTRE II, néanmoins l'évolution se fait principalement vers deux directions, l'une favorable, l'autre défavorable :

- +++ : l'exploitation de plus en plus nuancée de l'information .
- --- : une complexité croissante et donc une difficulté de compréhension grandissante de la part du décideur

Ainsi, il n'y a non seulement un indice de concordance qui caractérise le surclassement supposé d'une action par une autre, mais aussi des indices de concordance pour chaque critère relatif à ce couple d'actions. Il n'y a plus deux types de surclassement mais une multitude, ce qui permet de mieux saisir la réalité complexe. Le classement en deux préordres différents se fait d'une manière plus subtile que dans la méthode ELECTRE II. Le préordre final permet les incomparabilités entre actions. Mais l'avancée la plus importante est sûrement l'introduction des seuils de préférence stricte et d'indifférence, ainsi que du seuil de veto qui exprime mieux la discordance.

En conclusion, ELECTRE III est une méthode très complète et "élégante" (surtout le logiciel qui possède une interface agréable), qui a le mérite d'exploiter l'information en sauvant un maximum de nuances et d'avancer des conclusions bien fondées. En contre partie, elle offre un maniement délicat et elle est pénalisée par sa propre complexité concernant la compréhension de la méthode par le décideur.

#### **7.2.4. La méthode ELECTRE IS :**

La méthode ELECTRE IS est une généralisation de la méthode ELECTRE I. Etant donné un ensemble fini d'actions évaluées sur une famille cohérente de critères quantitatifs ou qualitatifs, la méthode a pour objet d'aider à comparer les actions en vue du choix final d'une action ou d'un sous-ensemble d'actions.

La méthode agrège les préférences partielles en une relation de surclassement nette qu'elle analyse en termes de graphe. Le sous-ensemble recherché est constitué par le noyau du graphe.

La méthode Electre Is a les mêmes avantages et limites que la méthode Electre I.(1)

#### **7.2.5. La méthode ELECTRE IV :**

La méthode Electre IV relève de la problématique de rangement ( $P \gamma$ ).

Electre IV se caractérise par l'abandon des critères (on n'a pas besoin d'introduire des pondérations pour les critères). Elle se base sur une famille de pseudo-critères; ainsi, des seuils et des surclassements flous (Pour chaque critère  $j$ , on définit le seuil d'indifférence  $q_j$ , le seuil de préférence  $p_j$  et le seuil de veto  $v_j$ ).

Dans certains problèmes de décision, il s'avère très difficile de déterminer des poids pour les critères. La méthode Electre IV a l'avantage d'éviter ce problème.

---

<sup>(1)</sup> A. Hammami, Déjà cité.

La méthode Electre IV a aussi l'avantage de traiter des pseudo-critères ce qui traduit mieux la réalité.

La méthode Electre IV est facile à exploiter, toutefois, elle exige un grand nombre de paramètres techniques.

#### **7.2.6. La méthode ELECTRE TRI :**

La méthode ELECTRE TRI, qui relève aussi de la problématique b (procédure d'affectation), pose le problème en termes d'attribution de chaque action à une catégorie pré définie.

Des actions de référence sont utilisées pour segmenter l'espace des critères en catégories. Chaque catégorie est bornée inférieurement et supérieurement par deux actions référence et chaque action de référence sert donc de borne à deux catégories, l'une supérieure et l'autre inférieure.

Cette méthode présente trois intérêts principaux qui permettent de :

- juger une action potentielle pour elle-même, indépendamment des autres actions potentielles. En ce sens, cette méthode juge chaque action potentielle sur sa valeur absolue (bien que relativement aux actions de référence pré définies)
- fixer une ou plusieurs valeurs de référence, par exemple des normes légales ou des résultats minimaux pour l'acceptation de candidats
- considérer un nombre d'actions potentielles plus important que les autres méthodes ELECTRE.

Avec la méthode ELECTRE TRI, le nombre d'actions à comparer et à diviser par 20 par rapport à une autre méthode ELECTRE.

Cette méthode suit la même démarche que la méthode ELECTRE III jusqu'aux degrés de crédibilité. L'affectation des actions à une catégorie est, bien entendu, spécifique.

Pour déceler l'incomparabilité, deux procédures d'affectation distinctes, appelées optimiste et pessimiste, sont nécessaires.

Elles consistent à comparer chaque action potentielle avec les actions de référence en commençant par la plus contraignante puis la moins contraignante. Si les deux procédures affectent l'action potentielle à la même catégorie, elle est alors parfaitement comparable avec les actions de référence, sinon, en fonction de la différence entre les deux catégories auxquelles elle est attribuée, elle est plus ou moins incomparable.

On adopte une segmentation multicritère simple, c'est-à-dire que les actions de référence sont parfaitement comparables entre elles.

ELECTRE TRI est une méthode intéressante dans la mesure où elle permet une comparaison différente des actions potentielles, non plus entre elles, mais par rapport à une référence stable. Elle est donc moins sensible que les méthodes relevant de la problématique g. Elle

permet également d'utiliser des valeurs de référence, lorsqu'elles existent. Encore faut-il qu'elles soient cohérentes pour former une action de référence.

### **7.2.7. Les méthodes PROMETHE :**

Considérons le problème multicritère suivant :

- un certain nombre d'actions (stratégies, candidats, ...) à classer par ordre de préférence :

Notons cet ensemble  $[a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_k]$  soit "A"

- un certain nombre de Critères de préférence ou encore de choix:

notons cet ensemble  $[C_1, C_2, C_3, \dots, C_m]$

- les Pondérations liées à chaque critère:

notons cet ensemble  $[w_1, w_2, w_3, \dots, w_m]$  soit "W"  
tel que:

$$*w_i = 1$$

- un ensemble de Fonction de préférence reprenant la manière dont une action "a1" est préférée à une action "a2":

Notons cet ensemble  $[P_1, P_2, P_3, \dots, P_m]$  soit "P"

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

(1) Choix de critères généralisés : A chaque critère  $C_1, C_2, \dots, C_m$  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 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.

**- Critique des méthodes de surclassement :**

Les méthodes de surclassement ont été imaginées à partir d'une critique constructive de l'approche traditionnelle de l'utilité multiattribut.

Une méthode de surclassement vise à construire une structure de préférence s'appuyant sur les préférences solidement établies du décideur.

Techniquement, les méthodes de surclassement sont basées non pas sur l'existence d'un critère global d'utilité, mais sur la comparaison entre alternatives admissibles et l'agrégation des résultats de ces comparaisons. Elles s'apparentent dans leur essence à des procédures de vote pondéré, dans lesquelles les critères sont les votants.<sup>(1)</sup>

**7.3. Les méthodes interactives:**

Une méthode interactive alterne successivement, de manière itérative :

- les dialogues entre le décideur et l'homme de l'art (celui qui connaît la méthode)
- les étapes de calcul.

Elle a pour buts :

- \_ De préciser et d'enrichir progressivement une structure de préférence globale (sorte d'apprentissage).
- \_ De sélectionner une ou plusieurs alternatives, sur la base d'une structure de préférence implicite connue plus ou moins exactement.

Les étapes de dialogue sont privilégiées dans ces méthodes. Elles permettent de mettre en évidence les préférences du décideur. Les informations demandées sont de nature qualitative (comparaison entre alternatives, critère à améliorer ...) ou quantitative (niveaux minimaux de critères, taux de substitution, concessions ...).

Voici quelques principes sous-jacents qui animent ce type de méthode :

- réduire progressivement l'ensemble des alternatives admissibles par l'ajout de contraintes.
- cerner ou apprendre progressivement les paramètres d'une fonction d'utilité implicite.
- approcher au mieux une alternative idéale.
- explorer des échantillons d'alternatives efficaces.
- renforcer la confiance du décideur dans ses choix.

---

<sup>(1)</sup> Denis Bouyssou, Déjà Cité.

- améliorer progressivement une alternative admissible.

Une question importante dans ces méthodes concerne la stabilité des préférences exprimées. Certaines méthodes admettent une remise en cause des préférences énoncées, acceptant même des contradictions, d'autres non. Enfin, l'arrêt du processus est toujours un point délicat et plus ou moins arbitraire.

## **8. Les avantages et les limites des méthodes multicritères :**

### **8.1. Avantages :**

- Capacité à pouvoir simplifier des situations complexes.
- Les bases sur lesquelles s'effectuent les choix des critères et la notation des performances sont souvent simples, compréhensibles et mises au point par le groupe qui conduit l'analyse.
- La méthode rationalise le processus conduisant aux choix.
- La méthode constitue un outil de négociation utile aux débats entre les usagers.

### **8.2. Limites :**

- Difficultés opérationnelles pour choisir des actions ou des variantes à étudier, pour définir des critères de comparaison et pour produire des grilles de notation.
- Manque de données fiables, sur une durée suffisante pour mettre en place et valider les méthodes.
- Les analyses multicritères sont souvent basées sur des processus lents et itératifs, qui peuvent nécessiter une part de négociation importante et de longue durée.
- Les méthodes mathématiques d'agrégation des données nécessitent un savoir-faire de haut niveau.
- L'analyse multicritère peut être considérée comme une approche subjective.<sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> [ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/examples/too\\_cri\\_res\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/examples/too_cri_res_fr.pdf)



## **9. Conclusion :**

Au terme de ce chapitre, qui ne suggère que les bases du multicritère, le lecteur ne peut ignorer la richesse et les potentialités, notamment en gestion environnementale, de l'aide multicritère à la décision.

En effet, celle-ci foisonne de nuances qui, contrairement au monopole du simplexe en programmation linéaire, permettent l'élaboration de nombreuses méthodes, voire de variantes de méthodes.

Mais face à cette abondance, comment choisir ? Tout dépend des moyens techniques dont on dispose, du type et de la quantité d'informations qui sont fournies ou recueillies, du type de résultat souhaité, des éventuelles connaissances du décideur en matière d'aide multicritère à la décision... En outre, l'expérience de l'homme d'étude pourra être déterminante.

Enfin, une fois la méthode choisie, rien n'interdit d'appliquer et/ou d'adapter d'autres méthodes afin de comparer leurs résultats. Il faut toutefois attirer l'attention du lecteur sur le fait que toutes les méthodes ne sont pas aisément adaptables à tous les problèmes. Par exemple, les méthodes d'agrégation locale sont plutôt destinées à des problèmes de choix, moins à des problèmes de classement d'actions. Par contre, si les méthodes de surclassement peuvent couvrir aussi bien des problèmes de choix, de tri ou de classement d'actions, elles ne permettent que partiellement de traiter les cas où le nombre d'actions est infini. Ainsi, un aménagement du territoire implique un découpage non seulement de l'espace mais aussi du temps. Or il existe réellement une infinité de façons de procéder à ce découpage.<sup>(1)</sup>

Aussi faut-il s'arrêter à un nombre fini de variantes suffisamment distinctes afin de pouvoir appliquer la ou les méthodes qui permettront d'effectuer un classement de ces aménagements. Dans un tel problème, le facteur temps constitue en outre une difficulté lors de l'estimation des performances des actions.

L'utilisation de diverses méthodes peut aussi donner lieu à une comparaison de leur robustesse. On soulève alors une question délicate, thème de recherche à elle seule. En effet, bien que souvent nécessaire, l'analyse de robustesse peut s'avérer difficile à mener car elle implique de faire varier de nombreux paramètres dont les valeurs initiales sont déjà fortement empreintes de subjectivité humaine ou tout simplement d'un manque de connaissances. En outre, l'interprétation de cette analyse et l'élaboration de recommandations synthétiques peuvent s'avérer fastidieuses.

---

<sup>(1)</sup> Sami Ben Mena «Introduction aux méthodes multicritères d'aide à la décision . Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux.», février 2000.

## **Conclusion**

La complexité et l'importance des problèmes de gestion rencontrés dans de nombreuses organisations conduisent parfois à rechercher une « préparation scientifique » des décisions, ce que l'on appelle une *aide à la décision*.

L'homme d'étude chargé d'une telle préparation est, en pratique, confronté à des tâches nombreuses et variées : identification des acteurs concernés, formulation du problème, élaboration d'une liste d'actions possibles, définition d'un ou plusieurs critères d'évaluation de ces actions, collecte d'informations, analyses de sensibilité, élaboration d'une recommandation, par exemple, sous la forme d'une sélection des « bonnes » actions ou d'un classement de celles-ci, etc. Son travail est souvent compliqué du fait de la volonté ou de la nécessité de prendre en compte des points de vue ou des critères conflictuels pour évaluer les actions mises en évidence ;<sup>(1)</sup> le recours aux outils d'aide à la décision est primordial.

---

<sup>(1)</sup> D. Bouyssou Th. Marchant P. Perny «Théorie du choix social et aide multicritère à la décision » LAMSADE, Université Paris Dauphine, octobre 2005

**PARTIE 03 :**  
**L'aide à la décision dans le domaine  
pétrolier.**

## **Introduction**

L'importance du secteur des hydrocarbures dans notre pays n'est plus à souligner tant qu'il constitue un des axes du développement économique de la nation.

Néanmoins, l'instabilité des revenus générés par ce secteur suite aux fluctuations incontrôlables du prix du pétrole représente une menace sérieuse qui place la SONATRACH (Société Nationale de Transport et Commercialisation des Hydrocarbures) devant un risque important de pertes financières.

Nous dénotons qu'une baisse de 1\$ du prix de notre pétrole (*Sahara blend*) entraînera une perte de 168 millions \$/an <sup>(1)</sup> sur nos exportations du pétrole brut seulement sans compter les autres répercussions que peut engendrer une telle baisse sur l'ensemble des autres produits énergétiques.

Dans cette optique, la SONATRACH, doit avoir un moyen qui l'aidera à prendre des décisions exprimant ces attitudes face à un environnement incertain de l'industrie pétrolière .

Le but de tout processus d'aide à la décision est de :

- prendre au mieux en compte les critères qualitatifs et quantitatifs qui influent sur toute décision.
- Etre apte à susciter la discussion entre les acteurs du processus ( notamment en ce qui concerne la pondération des critères).
- Intégrer aussi bien les certitudes ( seuil d'acceptation ou de refus d'une solution) que les incertitudes( in comparabilité entre deux solutions) des décideurs.

Il est clair que les approches les plus appropriées pour vérifier ces objectifs sont les approches de surclassement. Nous travaillerons donc avec les méthodes ELECTRE ..

Celles-ci possèdent de nombreux avantages leur procurant le statut de méthodes très utilisées dans le domaine de l'aide multicritère à la décision, parmi ces points forts on peut citer les suivants :

- les méthodes ELECTRE ont connu un développement considérable dans le but de les rendre de plus en plus sophistiquées et donc applicables à tout type de problèmes de décision.
- Elles ont le mérite d'intégrer des aspects qui sont souvent négligés dans les autres approches.
- Elles fournissent des résultats assez stables pouvant être appuyés par des analyses de sensibilité et de robustesse renforçant la fiabilité des conclusions.

---

<sup>(1)</sup>Revue Sonatrach Abstract 2000.

## **Chapitre 01 : Présentation de la SONATRACH.**

### **Sommaire**

---

1. Sonatrach Hier ( historique ).
  2. Sonatrach aujourd'hui .
  3. Objectifs et missions de Sonatrach .
  4. Les produits et services de la Sonatrach .
  5. Les filiales de Sonatrach
  6. Macrostructure de la Sonatrach .
    - 6.1. Direction Générale.
    - 6.2. Les structures opérationnelles.
    - 6.3. Les structures Fonctionnelles.
  7. Organigramme générale de la Sonatrach.
  8. La division forage.
    - 8.1. Missions de la Division Forage.
    - 8.2. Organisation de la Division Forage.
  9. Enjeux et Perspectives pour la Sonatrach.
-

**1. Sonatrach Hier (historique) :**

Les accords d'Evian (18 Mars 1962) prévoyaient la mise en place d'une organisation saharienne dont la tâche essentielle était de proposer des solutions aux questions pétrolières et de veiller au développement de l'infrastructure saharienne. Mais le code pétrolier saharien, spécialement remanié avant juillet 1962, offrait pratiquement le monopole sur le pétrole algérien aux compagnies françaises et il leur accordait, au détriment du Trésor Algérien, des avantages fiscaux importants.

C'est pour cette raison que l'un des premiers actes de l'Etat algérien, au lendemain de l'indépendance, a touché le secteur des hydrocarbures. Il se dota alors d'un instrument permettant la mise en oeuvre de sa politique énergétique en créant, le 31 décembre 1963, par décret n° 63/491, la société nationale pour le transport et la commercialisation des hydrocarbures : Sonatrach.

Le champ d'activité de l'entreprise s'est ainsi considérablement élargi. Cette société allait donc se transformer progressivement en une société intégrée, présente à tous les stades de l'industrie pétrolière, de la recherche à la distribution.

A partir de Février 1971, les décisions de nationalisation des richesses du sous-sol algérien allaient ouvrir la voie à un nouvel essor de l'entreprise. Au fil des ans, le développement de Sonatrach et la multiplicité de ses missions se traduisirent par l'émergence d'une grande entreprise avec un effectif impressionnant qui atteignit plus de 100 000 personnes en 1980 et son sigle SH devenu omniprésent partout dans le pays.

Avec la réorganisation de l'économie nationale à l'orée des années 80 et le lancement de l'opération de restructuration des entreprises en 1979, la Sonatrach se voit retirer de son champ ,de compétence la pétrochimie, le raffinage, la distribution, les travaux et les puits pétroliers, donnant ainsi le jour à 17 entreprises industrielles de réalisation et de services, nommées filiales. <sup>(1)</sup>

Sur la base de la loi du 19 août 1986 et de la loi du 4 décembre 1991, Sonatrach s'est associée à de nombreux partenaires étrangers. Le 24 janvier 1998, le Conseil national de l'énergie décide de restructurer Sonatrach en modifiant ses statuts pour l'adapter aux nouvelles données du marché des hydrocarbures et faciliter ses activités de partenariat avec les compagnies étrangères. Ainsi, elle a pu récupérer trois entreprises sous forme de filiales dans lesquelles Sonatrach détient 100 % du capital et cinq autres où elle détient 51%.

L'Algérie continue à exiger beaucoup de Sonatrach pour répondre aux besoins présents et futurs du pays en matière d'hydrocarbures, pour participer par le biais des exportations d'hydrocarbures au financement du développement national et pour être un outil d'intégration et un pôle d'entraînement pour le reste de l'économie nationale.

---

<sup>(1)</sup>BOUCHALI Anissa , SAAD Nassima « Recouvrement de la volatilité des prix d'option dans le marché de l'électricité. », Mémoire de fin d'étude en recherche opérationnelle. Université USTHB , Alger 2007. P 6.

## **2. Sonatrach aujourd'hui :**

Aujourd'hui Sonatrach est la compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer. Elle exerce ses activités en Algérie et partout dans le monde où des opportunités se présentent, elle est déjà présente dans plusieurs pays dans l'amont et l'aval, en Espagne, au Pérou, en Libye, en Afrique. Elle renforce actuellement sa position sur le marché américain. Avec près de 120 000 travailleurs, Sonatrach compte à ce jour 16 filiales nationales et 24 filiales internationales dans l'exploration, le raffinage, la commercialisation, le stockage, les services aux puits, etc.

Son chiffre d'affaire a atteint près de 49 milliards de US \$ en 2005.<sup>(1)</sup>

Sonatrach est la première entreprise du continent africain. Elle est classée 11<sup>ème</sup> compagnie pétrolière mondiale, 2<sup>ème</sup> exportateur de GNL et de GPL et 3<sup>ème</sup> exportateur en gaz naturel. Elle est l'un des principaux fournisseurs de gaz à l'Europe. Sa production d'hydrocarbures globale augmente d'année en année, elle a atteint 232,3 millions TEP (Tonne d'Equivalent Pétrole) en 2005.

Les activités de Sonatrach sont supérieures à 30% du PNB de l'Algérie, elle procure plus de 60% du budget de l'Etat Algérien.<sup>(2)</sup>

### **1. Objectifs et missions de Sonatrach :**

Depuis sa nationalisation, Sonatrach a pris en charge les missions et les objectifs suivants :

- **Ses missions :**

- La prospection, la recherche et l'exploitation.
- Le développement, la gestion des réseaux de transport, le stockage et le chargement.
- La transformation et le raffinage.
- La commercialisation.
- La liquéfaction du gaz naturel, le traitement et la valorisation des hydrocarbures gazeux.
- Le développement de toute forme d'activités conjointes en Algérie et à l'étranger avec les sociétés Algériennes ou étrangères.
- La prise et la détention des portefeuilles d'actions.
- Les prises de participation et autres valeurs mobilières dans toute société existante ou à créer en Algérie ou l'étranger.
- L'approvisionnement constant du pays en hydrocarbures.
- L'étude, la promotion et la valorisation de toute autre forme de source d'énergie.
- Le développement de toute activité ayant un lien direct ou indirect avec l'industrie des hydrocarbures.

---

<sup>(1)</sup> Revue Sonatrach 2005

<sup>(2)</sup> BOUCHALI Anissa , SAAD Nassima Déjà citée P 6.

- **Ses objectifs :**

- La maîtrise continue de ses métiers de base.
- Le renforcement de ses capacités technologiques et managériales.
- Le développement international et le partenariat.
- La diversification de son portefeuille d'activités.

#### **4. Les produits et services de la Sonatrach :**

La Sonatrach conserve la charge des opérations de recherche, de production, de TRC, de traitement, de conditionnement et liquéfaction des hydrocarbures liquides et gazeux. Cependant ses différents produits sont essentiellement regroupés en deux catégories :

**Les hydrocarbures liquides :** qui se constituent de :

- *Pétrole brut.*
- *Condensât.*
- *Produits raffinés.*
- *GPL (Gaz Pétrole Liquéfié).*

**Les hydrocarbures gazeux :** constitués essentiellement de :

- *GN (Gaz Naturel).*
- *GNL (Gaz Naturel Liquéfié).*

#### **5. Les filiales de Sonatrach :**

##### **5.1. Les filiales nationales :**

- **Les filiales d'Amont :**

- GCB (Société Nationale de Génie civil et Bâtiment)
- ENTP (Entreprise Nationale des Travaux aux Puits)
- ENSP (Entreprise Nationale des Services aux Puits)
- ENAGEO (Entreprise Nationale de Géophysique)
- ENAFOR (Entreprise Nationale de Forage)
- ENGTP (Entreprise Nationale des Grands Travaux Pétroliers)

- **Les filiales de Transport par Canalisation :**

- ENAC (Entreprise Nationale de Canalisation)

- **Les filiales d'Aval :**

- NAFTEC (
- ENIP (Entreprise Nationale de l'Industrie Pétrochimique)
- HELIOS (Entreprise Nationale de production des liquides d'hélium d'Arzew)
- SARPI (Société Algérienne de Projets Industriels)



- AEC (Algerian Energy Company)
- NEAL (News Energy Algeria)

- **Les filiales de Commercial :**

- NAFTAL
- COGIZ (Société de Conditionnement et de Commercialisation des Gaz Industriels)
- SNTM-HYPROC

**5.2. Les filiales internationales :**

- **Les filiales d'Amont :**

- SIPEX (La Sonatrach International Petroleum Exploration et production corporation)

- **Les filiales de Transport par Canalisation :**

- SIPCO
- TMPC (le Trans-Mediterranean Pipeline Company)
- TGP
- MED GAZ (le Gazoduc Algérie-Espagne).

- **Les filiales d'Aval :**

- SPIC (BV) (La Sonatrach Pétroleum Investment Corporation BV)
- PROPANCHEM
- REGANOSA

- **Les filiales de Commercial :**

- SPC
- SPAsia
- Sonatrading
- ISGL
- SPMC (BVI) (Sonatrach Petroleum Marine Corporation)
- SGTC (BVI) (Sonatrach Gas Transportation Cooperation)
- SGCC (BVI) (Sonatrach Gas Carrier Corporation)
- SPOTC (BVI) (Sonatrach Petroleum Overseas Transportation corporation)
- MED LNG

- **Les filiales de Finances et Services :**

- SPC (NA) (Sonatrach Petroleum Corporation)
- SOPEC (la Sonatrach Petroleum Corporation)
- SPI(BVI)C
- Mariconsult

- SAMCO
- SPTC
- ISGSL

## **6. Macrostructure de la Sonatrach :**

L'organisation de la macrostructure de Sonatrach s'articule autour des structures suivantes :

- La direction générale.
- Les structures opérationnelles.
- Les structures fonctionnelles.

### **6.1. Direction Générale :**

Elle est chargée de renforcer autour du Président Directeur Général, aidé par le Comité Exécutif, les capacités d'analyse, d'élaboration, d'appui et de pilotage stratégique. Le Président Directeur Général est assisté par le Secrétaire Général dans le suivi et la cohésion du management du Groupe, par le Comité d'Examen et d'Orientation qui apporte l'appui nécessaire aux travaux des organes sociaux du Groupe, et par un chef de cabinet, de conseillers et de directeurs.

Le service Sûreté Interne de l'Etablissement (SIE) relève également de la Direction Générale.

### **6.2. Les structures opérationnelles :**

Elles exercent les métiers du Groupe et développent son potentiel d'affaires tant en Algérie qu'à l'étranger.

Il s'agit de l'activité Amont (AMT), de l'activité Aval (AVL), de l'activité Transport par Canalisations (TRC) et de l'activité Commercialisation (COM).

Chacune de ces activités est placée sous l'autorité d'un Vice Président.

#### **1. Activité Amont :**

L'activité amont a principalement en charge :

- la recherche,
- l'exploitation et la production des hydrocarbures.
- Le forage.
- Engineering et construction.
- Elle s'occupe également du développement des gisements découverts, de l'amélioration du taux de récupération et de la mise à jour des réserves.

Les activités de l'amont pétrolier des hydrocarbures relèvent de Sonatrach. Elle les réalise soit seul, soit en association avec des compagnies pétrolières internationales.

Cette activité reste en constant développement et enregistre une fois de plus une augmentation de sa production de 5%. Pour faire face aux développements en cours, Sonatrach a retrouvé un niveau important d'investissement, en croissance de 6%.

Dans un contexte de concurrence accrue, le groupe a consolidé sa position nationale et internationale par la signature de nombreux partenariats avec d'autres opérateurs pétroliers et mené de nombreuses études d'opportunités d'exploration pétrolière au Moyen-Orient, Afrique et en Amérique latine. <sup>(1)</sup>

## **2. Activité Aval (AVL) :**

L'activité aval a en charge l'élaboration et la mise en oeuvre des politiques de développement et d'exploitation de l'aval pétrolier et gazier. Ses principales missions sont :

- La liquéfaction du gaz naturel,
- la séparation de GPL,
- le raffinage,
- la pétrochimie,
- les gaz industriels (Hélium et Azote).

Pour les activités en Algérie, Sonatrach intervient directement pour la liquéfaction du gaz naturel et la séparation des GPL. Sonatrach intervient également à travers ses filiales à 100% ou en association avec des entreprises algériennes ou étrangères dans le raffinage, la pétrochimie, la valorisation des sous-produits, la génération électrique, le développement des énergies renouvelables et le dessalement d'eau de mer.

Les activités internationales sont réalisées dans le cadre de partenariats par des sociétés dans lesquelles Sonatrach détient des participations. <sup>(2)</sup>

## **2. Activité Transport par canalisation (TRC) :**

L'activité de transport par canalisations, a pour mission principale le transport des hydrocarbures dans des conditions optimales d'économie et de sécurité, tout en préservant l'environnement. Ses autres missions sont :

- Définir, réaliser, exploiter, maintenir et faire évoluer le réseau et les installations
- Assurer la régulation entre la production et la commercialisation.

## **4. Activité Commercialisation (COM) :**

Elle se charge de la commercialisation sur le marché intérieur et extérieur, ainsi que la mise en oeuvre des stratégies de commercialisation.

L'activité Commercialisation a été particulièrement dynamique durant l'exercice 2005, avec une augmentation du volume d'hydrocarbures commercialisés de 6%, soit près de 176 millions de TEP.

---

<sup>(1)</sup> Bouchali et Saad , Déjà citée, P 7.

<sup>(2)</sup> Revue Sontrach (Rapport d'activité 2003) P 34.

**6.3. Structures Fonctionnelles :**

Les directions fonctionnelles élaborent et veillent à l'application des politiques et stratégies du groupe. Elles fournissent l'expertise et l'appui nécessaires aux activités opérationnelles du Groupe. Elles sont organisées en quatre Directions Coordination Groupe (DCG) et trois Directions Centrales :

- Ressources Humaines et Communication (RHC) : placée sous l'autorité du Directeur Général Adjoint.
- Stratégie, Planification et Economie (SPE) : placée sous l'autorité de la Directrice Exécutive.
- Finances (FIN) : placée sous l'autorité du Directeur Exécutif.
- Activités Centrales (ACT) : placée sous l'autorité du Directeur Exécutif.

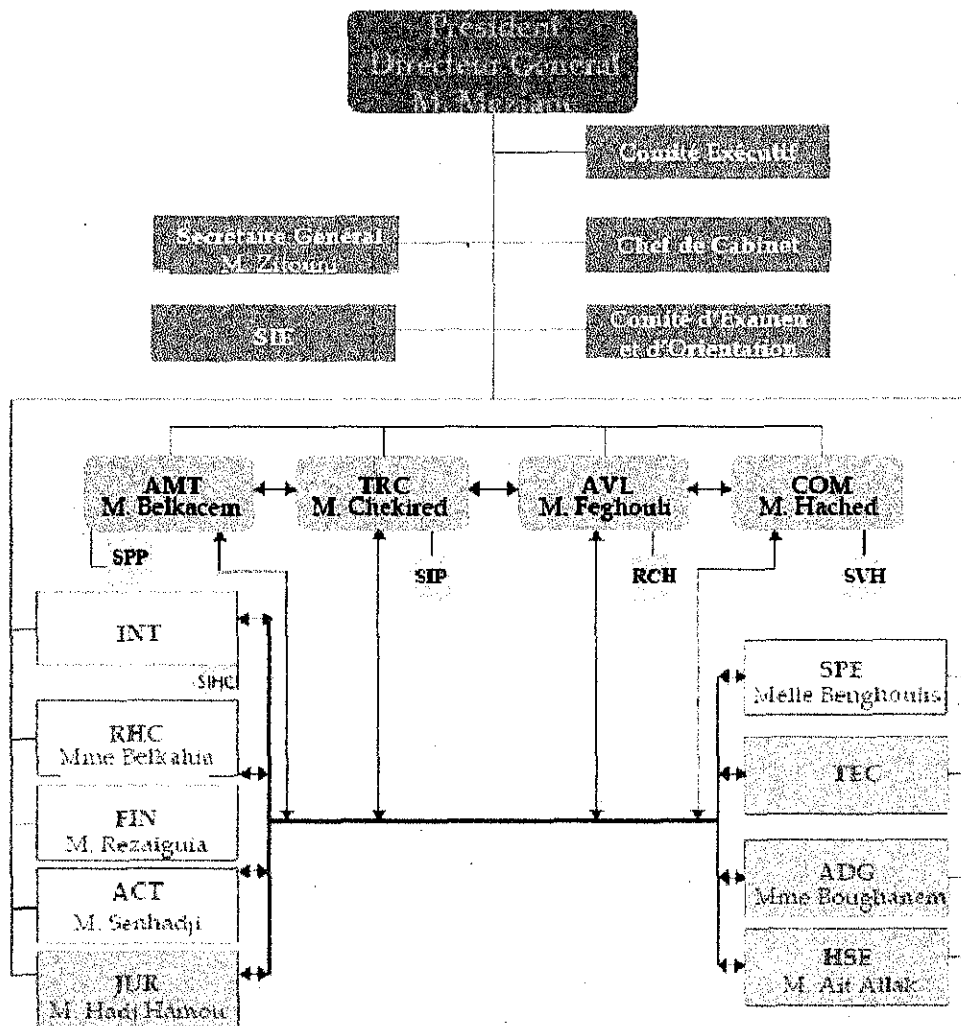
**- Les Directions Centrales :**

- Audit Groupe (ADG)
- Juridique (JUR)
- Santé, Sécurité et Environnement (HSE)

Les trois directions sont placées sous l'autorité du Directeur Central.

**7. Organigramme générale de la Sonatrach :**

**Figure 3.1 : Organigramme générale de la Sonatrach**



(Les flèches indiquent les interactions et les flux d'informations)

Source : [www.sonatrach-dz.com](http://www.sonatrach-dz.com)

**Liste des abréviations utilisées dans l'organigramme ci-dessus :**

- |  |  |
|--|--|
| <b>SIE</b> : Sûreté Interne de l'Etablissement.                  | <b>SIHC</b> : Sonatrach International Holding Corporation. |
| <b>AMT</b> : l'activité Amont.                                   | <b>RHC</b> : Ressources Humaines et Communication.         |
| <b>TRC</b> : l'activité Transport par Canalisations.             | <b>FIN</b> : Finances.                                     |
| <b>AVL</b> : l'activité Aval.                                    | <b>ACT</b> : Activités Centrales.                          |
| <b>COM</b> : l'activité Commercialisation.                       | <b>JUR</b> : Juridique.                                    |
| <b>SPP</b> : Holding Services Pétroliers et Parapétroliers.      | <b>SPE</b> : Stratégie, Planification et Economie.         |
| <b>SIP</b> : Holding Sonatrach Investissements et Participation. | <b>TEC</b> : Techniques et Développement.                  |
| <b>RCH</b> : Holding Raffinage et Chimie des Hydrocarbures.      | <b>ADG</b> : Audit Groupe.                                 |
| <b>SVH</b> : Holding Sonatrach Valorisation des Hydrocarbures.   | <b>HSE</b> : Santé, Sécurité et Environnement.             |
| <b>INT</b> : Activité à l'International.                         |  |

## **8. La division forage :**

Après la restructuration qui a eu lieu en 1983, l'entreprise nationale SONATRACH est devenue le maître d'œuvre à l'instar des grandes compagnies pétrolières dans le monde. Son objectif étant de réaliser des programmes de forages (en développement ou en exploration.)

Elle décida alors en avril 1987 de créer la Division Forage dont le but est de réaliser dans les délais impartis, des puits de forages pétroliers de qualité, à moindre coût, répondant aux normes de sécurité établie à cet effet.

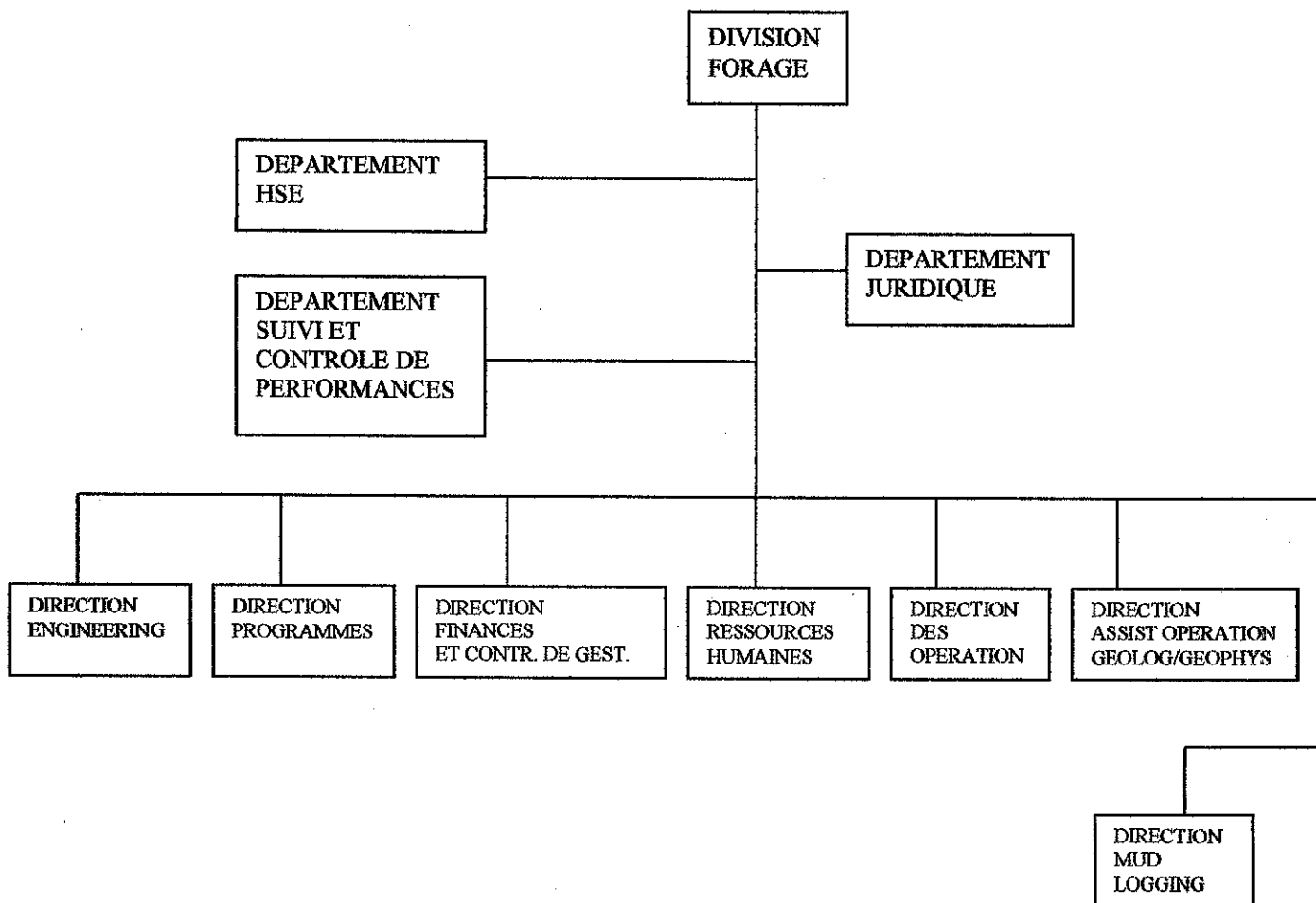
### **8.1. Missions de la Division Forage :**

Elle a pour principales missions :

- La planification et la préparation des sites de forage conformément aux rapports d'implantation et aux devis techniques des divisions production et exploration.
- La programmation des affectations des appareils de forage sur sites selon la capacité.
- L'élaboration des programmes d'engineering de forage.
- L'approvisionnement et la gestion du matériel programme de forage, des outils et équipements spéciaux.
- L'acquisition, ainsi que la mise en place des infrastructures et des moyens de transport lourds et légers nécessaires à la réalisation des forages
- La supervision de travaux de génie civil.
- La conduite des opérations de forage en régie et la supervision forage en mètres.
- Le déclenchement et la supervision des interventions des sociétés de services.
- L'approvisionnement des chantiers de forage d'exploration et de développement en consommables puits, tubages et accessoires, tricônes, trépan diamantés têtes de puits et matériels de complétion de fond et de surface
- La réception technique des études topographiques, pistes et plates-formes.
- L'ordonnancement de toutes les prestations réalisées sur les forages.
- L'établissement des rapports de fin de sondage des puits d'exploration et de développement
- La recherche et le développement des nouvelles techniques de forage.

### **8.2. Organisation de la Division Forage :**

**Figure 3.2 : Organisation de la division forage.**



**9. Enjeux et Perspectives pour la Sonatrach : <sup>(1)</sup>**

Sonatrach continuera à miser sur le partenariat comme axe majeur de sa stratégie. Mais cette dynamique de croissance souffre de trois difficultés non encore réglées :

- suppression de la clause de destination réclamée par l'Union Européenne et qui entraîne la renégociation d'anciens contrats de vente de GNL.
- l'augmentation du quota de l'Algérie au sein de l'OPEP
- le financement de ses projets.

Sonatrach a commencé à mettre en place une nouvelle stratégie pour diversifier ses positions à l'international, à savoir procéder à des échanges d'actifs.

Concrètement cette démarche consiste à chercher des partenaires qui, en contrepartie de l'accès aux réserves de Sonatrach, donneraient eux-mêmes accès à leurs propres réserves et à d'autres marchés, y compris des participations dans le raffinage. « Nous cherchons des compagnies en complément de ce que nous n'avons pas, même dans la pétrochimie » a indiqué à la fin de janvier 2008, Chakib Khelil, le ministre algérien de l'Energie et des Mines.

En décembre 2007 Total et Sonatrach ont signé un contrat de partenariat pour construire un complexe pétrochimique qui totalise 2,5 Mds \$.

Pour ce qui est des perspectives en matière de TRC, jusqu'à 2011 Sonatrach prévoit de porter de 16 200 à 21 500 kilomètres son réseau de pipelines de pétrole et de gaz, et une augmentation des capacités d'évacuation de 1 million de barils/jour.

La politique HSE (Hygiène, Sécurité et Environnement) reste au premier plan de la stratégie du groupe. Selon une annonce du PDG Mohamed Meziane du 5 janvier 2008 Sonatrach va consacrer 1,8 milliard de dollars d'ici à 2010 à l'activité HSE pour faire face notamment au phénomène d'empiètement des périmètres de canalisations d'hydrocarbures.

Cette somme est allouée au profit du volet HSE au titre du plan 2008 et du plan à moyen terme 2008-2010.

En définitive, jamais les chances pour Sonatrach de s'imposer sur la scène énergétique internationale et d'augmenter ses revenus n'ont été aussi grandes. Tout repose en fait sur ses Ressources Humaines et ses capacités à saisir les opportunités qui se présentent aussi bien sur le marché local qu'à l'étranger. L'incertitude sur les performances futures de Sonatrach créée par la mise en oeuvre de la loi sur les hydrocarbures se trouve atténuée par les réalisations partenariales enregistrées depuis 2000. Les succès en cours donnent un élan de croissance à l'entreprise.

---

<sup>(1)</sup> OUKSEL Fadela BAYKA Pinard ALEKSANDROV Kiril « Stratégie du Groupe SONATRACH », Paris 1 Sorbonne, 2008.



## **Chapitre 02 : le partenariat a Sonatrach et position du problème**

### **Sommaire**

---

1. Introduction.
  2. Définition du partenariat.
  3. L'effort du partenariat dans le domaine pétrolier algérien.
  4. Le forage pétrolier.
  5. Appareil de forage
  6. Les partenaires de Sonatrach en matière de forage.
  7. Position du problème.
  8. Conclusion.
-

## **1. Introduction :**

Le Partenariat, défini aussi sous le terme de Coopération, a été pratiqué par l'Algérie dès l'aube de son indépendance. Compte tenu de sa situation économique à cette époque le recours à cette voie a été en même temps un choix et une obligation. A cette date et après 130 années d'occupation, le pays avait surtout une vocation agricole et ne disposait que d'une faible infrastructure industrielle qu'il n'est pas nécessaire de décrire ici mais qui consistait surtout en unités agro-alimentaires et installations d'exploitation minière.

D'un autre côté elle connaissait un déficit énorme, dans tous les secteurs, en cadres, techniciens et ouvriers spécialisés. Elle répondait donc parfaitement au schéma classique assigné aux colonies de peuplement.

Cependant cette destinée de pays agricole commençait à être relayée par des possibilités nouvelles pour ce pays, du moment que, juste après la Deuxième Guerre Mondiale son sous-sol commençait à montrer d'intéressantes indications de présence d'hydrocarbures avec la découverte de pétrole ou de gaz dans les régions de Sidi Aissa (Oued Guetrini-1948), de Tebessa (Djebel Foua et Djebel Onk-1954, 1956), au Sahara du SE (Edjeleh- 1956) et enfin au Sahara Central (Berga-1953).

Cette nouvelle vocation potentielle allait être confirmée quelques années après par la découverte des gisements de gaz humide et de pétrole léger, rapidement catalogués comme géants, à Hassi Messaoud et à Hassi Rmel (1956).

Cette nouvelle donne faisait entrer l'Algérie dans le club des grands pays pétroliers et permettait de considérer ce nouvel atout comme le futur levier principal du développement auquel pouvait aspirer ce jeune pays sous développé qui allait accéder incessamment à l'indépendance.

L'industrie des hydrocarbures étant caractérisée par des montants d'investissement très importants, amortissables sur de longues périodes, une technologie sophistiquée et des risques variés et élevés, les compagnies considèrent que le recours à des alliances constitue un moyen effectif pour compenser leurs faiblesses d'une part et valoriser leurs points forts d'autre part. <sup>(1)</sup>

Dans ce chapitre, on va présenter quelques généralités sur l'activité forage des puits pétroliers, ainsi qu'une description brève du problème actuelle ne peut qu'éclaircir le but principal de notre application multicritère.

---

<sup>(1)</sup> Abdelmadjid ATTAR et Zerrouk « Le partenariat dans le secteur des hydrocarbures en Algérie : Historique, enjeux et expériences. »

## **2. définition du partenariat en hydrocarbure :**

Dans la littérature, le partenariat est défini comme étant une stratégie de coopération. Dans le cadre d'une telle coopération une compagnie apportera, par exemple, la technologie, le savoir-faire, le financement total ou partiel des projets définis et réalisés en commun et le partage des risques pris dans ce cadre, tandis que l'autre compagnie apportera l'assistance administrative dans son pays, la fourniture de main d'œuvre et de matière première à bon marché, et un marché avec un réseau de distribution déjà opérationnel. Cette synergie permettra des réductions de coûts qui feront que le produit réalisé ensemble sera compétitif et sera facilement écoulé.

Mais pour qu'une telle opération réussisse et soit viable sur un moyen ou long terme, des conditions telles qu'une bonne compréhension mutuelle des capacités de l'un et de l'autre des partenaires, des objectifs communs et l'existence d'une confiance réciproque, d'une complémentarité, d'un cadre contractuel précisant les objectifs, les moyens, le planning, le mode de gestion, le contrôle, la communication et la mesure des performances doivent être réunies. Des critères complémentaires relatifs aux aspects culturels, à l'esprit de communication du savoir-faire, à la prévention des risques (identification, quantification, solution) assureront un plus pour la viabilité et la longévité d'une telle association. Il est reporté dans la littérature que dans l'exercice de ce type de relations commerciales il n'y a que 30 à 40% des associations créées qui survivent aux différents obstacles qui se présentent sur leur chemin à un moment ou à un autre de leur existence.

## **3. L'effort du partenariat dans le domaine pétrolier algérien :**

A l'effort propre de Sonatrach vient s'ajouter l'apport du partenariat dans ce succès. La contribution étrangère dans cette aventure a été surtout encouragée par un domaine minier algérien très attractif.

Attractif, mais aussi compétitif pour de nombreuses firmes pétrolières internationales. 86 contrats ont été signés entre 1986 et 2004. Plus de 3,5 milliards de dollars ont été investis en partenariat avec plus de 1,6 milliard de tonnes équivalent pétrole de réserves mises en évidence. Nous assistons ainsi à l'émergence en force d'une politique de partenariat performante.

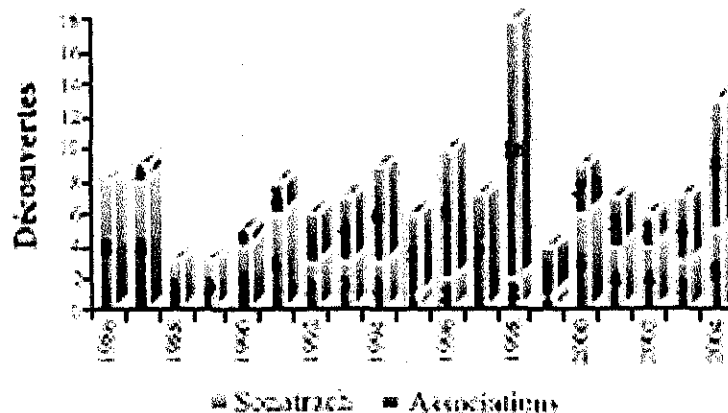
L'engouement du partenariat est devenu plus important et une bonne répartition géographique touchant l'ensemble du domaine minier algérien est à noter. Ces performances en partenariat montrent l'intérêt croissant des compagnies pétrolières pour l'exploration en Algérie. Cet intérêt est essentiellement marqué par les potentialités en hydrocarbures qu'offre le domaine minier algérien, mais aussi la stabilité du pays, la rigueur et la transparence.

Malgré cet effort, le domaine minier algérien reste sous-exploré si on se réfère à la densité de forage qui est en moyenne de 10 forages par 10 000 km<sup>2</sup>.<sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> Sonatrach Amont division exploration. Avril 2006.

**Figure 3.3 : évolution du nombre de découvertes entre 1986 et 2004.**



Source : Revue Energie et mines Avril 2006.

#### **4. Le forage pétrolier :**

Nous allons présenter dans ce chapitre quelques généralités et notions de base sur le forage des puits pétroliers.

##### **4.1. Formation du pétrole :**

Le pétrole provient de l'accumulation dans le sous-sol et de la lente décomposition pendant des millions d'années d'organismes microscopiques d'origine végétale ou animale.

Il se forme dans des roches mères. Celles –ci laissent échapper les hydrocarbures, qui sous l'effet de la pression, vont migrer vers la surface à travers des roches perméables et poreuses. Lorsque les roches sont recouvertes d'une couche imperméable, celles-ci piègent le pétrole dans des réservoirs.

Il n'existe malheureusement pas, à l'heure actuelle de moyens sur permettant de savoir si le sous-sol de la terre recèle du pétrole en un point donné, toutes les méthodes utilisées ne donnent qu'une idée générale de la structure de ce sous-sol et il faut faire un ou plusieurs forages pour savoir s'il existe un gisement.<sup>(1)</sup>

##### **4.2. Forage pétrolier :**

Le forage pétrolier représente l'ensemble des infrastructures et processus mis en œuvre permettant d'atteindre les roches poreuses et perméables susceptible de contenir des hydrocarbures.

Le forage d'un puits pétrolier passe généralement par plusieurs phases. Le passage d'une phase à une autre se traduit par la diminution du diamètre du puits qui devient de plus en plus petit (26", 17 ½", 16, 12 ½" ....).

<sup>(1)</sup> <http://www.lyc-richelieu-rueil.ac-versailles.fr/archives0506/tpe-1s4/Petrole/Origine/Page.htm>

### **4.3. Type de puits :**

Il existe deux catégories de puits :

- les puits d'exploration ;
- les puits de développement.

Un puits d'exploration est foré dans un champ qui n'a jamais été exploré auparavant. Un puits de développement est foré dans un gisement de pétrole existant pour extraire davantage du pétrole.

Le forage d'exploration devra accompagner tous les travaux de la recherche et de la prospection des hydrocarbures. Le forage d'un puits apporte la certitude de l'imprégnation des couches, il décide de l'existence ou de l'absence. Par ailleurs, en l'absence d'accumulation le puits reste extrêmement précieux, car il permet par l'intermédiaire de la géologie de subsurface d'examiner la nature et les propriétés des couches traversées.

En Algérie, nous distinguons trois types de forage :

- Forage de reconnaissance géologique : de 10 à 100 mètres.
- Forage de structure : de 100 à 500 mètres.
- Forage profond : supérieur à 1500 mètres.<sup>(1)</sup>

### **5. Appareil de forage :**

Un appareil de forage peut faire penser à une usine ou à une manufacture. Il est conçu pour produire une seule et unique chose : un trou. L'appareil de forage a pour but de permettre la bonne manœuvre du forage pour le changement des outils, la rotation de la garniture, l'injection de la boue de forage, ainsi que pour rajouter du poids sur l'outil permettant ainsi l'avancement régulier de l'activité de forage.

**- Les principales composantes de l'appareil de forage sont :**

- Une tour métallique de plusieurs dizaines de mètres de diamètre de hauteur, appelée « Derrick » ou le « mat » dans le jargon pétrolier. C'est une structure à quatre pattes s'appuyant sur une embase carrée, elle sert à supporter la charge totale du poids mais aussi à introduire verticalement le train de tiges. Ce dernier est un ensemble de tubes métalliques vissée bout à bout, il transmet un mouvement rotatif (forage rotary) à l'outil de forage le « trépan et achemine un liquide appelé » boue ». La machine de forage fonctionne comme une énorme perceuse dont le Derrick serait le corps, le train de tige serait l'arbre et le trépan serait la mèche.

- D'un treuil ( drawworks) qui constitue l'organe principale du dispositif de levage. Il permet de régler l'avancement de l'outil par le moyen de son frein de remonter les tiges du trou et les y descendre et aussi l'enroulement ou le déroulement du câble de forage bobiné

---

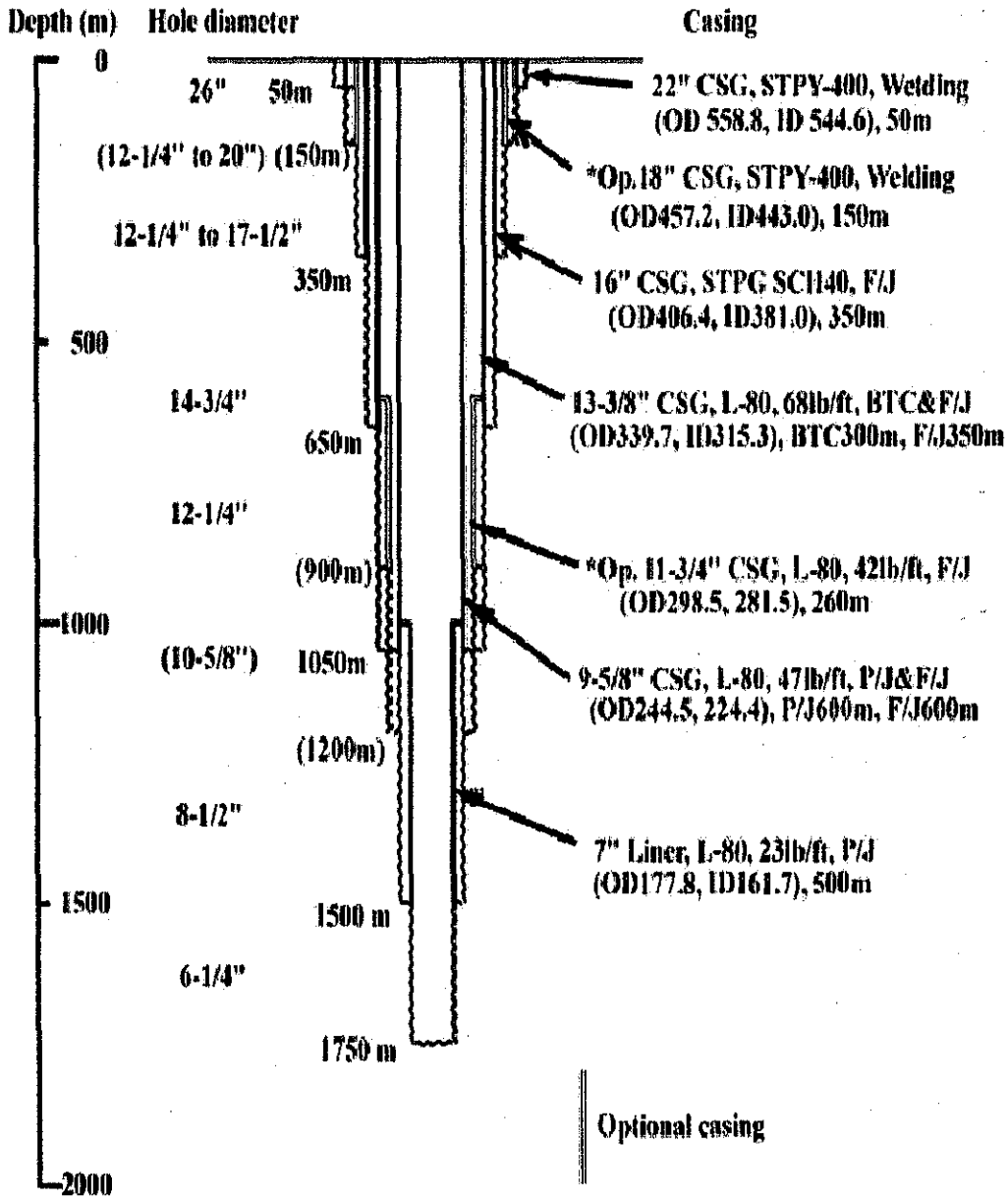
<sup>(1)</sup> Mouaïci Mahfoud « L'analyse du risque dans le domaine pétrolier : Application au projet d'exploration. » Mémoire de fin d'étude, Institut nationale de planification et de la statistique. Alger 2006.

sur le tambour de treuil qui fournit la force motrice nécessaire au levage et à la descente du moufle et sa charge de tiges.

- D'un système de circulation de boue qui est un des éléments essentiels d'un appareil de forage. Constitué essentiellement des bacs à boue( au nombre de 3 ou 4 ) dans lesquelles est stockée la boue d'un circuit de conduites et d'une tête d'injection.

- De pompes, dont la fonction essentielle est de faire circuler la boue dans le puits sous pression. Celles-ci aspirent la boue des bacs et la refoulent à l'intérieur des tiges de forage à travers une conduite de refoulement.

**Figure 3.4 : Exemple d'une architecture d'un puits de forage pétrolier <sup>(1)</sup>**



<sup>(1)</sup> Abdessalem BELAID. « Modélisation tridimensionnelle du comportement mécanique de la garniture de forage dans les puits a trajectoire complexes : application a la prédiction des frottements garniture- puits ». L'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DES MINES DE PARIS.2005.

**6. Les partenaires de Sonatrach en matière de forage :**



AMERADAHESS



ANADARKO



REPSOL



BHP



GULF KEYSTONE



CEPSA



ARCO



OCCIDENTAL



AGIP



SH / SINOPEC



PIDC



SHELL



PVEP



MEDEX

Source : ENTP (Partenariat et clients)



**7. Position du problème :**

La société Sonatrach et plus précisément sa division forage, et par sa fonction de maître d'œuvre, a pour principale mission d'œuvrer constamment à la réalisation des puits pétroliers, de bonne qualité, à moindre coût et dans les délais impartis, et ceci en respectant les normes de sécurité établies à cet effet.

Pour ce faire, la Division Forage fait appel à des sociétés prestataires de service (nationaux et étrangers), lesquels fournissent les moyens matériels, humains et technologiques afin d'assurer la réalisation des différents opérations de forage d'un puits pétrolier, et c'est dans un cadre fortement concurrentiel qu'elle opère afin d'atteindre les objectifs cités ci-dessus aux niveaux escomptés.

Dans ces réunions, chaque société de services présente un bilan de ses activités aux puits. Ces bilans, contiennent entre autres des résultats concernant les performances des prestations fournis en se basant sur les critères établis par SONTRACH Division Forage.

Pour faire le choix de la meilleure société qui fournit les meilleures prestations en matière de forage pétrolier, Sonatrach se trouve devant un problème multicritère d'aide à la décision, qui peut être résolu aisément par les méthodes multicritères d'aide à la décision déjà vu dans la partie précédente, ce qui fera l'objet du chapitre suivant.

**8. Conclusion :**

La situation actuelle à laquelle fait face la division forage pour la sélection d'une société reste une tâche complexe, du fait que pour mesurer la performance d'une prestation donnée, plusieurs critères, souvent conflictuels, entrent en jeu, ce qui ne facilite nullement à la Division Forage une prise de décision rapide mais aussi efficace.

L'objectif de cette partie est donc de mettre en place un outil d'aide à la décision qui permettra à la Division Forage de palier à ce problème afin d'évoluer dans un environnement multicritère ou plusieurs exigences entrent en conflit, en vue de fournir l'outil d'aide à la décision qui permet la plus « objective » sélection possible.

Après la description de la problématique de sélection des partenaires au sein de la division forage de la compagnie pétrolière SONATRACH , on va, et en procédant d'une application simple, essayer de résoudre cet problématique , ce qui fera l'objet du chapitre suivant.

## **Chapitre 03 :**

### **Application de la méthode ELECTRE I pour la sélection d'une société.**

#### **Sommaire**

---

1. Introduction.
  2. Justification du choix d' ELECTRE I.
  3. démarche à suivre.
  4. Mise en œuvre de la méthode ELECTRE I.
  5. Résultats selon ELECTRE I.
  6. Conclusion.
-

**1. Introduction :**

Le présent chapitre s'inscrit dans le cadre de la conception d'un outil d'aide à la décision qu'il conviendrait de mettre en place aux responsables dans la division forage de SONATRACH pour sélectionner une société parmi les sociétés intervenantes pour la prestation de forage pétrolier.

On va appliquer la méthode multicritère d'aide à la décision : la méthode ELECTRE I dans notre problème de décision. Et ceci dans le but de montrer l'efficacité de cette dernière pour la prise de décision et afin de pouvoir répondre à notre problématique principale qui s'intitule : « **Comment les méthodes quantitatives peuvent-elles aider à la prise de décision dans le domaine pétrolier ?** »

## **2. Justification du choix d'ELECTRE I<sup>(1)</sup> :**

Le choix d'une méthode d'aide multicritère à la décision dépend fortement des moyens techniques dont on dispose, du type et de la quantité d'informations fournis par le décideur, et aussi du type de résultat souhaité par ce dernier.

Devant la diversité des méthodes multicritères à notre disposition, il convient de sélectionner celle qui répond le mieux au problème posé. A chaque type de problème va correspondre une réponse adaptée. Pour cela, il nous faut définir précisément le problème que nous avons à résoudre :

### *a. Il s'agit de choisir un nouveau partenaire pour une activité précise*

L'évaluation d'un partenaire pour le forage pétrolier repose sur plusieurs critères : la qualité n'est pas le seul critère déterminant. Nous nous trouvons donc face à un problème multicritère. Cette situation est classique dans la majorité des cas.

La méthode doit donc prendre en considération les caractéristiques du modèle de décision associé à notre problème.

### *b. Définir notre problème*

Comme le problème se pose en termes de choix d'un partenaire parmi les intervenant dans une prestation donnée; à partir des valeurs de références fixées par le décideur, on peut constater que la division forage de la SONATRACH se trouve devant un problème de décision qui relève de *la problématique a* (problématique du choix).

Ce type de problème est résolu par la méthode ELECTRE I (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) dont nous préconisons et qui pourra constituer un outil adéquat pour assister la direction de la Sonatrach à une sélection d'un partenaire pour le forage pétrolier .

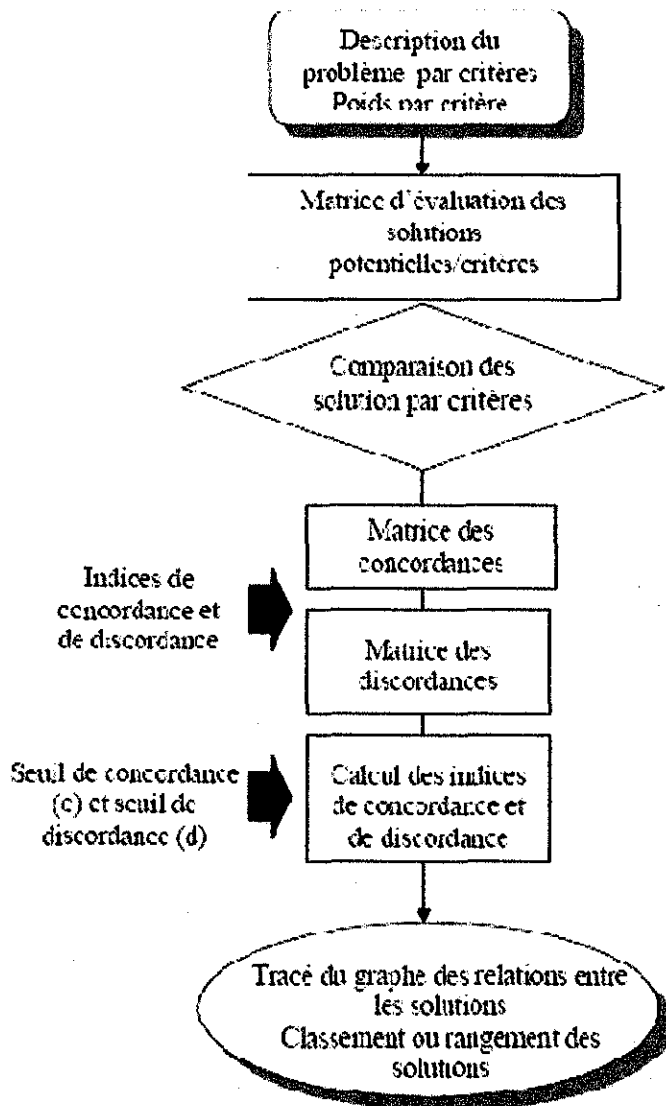
## **3. démarche à suivre :**

Elle est résumée dans la figure suivante :

---

<sup>(1)</sup> Cette méthode est due à B. Roy (1968). C'est la plus ancienne des méthodes de surclassement, mais elle est bien représentative.

**Figure 3.5 : démarche à suivre de la méthode ELECTRE I<sup>(1)</sup>**



<sup>(1)</sup> Jérôme Costa, Negar Armaghan, Jean Renaud, Michel Martinez « Mémoire de connaissances industrielle et analyse multicritère. » Laboratoire PRISMA, Université Claude Bernard-Lyon I, France

**4. Modélisation du problème multicritère :**

Un problème de décision multicritère (à un décideur) est défini par :

- 1)- un ensemble fini X de n éléments  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}$
- 2)- un ensemble fini F de m critères de préférences :  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_k, \dots, f_m\}$   
(Ces critères s'appliquent aux éléments de X et servent à exprimer des préférences entre éléments de X)
- 3)- un objectif : déterminer les éléments de X répondant aux préférences exprimées.

Chaque critère est exprimé comme fonction de X dans R (souvent R+ ; en cas particulier N)

- (i)  $f_x : X \rightarrow R$ , à chaque élément  $x_i$ ,  $f_k$  associe un réel  $f_k(x_i)$
- (ii) l'élément  $x_i$  est « préférable à » l'élément  $x_j$  pour le critère  $f_k$  si  $f_k(x_i) \geq f_k(x_j)$ .

Le terme « préférable », est défini « au sens large » comme l'inégalité  $\geq$ .  
 Pour l'inégalité stricte  $f_k(x_i) > f_k(x_j)$ , on dira « strictement préférable ».  
 Le critère  $f_k$  est souvent appelé « critère k » mais on n'oublie pas son caractère fonctionnel.

L'ensemble des critères sur l'ensemble des éléments produit une matrice m x n de réels, dite **matrice d'évaluation**.

$F \ X \rightarrow$	$x_1$	$x_2$	...	$x_i$	...	$x_n$
	$\downarrow$					
$f_1$	$f_1(x_1)$	$f_1(x_2)$	...	$f_1(x_i)$	...	$f_1(x_n)$
$f_2$	$f_2(x_1)$	$f_2(x_2)$	...	$f_2(x_i)$	...	$f_2(x_n)$
...	...	...	...	...	...	...
$f_k$	$f_k(x_1)$	$f_k(x_2)$	...	$f_k(x_i)$	...	$f_k(x_n)$
...	...	...	...	...	...	...
$f_m$	$f_m(x_1)$	$f_m(x_2)$	...	$f_m(x_i)$	...	$f_m(x_n)$

Ecrire  $M = (m_k^i)$  avec : i variant de 1 à n.  
 k variant de 1 à m.

Et  $m_k^i = f_k(x_i)$ .

**- La méthode ELECTE I :**

**1)- Comparaison de deux éléments :**

On définit entre éléments une relation appelée *relation de surclassement* et basée sur deux concepts.

Pour que  $x_i$  surclasse  $x_j$  :

- $x_i$  doit être préférable à  $x_j$  pour une *majorité de critères* : concept de **concordance**.
- $x_j$  ne doit pas être nettement préférable à  $x_i$  pour les autres critères : concept de **non-concordance**.

Ainsi, une majorité de critères donnent la préférence à  $x_i$  et aucun autre critère ne donne une très grande préférence à  $x_j$ .

**- Construction de la relation de surclassement :**

- 1- On attribue aux critères des coefficients de pondération traduisant leur importance (choix du décideur) :

Coefficient de pondération :  $p_1, \dots, p_k, \dots, p_m$  avec  $\sum_{k=1}^m p_k = 1$ .

- 2- Pour chaque couple d'éléments on répartit l'ensemble  $F$  des critères en trois parties :

- $F^+(x_i, x_j) = \{f_k / f_k(x_i) > f_k(x_j)\}$
- $F^-(x_i, x_j) = \{f_k / f_k(x_i) = f_k(x_j)\}$
- $F^{\sim}(x_i, x_j) = \{f_k / f_k(x_i) < f_k(x_j)\}$

On a les propriétés suivantes :

$$F^+(x_i, x_j) \cup F^-(x_i, x_j) \cup F^{\sim}(x_i, x_j) = F.$$

$$F^+(x_i, x_j) \cap F^-(x_i, x_j) = \{ \}$$

$$F^+(x_i, x_j) \cap F^{\sim}(x_i, x_j) = \{ \}$$

$$F^-(x_i, x_j) \cap F^{\sim}(x_i, x_j) = \{ \}$$

Et aussi (permettant de raccourcir la recherche) :

$$F^+(x_i, x_j) = F^-(x_j, x_i).$$

$$F^-(x_i, x_j) = F^-(x_j, x_i).$$

A chaque partie  $F^+(x_i, x_j)$ ,  $F^-(x_i, x_j)$  et  $F^{\sim}(x_i, x_j)$  on attribue un coefficient noté respectivement  $P^+(x_i, x_j)$ ,  $P^-(x_i, x_j)$  et  $P^{\sim}(x_i, x_j)$

- Egale à la somme des coefficients de pondérations des critères qui lui appartiennent.



- Egale à zéro pour  $\{ \}$ .

Soit :

$$P^+(x_i, x_j) = \sum_{F^+(x_i, x_j)} P_k.$$

$$P^=(x_i, x_j) = \sum_{F^=(x_i, x_j)} P_k.$$

$$P^-(x_i, x_j) = \sum_{F^-(x_i, x_j)} P_k.$$

3- Entre deux éléments  $x_i$  et  $x_j$  on calcule un *indice de concordance* défini par :

- Soit  $c_1(x_i, x_j) = P^+(x_i, x_j) + P^-(x_i, x_j)$  dit *indice additif*.
- Soit

$$c_2(x_i, x_j) = \begin{cases} \frac{P^+(x_i, x_j)}{P^-(x_i, x_j)} & \text{si } P^-(x_i, x_j) > 0. \\ M > 0 \text{ arbitrairement grand} & \text{si } P^-(x_i, x_j) = 0. \end{cases} \quad \text{dit indice multiplicatif.}$$

4- On calcule un *indice de discordance* :

La discordance concerne les couples  $(x_i, x_j)$  pour lesquels  $f_k(x_i) < f_k(x_j)$ , l'élément  $x_i$  étant strictement préférable à l'élément  $x_j$ . Mais il faut que  $x_j$  ne soit pas nettement préférable à  $x_i$  : ce fait est évalué par l'écart  $|f_k(x_i) - f_k(x_j)|$  qui doit rester **petit**.

On procède ainsi :

i) Pour évaluer la petitesse on définit pour chaque critère  $f_k$  une valeur de référence ( de comparaison ) notée  $L_k$  :

- Soit on donne à  $L_k$  une valeur empirique en fonction du problème.
- Soit on donne à  $L_k$  la valeur du plus grand écart constaté soit

$$L_k = \max |f_k(x_i) - f_k(x_j)|$$

ii) L'indice de discordance est calculé par :

$$d(x_i, x_j) = \begin{cases} 0 & \text{si } F^-(x_i, x_j) = \{ \} \\ \max_{F^-(x_i, x_j)} \frac{|f_k(x_i) - f_k(x_j)|}{L_k} & \text{si } F^-(x_i, x_j) \neq \{ \} \end{cases}$$

5. On construit la relation de surclassement à partir de l'indice de concordance  $c(x_i, x_j)$  et l'indice de discordance  $d(x_i, x_j)$  :

i) On choisit :

- Un seuil de concordance  $p$   $\left( \begin{array}{l} 0 \leq p \leq 1 \text{ pour un indice additif} \\ 0 \leq p \leq M \text{ pour un indice multiplicatif} \end{array} \right)$
- Un seuil de discordance  $q$   $0 \leq q \leq 1$

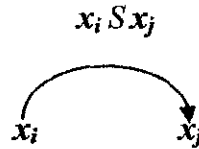
ii) Pour qu'une relation surclassement soit jugée fiable, il faut que l'on ait :

$$x_i \text{ surclasse } x_j : x_i S x_j \Leftrightarrow \begin{cases} c(x_i, x_j) \geq p \\ d(x_i, x_j) \leq q \end{cases}$$

**2)- Traitement des actions par la relation de surclassement :**

1- On construit le graphe appelé graphe de surclassement de la façon suivante :

- Les éléments  $x$  constituent les sommets du graphe.
- Si  $x_i$  surclasse  $x_j$  un arc est placé du sommet  $x_i$  au sommet  $x_j$  : le sens de l'arc est le sens croissant de la relation.



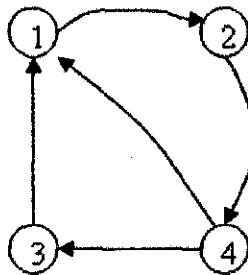
2- On établit la matrice d'adjacence :

**Définition :**

Un élément de la matrice d'adjacence est 1 si l'arc existe et 0 sinon. Pour des graphes dont les arcs sont valués la valeur à l'intersection de  $i$  et  $j$  est la valeur de l'arc s'il existe et une valeur prise par convention si l'arc n'existe pas.

**Exemple :**

Le graphe suivant



est représenté par :

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

3. On recherche le **noyau du graphe** : ce noyau contient les actions sélectionnées :

Le but de la methode ELECTRE 1 est de partitionner x en deux sous ensemble dont le premier contient les « bonnes » actions, sinon les « meilleures ». La recherche du noyau du graphe de surclassement permet d'atteindre cet objectif. <sup>(1)</sup>

Ayant la relation de surclassement ; que l'on peut représenter par un graphe dont les sommets sont les actions, on recherche un sous\_ensemble N d'actions.

On recherche donc un sous-ensemble N d'actions tel que toute action qui n'est pas dans N est surclassée par au moins une action de N et les actions de N sont incomparables entre elles (cette deuxième condition permet de rendre N minimal pour l'inclusion) .

En théorie des graphes, un tel ensemble porte le nom de noyau du graphe et des algorithmes existent pour le déterminer .Rappelons également que si le graphe est sans circuit, le noyau existe et est unique .Une technique possible consiste donc à réduire les circuits du graphe initial( c'est-à-dire remplacer chaque circuit par un élément unique, ce qui revient à considérer comme ex aequo les actions du circuit),mais cette opération peut éliminer une bonne partie de l'information contenue dans la relation de surclassement. <sup>(2)</sup>

---

<sup>(1)</sup>F.Droesbeke, M.Hallin, Cl. Lefevre « Les graphes par l'exemple»,Editions ellipses , Paris 1987

<sup>(2)</sup>Philippe Vincke « « L'aide multicritère à la décision », Editions Ellipses, Bruxelles 1989.

**5. Mise en œuvre de la méthode ELECTRE I :**

On va appliquer la méthodologie d'aide multicritère à la décision ELECTRE à la prestation « construction de puits pétrolier » dans le but de répartir les différentes sociétés de services qui y interviennent dans les catégories citées précédemment.

Pour cela nous nous sommes basés sur les données qui nous ont été attribuées par l'ensemble des sociétés de services intervenant dans la prestation outils de forage dans la phase 16 de l'exercice 2006 lors de la réunion périodique qui a eu lieu en Février 2007.

**5.1. Ensemble des actions potentielles**

Dans la prestation de forage, il y a quatre sociétés de services qui y interviennent, nous les nommerons  $S_1, S_2, S_3$  et  $S_4$ .

Définir un tel ensemble, c'est aussi définir un objectif. Certes, il s'agit toujours de choisir des sociétés. Nous disposons de quatre sociétés :

$$A \text{ (l'ensemble des actions)} = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$$

**5.2. Critères**

L'association de données (liées à des informations recueillies et analysées par service de la division forage) va permettre d'introduire les critères dans la famille de critère cohérente.

Dans l'exemple qui suit, nous n'avons pas abordé l'aspect recherche d'information et analyse par les experts, ce qui est relativement connu dans le domaine du forage pétrolier, mais nous avons exposé la méthode mathématique multicritère.

Nous avons retenu une famille de critère cohérente  $F = \{C1, C2, C3\}$  où

**Tableau 3.1 : Tableau des critères**

Critères	Comment les mesurer	Unité de mesure	Responsable sur le site de forage	Responsable du suivi
<b>C1 : ROP (Rate Of Penetration)</b>	Par section (phase)	Mètres/heure	Superviseur de forage	Ingénieur outils
<b>C2 : Coût/m</b>	Coût total par section et par mètre foré	USD/m	Superviseur de forage et ingénieur outils	Ingénieur outils
<b>C3 : Nombre de Runs (unités) planifiés par section</b>	Par section	Nombre	Superviseur de forage	Ingénieur outils

Source : division forage SONATRACH.

**5.3. Pondération des critères**

Le choix retenant une échelle de préférence commune facilite énormément l'affectation des poids (ou importances relatives) aux critères. En effet changer une échelle de préférence associée a un critère exige de changer la valeur du poids de ce critère (et peut être celle des autres) pour avoir une sorte de compensation (nous soulignons qu'il s'agit d'importance relative). Les décideurs choisissent de donner la plus grande importance pour chaque critère<sup>(1)</sup>

**Tableau 3.2. : Tableau d'évaluation.**

Critères	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
<b>Sociétés</b>			
<b>Société S1</b>	16.3	141.4	1
<b>Société S2</b>	20.06	66	3
<b>Société S3</b>	12	158	1
<b>Société S4</b>	15.4	123	1.27

Source : division forage SONATRACH.

**5.4. Résolution du problème**

1. on attribut aux critères des coefficients de pondération : choix de décideur.

**Tableau 3.3 : les poids des critères**

Critères	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
<b>Coefficients de pondération</b>	P <sub>1</sub> = 0.4	P <sub>2</sub> = 0.3	P <sub>3</sub> = 0.3

Source : division forage SONATRACH.

Avec 
$$\sum_{k=1}^3 P_k = 0.4 + 0.3 + 0.3 = 1$$

2. Pour chaque élément :

- Partage de F en :  $F^+(x_i, x_j)$ ,  $F^-(x_i, x_j)$  et  $F^{\bar{}}(x_i, x_j)$ .
- Calculs des coefficients :  $P^+(x_i, x_j)$ ,  $P^-(x_i, x_j)$  et  $P^{\bar{}}(x_i, x_j)$ .

<sup>(1)</sup>Rasmi GINTING, Henri DOU « l'approche multidécideur multicritère d'aide a la décision ». Institut de Technologie d'Indonésie, Serpong-Tangerang, Indonesia, Centre de Recherche Retrospective de Marseille, Université d'Aix - Marseille III, Marseille.

**Tableau 3.4 : Tableau de calcul**

$\curvearrowright$	$X_1$		$X_2$		$X_3$		$X_4$	
$X_1$	$F^+ = \{\}$ $F^- = F$ $F^- = \{\}$	$P^+ = 0$ $P^- = 1$ $P^- = 0$	$F^+ = \{2\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{1,3\}$	0.3 0 0.7	$F^+ = \{1\}$ $F^- = \{3\}$ $F^- = \{2\}$	0.4 0.3 0.3	$F^+ = \{1,2\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{3\}$	0.7 0 0.3
$X_2$	$F^+ = \{1,3\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{2\}$	0.7 0 0.3	$F^+ = \{\}$ $F^- = F$ $F^- = \{\}$	0 1 0	$F^+ = \{1,3\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{2\}$	0.7 0 0.3	$F^+ = \{1,3\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{2\}$	0.7 0 0.3
$X_3$	$F^+ = \{2\}$ $F^- = \{3\}$ $F^- = \{1\}$	0.3 0.3 0.4	$F^+ = \{2\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{1,3\}$	0.3 0 0.7	$F^+ = \{\}$ $F^- = F$ $F^- = \{\}$	0 1 0	$F^+ = \{2\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{1,3\}$	0.3 0 0.7
$X_4$	$F^+ = \{3\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{1,2\}$	0.3 0 0.7	$F^+ = \{2\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{1,3\}$	0.3 0 0.7	$F^+ = \{1,3\}$ $F^- = \{\}$ $F^- = \{2\}$	0.7 0 0.3	$F^+ = \{\}$ $F^- = F$ $F^- = \{\}$	0 1 0

Source : calculs de l'étudiante

**3. Indice de concordance additif :  $C_1(x_i, x_j) = P^+(x_i, x_j) + P^-(x_i, x_j)$**

**Tableau 3.5: les indices de concordance**

$\curvearrowright$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$X_1$	1	0.3	0.7	0.7
$X_2$	0.7	1	0.7	0.7
$X_3$	0.6	0.3	1	0.3
$X_4$	0.3	0.3	0.7	1

Source : calculs de l'étudiante

**4. Indice de discordance :**

Valeur de référence pour chaque critère :

$$L_k = \max |f_k(x_i) - f_k(x_j)|$$

**Rappelons notre matrice d'évaluation :**

$$M = \begin{pmatrix} 16.3 & 20.06 & 12 & 15.4 \\ 141.4 & 66 & 158 & 123 \\ 1 & 3 & 1 & 1.27 \end{pmatrix}$$

**Tableau 3.6: Tableau de calcul des valeurs de référence pour chaque critère.**

<b>Différences</b>	<b>Valeurs absolues</b>	<b>L<sub>k</sub></b>
(16.3-20.06), (16.3-12), (16.3-15.4), (20.06-12), (20.06-15.4), (12-15.4)	3.76, 4.3, 0.9 8.06, 4.66 3.4	<b>8.06</b>
(141.4-66), (141.4-158), (141.4-123) (66-158), (66-123) (158-123)	75.4, 16.6, 18.4 92, 57 35.	<b>92</b>
(1-3), (1-1), (1-1.27) (3-1), (3-1.27) (1-1.27).	2, 0, 0.27 2, 1.73 0.27	<b>2</b>

Source : calculs de l'étudiante

**Tableau 3.7 : les indices de discordance**

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$X_1$	0	$\frac{ f_1(x_1) - f_1(x_2) }{L_1} = \frac{ 16.3 - 20.06 }{8.06} = \frac{3.76}{8.06} = 0.46$ $\frac{ f_3(x_1) - f_3(x_2) }{L_3} = \frac{ 1 - 3 }{2} = 1$ <p>max = 1</p>	$\frac{ f_2(x_1) - f_2(x_3) }{L_2} = \frac{ 141.4 - 158 }{92} = \frac{16.6}{92} = 0.18$	$\frac{ f_3(x_1) - f_3(x_4) }{L_3} = \frac{ 1 - 1.27 }{2} = \frac{0.27}{2} = 0.13$
$X_2$	$\frac{ f_2(x_2) - f_2(x_1) }{L_2} = \frac{ 66 - 141.4 }{92} = \frac{75.4}{92} = 0.81$	0	$\frac{ f_2(x_2) - f_2(x_3) }{L_2} = \frac{ 66 - 158 }{92} = \frac{92}{92} = 1$	$\frac{ f_2(x_2) - f_2(x_4) }{L_2} = \frac{ 66 - 123 }{92} = \frac{57}{92} = 0.61$



<b>X<sub>3</sub></b>	$\frac{ f_1(x_3) - f_1(x_1) }{L_1} = \frac{ 12 - 16.3 }{8.06} = \frac{4.3}{8.06} = 0.53$	$\frac{ f_1(x_3) - f_1(x_2) }{L_1} = \frac{ 12 - 20.06 }{8.06} = \frac{8.06}{8.06} = 1$ $\frac{ f_3(x_3) - f_3(x_2) }{L_3} = \frac{ 1 - 3 }{2} = 1$ <p>max = 1</p>	0	$\frac{ f_1(x_3) - f_1(x_4) }{L_1} = \frac{ 12 - 15.4 }{8.06} = \frac{3.4}{8.06} = 0.42$ $\frac{ f_3(x_3) - f_3(x_4) }{L_3} = \frac{ 1 - 1.27 }{2} = \frac{0.27}{2} = 0.13$ <p>max = 0.42.</p>
<b>X<sub>4</sub></b>	$\frac{ f_1(x_4) - f_1(x_1) }{L_1} = \frac{ 15.4 - 16.3 }{8.06} = \frac{0.9}{8.06} = 0.11$ $\frac{ f_2(x_4) - f_2(x_1) }{L_2} = \frac{ 123 - 141.4 }{92} = \frac{18.4}{92} = 0.2$ <p>max = 0.2</p>	$\frac{ f_1(x_4) - f_1(x_2) }{L_1} = \frac{ 15.4 - 20.06 }{8.06} = \frac{4.66}{8.06} = 0.57$ $\frac{ f_3(x_4) - f_3(x_2) }{L_3} = \frac{ 1.27 - 3 }{2} = \frac{1.73}{2} = 0.86$ <p>max = 0.86</p>	$\frac{ f_2(x_4) - f_2(x_3) }{L_2} = \frac{ 123 - 158 }{92} = \frac{35}{92} = 0.38$	0

Source : calculs de l'étudiante.

**5. Relation de surclassement :**

Seuil de concordance :  $c = 0.6$  (choix du décideur)

Seuil de discordance :  $d = 0.3$

$$x_i \text{ surclasse } x_j : x_i S x_j \Leftrightarrow \begin{cases} c(x_i, x_j) \geq 0.6 \\ d(x_i, x_j) \leq 0.3. \end{cases}$$

**Tableau 3.8 : Matrice de concordance**

$\curvearrowright$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$X_1$	-	0.3	0.7	0.7
$X_2$	0.7	-	0.7	0.7
$X_3$	0.6	0.3	-	0.3
$X_4$	0.3	0.3	0.7	-

Source : calculs de l'étudiante

**Tableau 3.9 : Matrice de discordance**

$\curvearrowright$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$X_1$	-	1	0.18	0.13
$X_2$	0.81	-	1	0.61
$X_3$	0.53	1	-	0.42
$X_4$	0.2	0.86	0.38	-

Source : calculs de l'étudiante

Un seuil de discordance, noté  $d_{ij}$  a été fixé à 0.30. Ce seuil a été défini par les experts. Des valeurs supérieures ou égales à 0.30 suppose que le test de préférence (concordance) n'a pas de sens.

Dans notre application, nous prenons uniquement les poids ayant les plus grandes valeurs des différents critères justifiant F. Seuls les relations « rouges » remplissent la condition de non discordance.

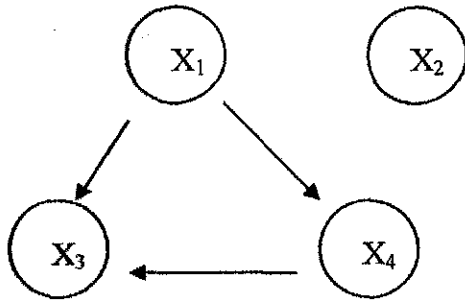
**Matrice de relation :**

**Tableau 3.10 : Matrice de relation**

$\curvearrowright$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$X_1$	-	0	1	1
$X_2$	0	-	0	0
$X_3$	0	0	-	0
$X_4$	0	0	1	-

**6. Graphe de surclassement :**

**Figure 3.6 : Graphe des concordances et des discordances**



- Matrice d'adjacence du graphe :

**Tableau 3.11 : la matrice d'adjacence**

$\curvearrowright$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
$X_1$	0	0	1	1
$X_2$	0	0	0	0
$X_3$	0	0	0	0
$X_4$	0	0	1	0

- Noyau du graphe :

$$\left( \begin{array}{c|ccc} 0 & 0 & 1 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{array} \right)$$

$$N = \{x_2\}$$

$$Q = \{x_1, x_3, x_4\}$$

Il n'y a qu'un élément sélectionné :  $X_2$

**6. Résultats selon ELECTRE I :**

Après cette démarche, le décideur pourra prendre la décision de choix pour la prestation de forage pétrolier : La société sélectionné comme partenaire de Sonatrach en matière de forage pétrolier est la société 2

Certes, la sélection parfaite n'existe pas, mais la fiabilité des données contribue énormément à l'objectivité de la démarche multicritère.

**7. Conclusion :**

Nous remarquons à travers les résultats obtenus précédemment que les méthodes d'aide multicritères à la décision sont des méthodes purement scientifiques.

Elles apportent une réelle transparence et représentent des outils efficaces, sophistiqués mais également objectifs qui permettent d'établir une bonne sélection des sociétés de services aux puits.

Cependant, ces méthodes ne trouvent leurs intérêts qu'avec l'utilisation de données exactes et d'informations sûres. En effet, plus on fournit de précisions et d'informations dans le processus d'aide à la décision et plus on a de chances d'aboutir à une bonne sélection.

L'application d'autres méthodes alternatives ou confirmatives de résultats obtenus ne peut que contribuer au soutien du processus de décision, puisque l'on peut confirmer des résultats ou apporter des informations supplémentaires en utilisant d'autres méthodes que celle utilisée initialement.

## **Conclusion**

Les champs d'application de l'aide à la décision sont variés. Néanmoins, on peut mentionner les sciences de la gestion des organisations, la gestion des connaissances, le génie civil, les ressources naturelles, la finance, l'environnement et le développement durable, le service à la clientèle, la gestion des urgences, *etc.*

Les types de problèmes de décision étudiés incluent la classification, le rangement, le tri, le choix, la recommandation. L'environnement peut être incertain, l'information incomplète, ambiguë, erronée, imprécise ou imparfaite, et les données quantitatives ou qualitatives. Les objectifs poursuivis peuvent être uniques ou multiples, exprimés par des critères conflictuels et non commensurables.

Ainsi avoir une confiance aveugle en un modèle est évidemment toujours dangereux et tout modélisateur vous dira qu'il passe généralement une bonne partie de son temps à vérifier les résultats fournis par son modèle. La difficulté de tenir compte des incertitudes associées à un résultat soulève cependant à la fois de difficultés méthodologiques (pour le modélisateur) et de communication (vis-à-vis de l'utilisateur). Néanmoins, il a été vu lors de cette étude qu'une prise en compte des incertitudes était nécessaire.

Il convient de revenir ici sur une notion importante préliminaire à celle de la prise de la prise en compte de l'incertitude : la notion de robustesse.

En effet, bien que souvent nécessaire, l'analyse de robustesse peut s'avérer difficile à mener car elle implique de faire varier de nombreux paramètres dont les valeurs initiales sont déjà fortement empreintes de subjectivité humaine ou tout simplement d'un manque de connaissances. <sup>(1)</sup>

---

<sup>(1)</sup> P. NJANDA « Note Méthodologique sur l'évaluation Multicritère de logiciels SIG » Septembre 2006 .

## **Conclusion générale**

L'aide à la décision utilise des techniques et des méthodologies issues du domaine des mathématiques appliquées telles que l'optimisation, les statistiques, la théorie de la décision ainsi que des théories de domaines moins formels telles que l'analyse des organisations et les sciences cognitives.

Bien que revêtant un caractère moins normatif que la théorie de la décision, l'aide à la décision est considérée par Roy et Bouyssou (1993) comme une science prenant appui sur trois postulats principaux :

- Postulat de la réalité du premier ordre : les principaux aspects de la réalité sur lesquels l'aide à la décision prend appui se rapportent à des objets de connaissance, objets qui peuvent être regardés comme des données et comme suffisamment stables pour que référence puisse être faite à l'état exact ou à la valeur exacte de telle ou telle de leurs caractéristiques, valeur jugée significative d'un aspect de la réalité ;
- Postulat du décideur : toute décision est le fait d'un décideur : acteur bien identifié, doté de pleins pouvoirs, agissant en vertu d'un système de préférences rationnel au sens d'un certain corps d'axiomes excluant l'ambiguïté et l'incomparabilité, que l'aide à la décision n'a pas pour objet de modifier ;
- Postulat de l'optimum : dans toute situation devant entraîner décision, il existe au moins une décision optimale, décision pour laquelle il est possible d'établir objectivement qu'il n'en existe pas de strictement meilleure et ceci demeurant neutre vis à vis du processus de décision.

Pour Roy et Bouyssou (1993) la capacité de représentation abstraite des phénomènes et l'aptitude au raisonnement hypothético-déductif de l'homme peuvent être et sont depuis longtemps, mises par lui au service de l'action : il réfléchit avant d'intervenir, il construit dans sa tête avant de réaliser.

C'est précisément cette activité de déduction et de modélisation qui, lorsqu'elle s'exerce consciemment en vue d'éclairer le comportement d'un intervenant dans un processus de décision, constitue l'essence de l'aide à la décision. <sup>(1)</sup>

Ayant fait leurs preuves dans des domaines et secteurs variés, les méthodes quantitatives d'aide à la décision que l'on a vu sont des techniques purement scientifiques. Elles apportent une réelle transparence et représentent des outils efficaces, sophistiqués, et également objectifs qui permettent d'établir une bonne aide à la décision dans l'entreprise. Représentant un grand intérêt pour la communauté scientifique, elles font régulièrement objets d'améliorations qui ne contribuent qu'à renforcer leur fiabilité et à permettre d'étendre leurs applications à divers secteurs économiques.

---

<sup>(1)</sup> Pascale Zaraté « Des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision Aux Systèmes Coopératifs d'Aide à la Décision : Contributions conceptuelles et fonctionnelles », INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE (INPT), 2005.

## **CONCLUSION GENERALE**

---

Nous avons essayé de montrer dans ce modeste travail que l'application d'une méthodologie rigoureuse d'aide à la décision permet d'obtenir des éléments de réponses satisfaisantes pour le décideur et répondants au mieux à ses exigences.

SONATRACH est la compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés.

Crée en 1963 dans le but de mettre en œuvre une politique énergétique durable, elle fut chargée dans une première étape du transport et de la commercialisation des hydrocarbures.

Ce n'est qu'en 1966, dans le cadre de son processus de récupération des richesses pétrolières et gazières, qu'elle se voit attribuer les domaines de la recherche, de la production et de la transformation, puis le secteur de la distribution en 1968.

Membre de l'OPEP en 1969, SONATRACH s'est transformée progressivement en une société intégrée, présente à tous les stades de l'industrie hydrocarbure, devenant ainsi l'un des leaders mondiaux dans le domaine de l'énergie. Classée 12<sup>ème</sup> groupe pétrolier au niveau mondial, 2<sup>ème</sup> exportateur de GNL et de GPL mais aussi 3<sup>ème</sup> exportateur de gaz naturel, sa production globale (tous produits confondus) a atteint 232.2 million de TEP (tonne équivalent pétrole) en 2005, pour un chiffre d'affaires s'élevant à plus de 40 millions de dollar.

SONATRACH intervient aussi dans d'autres secteurs tels que la régénération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer. Elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde où des opportunités se présentent.

Actuellement, l'entreprise emploie environ 50000 salariés (120000 avec ses filiales) et produit à elle seule 30% de PNB de l'Algérie, contribuant largement au développement du pays en lui apportant l'essentiel de ses revenus en devises fortes.

En se hissant aux plus hauts rangs mondiaux, SONATRACH ainsi que ses filiales et entreprises nationales de services constituent aujourd'hui un outil industriel performant apte à évoluer dans un environnement concurrentiel et prêt à affronter l'ouverture de l'économie nationale ainsi que l'évolution croissante et rapide du secteur des hydrocarbures.

Assumant une politique énergétique ouverte encourageant les investissements et partenariats Algéro-étrangers, SONATRACH n'en reste pas moins une société nationale citoyenne. Œuvrant continuellement à resserrer les liens sociaux, aider les populations dans le besoin, promouvoir la recherche et les activités scientifiques mais aussi à préserver l'environnement et sauvegarder le patrimoine culturel et historique.

## ***CONCLUSION GENERALE***

---

### **Perspectives :**

Nous espérons vraiment que ce travail représentera un point de départ ou une base à d'autres projets et recherches aussi bien dans la communauté scientifique qu'au niveau de la Sonatrach .

Des considérations futures dans cette perspective pourront être envisageables par la division forage, notamment en ce qui concerne l'application et l'extension des outils d'aide à la décision pour la résolution d'autres problèmes managériaux.



## **Bibliographie**

- 1. Belaid AOUNI , Amal HASSAINE et Jean-Marc MARTEL** « *Les préférences du décideur dans le Goal Programming : état de l'art et perspectives futures* », Avril 2006.
- 2. A. AMMAR** « *L'impact de l'ERP sur la prise de décision* », Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de Sfax.
- 3. Salim ACHOURI, M. AIDER, Amine GASMI** « *Optimisation de la capacité de stockage du pétrole brut et du condensat par la méthode de la simulation* ». Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Recherche Opérationnelle. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène , 2002.
- 4. Abdelmadjid ATTAR et ZEROUK** « *Le partenariat dans le secteur des hydrocarbures en Algérie : Historique, enjeux et expériences.* »
- 5. Jean-Robert ALCARAS , Patrick GIANFALDONI et Gilles PACH** « *Décider dans les organisations ; Dialogues critiques entre économie et gestion* », L'Harmattan, 2004.
- 6. K. BOUTALEB** « *Théories de la décision, éléments de cours* », OPU, Alger, 2006.
- 7. J.L. BOURSIN** « *Des préférences individuelles aux choix collectifs.* », Economica, Paris, 1995.
- 8. J.L. BOURSIN** « *La décision rationnelle* », Economica, Paris, 1996.
- 9. F.Z. BOUDLAL** " *application des techniques et modèles d'aide à la prise de décision dans l'entreprise algérienne.*" Thèse de magister en sciences économiques et de gestion, Université de Tlemcen Algérie, 2002.
- 10. L. BENSMAN** " *analyse quantitative de la décision dans l'entreprise: décision de production.*" Thèse de magister en sciences économiques et de gestion ,Université de Tlemcen Algérie , 1998.
- 11. R. BOUCHAOUR** « *cours de théorie de décision* », Faculté des sciences économiques université de Tlemcen.
- 12. N.BOUAKA** " *Développement d'un modèle pour l'explicitation d'un problème décisionnel: un outil d'aide à la décision dans un contexte d'intelligence économique.*" Université Nancy 2, 2004.
- 13. K. BENYELLES** « *les modèles multicritères pour l'octroi des crédits bancaire* » thèse de magistère en sciences économiques et de gestion, Université de Tlemcen Algérie, 2005.

**14. S. BELLUT** « *Les processus de la décision : Démarches , méthodes et outils.* » Editions AFNOR , 2002.

**15. Pamela BAILLETTE** « *Le rôle de la confiance dans la décision du chef d'entreprise de PME - Le cas de l'adhésion à un réseau de dirigeants* », Communication au 4ème Congrès International Francophone sur la PME, Nancy-Metz , Octobre 1998 .

**16. D. BOUYSSOU** « *questionner le passé de la recherche opérationnelle pour préparer son avenir* », Présentation lors de la 4<sup>ème</sup> journée nationales de ROADEF .

**17. Denis BOUYSSOU** « *Décision Multicritère ou Aide multicritère ?* ».

**18. Denis BOUYSSOU , Philippe VINCKE** « *Relations binaires et modélisation des préférences* » Université Libre de Bruxelles, 30 octobre 2003.

**19. D. BOUYSSOU , Th. MARCHANT et P. PERNY** « *Théorie du choix social et aide multicritère à la décision* » LAMSADE, Université Paris Dauphine, octobre 2005

**20. J.P. BRANS , P. VINCKE. Et B. MARESCHAL** « *How to Select and How to Rank Projects : The PROMETHEE Method* », *European Journal of Operational Research*, 44, pp 1-10, 1986.

**21. Anissa BOUCHALI et Nassima SAAD** « *Recouvrement de la volatilité des prix d'option dans le marché de l'électricité.* », Mémoire de fin d'étude en recherche opérationnelle. Université USTHB , Alger 2007. P 6.

**22. Abdessaleme BELAID.** « *Modélisation tridimensionnelle du comportement mécanique de la garniture de forage dans les puits à trajectoire complexes : application à la prédiction des frottements garniture- puits* », L'école nationale supérieure des mines de Paris , 2005.

**23. F.Z. BELARIBI** « *l'effets des prix de pétrole sur l'économie algérienne : depuis l'indépendance.* », mémoire de licence en sciences commerciales , Université de Tlemcen , 2004.

**24. Abdelhamid BRAHIM** « *L'économie algérienne : Défis et enjeux.* », 2<sup>ème</sup> édition. Edition DAHLAB, (1991).

**25. Abdelaziz BOUTEFLIKHA** , Président de la république Algérienne « *l'Algérie aujourd'hui un pays qui gagne* ».

**26. Abdelhak BOUHAFS** *merging investment opportunities in Algeria's Energy and Mining sectors.* Allocution du président directeur de Sonatrach a la Conférence CWC, Hôtel Sheraton Club des Pins Alger, Janvier 2001.

**27. Djilali Benhammed** « *Une démarche pour le transfert des savoirs -faire métiers : Cas Sonatrach* », Centre de perfectionnement de Sonatrach , Algérie.

**28. Abdelkader BAAZIZ** « *Réflexion sur l'amélioration des performances des Ressources Humaines en tenant compte de l'exigence Qualité :Cas de la Division Opérations – Sonatrach* » Université de Perpignan.

**29. Romain BONENFANT, Laurent KUENY** « *DE L'ARME DU PETROLE AUX ARMES POUR LE PETROLE LES NOUVEAUX ENJEUX DES PPROVISIONNEMENTS PETROLIERS* » Mémoire de 3<sup>ème</sup> année du corps des mines , école des mines de paris , 2003.

**30. Benayoun R, De Montgolfier J, Tergny J, Larichev O.** *Linear Programming with Multiple Objective Functions: STEP Method (STEM)*. Mathematical Programming, N°1, pp366-375, 1971.

**31. Djamal CHAABANE** « *processus stochastiques appliqués à la recherche opérationnelle* » OPU, Alger, 1995.

**32. Chems-Eddine CHITOUR** « *L'énergie : les enjeux de l'an 2000* ». OPU.Alger.11-1994.

**33. Jean-luc CHARRON, Sabine SEPARI** « *Organisation et gestion de l'entreprise* ». DUNON, 2005.

**34. F. CARLUER , A. RICHARD** « *Analyse stratégique de la décision.* », Edition économie en plus , 2002.

**35. CREMER, J.DOUTRIAUX** « *Principes d'économie managériale* ». Ed Graetan Morin, 1980.

**36. Y. COLLETTE , P. SIARY** « *Optimisation multiobjectif.* », Edition Eyrolles, 2002.

**40. Salem CHAKHAR** « *Cartographie décisionnelle multicritère : formalisation et implémentation informatique* ». Thèse de doctorat. Université Paris-Dauphine, 2006.

**41. CHECROUN** « *Comprendre, concevoir et utiliser les SIAD* », Masson, Paris , 1992.

**42. COURBON** " *Artificial intelligence in the design of decision support systems, tutorial of the conference of economics and artificial intelligence* ", Aix en Provence, septembre 1986.

**43. Bana COSTA , J.C. VANSNICK** *The MACBETH approach: Basic* 1997.

**44. V. CLIVILLE , L. BERRAH** « *Une approche multicritère pour l'aide à la sélection de portefeuilles de projets* ». 6e Conférence Francophone de MODélisation et SIMulation - MOSIM'06, 2006.

**45. F. DROESBEKE , M. HALLIN , CL. LEFEVRE** « *Les graphes par l'exemple* », Editions ellipses , Paris 1987.

46. **Didier DUBOIS** « *Modèles mathématiques de l'imprécis et de l'incertain en vue d'applications aux techniques d'aide à la décision* ».
47. **DELHOM** « *Modélisation et Simulation Orientées Objet, Contribution à l'Etude du Comportement Hydrologique d'un Bassin Versant* », Thèse de Doctorat, Université de Corse, 1997.
48. **W.JACK DUNCAN** « *Les grandes idées du management* ». MARE NOSTRUM.1996.
49. **Ahmed DAMMAK** « *le recours à l'intuition lors à la prise de décision et l'influence de l'environnement socioculturel* », Université St Josef Beyrouth , Octobre 2004.
50. **Thierry DESMAREST** « *l'avenir du pétrole et des industries pétrolières* », Académie des sciences morales et politiques, 1999.
51. **Louis ESCH** « *Mathématique pour économistes et gestionnaires* ». Deboek , Paris , Novembre 2006.
52. **Bernard ESAMBERT** " *les stratégies de l'incertain*". Business Review, 2000.
53. **N. EBER** « *Théorie des jeux* », Dunod, Paris 2004.
54. **M. FERREIRA** « *Utilisation de l'information comptable dans le processus de prise de décision de l'entreprise* », Portugal.
55. **Laurent FALQUE, Bernard BOUGON** " *pratiques de la décision*". Editions DUNOD, 2005.
56. **Pierre GARELLO** « *Théorie de la décision, Bilan et perspective.* ». Documents de Recherche du Centre d'Analyse Economique.
57. **Lionel GOTTI** « *la programmation dynamique* ».
58. **GREMILLET** « *Sélection et contrôle des investissements* » ,Paris:Les Éditions d'organisation, 1972.
59. **Anne GRATACAP** « *Changement organisationnel et processus de décision : Pour une définition et une opérationnalisation du concept d'irréversibilité en management stratégique.* » Université Paris I Panthéon - Sorbonne, 2006.
60. **Sébastien GALLAND** « *Le partage de l'expertise et de la connaissance technique dans le cadre de la veille stratégique: aide à l'innovation et à la prise de décision* », Thèse de doctorat, Université du Sud Toulon-Var , 2005.
61. **Rasmi GINTING , Henri DOU** « *L'approche multidecideur multicritère d'aide à la décision* », Institute de Technologie d'Indonésie, Centre de Recherche Retrospective de Marseille,

- 62. Pierre HUARD, Marie LEMAY** « *Le pétrole et l'environnement* ».
- 63. A.HAMMAMI** « *MODELISATION TECHNICO-ECONOMIQUE D'UNE CHAINE LOGISTIQUE DANS UNE ENTREPRISE RESEAU.* », Thèse de doctorat, La Faculté des Sciences et de Génie, Université Laval, Québec, Canada, septembre 2003.
- 64. Marc ISABELLE** « *Accélération technologique et transformations organisationnelles dans l'industrie d'exploration – production d'hydrocarbures.* », Thèse de doctorat en sciences économiques, Université de Bourgogne, Décembre 2000.
- 65. F. JOERIN** « *décider sur le territoire.* », Thèse de doctorat en sciences techniques, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 1997.
- 51. S. JALLAIS** « *Mathématiques des modèles dynamiques pour économistes* », La Découverte, Paris, 2001.
- 52. R. KAST** "*La théorie de la décision*". Editions la découverte, Paris, 2002.
- 53. N. KHERFELLAH, H. AIT SALEM, K. BEKKOUR, S. BENHADID** « *Approche sédimentologique pour une résolution optimale des problèmes de pertes de boues de forage* » Centre de recherche et développement (SONATRACH),
- 54. P. LEMAITRE** « *La décision* », Les éditions d'organisation, Paris, 1981.
- 55. G.LAPORTE, R. OUELLET** « *Théorie de la décision* », Editions sciences et cultures , Montréal Canada , 1980.
- 56. Marcel LAFLAMME** « *Le management : approche systémique.* »Geatan Morin éditeur.
- 57. Marjorie LE BARS** « *Un Simulateur Multi-Agent pour l'Aide à la Décision d'un Collectif : Application à la Gestion d'une Ressource Limitée Agro-environnementale* ». Thèse de doctorat , Université Paris IX Dauphine , 2003.
- 58. Philippe LENCA** « *Aide multicritère à la décision : méthodes de surclassement* ». GET/ENST Bretagne , 2004.
- 59. Albert LUKUITSHI** « *application d'ELECTRE TRI et PROMETHEE comme méthodologie multicritère* ». 2003.
- 60. J.L LEMOIGNE** "*Les systèmes de décision dans les organisations*", PUF, 1974.
- 61. Nadia LEHOUX, Pascale VALLEE** « *ANALYSE MULTICRITÈRE* ».
- 62. Pierre LEMAITRE** « *la décision* », les éditions d'organisation, Paris 1981.

63. **Michel LEMAITRE** « *Décision multisource: Note de cours* », ONERA, Centre de Toulouse, Août 2007.
64. **N. MOUREAU, D. RIVAUD-DANSET** « *L'incertitude dans les théories économiques* », Editions la découverte , Paris, 2004.
65. **J. MOSSOUX** « *La décision : entre passion et raison* », Editions de boeck , Bruxelles , 2006.
66. **D.MERUNKA** « *La prise de décision en management* » . Vuibert gestion , 1987
67. **Christian MARMUSE** « *Les aides à la décision : Techniques quantitatives de gestion* » ,
68. **I.G.MARCH et H.SIMON** « *Les organisations* » DUNOD édition.1958.
69. **H. MINTZBERG** "*Structure et dynamique des organisations*", Editions d'organisation, 1982.
70. **MARTEL** « *Développement d'un cadre théorique pour la gestion des représentations multiples dans les bases de données spatiales* ». Mémoire de Maîtrise – Université Laval, 1999.
71. **J.M. MARTEL, R. NADEAU** « *Probabilités en gestion et en économie* ». Gaëtan Morin éditeur, 1980.
72. **Jean Marc MARTEL** « *l'aide multicritère à la décision: méthodes et applications .* », Faculté des sciences de l'administration , Université LAVAL , CANADE , 1999.
73. **Patrice Marcotte** « *Modèles de recherche opérationnelle , chapitre 03 la programmation non linéaire* ». Université Montréal.2003.
74. **Marietta MANOLESSOU** « *Théorie des files d'attente* ». Support du cours donné en 3<sup>me</sup> année. Département Mathématiques , 2006.
75. **N.K. MOUSS , A. Baci, A. KOULL, H.L MOUSS** « *Elaboration d'un Système d'Indicateur de Performance pour le Pilotage d'un Système de production* », Laboratoire d'Automatique et Productique (LAP) Université de Batna, 2004.
76. **Mahfoud MOUAICI** « *L'analyse du risque dans le domaine pétrolier :Application au projet d'exploration.* »Mémoire de fin d'étude , Institut nationale de planification et de la statistique. Alger 2006.
77. **Hamid MAZRI** « *Les hydrocarbures dans l'économie algérienne* », SNED, Alger,1975.
78. **Christian MOREL** « *La Prise de décision* ». Harvard Business Review, 2002.

79. Sami Ben MENA « *Méthodes de surclassement et analyse de robustesse.* » Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, 2000
80. Sami ben MENA « *Introduction aux méthodes multicritères d'aide à la décision* ». Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux.», février 2000.
81. Jacky MONTMAIN, Jean Michel PENALVA « *Théories de la décision et méthodologies de l'approche système.* », Ecole des mines D'Ales , Juin 2003.
82. P. NJANDA « *Note Méthodologique sur l'évaluation Multicritère de logiciels SIG* », Septembre 2006 , p 11
83. M. NEDZELA « *Modèles probabilistes d'aide à la décision* », Les presses de l'Université du Québec, 1987.
84. Fadela OUKSEL, Pinard BAYKA et Kiril ALEKSANDROV « *Stratégie du Groupe SONATRACH* », Paris 1 Sorbonne , 2008.
85. Imed OTHMANI « *Optimisation multicritère : Fondements et concepts.* », Thèse de doctorat . Université Josef Fourier de Grenoble, 1998.
86. J.C. OULE« *Techniques et moyens de gestion* », Editions BPI, 1995.
87. Claude PARTHENAY « *Herbert Simon : rationalité limitée, théorie des organisations et sciences de l'artificiel* », Université de Cergy-Pontoise.
88. Fabiani PATRICK « *Représentation dynamique de l'incertain et stratégie de prise d'information pour un système autonome en environnement évolutif* », L'école nationale supérieur de l'aéronautique et de l'espace, 1996.
89. Jacques PICTET, Dominique BOLLINGER « *Aide multicritère à la décision : Aspects mathématiques du droit suisse sur les marchés publics.* »
90. Vincent PORTIGLIATTI « *Contribution a l'allocation dynamique de ressources pour les composants expressifs dans les systèmes répartis* »Thèse de doctorat de l'université de Franche-Comté , Décembre 2003.
91. F RAVAT, O TESTE, G ZURFLUH « *Modélisation multidimensionnelle des systèmes décisionnels* ».
92. Bernard Roy « *Méthodologie multicritère d'aide à la décision* », Economica, Paris, 1985.
93. Russel « *Rationality and Intelligence" Foundations of rational agency, Applied logic series*, Wooldridge M. and Rao A., (Eds.), Kluwer Academics Publishers, Vol. 14,1999.
94. H.SIMON « *Administration et processus de décision* ». Economica , Paris , 1983.

95. **Herbert SIMON** « *The New Science of Management Décision* », Marper & Row, 1980.
96. **Hakim SEFIANE, Olivier SENECHAL** « *Application du multicritère pour l'aide à la décision en maintenance.* », Université de Valenciennes et du Hainaut Cambresis , France. CPI'2007 – Rabat, Maroc.
97. **Daniel K. SCHNEIDER** « *Modélisation de la démarche du décideur politique dans la perspective de l'intelligence artificielle* », Thèse de doctorat à la Faculté des sciences économiques et sociales de l'Université de Genève, 1996.
98. **SCHARLIG** « *Décider sur Plusieurs Critères : Panorama de l'Aide à la Décision Multicritère* ». Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne , 1985
99. **A. TSOUKIAS** « *De la théorie de la décision à l'aide à la décision* ».
100. **Daniel THIEL** « *Recherche opérationnelle et management des entreprises* », Economica , Paris.
101. **TIMMERMAN** “*An approach to Vendor Performance Evaluation.*” Journal of Purchasing and Materials Management, winter , 1986.
102. **Jacques-Francois THISSE** « *Théorie des jeux , une introduction* ».
103. **Zafack Takadong THIBAUT** « *Système Interactif d'Aide à la Décision* » mémoire de fin d'étude, université de Yaoude I, 2005.
104. **Mohamed Nasser THABET** « *Le secteur des hydrocarbures et le développement économique de l'Algérie* », OPU, Alger , 1989.
105. **Dominique URBANI** « *Elaboration d'une approche hybride SMA-SIG pour la définition d'un système d'aide à la décision; application à la gestion de l'eau* ». Thèse de doctorat. Université de Corse-Pascale Paoli , 2006.
106. **J.-C. VANSNICK** « *Principes et applications des méthodes multicritères* » Technical report, Université de Mons-Hainaut, 1988.
107. **Jean pierre VEDRINE** « *techniques quantitatives de gestion* » Vuibert gestion . 1985.
108. **B. VIDAILLET, V. D'ESTAINOT, P. ABECASSIS** « *La décision . Une approche pluridisciplinaire des processus de choix* », Editions de boeck, Paris , Juin 2005.
109. **Philippe VINCKE** « *L'aide multicritère à la décision* », Editions Ellipses, Bruxelles, 1989.



## **BIBLIOGRAPHIE.**

---

**110. Clivillé VINCENT** « *Approche systémique et méthodes multicritères pour la définition d'un système d'indicateur de performance* », Thèse de doctorat , Université de Savoie, 2004.

**111. Paul WENG** « *Fondations axiomatiques d'une classe d'utilité espérée généralisée : l'utilité espérée algébrique* », Paris, avril 2006

**112. Bernard YANNOU, Frej LIMAYEM** « *Les méthodes de comparaison par paires Intérêt fondamental, Méthodes pratiques, Avancées scientifiques, Logiciel* ». Ecole Centrale Paris, Laboratoire Productique -Logistique

**113. Pascale ZARATE** « *Des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision Aux Systèmes Coopératifs d'Aide à la Décision :Contributions conceptuelles et fonctionnelles* », Thèse à l'institut de recherche en informatique de Toulouse , 2005.

**114. R. ZOUHHDAD, J.L. VIVIANI, F. BOUFFARD** « *Mathématiques appliquées* », Dunod , Paris , 2005.

## **WEBOGRAPHIE :**

**115.** [http://bestofcompta.free.fr/OGE/La décision dans l' entreprise.htm](http://bestofcompta.free.fr/OGE/La%20d%C3%A9cision%20dans%20l'entreprise.htm)

**116.** <http://www.aquadesign.be/news/article-4431.php>.

**117.** <http://www.ulb.ac.be/students/ceish/tuyaux/mad/ElectreTri.htm>

**118.** <http://geronim.free.fr/eoent/cours/decision.htm#2>

**119.** <http://www-leibniz.imag.fr/RO/Dearo/dearoDoctorat.html>

**120.** <http://www.lamsade.dauphine.fr/modo>

**121.** <http://www.roadef.org/formations/index.htm>

**122.** <http://www.inrets.fr/ur/dest/theses.htm#gacogne>

**123.** [ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/examples/too\\_cri\\_res\\_fr.pdf](http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/examples/too_cri_res_fr.pdf)

**124.** <http://www.cors.ca/whator/corsf.htm>

**125.** [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org) « la théorie des graphes »

**126.** <http://coursdevente.free.fr/boite/stocks.htm#3>

**127.** <http://roclub.dz.8m.com/ro001.htm>

**128.** [www.sonatrach-dz.com](http://www.sonatrach-dz.com)

**129.** [http://fr.wikipedia.org/wiki/Théorie de la de la décision](http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9orie_de_la_d%C3%A9cision)

**130.** <http://www.lyc-richelieu-rueil.acrsailles.fr/archives0506/tpes4/Petrole/Origine/Page.htm>

**131.** <http://www-ihpst.uni-paris1.fr/rub.php>.

## **Les revues :**

**132.** SH - Rapport financier (2006)

**133.**SH - Rapport annuel (2006)

**134.** Divers Revues du Groupe Sonatrach

**135.** Revue du Ministère de l'Energie et des Mines

## **Annexe 01**

### **Entreprise des vêtements loisirs :**

**- Présentation de l'entreprise :** L'entreprise Les Vêtements Loisirs (1983) a débuté son exploitation commerciale en 1975 pour changer d'actionnaire en 1983. Sa spécialité jusqu'en 1983 était de concevoir des vêtements sport pour la pratique de plusieurs disciplines. Les nouveaux actionnaires, propriétaires d'une multinationale aussi spécialisée dans le vêtement, ont convenu de limiter la vocation de l'entreprise. Ainsi, la mission de cette dernière est de procéder à l'impression de motifs/dessins, etc., par sérigraphie sur les vêtements.

Les Vêtements Loisirs (1983) . conserve son indépendance financière et ses états financiers ne sont pas consolidés au groupe. Pour des raisons stratégiques, on a préféré agir de cette façon.

En 1989, on décide de concrétiser un projet important. Faire l'acquisition d'une bâtisse estimée à \$ 100,000.00 et d'une presse automatique pour la sérigraphie évaluée à \$ 200,000.00.

Nous présentons les états prévisionnels de ce projet pour 1989, 90 et 91 ainsi que certains postes des états financiers requis pour 1988. Les hypothèses de travail sont aussi incluses.

1988                      1989                      1990                      1991

ACTIF

ACTIF A COURT TERME

Encaisse	15 907 \$	29 783 \$	71 109 \$
Comptes à recevoir	40 000	50 000	55 000
Stocks	15 000	18 000	20 000
	<u>70 907</u>	<u>97 783</u>	<u>146 109</u>

IMMOBILISATIONS

Améliorations locatives		3 237	3 237
Bâtisse	0	100 000	100 000
Equipement	22 978	221 890	251 890
Roulant		-	30 000
		<u>325 127</u>	<u>385 127</u>
Amortissement accumulé	8 823	55 443	140 495
		<u>269 684</u>	<u>244 632</u>
		<u>340 591 \$</u>	<u>390 741 \$</u>
		=====	=====

	1989	1990	1991
<b>PASSIF</b>			
<b>PASSIF A COURT TERME</b>			
Comptes à payer	10 000 \$	10 000 \$	10 000 \$
Impôts sur le revenu	4 600	1 500	-
Portion de la dette à long terme échéant à moins d'un an	<u>30 324</u>	<u>30 324</u>	<u>30 324</u>
	<u>44 924</u>	<u>41 824</u>	<u>40 324</u>
<b>DETTES A LONG TERME</b>			
120 000 \$ / 72 mois / 14%	100 560	77 232	53 904
60 000 \$ / 120 mois / 14%	54 170	47 174	40 176
	<u>154 730</u>	<u>124 406</u>	<u>94 080</u>
Portion dans un an	<u>30 324</u>	<u>30 324</u>	<u>30 324</u>
	<u>124 406</u>	<u>94 082</u>	<u>63 758</u>
<b>CREDITS REPORTEES</b>	<u>45 000</u>	<u>45 000</u>	<u>50 000</u>
<b>AVOIR DES ACTIONNAIRES</b>			
<b>CAPITAL-ACTIONS</b>	61 000	61 000	61 000
<b>BENEFICES NON REPARTIS</b>	<u>65 261</u>	<u>116 985</u>	<u>175 659</u>
	<u>126 261</u>	<u>177 985</u>	<u>236 659</u>
	<u>340 591 \$</u>	<u>358 891 \$</u>	<u>390 741 \$</u>

	Réel 1988	1989	1990	1991
VENTES	133 612 \$	325 000 \$	350 000 \$	425 000 \$
COUT DES VENTES				
(V) Encres et autres intrants	24 621	81 250 \$	87 500 \$	106 250 \$
(V) Salaires de production		54 000	60 000	85 000
(V) Electricité		4 000	4 500	5 500
(V) Entretien et réparations		7 000	9 000	10 000
(F) Taxes foncières et autres		2 000	2 200	2 500
(F) Assurances		5 000	6 000	7 000
(F) Amortissement de l'équipement		43 055	34 444	33 556
(F) Amortissement de l'achalandage		4 000	3 480	3 686
(F) Améliorations des améliorations locatives		366	292	214
(F) Amortissement du roulant		-	-	9 000
	<u>61 187</u>	<u>200 671</u>	<u>207 776</u>	<u>252 726</u>
BENEFICE BRUT	72 425	124 329	142 224	152 274
FRAIS DE VENTE ET D'ADMINISTRATION				
(F) Salaire de bureau		4 000	5 000	6 000
(F) Salaire de l'administrateur		25 000	30 000	40 000
(V) Publicité		1 500	2 000	3 000
(F) Honoraires professionnels		3 000	3 000	4 000
(V) Représentation		4 000	4 500	5 000
(V) Téléphone		2 500	3 000	3 500
(V) Papeterie		2 000	3 000	3 500
(F) Associations et abonnements		500	500	600
(V) Dépenses de voyages		8 500	9 500	10 500
(F) Intérêts - long terme		23 000	19 000	15 000
(F) Intérêts - court terme		3 000	-	-
(F) Taxes corporatives		1 500	2 000	2 500
	<u>46 144</u>	<u>78 500</u>	<u>81 500</u>	<u>93 600</u>
BENEFICE AVANT IMPOTS	26 281	45 829	60 724	68 674
IMPOTS SUR LE REVENU	<u>3 924</u>	<u>7 000</u>	<u>9 000</u>	<u>10 000</u>
BENEFICE NET AVANT LE PROJET	22 357 \$			
BENEFICE NET APRES LE PROJET		36 829 \$	51 724 \$	58 674 \$

(F): frais fixes

(V): frais variables

. : dans certaines occasions, ces frais pourraient être considérés fixes

**Note I - HYPOTHESES****i) Acquisitions d'immobilisations**

	<u>An 1</u>	<u>An 2</u>	<u>An 3</u>
Bâtisse	100 000 \$	- \$	- \$
Equipement	200 000	-	30 000
Roulant	-	30 000	-
	<u>300 000 \$</u>	<u>30 000 \$</u>	<u>30 000 \$</u>

**ii) Financement**

Bâtisse: 60 000 \$ - 120 mois - 14%  
Equipement: 120 000 \$ - 72 mois - 14%

**iii) Aide financière**

M.E.I.R., Programme R.P.H.

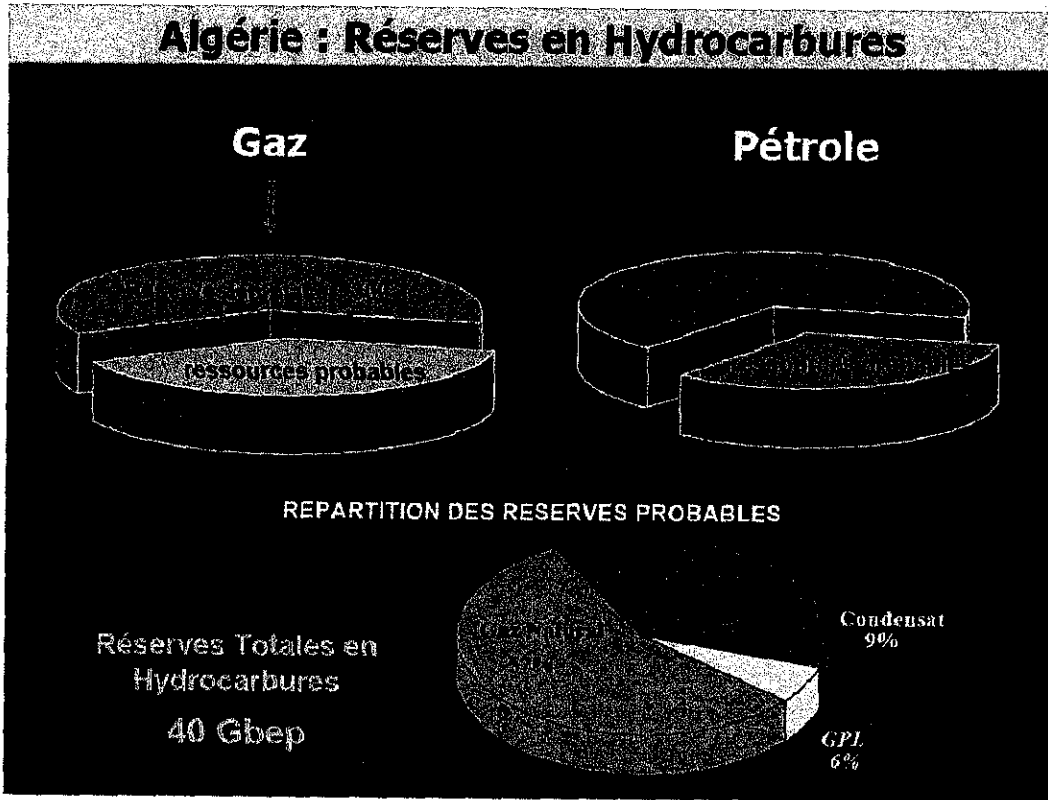
200 000 \$ x 25% = 50 000 \$, dont 45 000 \$ en l'an 1.

iv) Mise de fonds de 35 000 \$ de l'actionnaire et de 25 000 \$ par le Club des jeunes entrepreneurs.

v) Les coûts d'impression sont de 25 \$ l'unité (ce qui représente un ensemble complet de vêtements pour le ski alpin: pantalon, manteau, gants, tuques, foulard).

\* Le montant exact est 198 912 \$. Il fut arrondi pour fin de présentation des hypothèses.

Annexe 02 :



## الملخص:

تعتبر نظرية اتخاذ القرار ميدان واسع يشمل مجالات عدة. في هذه المذكرة سنحاول تطبيق طريقة ELECTRE I الطريقة التي تهدف إلى حل مشكلة اختيار مؤسسة من بين المؤسسات التي تعرض خدماتها لمؤسسة سوناطراك وتحديدًا لقسم استخراج البترول. من خلال مختلف مراحل هذا العمل نهدف إلى إظهار أهمية الطرق الكمية متعددة الأهداف لاتخاذ القرار التي تعتبر الطريقة الأفضل لضمان التسيير الأمثل داخل المؤسسة وتحقيق التطور. الكلمات المفتاحية: الطرق الكمية ، اتخاذ القرار متعدد الأهداف، طريقة ELECTRE I ، استخراج البترول، سوناطراك.

## Résumé :

L'aide à la décision est un vaste champ qui couvre de nombreux domaines. Dans ce travail on appliquera la méthode Electre I : méthode d'analyse multicritère, elle aura pour objectif de résoudre le problème de sélection d'une société parmi les sociétés intervenantes dans la compagnie pétrolière SONATRACH, précisément à la division forage, pour l'activité de forage pétrolier.

A travers les différentes parties de ce modeste travail nous tenterons de montrer la pertinence des outils d'aide à la prise de décision qui sont la meilleure manière de bien gérer l'entreprise et réaliser la prospérité.

**Mots clés :** méthodes quantitatives, aide multicritère à la décision, forage pétrolier, méthode Electre I, Sonatrach.

## Abstract :

The decision support is a broad field that covers many areas. In this work we will apply the ELECTRE I: method of multi-criteria analysis, it will aim to solve the problem of selecting a company among the companies involved in the oil company Sonatrach, precisely the division drilling for oil drilling activity.

Through different parts of this modest work we will try to show the relevance of the tools for decision-making, those are the best ways to manage the company and achieve prosperity.

**Key words:** Quantitative methods, multi-Criteria Decision aid, oil drilling, method of Electre I, Sonatrach.