

N° D'ORDRE : 20/2014-M/MT

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene  
Faculté des Mathématiques



MÉMOIRE  
PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE MAGISTER

En : MATHÉMATIQUES  
Spécialité : Recherche Opérationnelle : Mathématiques de Gestion

Par : IDIR Lamine

## Thème

*Analyse sectorielle par l'analyse multicritère.*

Soutenu publiquement, le 19/06/2014, devant le jury composé de :

M. MOULAI Mustapha	Professeur	à l'USTHB - Alger,	Président.
M. ABBAS Moncef	Professeur,	à l'USTHB - Alger,	Directeur de thèse.
M. CHERGUI M.E-A	Maître de Conférence/A,	à l'USTHB - Alger,	Examineur.

Année Universitaire 2013 – 2014



***Louange A Dieu, le miséricordieux, sans Lui rien de tout cela n'aurait pu être.***

*Je tiens tout d'abord à remercier le Professeur M<sup>r</sup> M. ABBAS pour l'honneur qu'il ma fait en acceptant de m'encadrer. Ses conseils précieux ont permis une bonne orientation dans la réalisation de ce modeste travail.*

*Mon profond respect va à Monsieur le Professeur Moulaï Mustapha qui ma honoré en acceptant de présider mon jury malgré ses nombreuses occupations. Je veux lui exprimer toute ma reconnaissance. .*

*Je remercie M<sup>r</sup> M-E-A CHERGUI d'avoir accepter de faire partie du jury et consacrer leurs temps à la lecture et à la correction de ce mémoire.*

*Mes remerciements les plus vifs vont tout particulièrement à mes parents.*

*Enfin, merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Ces remerciements ne seraient pas complets sans y avoir associé mes amis. Je les remercie, pour leur soutien moral, leur présence et leur écoute (la liste est longue et je suis sûre qu'ils vont se reconnaître facilement).*

Enfin, je réserve une pensée toute particulière et profonde à mes parents, mes frère et ma femme leur exprime ici toute ma gratitude pour leur soutien sans limite.



**J**e dédie ce modeste travail :

*A mon très chère père .*

*A ma très chère mère .*

*A ma femme et mes frères .*

*A ma promotion Magister MG.*

*En particulier A Alili , Abdelhak, Hassane et Nabile.*

*Au groupe scout Amel du Darguina .*

*A tous mes amis*

*Sans oublier la composante fortement connexe "SCOR" le Club Scientifique de la Recherche Opérationnelle.*

***I. Lamine***

# Table des matières

Table des matières . . . . .	v
Liste des figures . . . . .	vi
Liste des algorithmes . . . . .	vii
Liste des tables . . . . .	viii
Abréviations . . . . .	ix
<b><i>Introduction générale</i></b> . . . . .	<b>1</b>
<b>1 <i>L'analyse sectorielle</i></b> . . . . .	<b>3</b>
Introduction . . . . .	3
1.1 Qu'est-ce qu'une étude de secteur ? . . . . .	3
1.1.1 En quoi consiste une étude de secteur . . . . .	3
1.1.2 Études de secteur pour quoi faire ? . . . . .	4
1.1.3 Qui fait des études de secteurs ? . . . . .	4
1.2 Critères de constitution des secteurs . . . . .	5
1.2.1 Approche typologique . . . . .	5
1.2.2 Critère de la proximité des techniques de production . . . . .	6
1.2.3 Critère de l'identité de marché . . . . .	6
1.2.4 Quelques approches alternatives . . . . .	7
1.3 Économie Industrielle . . . . .	7
1.3.1 Définition . . . . .	7
1.3.2 Les situations concurrentielles . . . . .	8
1.3.3 Monopôle . . . . .	9
1.3.4 Monopôle naturel . . . . .	10
1.3.5 L'eau a un coût . . . . .	11

1.3.6	Les externalités . . . . .	12
1.4	Du marketing à la stratégie . . . . .	12
1.4.1	Démarche marketing . . . . .	13
1.4.2	Stratégie . . . . .	14
1.4.3	Plan stratégique . . . . .	16
1.5	Les étapes de travail liées à la réalisation d'une étude sectorielle . . . . .	17
	Conclusion . . . . .	20
<b>2</b>	<b><i>Le secteur de l'eau en Algérie</i></b>	<b>22</b>
	Introduction . . . . .	22
2.1	Présentation du secteur de l'eau en Algérie . . . . .	23
2.1.1	Historique . . . . .	23
2.1.2	Principes généraux de la loi sur l'eau en Algérie . . . . .	27
2.1.3	Organisation de la gestion de l'eau . . . . .	28
2.2	Gestion du secteur de l'eau en Algérie . . . . .	28
2.2.1	La gestion de l'offre de l'eau . . . . .	30
2.2.2	Gestion de la demande . . . . .	30
2.3	Organisation d'un service public d'eau potable . . . . .	34
2.3.1	Définition d'un service public d'eau potable . . . . .	34
2.3.2	L'Algérienne Des Eaux . . . . .	36
	Conclusion . . . . .	37
<b>3</b>	<b><i>L'aide à la décision et les méthodes de résolution</i></b>	<b>39</b>
	Introduction . . . . .	39
3.1	Schéma de méthodes . . . . .	39
3.2	Méthodes scalaires . . . . .	40
3.2.1	La méthode de pondération de fonctions objectif . . . . .	40
3.2.2	La méthode de Keeney-Raiffa . . . . .	41
3.2.3	distance à un objectif de référence . . . . .	41
3.2.4	Méthode de compromis (approche par $\epsilon$ -contrainte) . . . . .	42
3.2.5	Méthode du but à atteindre (Goal attainment method) . . . . .	43
3.2.6	Programmation par but (Goal programming method) . . . . .	44
3.2.7	Méthode hybride . . . . .	45

---

3.2.8	Méthode lexicographique . . . . .	46
3.3	Méthodes interactives . . . . .	46
3.3.1	Méthode de compromis par substitution . . . . .	47
3.3.2	Méthode de Fandel . . . . .	47
3.3.3	Méthode STEP . . . . .	49
3.3.4	Méthode de Jahn . . . . .	49
3.3.5	Méthode de Geoffrion . . . . .	50
3.3.6	Méthode de Simplexe . . . . .	52
3.4	Difficultés de l'optimisation multi-objectifs . . . . .	53
3.4.1	Guider le processus de recherche vers la frontière Pareto . . . . .	53
3.4.2	Maintenir la diversité sur le front Pareto . . . . .	54
3.5	Introduction à l'aide à la décision . . . . .	54
3.5.1	La décision et son processus . . . . .	55
3.5.2	De la recherche d'un optimum . . . . .	56
<b>4</b>	<b><i>Etude de cas Entreprise Algérienne des Eaux (ADE) Unité Djelfa</i></b> . . . . .	<b>58</b>
	Introduction . . . . .	58
4.1	Cycle domestique de l'eau . . . . .	58
4.2	Définition et Présentation . . . . .	59
4.2.1	Agent de recouvrement . . . . .	59
4.2.2	Agent d'exploitation . . . . .	60
4.2.3	Le chiffre d'affaire . . . . .	60
4.2.4	Encaissement . . . . .	60
4.2.5	Décaissement . . . . .	60
4.2.6	Volume d'eau produit . . . . .	60
4.2.7	Volume d'eau facturé . . . . .	60
4.3	Les variables de décision . . . . .	60
4.4	Les données . . . . .	61
4.5	Les fonctions objectifs . . . . .	62
4.6	Les contraintes . . . . .	62
4.7	Le Modèle . . . . .	64
4.7.1	Méthode de compromis (approche par $\epsilon$ -contrainte) . . . . .	64

---

4.7.2	Application de la méthode de compromis (approche par $\epsilon$ -contrainte)	65
4.8	Résolution et interprétation des résultats	66
4.8.1	Les paramètres d'entrées de l'application	66
4.8.2	Paramètres de Performance	66
4.8.3	Résultats obtenus	68
4.8.4	Interprétation des résultats	68
	Conclusion	69
	<b>Conclusion générale</b>	<b>71</b>
	<b>Annexe</b>	<b>71</b>
A	Principes généraux de la loi sur l'eau de l'algerie	72
B	Organisation du ministère des ressources en eau	73
C	Organigramme de l'ADE	76
D	Communes gérées par l'ADE de Djelfa	77
E	Organigramme de la direction de l'unité de Djelfa	1
	<b>Bibliographie</b>	<b>6</b>
	Résumé	16

# Table des figures

1.1	Schéma de la démarche marketing . . . . .	14
1.2	Les 4 niveaux de décision . . . . .	15
1.3	Les étapes de travail liées à la réalisation d'une étude sectorielle . . . . .	20
2.1	ORGANIGRAMME DE L'ADE . . . . .	37
3.1	Schéma de résolution . . . . .	41
3.2	Interprétation graphique de l'approche par $\epsilon$ -contrainte. . . . .	43
3.3	Interprétation graphique de l'approche par "but à atteindre". . . . .	44
3.4	Choix d'un nouveau point par symétrie. . . . .	52
3.5	L'algorithme de la méthode de Simplex. . . . .	53
4.1	Schéma cycle d'eau . . . . .	59
4.2	L'interface de l'application . . . . .	66
4.3	L'interface de l'application . . . . .	68
4	ORGANIGRAMME DE L'ADE . . . . .	76
5	Communes gérées par l'ADE de l'unité de Djelfa . . . . .	77
6	Organigramme de la direction unite de Djelfa . . . . .	1
7	ORGANIGRAMME DE LA DRH . . . . .	2
8	ORGANIGRAMME DU DEPARTEMENT ADM ET MOYENS . . . . .	3
9	ORGANIGRAMME DU DEPARTEMENT EXPLOITATION . . . . .	4
10	ORGANIGRAMME DU LABORATOIRE . . . . .	4
11	ORGANIGRAMME DU CENTRE DE DISTRIBUTION . . . . .	5

# Liste des Algorithmes

1	Surrogate Worth Tradeoff (SWT)-algorithm . . . . .	48
---	--	----

# Liste des tableaux

1.1	Les situation concurrentielles. . . . .	8
3.1	Les divers problèmes répondus par des méthodes d'aide de décision . . . . .	55
4.1	Tableau des données ADE Unite Djelfa du premier trimestre 2014. . . . .	67
4.2	Tableau des données ADE Unite Djelfa du premier trimestre 2012. . . . .	67
4.3	Paramètres de performance . . . . .	67
4.4	Tableau Résutat du ADE Unite Djelfa Du premier trimistre 2014 . . . . .	68

# Abréviations

<b>Symbole</b>	<b>Signification</b>
ADE	Algérienne des Eaux
CNES	Conseil National Economique et Social
MRE	Ministère des Ressources en Eau
ONA	Office National de l'Assainissement

# *Introduction générale*

## **Introduction générale**

Cette étude s'appuie sur une analyse sectorielle qui est largement répandue et principalement utilisée comme instrument d'aide à la décision par les acteurs économiques (entreprises, administrations, syndicats professionnels). Nous avons procédé au choix de la discipline "analyse sectorielle" pour plusieurs raisons à savoir : un manque en matière d'études bibliographiques et pratiques sur l'analyse sectorielle dans notre pays. En plus, cette discipline se présente comme un outil scientifique et pratique pour servir à comprendre et faire augmenter l'efficacité des entreprises et établissements publics, dans le secteur des ressources en eau.

L'analyse sectorielle vise à étudier plusieurs dimensions à la fois, ce qui nous amène à faire recours à une approche d'analyse multicritère. Cette dernière a la capacité de représenter (modéliser) la problématique d'un secteur sous forme d'un modèle mathématique. L'analyse multicritère est une technique d'aide à la prise de décision, elle est utilisée pour apporter une meilleure visibilité aux décideurs comme l'explique B. Roy [108].

Le choix du secteur de ressource d'eau en Algérie est motivé par sa valeur, son poids stratégique et sa politique de gestion. Notons que ces institutions de gestion des ressources en eau sont indépendantes et monopolisées dans chaque wilaya, c'est pourquoi nous avons opté de mener notre étude sur **l'Algérienne Des Eaux (ADE) de la wilaya de Djelfa, comme établissement national à caractère industriel et commercial ayant une autonomie financière.** La gestion des ressources en eau permet d'aider les pays à faire face aux problèmes liés à l'eau de manière efficace et durable. Il faut donc assurer une gestion des ressources en eau en tenant compte que l'eau est un " bien patrimonial " et une " source de vie ". Dans ce sens, la gestion des ressources en eau en plus des aspects techniques, doit intégrer des dimensions politiques, économiques, et sociales,...ect.

En effet, la distribution de l'eau dépend en premier lieu des disponibilités des barrages et des forages, eux-mêmes tributaires de la pluviométrie, variable au pays dans l'espace et dans le temps, et tributaires des capacités des structures et des institutions compétentes à gérer les différents créneaux. Cependant, la multiplicité des problèmes de l'eau vécus par l'Algérie depuis de nombreuses années a engendré des situations critiques. D'une façon générale, les difficultés rencontrées, pour tendre les objectifs d'une gestion globale et durable des ressources en eau, sont principalement les conséquences d'une organisation institutionnelle insuffisante se traduisant souvent par un manque de planification et de gestion des ressources en eau et un management de service de collectif d'eau trop souvent défaillant.

### **Organisation du document**

Ce mémoire est structuré de la façon suivante :

- Dans le premier chapitre nous présentons un rappel sur l'analyse sectorielle ainsi que celles de l'économie industrielle et du marketing à la stratégie.
- Au deuxième chapitre, nous présentons le secteur d'eau en Algérie.
- Le troisième chapitre, comprend les définitions et les différents concepts de base de l'aide à la décision et les méthodes d'analyse multicritère.
- Le quatrième chapitre contient une présentation d'une étude de cas pratique sur l'Algérienne des eaux, pour l'unité de Djelfa.
- le document se termine par une conclusion et des perspectives.

# 1

## *L'analyse sectorielle*

### **Introduction**

L'analyse sectorielle est une discipline située au croisement de l'économie industrielle et de l'analyse marketing et stratégique. Elle consiste à étudier les caractéristiques économiques et concurrentielles d'un secteur économique ou d'une branche économique. Si l'on considère qu'un secteur est un regroupement de firmes ayant la même activité principale, et que toutes les entreprises d'une industrie obéissent à des logiques similaires et partagent des connaissances et des pratiques communes ; l'analyse sectorielle consiste alors à étudier systématiquement et successivement pour un secteur les conditions de base, la concurrence, les stratégies et les performances. [43];[84].

### **1.1 Qu'est-ce qu'une étude de secteur ?**

#### **1.1.1 En quoi consiste une étude de secteur**

L'étude de secteur peut se définir à partir des ambitions qui doivent précéder à sa réalisation. On peut grossièrement définir trois niveaux d'ambition qui sous-tendent la réalisation d'une telle étude. Elles sont classées dans un ordre croissant de difficulté. [84] Tout d'abord, *une étude de secteur doit être un produit documentaire.* Elle doit contenir un ensemble d'informations de base sur les différents aspects du secteur qui en fait un document de référence.

La deuxième ambition est *de livrer les résultats d'une analyse du mode d'organisation et de fonctionnement du secteur*. Schématiquement, il s'agit de savoir pourquoi le secteur est tel qu'il est (au niveau de ses structures, du comportement de ses entreprises, de ses résultats...), d'expliquer ses spécificités par rapport aux autres secteurs de l'économie. Cette ambition réclame que l'information pertinente qui a été préalablement réunie soit traitée avec les instruments d'analyse adaptés.

La troisième ambition est, au-delà de la compréhension du mode de fonctionnement actuel du secteur, d'**identifier ses moteurs d'évolution**, afin d'être en mesure de se livrer à des exercices de **prospective concernant le fonctionnement futur du secteur**, à partir de l'anticipation de sa trajectoire endogène et de l'impact des changements de l'environnement sur cette trajectoire. Cette troisième ambition, la plus difficile à atteindre (et probablement la plus hasardeuse), implique l'application d'instruments d'analyse permettant de rendre compte de la dynamique économique. On se situe ici probablement sur le territoire le plus mouvant de l'analyse économique contemporaine.

### 1.1.2 Études de secteur pour quoi faire ?

Les finalités d'une étude de secteur sont multiples. Elles influencent son champ (découpage sectoriel, couverture géographique), son degré d'approfondissement (jusqu'à quel degré d'ambition doit-on aller ?) et l'angle d'attaque abordé (problématique). De manière générale, l'étude de secteur doit être pensée comme **un instrument de prise de décision**. Ce souci d'opérationnalité la distingue à la fois du simple produit documentaire et de l'étude empirique visant la validation d'hypothèses théoriques (bien qu'un tel exercice de validation puisse aussi s'asseoir sur des monographies sectorielles). La finalité de l'étude de secteur dépend directement de son destinataire. En première approche, on peut distinguer **trois catégories d'utilisateurs d'études de secteurs**.

- Les entreprises
- les administrations
- les organismes financiers

### 1.1.3 Qui fait des études de secteurs ?

Les études de secteurs peuvent être réalisées soit directement par leurs utilisateurs, soit par des cabinets spécialisés, ou universités.

Toutes les **grandes banques** disposent d'un service d'études économiques. Cependant, ces services sont généralement spécialisés sur les questions macro-économiques et financières et n'abordent, le cas échéant, la dimension sectorielle le plus souvent que sous l'angle macro-sectoriel à finalité d'analyse conjoncturelle.

Peu d'entreprises pratiquent elles-mêmes explicitement l'analyse sectorielle. Seuls les très **grands groupes industriels** disposent de spécialistes chargés de surveiller l'environnement concurrentiel et de fournir à la direction différents outils d'information économique.

Enfin, les administrations (ministères, grandes collectivités locales...), ainsi que les organismes consulaires (chambres de commerce et d'industrie...) disposent le plus souvent d'un département d'études auquel peut être confiée la réalisation d'études de secteurs. Les agents économiques à la recherche d'information sectorielle peuvent aussi s'adresser à des cabinets spécialisés, de même que les agents qui disposent d'une structure d'études, pour des raisons d'avantage de coût ou de compétence. Les cabinets d'études pratiquant les études sectorielles peuvent être spécialisés par secteur, ou bien généralistes de la méthodologie d'analyse sectorielle. Ils peuvent travailler principalement à la demande spécifique de clients ou essentiellement en " multi-client ".

## 1.2 Critères de constitution des secteurs

En effet, une étude de secteur porte nécessairement sur une entité intermédiaire entre la totalité du système économique et chaque agent individuel. Elle suppose donc qu'on ait défini au préalable une entité intermédiaire qualifiée de "secteur". Celle-ci peut être construite soit par regroupement d'agents économiques individuels (démarche "par le bas"), soit par segmentation de la totalité économique (démarche "par le haut"). Ces deux manières de construire l'entité d'étude ne sont pas équivalentes d'un point de vue théorique. Les critères possibles de regroupement sont nombreux. Tous cherchent à regrouper les agents en classes "homogènes". Cette démarche se différencie sur les critères retenus pour évaluer cette homogénéité . Il en va autrement, dans une large mesure, du critère de l'activité principale qui, s'il reste unidimensionnel, cherche à se rapprocher de la notion théorique de champ de concurrence associé à un marché ou à une industrie.

### 1.2.1 Approche typologique

La diffusion des techniques d'analyse statistique multivariée a favorisé la multiplication de travaux visant à construire des secteurs sur la base de typologies multidimensionnelles.

Principe général consiste à réunir un ensemble de variables statistiques sur les entreprises (ou à défaut sur les secteurs d'activité au plus fin de la nomenclature) et à opérer des regroupements à partir de divers algorithmes statistiques fondés sur la proximité des unités d'observation par rapport aux différentes variables retenues. Ces études aboutissent généralement à des agrégats, susceptibles de s'écarter assez largement des secteurs d'activité de la nomenclature officielle, et pouvant se révéler plus pertinents pour rendre compte de certains phénomènes. Qui sont plus de détaillé dans les ouvrages [57] [50].

Les typologies sont souvent instables dans le temps. La démarche la plus courante est de constituer les secteurs à partir de l'activité des entreprises. Se pose alors la question du critère à retenir pour délimiter les activités.

### 1.2.2 Critère de la proximité des techniques de production

C'est le critère à la base de "l'industrie" marshallienne. Il consiste à regrouper des produits témoignant d'une forte élasticité croisée d'offre, ce qui signifie que chacune des entreprises ainsi regroupées devrait pouvoir être en mesure d'assurer la production d'une autre. C'est la notion (à préciser) de "métier" qui sert ainsi à constituer l'objet d'étude. Cette démarche est justifiable par le fait que l'on regroupe ainsi des entreprises qui disposent de bases de compétences similaires, s'inscrivent dans les mêmes trajectoires technologiques, peuvent constituer les unes pour les autres des modèles d'imitation et plus généralement produire ensemble des externalités profitant à toutes, puisent dans leur environnement général le même type de ressources...

Une des difficultés soulevées par cette approche est que des techniques de production similaires peuvent mener à la production de produits très différents vendus sur des marchés étanches les uns par rapport aux autres. Ce critère expose donc au risque de rassembler des entreprises n'entretenant qu'une faible zone de concurrence effective et d'interdépendance stratégique.

Une autre difficulté réside dans ce qu'il n'est pas nécessairement possible d'établir des seuils nets dans les "élasticités d'offre" qui permettent de définir des secteurs aux contours bien délimités. Ce critère risque donc d'être d'autant plus difficile à utiliser lorsque les processus de production font intervenir plusieurs "métiers".

### 1.2.3 Critère de l'identité de marché

On se situe ici davantage dans le cadre de la tradition chamberlinienne, développée par Triffin [114] et très largement adoptée dans les premiers travaux d'économie industrielle. Les entreprises sont regroupées sur la base de l'intensité de l'élasticité croisée de la demande de leurs produits. On s'assure ainsi qu'elles entrent en relation de concurrence et sont en interdépendance stratégique.

Toutefois, on court le risque de rassembler ainsi des entreprises vendant des produits issus de processus de production très différents, réclamant des compétences différenciées s'inscrivant sur des trajectoires distinctes. La question de la recherche de la compétitivité risque donc de se poser en des termes très différents à l'intérieur du secteur ainsi défini et les entreprises de se trouver face à des champs d'opportunités et de menaces non identiques. Le secteur des plats cuisinés (dans la nomenclature NAP) se trouve dans ce cas de figure puisqu'il rassemble des entreprises qui sont généralement spécialisées sur l'un des trois segments, étroitement substituables au niveau de la consommation mais très différenciés sur le plan technologique : les appertisés, les surgelés et les réfrigérés ("nouveaux frais"). Si les entreprises de ce secteur entrent en concurrence plus ou moins directement, elles sont sur des trajectoires technologiques très différenciées.

### 1.2.4 Quelques approches alternatives

Une manière de tenter de résoudre (provisoirement) le problème est de raisonner à partir de la fonctionnalité des produits. On peut ainsi définir, à la suite de Rotschild [107], la notion d'arène stratégique. Celle-ci est déterminée en deux étapes :

- par la définition de la fonction servie par les produits du secteur, en termes de besoins élémentaires ;
- par l'identification des filières qui répondent à ce besoin, soit en tant que substitut, soit en tant que complément

L'intérêt d'une telle démarche est d'identifier de façon exhaustive l'ensemble des firmes (et des secteurs) entrant en concurrence à des degrés divers, ou susceptibles de devenir des concurrents effectifs. L'arène stratégique est ainsi un concept utile à la veille stratégique. C'est notamment le cas de la notion de "secteur concurrentiel" proposé par Guibert [48]. La construction d'un "secteur concurrentiel" consiste à regrouper les entreprises qui entrent en concurrence avec un même degré d'intensité sur un même ensemble de branches. 12 combine ainsi proximités technologique et commerciale. L'auteur propose, pratiquement, de procéder en partant d'une entreprise particulière et de lui demander d'identifier ses concurrents les plus directs. Si cette démarche peut être praticable dans le cadre de la réalisation d'un diagnostic sectoriel pour le compte d'une entreprise en particulier, elle est difficilement applicable à la réalisation d'études sectorielles "générales".

## 1.3 Économie Industrielle

### 1.3.1 Définition

L'économie industrielle est la branche de la théorie économique qui se donne pour objet l'étude du fonctionnement dynamique de l'industrie, sous l'influence de son environnement et des comportements stratégiques des firmes qui la composent, le terme d'industrie étant compris comme l'ensemble des offreurs se trouvant en concurrence sur le marché d'un bien ou service donné.

L'économie industrielle se caractérise par un dualisme méthodologique. L'une des préoccupations qui s'y expriment est de nature empirique : partant des observations de la réalité, on cherche à la réduire à des lois de fonctionnement simples et peu nombreuses, susceptibles d'être généralisées ; *cette méthode, inductive et positive* à la fois, permet à l'économie industrielle de prendre en compte les faits saillants caractérisant la réalité observée. La seconde des préoccupations qui s'y manifestent est de nature théorique : partant d'un ensemble d'hypothèses conventionnelles ("supposons que" et "toutes choses égales par ailleurs"), on construit un raisonnement spéculatif susceptible de stimuler la réflexion quant au fonctionnement de cette réalité ; *cette méthode, essentialiste et normative* amène l'économie industrielle à utiliser des outils d'analyse empruntés en particulier

aux sciences exactes

C'est de ce dualisme méthodologique (nous en développerons plus loin les caractéristiques) que l'économie industrielle tire toute sa vitalité, mais aussi ses hésitations. Depuis un siècle qu'elle existe, elle évolue sous l'impact des deux forces que sont les faits nouveaux auxquels elle se trouve confrontée et les nouveaux développements théoriques qui lui sont internes, ou qu'elle adopte et transpose. Elle aura parfois tendance à devenir principalement descriptive, au point de perdre tout caractère opératoire, tout potentiel de généralisation. Parfois au contraire, elle semblera perdre de vue son objet, tendant à devenir un simple prétexte à l'application d'outils d'analyse sophistiqués. En tout état de cause, l'économie industrielle reste tout à la fois *un schéma de description et d'explication, ainsi qu'un outil de prévision et d'action*. Ce schéma et cet outil sont susceptibles de servir à différents acteurs de la vie économique.

### 1.3.2 Les situations concurrentielles

L'intensité et les formes de la lutte concurrentielle entre rivaux directs dans un produit-marché varient selon la nature de la situation concurrentielle observée. La situation concurrentielle est révélatrice du degré *d'interdépendance entre concurrents*, ce qui suscite des comportements concurrentiels caractéristiques. Dans l'analyse d'une situation de marché particulière, il est commode de se référer aux diverses structures concurrentielles proposées par les économistes et analysées dans de nombreux travaux théoriques et empiriques. On distingue habituellement quatre situations concurrentielles : la concurrence pure ou parfaite, l'oligopole, la concurrence monopolistique (ou imparfaite) et le monopole (voir tableau 1.1). On examinera successivement ces situations types, en mettant en évidence leurs implications sur les comportements concurrentiels.

Différenciation	Intensité de la concurrence	
	Faible	Elevée
Elevée :	Monopole ou Oligopole Indifférencié	Concurrence monopolistique
Faible :	Oligopole Indifférencié	Concurrence pure ou parfaite

TABLE 1.1: Les situation concurrentielles.

#### La concurrence pure ou parfaite

Le modèle de la concurrence pure se caractérise par la présence sur le marché d'un grand nombre de vendeurs et d'un grand nombre d'acheteurs, aucun n'étant assez puissant pour influencer le niveau des prix. Les produits, dont les caractéristiques techniques sont très précisément définies, sont parfaitement substituables entre eux et se vendent au prix du marché, lequel s'établit strictement par le *jeu de l'offre et de la demande*. Dans cette situation, les vendeurs ne détiennent aucun pouvoir de marché et leurs comportements

ne sont pas affectés par leurs actions respectives. Les caractéristiques clés sont donc les suivantes [63] :

- nombre élevé de vendeurs et d'acheteurs ;
- produits indifférenciés parfaitement substituables ;
- absence complète de pouvoir de marché.

### L'oligopole

L'oligopole est une situation où la dépendance entre firmes rivales est très forte, en raison du nombre réduit de concurrents ou du fait de la présence de quelques entreprises dominantes. Dans des marchés concentrés de ce type, les forces en présence sont bien connues de chacun et les actions entreprises par un concurrent sont vivement ressenties par les autres qui ont dès lors tendance à réagir. Le résultat d'une manoeuvre stratégique dépend donc largement de l'attitude réactive ou non des autres firmes concurrentes.

La dépendance entre concurrents est d'autant plus forte que les produits des firmes en présence sont *indifférenciés* ; on parle alors d'*oligopole indifférencié* par opposition à l'*oligopole différencié*, où les biens ont des qualités distinctives importantes pour l'acheteur. Les situations d'oligopole se rencontrent le plus souvent dans les produits-marchés situés en phase de maturité de leur cycle de vie, c'est-à-dire lorsque la demande primaire est stagnante et non expansible.

### La concurrence monopolistique ou imparfaite

La situation de concurrence monopolistique se situe entre la concurrence pure et le monopole [Chamberlin [17]]. Les concurrents sont nombreux et de force équilibrée, mais les produits sont différenciés, c'est-à-dire qu'ils présentent des caractéristiques distinctives importantes pour l'acheteur et ressenties comme telles par l'ensemble du produit-marché. La différenciation peut prendre différentes formes : un goût pour une boisson, une caractéristique technique particulière, une combinaison originale de caractéristiques qui favorise une variété d'utilisations différentes, la qualité et l'étendue des services rendus à la clientèle, le réseau de distribution, la force d'une image de marque, etc. À la base d'une situation de concurrence monopolistique, on trouve donc une stratégie de différenciation basée sur un avantage concurrentiel externe.

#### 1.3.3 Monopôle

Le monopole, comme situation concurrentielle, est un cas limite, comme celle de la concurrence pure. Le marché est dominé par un seul producteur face à un grand nombre d'acheteurs et le produit est donc sans concurrent direct dans sa catégorie pour une période de temps limitée. C'est le monopole de l'innovateur. Cette situation s'observe en phase d'introduction du cycle de vie d'un produit, dans les secteurs naissants, caractérisés

par des innovations technologiques.

Si monopole il y a, l'entreprise détient un pouvoir de marché en principe élevé, mais en réalité très rapidement menacé par les nouveaux entrants attirés par le potentiel de croissance et de profit. La durée prévisible du monopole est alors une donnée essentielle, qui dépendra de la force de l'innovation et de l'existence de barrières défendables à l'entrée pour les concurrents nouveaux. Les situations de monopole sont en réalité éphémères, notamment en raison de la diffusion de plus en plus rapide des innovations technologiques. On a examiné au chapitre précédent les options stratégiques et les risques qui caractérisent la situation du monopole d'innovation. Il importe également de prendre conscience qu'un monopole est rarement absolu, étant donné que la concurrence des produits substitués reste souvent présente.

Plus fréquents, en revanche, sont les monopoles d'État qui suivent une logique différente de celle de l'entreprise privée : non plus la logique du profit mais celle de l'intérêt général et du service public. La difficulté à respecter ces objectifs dans les services publics tient à l'absence de verdict du marché, absence qui favorise le développement d'une gestion davantage centrée sur les préoccupations internes de fonctionnement que sur la rencontre des besoins des usagers. Ceci est la raison principale qui explique les stratégies de privatisations et de déréglementation adoptées dans la plupart des pays au cours de la dernière décennie et qui posent le problème des relations entre le secteur privé et le secteur public. Cette problématique entre dans le domaine du marketing social ou du marketing des organisations à but non lucratif qui connaît des développements importants depuis quelques années. Voir à ce sujet [Bon et Louppe [67]], [Kotler et Andreasen [100]] et [di Sciullo [121]].

### 1.3.4 Monopôle naturel

Dans la théorie économique, une branche d'activité est en situation de monopole naturel lorsque les économies d'échelle y sont très fortes. Cette situation se présente le plus souvent lorsque l'activité de la branche est fondée sur l'utilisation d'un réseau au coût très élevé, ce qui tend à donner un avantage déterminant à l'entreprise dominante puis, après disparition des concurrents, conduit à une situation de monopole.

Cette analyse économique est utilisée par les pouvoirs publics pour justifier des actions dans la branche d'activité concernée, soit de nationalisation des entreprises ou de l'entreprise du secteur, soit de régulation.

Donc, une industrie possède les caractéristiques d'un monopole naturel lorsque la recherche de l'efficacité technique est incompatible avec un partage de l'industrie entre plusieurs producteurs. Deux particularités essentielles d'un monopole naturel méritent l'attention :

1. Les économies d'échelle : qui correspondent à la baisse du coût unitaire d'un produit qu'obtient une entreprise en accroissant la quantité de sa production. On parlera ainsi d'économie d'échelle si chaque bien produit coûte moins cher à produire lorsque les quantités vendues (économies d'échelle par rapport au coût de revient) aug-

mentent, et elles sont particulièrement importantes dans les secteurs économiques où les coûts fixes sont élevés, comme dans de nombreuses activités fondées sur une infrastructure de réseau (activité ferroviaire, production électrique, de l'eau etc.). Ces économies peuvent être évaluées par l'évolution du coût unitaire (coût de production /nombre de produits ou coût de revient/nombre de produits vendus) entre deux niveaux d'activité différents à structure de production et vente identique.

2. L'irréversibilité des coûts réfère au coût ou capital perdu par une entreprise si celle-ci devait se retirer du marché. Certes, techniquement, il est possible de déterrer la tuyauterie, mais les coûts encourus pour la récupérer dépassent vraisemblablement la valeur de la tuyauterie elle-même.

Donc, une entreprise possédant le monopole des services d'eau pourrait utiliser son pouvoir de marché au détriment du public. Dans les industries-réseaux telles les télécommunications, le gaz, l'électricité et l'eau, les gouvernements ont choisi de contrôler les monopoles naturels en les réglementant et en séparant souvent la production, du transport sur le réseau. Bien qu'en théorie une telle chose soit possible dans le cas de l'eau, la présence de plusieurs producteurs utilisant un réseau unique pose plusieurs problèmes dont l'hétérogénéité de la qualité de l'eau et la difficulté de mesurer en continu cette qualité. Les réseaux de gaz sont similaires aux réseaux d'eau quant à l'irréversibilité des coûts.

Toutefois, actuellement, la valeur unitaire du matériel transporté est plus élevée pour le gaz. Il est donc plus difficile d'introduire un marché compétitif d'infrastructure lié à l'eau que pour les autres services étant donné les risques financiers plus élevés.

### 1.3.5 L'eau a un coût

L'eau est un bien économique qui possède un coût. Il est extrêmement difficile de comparer les prix que les consommateurs payent pour l'eau dans diverses villes du monde ou même encore d'un même pays. Les services d'eau sont très hétérogènes. Parmi les éléments qui rendent les services d'eau hétérogènes, citons :

- Les normes de qualité nationale et régionale.
- Les conditions climatiques.
- La situation géographique.
- Les conditions démographiques, les activités industrielles ou agricoles.
- Le niveau des capacités technologiques et de l'avancement technologique.

En comparaison avec des services comme l'électricité ou les télécommunications, les services d'eau présentent un caractère nettement plus hétérogène. Cette hétérogénéité rend malheureusement inexploitable des comparaisons de ville à ville sur les coûts de l'eau potable.

### 1.3.6 Les externalités

L'externalité ou effet externe apparaît lorsque les activités de production ou de consommation d'un agent (individu ou entreprise) influencent le bien-être d'autres agents. Quand les externalités sont positives, les bénéfiques pour la société sont plus grands que ceux perçus par les décideurs et les ressources allouées à de tels biens par ceux-ci seront inférieures à ce qui serait socialement désirable.

Par contre, en présence d'externalités négatives, les coûts marginaux auxquels les décideurs font face sous-estiment les coûts sociaux, et ces biens seront produits en excès.

Donc, les externalités peuvent être classées selon les effets économiques :

1. Les externalités positives désignent les situations où un acteur est favorisé par l'action de tiers sans qu'il ait à payer.
2. Les externalités négatives désignent les situations où un acteur est défavorisé par l'action de tiers sans qu'il en soit compensé.

## 1.4 Du marketing à la stratégie

Et pourtant, ces incompréhensions et les conséquences qui en découlent, vont nous permettre de réfléchir sur les différents sens spécifiques du vocable " stratégie " et par là déterminer les différents concepts qu'il recouvre.

**On comprend tout naturellement, après ce préambule, qu'il est indispensable, pour bien comprendre la démarche stratégique et pouvoir utiliser correctement ses outils :**

- de concevoir précisément les concepts qui la sous-tendent,
- et de connaître le contenu des variables permettant de construire les outils nécessaires pour sa mise en oeuvre. De ce fait, pour atteindre à une juste cohérence, il est nécessaire

De ce fait, pour atteindre à une juste cohérence, il est nécessaire avant tout autre développement de choisir de commencer par déterminer exactement le contenu des concepts que recouvre chaque expression et clairement définir le vocabulaire qui sera employé. On comprend, tout aussi naturellement, qu'il s'avère opportun de ne pas commencer par fournir une définition du mot " stratégie ", ce qui n'en ferait qu'une de plus et ne changerait rien à la situation. En effet, le mot " stratégie ", dans son usage " générique ", est un " faux ami ", puisqu'il recouvre des réalités et des usages différents ; aussi est-il plus raisonnable de ne pas prendre le risque d'entrer dans des querelles de chapelle.

Aussi, afin de les éviter, nous allons privilégier une approche historique des modes de pensée qui ont permis de développer les démarches successives utilisées par les entreprises pour assurer autant que faire se peut leur pérennité. Cette approche devrait permettre de rendre aisément perceptible la raison qui rattache si fortement la fonction " marketing

” à la “ stratégie ”. Et ce, parce que le premier mode de pensée utilisé le fut à partir de l’analyse des clients et des marchés : c’est la démarche “ marketing ”.[42]

### 1.4.1 Démarche marketing

Cette démarche a été initialisée aux ÉTATS-UNIS au début des années 20. Rappelons que la petite histoire veut qu’elle fut appliquée pour la première fois à un savon nommé “ IVORY ”, fabriqué par PROCTER & GAMBLE, produit dont on reparlera lors de la démarche stratégique.

Il est intéressant de présenter l’ossature de la démarche marketing. Certes, cette démarche a reçu bien des adjonctions au cours des décennies suivantes pour s’adapter à des couples produits-marchés très différents mais elle a conservé son soubassement : une école de cohérence entre le client, au travers de ses besoins, et les offres conçues pour les satisfaire. Ce schéma permet d’explicitier les rôles de la fonction marketing sous la forme de trois niveaux : *le niveau informationnel, le niveau stratégique, le niveau opérationnel.*

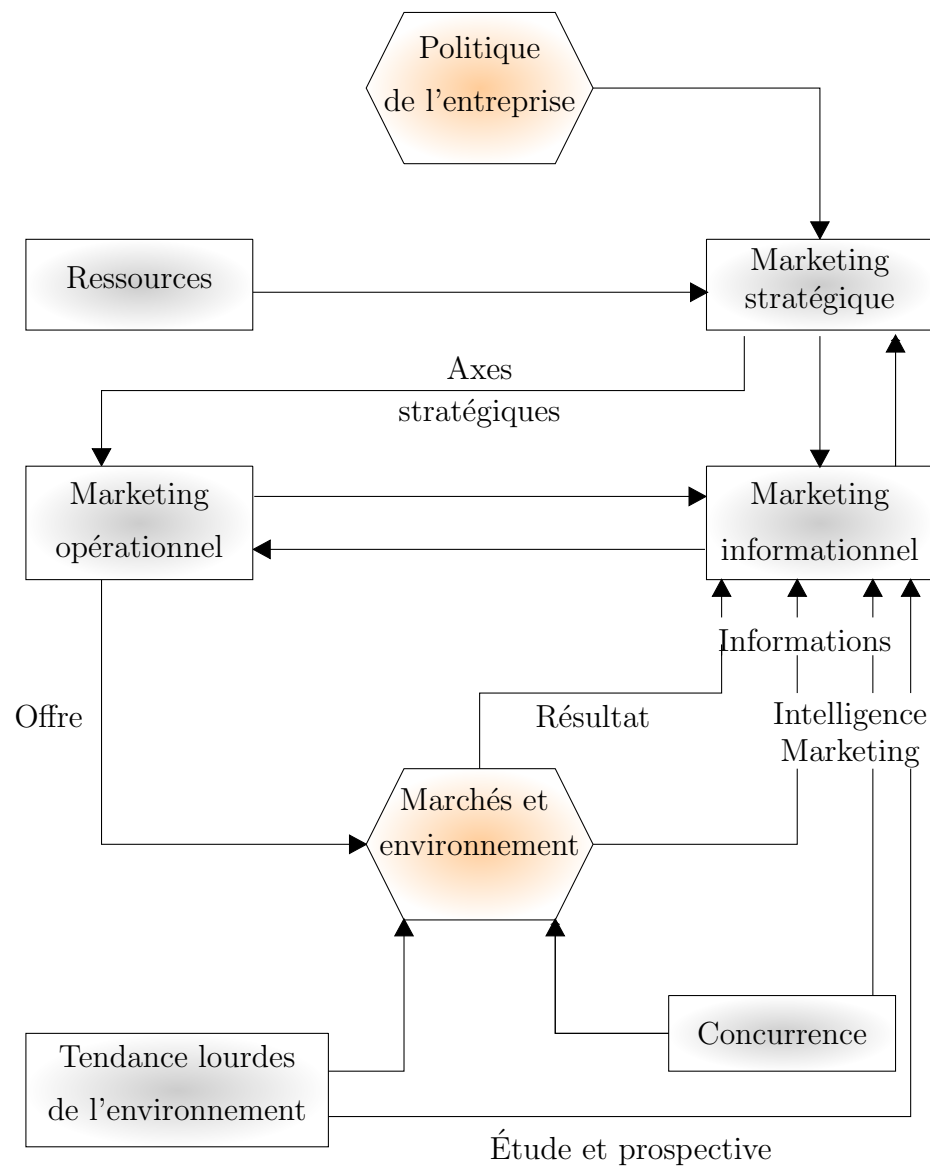


FIGURE 1.1: Schéma de la démarche marketing

1

## 1.4.2 Stratégie

Ainsi, la fonction "stratégie" se trouve en amont du marketing. Mais que recouvre exactement le vocable "stratégie"? La réponse à cette question pourrait se présenter sous la forme d'une définition.

Pour mieux saisir ce qui est du rôle du Dirigeant et seulement de lui, il est utile de comprendre et d'analyser les différents niveaux de décision dans l'entreprise. Il existe,

selon notre analyse, quatre niveaux spécifiques de décision dans l'Entreprise que l'on peut qualifier ainsi (1.2) :

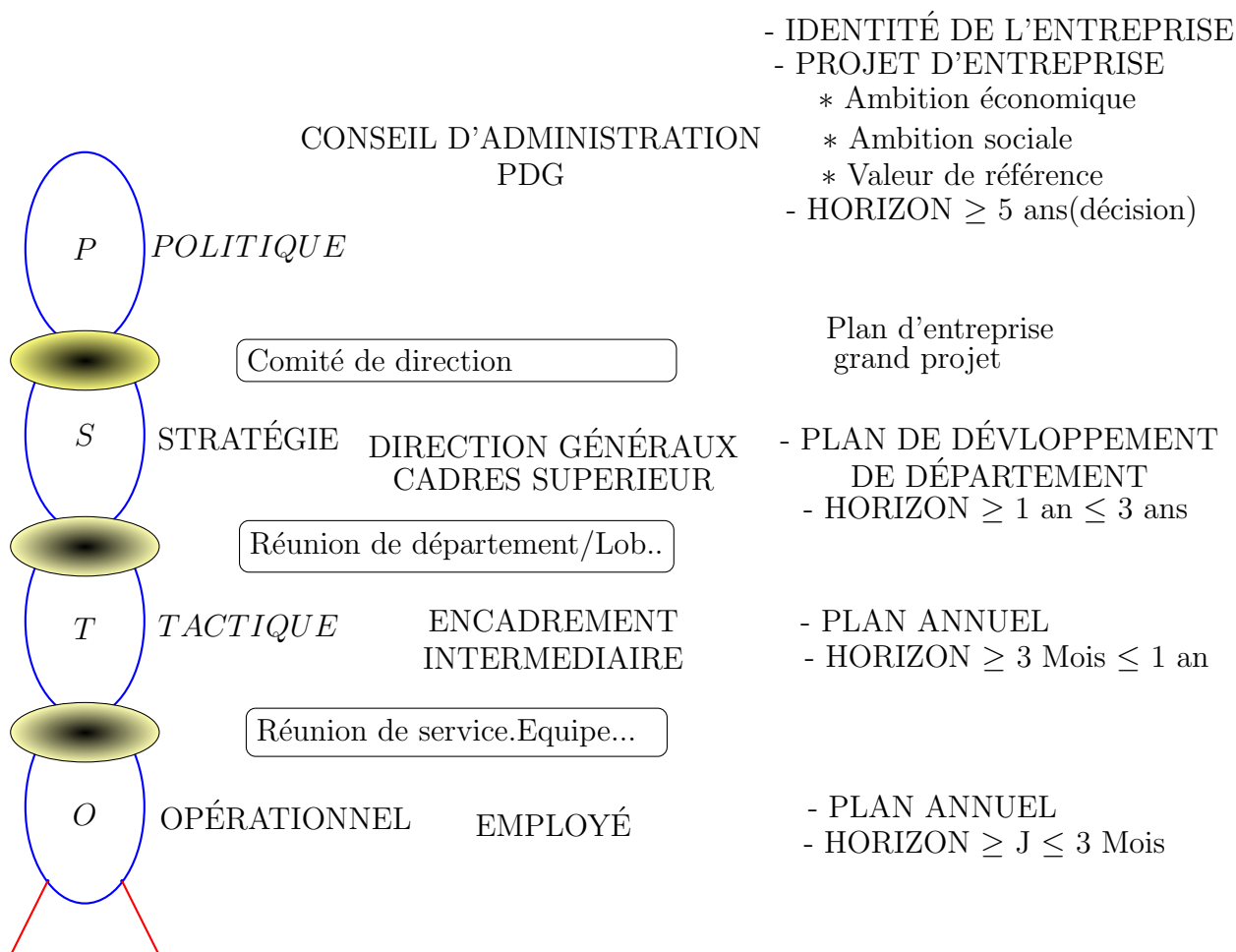


FIGURE 1.2: Les 4 niveaux de décision

- *Le niveau politique* : est formé des représentants des actionnaires c'est-à-dire des membres du conseil d'administration ou du conseil de surveillance y compris, bien sûr, les membres de ce conseil qui exerceraient des responsabilités de gestion dans l'Entreprise tel que le PDG et le DG (s'il est membre du conseil).
- *Le niveau stratégique* : est composé des membres de la direction générale c'est-à-dire du PDG, du ou des DG, des responsables des grandes unités et des responsables des grandes fonctions de l'Entreprise.
- *Le niveau tactique* : est formé par l'encadrement intermédiaire, c'est-à-dire les responsables (cadres ou non-cadres) des équipes (étant entendu que dans chaque entreprise, compte tenu de sa taille, de son organisation notamment en termes de nombre de niveaux hiérarchiques et du secteur dans lequel elle opère, l'importance

et le niveau hiérarchique des membres composant l'encadrement peuvent être très différents).

- *Le niveau opérationnel* : formé par l'ensemble des personnels n'appartenant pas aux trois premiers niveaux, c'est-à-dire essentiellement les employés et les ouvriers et leur encadrement direct.

### 1.4.3 Plan stratégique

Le plan stratégique n'est pas seulement un document écrit comportant une somme de réflexions et d'analyses. C'est essentiellement un recueil de décisions qui seront appliquées.

Logiquement, l'entreprise comporte un comité stratégique (même si elle est minuscule), animant les travaux nécessaires à l'élaboration du plan, posant des questions aux participants, et avalisant les propositions : décisions immédiates, programmées ou sujettes à des révisions. Il se réunit de façon régulière et extraordinairement lorsqu'un fait nouveau important surgit.

Il lui incombe de faire comprendre, non seulement aux " stratèges " mais à l'ensemble du personnel de la firme, que le succès va de plus en plus à ceux qui ont des idées, qui savent changer les concepts et les habitudes, promouvoir le changement en réinventant la vision que l'on a du métier, en appliquant des stratégies novatrices, en bouleversant l'organisation et ses modes de fonctionnement.

Pour se forger une vision imaginative de l'avenir, mais néanmoins réaliste, il faut écrire des scénarios à partir d'hypothèses concernant notamment :

- les évolutions et ruptures susceptibles de bouleverser les métiers de la firme ;
- les opportunités et menaces pouvant apparaître ;
- les événements peu probables mais d'impact élevé, probables mais de faible impact ;
- les forces s'exerçant et qui s'exerceront sur les segments stratégiques actuels et futurs ;
- ce que l'on pourrait faire hors des sentiers battus.

L'une des conditions pour réaliser cette tâche consiste à générer une information perspicace et exclusive à travers laquelle il est possible de lire des faits partiellement cachés, de détecter des idées, des pistes et de comprendre ce que les concurrents ne sauront pas voir.

## 1.5 Les étapes de travail liées à la réalisation d'une étude sectorielle

La réalisation d'une étude sectorielle suppose la mise en oeuvre d'un certain nombre d'activités liées à la planification du travail, à la recherche et à l'analyse de données, à la synthèse et à la rédaction de textes. Les activités en cause peuvent être regroupées selon six grandes étapes de travail, lesquelles constituent autant d'étapes dont la conduite est cruciale et déterminante pour l'atteinte d'un résultat d'étude valide et qui satisfait en tout point aux attentes des partenaires (se reporter à la figure 1.3 pour avoir une vue d'ensemble de ces étapes de travail)[124]. Les six étapes de travail visent :

- la planification de la réalisation de l'étude sectorielle ;
- l'analyse documentaire ;
- l'élaboration des instruments d'enquête et la préparation du plan d'échantillonnage ;
- la collecte, le traitement et l'analyse des données ;
- la rédaction de la version provisoire du rapport de l'étude sectorielle ;
- la consultation des partenaires sur la version provisoire du rapport de l'étude sectorielle et la production de la version définitive du rapport.

### L'étape de la planification de la réalisation de l'étude sectorielle

La planification de la réalisation de l'étude sectorielle est le moment où les partenaires concernés par la production de l'étude et la firme sélectionnée pour mener à bien le mandat s'entendent sur un certain nombre d'éléments essentiels à la réussite du projet. Ces éléments se rapportent, entre autres, à la compréhension du mandat et des objectifs poursuivis à travers l'étude sectorielle, et à la précision du plan de travail détaillé et du calendrier de travail.

### L'étape de l'analyse documentaire

L'analyse documentaire consiste à recueillir la documentation utile pour la réalisation de l'étude sectorielle et à produire la synthèse analytique de celle-ci, selon les objectifs généraux et particuliers visés par l'étude. La documentation recherchée se rapporte généralement à la description des secteurs d'activité économique touchés par l'étude sectorielle, de même qu'à la description des aspects qualitatifs et quantitatifs de l'offre de l'eau.

### L'étape de l'élaboration des instruments d'enquête et de la préparation du plan d'échantillonnage

L'élaboration des instruments d'enquête et la préparation du plan d'échantillonnage pour chacune des populations visées par l'étude sectorielle sont généralement faites en interaction. De fait, les instruments d'enquête et le plan d'échantillonnage pour chacune des populations à consulter sont tributaires de la nature des données recherchées, de même que des caractéristiques des populations visées et de la qualité des données descriptives disponibles sur ces dernières. Par ailleurs, les instruments d'enquête doivent être validés de manière appropriée.

### **L'étape de la collecte, du traitement et de l'analyse des données**

La collecte, du traitement et de l'analyse des données comporte des particularités selon la nature des données recherchées. Ainsi, la collecte de données de nature quantitative à l'aide d'un questionnaire d'enquête est déterminée par l'envoi des questionnaires auprès de l'échantillon de la population visée. Le traitement et l'analyse des données sont généralement faits au terme de la période fixée pour recevoir les questionnaires d'enquête dûment remplis

Pour sa part, la collecte de données de nature qualitative à l'aide de techniques comme l'entrevue menée en face à face ou par téléphone ou, encore, le groupe de discussion comporte des particularités qui lui sont propres. À titre d'exemple, la synthèse analytique des entrevues est généralement faite au fur et à mesure que celles-ci sont menées, ce qui permet d'ajuster la conduite des entrevues en fonction de la diversité et de la saturation des données selon les différentes catégories analytiques mises au jour.

### **L'étape de la rédaction de la version provisoire du rapport de l'étude sectorielle**

La rédaction de la version provisoire du rapport de l'étude sectorielle consiste à faire l'intégration analytique de l'ensemble des données de nature quantitative et de nature qualitative traitées et analysées à travers la rédaction des différents chapitres du rapport. Il s'agit de rendre compte du résultat de l'analyse de manière à répondre de manière claire et précise aux questions de recherche et à bien illustrer l'atteinte des objectifs généraux et particuliers visés par l'étude sectorielle. Il s'agit également de décrire précisément ce en quoi consistent les enjeux liés au développement des secteurs d'activité économique touchés par l'étude sectorielle, de même que ceux liés au développement des entreprises et de la main-d'oeuvre qui les composent, ce qui consiste notamment à préciser les besoins soulevés au cours de l'analyse et les pistes d'action propres à les combler. En particulier, au regard des entreprises, les enjeux visent notamment la gestion des ressources humaines et le développement des affaires. Au regard de la main-d'oeuvre, les enjeux se rapportent à la mise au point d'une offre de formation en formation initiale et en formation continue propre à maintenir à jour les compétences de la main-d'oeuvre et à assurer ainsi sa qualification. En somme, la version provisoire expose l'ensemble du résultat de l'étude sectoriel, y compris les besoins soulevés au cours de l'analyse et les pistes d'action appropriées propres à les combler.

### **L'étape de la consultation des partenaires sur la version provisoire du rapport de l'étude sectorielle et de la production de la version définitive du rapport**

La consultation des partenaires sur la version provisoire du rapport constitue la dernière étape de travail dans la réalisation d'une étude sectorielle. Elle consiste à soumettre aux partenaires le résultat de l'étude en vue de leur permettre de s'approprier les

éléments essentiels, de discuter des constatations établies et des besoins soulevés au cours de l'analyse et des pistes d'action proposées, et de recueillir leurs commentaires sur ces éléments. Les renseignements recueillis au moment de la consultation des partenaires permettent de produire la version définitive du rapport de l'étude sectorielle. Au sujet de la consultation des partenaires, il faut voir que ceux-ci sont généralement associés à toutes les étapes de la production d'une étude sectorielle, puisqu'ils sont représentés au sein du comité de suivi de l'étude. Cette collaboration soutenue aux travaux de réalisation de l'étude sectorielle est propre à garantir que le résultat de l'étude, à savoir l'analyse, les constatations et les pistes d'action proposées, est juste et complet dans la mesure où il reflète au mieux et de manière réaliste la situation du milieu à l'étude. Le résultat est pertinent dans la mesure où il répond de manière appropriée et judicieuse aux questions de recherche

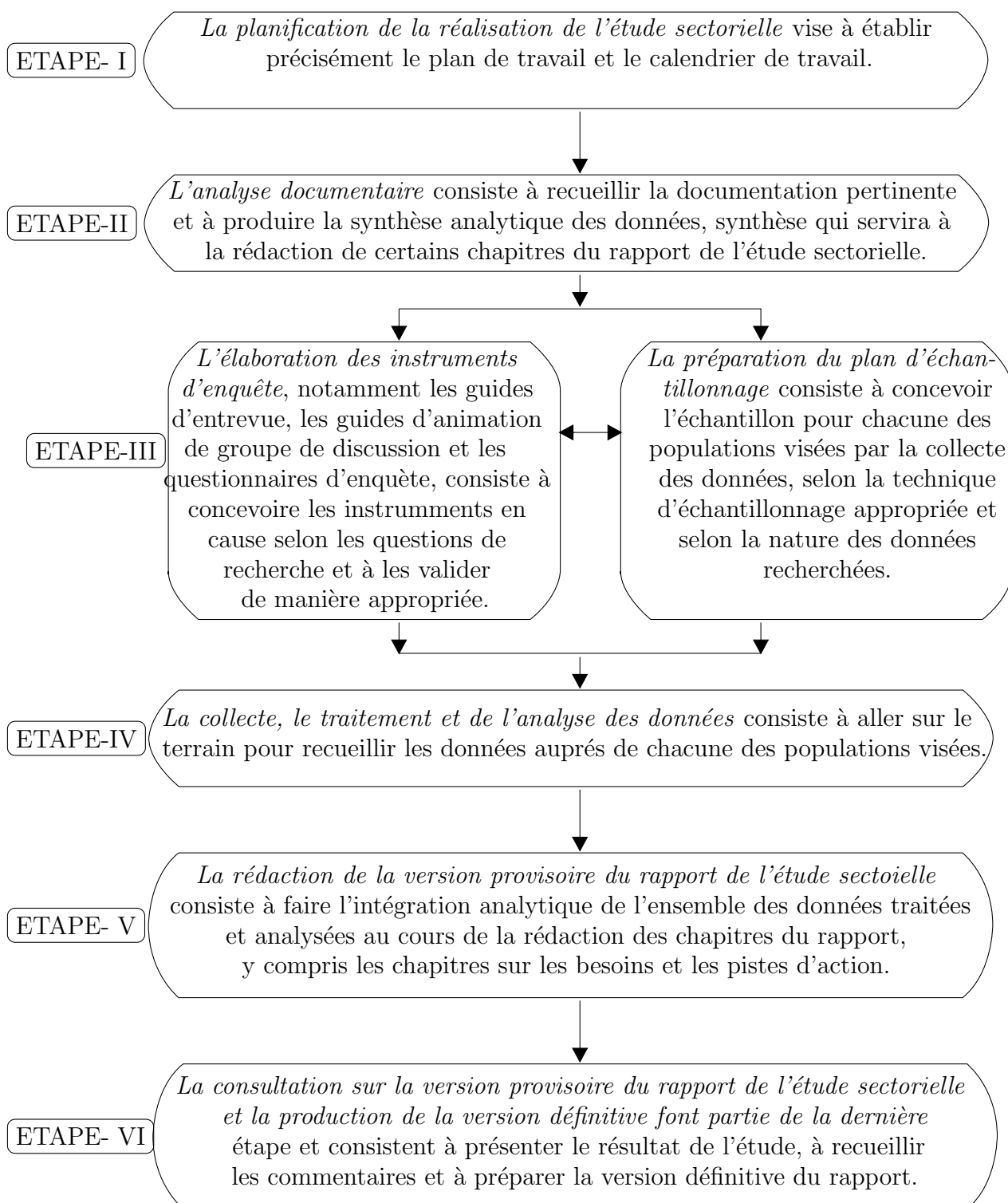


FIGURE 1.3: Les étapes de travail liées à la réalisation d'une étude sectorielle

## Conclusion

Dans ce chapitre, on a abordé la notion d'étude d'un secteur selon plusieurs angles et dimensions (sa définition, ses objectifs, ses acteurs et ses critères), et tant que notre champ pratique est un secteur public à caractère économique, on a défini l'économie industrielle, en mettant l'accent sur la monopolisation du secteur, et sur la démarche marketing et sa stratégie en donnant les quatre niveaux de décision. Enfin, on a cité les étapes à suivre pour faire une analyse rationnelle d'un secteur.

Concernant notre étude, elle est relative à la gestion de l'eau potable au niveau de l'Algérienne des eaux. C'est pourquoi nous avons consacré un deuxième chapitre au secteur de l'eau en Algérie.

# 2

## *Le secteur de l'eau en Algérie*

### *Introduction*

La politique algérienne de gestion de l'eau a été, depuis une dizaine d'années, davantage axée sur la mobilisation de nouvelles ressources que sur la recherche d'une meilleure utilisation des ressources déjà disponibles. Priorité a été donnée au développement de " l'offre " et non à la gestion de la demande. En témoigne la part prépondérante accordée jusqu'à présent dans les budgets d'investissements à l'augmentation des capacités de stockage et au développement des grandes infrastructures de transferts et d'adductions, face à la faiblesse des financements consacrés à l'entretien et à la maintenance des installations, ou à l'amélioration des performances des systèmes de distribution d'eau et d'irrigation. Cependant, la nouvelle politique de l'eau évolue vers une gestion plus rationnelle et plus économe des eaux impliquant la recherche d'une plus grande efficacité de l'eau dans tous les secteurs de consommation et d'utilisation. Le champ d'amélioration possible de cette efficacité est encore considérable si l'on se réfère, par exemple, au domaine de l'eau domestique où le rapport entre le volume d'eau fournie et le volume d'eau réellement utilisée par les usagers est de l'ordre de 50%.

## 2.1 Présentation du secteur de l'eau en Algérie

L'Algérie dispose de ressources naturelles limitées, irrégulières et très inégalement réparties. A l'exception des eaux fossiles du Sahara, les ressources hydrauliques naturelles sont principalement situées dans le Nord du pays. 90 % de la totalité des écoulements superficiels (estimée à 12,4 milliards de  $m^3/an$ ) se trouvent sur la région littorale (7 % de la superficie du territoire), les 10 % restant se partageant entre les Hauts Plateaux et les bassins sahariens. La demande globale en eau a considérablement et rapidement augmenté. Multipliée par 4 au cours des quarante dernières années, elle dépasse actuellement plus de la moitié du volume des ressources potentiellement mobilisables. A ce rythme, la limite maximum du potentiel hydraulique sera atteinte avant 2050. Dans ce contexte, une forte concurrence se développe entre les grands secteurs d'utilisation, se surajoutant aux déséquilibres de disponibilités de ressources entre les régions, et rendant de plus en plus difficiles les arbitrages de répartition. La part que prend l'alimentation en eau potable s'est considérablement accrue en volume et en proportion. De 16 % de la consommation globale en 1975, elle est passée à 35 % actuellement. Durant la même période, la part de l'eau agricole a chuté de 80 % à 60 %, celle de l'industrie restant égale à 3,5 %. L'alimentation en eau potable a acquis une nette priorité par rapport aux autres utilisations, priorité qui a été consacrée dans la législation algérienne relative à l'eau.

### 2.1.1 Historique

L'Algérie est considérée comme l'un des pays les plus pauvres en matières de potentialités hydriques.<sup>1</sup> En effet, si en 1962 la disponibilité en eau théorique par habitant et par an était de 1 500 $m^3$ , elle n'était plus que de 500 $m^3$  en 2000 et les experts prévoient qu'elle ne sera que de 430  $m^3$  en 2020. Le seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale est de 1000  $m^3$

De plus, la disponibilité des ressources en eau est sérieusement limitée à cause de l'invasement des barrages, des fuites dans les réseaux et de la pollution. Face à cette situation alarmante, l'Etat a pris en charge la question de l'eau. Sur le plan organisationnel, deux grandes périodes sont à considérer.

#### La première période (de 1962 à 1994) :

Au lendemain de l'indépendance, il y a eu reconduction des structures héritées du passé. A partir de 1970, la forme d'organisation s'oriente principalement sur l'emprise étatique et la couverture des projets sur concours définitifs de l'Etat. Cependant, les organisations locales basées sur l'initiative décentralisée et sur la participation des acteurs

---

1. L'eau en Algérie : le grand défi de demain. CNES mai 2000.

locaux et des usagers tels que les syndicats d'usagers de l'eau, les aires d'irrigation et les syndicats d'assèchement ont fini par disparaître.

La SONADE, créée à cette époque et censée exercer un monopole sur l'eau à l'instar de la SONELGAZ pour l'électricité et le gaz, a eu une existence passagère. Sa disparition montre une forme de précipitation et d'improvisation dans les décisions qui ont marqué la prise en charge de l'eau suite à l'indépendance du pays.

En 1987, la responsabilité de la gestion de l'eau fut confiée à neuf établissements publics dépendants de l'Etat central et à vingt-six établissements de Wilaya. Ces structures vont assumer cette responsabilité sans aucune liberté d'action et sans prérogatives réelles, l'Administration centrale ou territoriale conservant le pouvoir de décision.

Le rapport du Conseil National Economique et Social (CNES) souligne que cette période fut caractérisée par une gestion bureaucratique qui a donné lieu à une dilution des responsabilités, à un éparpillement des services et à un gaspillage d'énergies, alors que des dépenses considérables ont été affectées à ce secteur. Les politiques et les mesures ayant accompagné la création des structures n'ont joué aucun rôle pratique sur le terrain et ont contribué, par leur foisonnement, à rendre complexes et difficiles le fonctionnement et l'organisation des services concernés. Le rapport note également que les responsabilités confiées aux communes, dans le domaine de l'eau, ne pouvaient être assurées de façon satisfaisante faute de moyens financiers, d'encadrement et du poids des prérogatives multiples que le principe de décentralisation leur a octroyées.

### **La deuxième période (de 1995 à 2000) :**

Cette période a été caractérisée par une prise de conscience de la nécessité de se saisir du dossier de l'eau de façon globale, cohérente et rationnelle.

Après le diagnostic fait lors des Assises Nationales de l'Eau en 1995, à propos du service public de l'eau potable et de l'assainissement, les pouvoirs publics ont pris un certain nombre de mesures. La plus importante de ces mesures est, sans conteste, l'élargissement de la concession au secteur privé national et étranger.

D'autres décisions prises ont conduit à la création des Agences et Comités des Bassins Hydrographiques. Les redevances sur la " qualité de l'eau ", " l'économie de l'eau " et d'un fonds pour la gestion intégrée des ressources en eau, instaurés par la loi de finances de 1996, a été une autre décision majeure.

Le code des eaux, modifié par l'ordonnance n°96-13 du 15 juin 1996, définit cinq principes de base qui fondent la Nouvelle Politique de l'Eau, à savoir :

- la gestion intégrée ;

- la gestion économe ;
- la gestion déconcentrée, coordonnée et unifiée dans le cadre du bassin hydrographique ;
- la participation des usagers à la gestion ;
- le principe de compatibilité de la gestion des eaux avec la politique d'aménagement du territoire et la protection de l'environnement.

### **La troisième période (de 2000 à ce jour) :**

Le Ministère des Ressources en Eau a été créé par décret exécutif n°2000-325, en date du 25 octobre 2000. Son mandat est de structurer le secteur de l'eau d'une façon complète en regroupant les activités relatives à l'eau, aux eaux usées et à l'irrigation.

L'objectif principal poursuivi par la création du Ministère est d'abord la centralisation des activités du secteur de l'eau avant de s'orienter vers la privatisation de certaines activités. Les principales missions du Ministère sont les suivantes :

- mobilisation et protection des ressources en eaux superficielles, souterraines et non conventionnelles ;
- alimentation en eau potable et industrielle ;
- irrigation des grands périmètres ainsi que des petites et moyennes hydrauliques ;
- assainissement et protection des villes contre les crues ;
- développement et valorisation des connaissances sur le milieu et l'environnement des ressources en eau.

**Les objectifs primordiaux du Ministère** Les objectifs opérationnels adoptés par le Ministère sont :

- ✓ rattraper le retard en matière de réalisation, de maintenance des infrastructures, de mobilisation, d'adduction et de distribution des eaux ;
- ✓ réhabiliter et développer les systèmes d'assainissement pour préserver une ressource déjà limitée, généraliser ensuite l'épuration à toutes les villes ;
- ✓ introduire en Algérie de nouveaux procédés de mobilisation de l'eau à travers le dessalement d'eau de mer et l'épuration des eaux usées ;
- ✓ accompagner le secteur agricole à travers le développement, la réalisation et la gestion des grands périmètres et des aménagements de petite et moyenne irrigations ;
- ✓ sensibiliser le public à l'économie de l'eau ;
- ✓ préparer la refonte du cadre institutionnel et introduire de nouveaux modes de gestion de l'eau à travers le partenariat.

**L'organisation du Ministère** L'administration centrale du Ministère se compose, en sus du cabinet, de l'inspection générale et du secrétariat général, de 8 directions centrales :

#### 1. Direction des études et des aménagements hydrauliques (DEAH)

Les principales missions de cette direction sont :

- l'inventaire, l'évaluation et la mise à jour des ressources en eau et des superficies irrigables ;
  - l'élaboration des schémas d'aménagement hydraulique aux plans national et régionaux ;
  - la conception et la mise en place d'un système d'information.
2. Direction de la mobilisation et des ressources en eau (DMRE)  
Les principales missions de cette direction sont :
- l'élaboration, l'évaluation et la mise en oeuvre de la politique nationale de production et de stockage de l'eau ;
  - l'étude et la réalisation des ouvrages et équipements de mobilisation et de transfert ;
  - la proposition de normes réglementaires d'exploitation des équipements, des ouvrages et des ressources en eau ;
  - le suivi du bon fonctionnement normal des infrastructures et installation de mobilisation et de transfert.
3. Direction de l'alimentation en eau potable (DAEP) Les principales missions de cette direction sont :
- la définition des actions pour assurer la couverture des besoins en eau pour la population et pour l'industrie ;
  - la fixation des normes d'exploitation et d'entretien des réseaux et ouvrages de production et de distribution d'eau ;
  - la veille à la sauvegarde et à l'utilisation rationnelle de l'eau et au fonctionnement normal des infrastructures et des installations de production et de distribution.
4. Direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement (DAPE)  
Les principales missions de cette direction sont :
- la définition et la mise en oeuvre de la protection de l'eau contre la pollution et de la politique nationale de collecte, d'épuration, de rejet et de réutilisation des eaux usées ;
  - l'élaboration de la réglementation technique ;
  - la fixation des normes des systèmes d'assainissement et des règlements et conditions d'épuration et de rejet des eaux usées.
5. Direction de l'hydraulique agricole (DHA)  
Ces principales missions sont :
- l'élaboration, l'évaluation et la mise en oeuvre de la politique nationale d'irrigation ;
  - a production et le stockage de l'eau pour l'agriculture.
6. Direction du budget, des moyens et de la réglementation (DBMR)  
La mission principale de cette direction est la satisfaction des besoins financiers et l'exécution des budgets de fonctionnement et d'équipement de l'administration centrale.

7. Direction des ressources humaines, de la formation et de la coopération (DRHFC)  
Cette direction propose et met en oeuvre la politique de gestion, de promotion, de formation et de perfectionnement des personnels du secteur.
8. Direction de la planification et des affaires économiques (DPAE)  
Les principales missions de cette direction consistent en l'élaboration et la coordination de la planification des investissements, ainsi que la synthèse des propositions de programme des organismes sous tutelle ainsi que la mobilisation des financements internes et externes.
9. Direction des études et des aménagements hydrauliques (DEAH)

### 2.1.2 Principes généraux de la loi sur l'eau en Algérie

Les exigences d'efficacité économique ainsi que la transition vers l'économie de marché ont amené les autorités algériennes à initier de profondes réformes institutionnelles. Il s'agit de la modification de la loi portant code des eaux par l'accès aux personnes morales de droit privé à la gestion du service public de l'eau. [115]

Les objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion et au développement durable des ressources en eau visent à assurer :

- l'approvisionnement en eau à travers la mobilisation et la distribution d'eau en quantité suffisante et en qualité requise ;
- la préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers notamment la collecte et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles ;
- la recherche et l'évaluation des ressources en eau superficielles et souterraines ainsi que la surveillance de leur état quantitatif et qualitatif ;
- la valorisation des eaux non conventionnelles de toutes natures pour accroître les potentialités hydriques .

Les principes sur lesquels se fondent l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau sont :

- le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement pour satisfaire les besoins fondamentaux de la population dans le respect de l'équité et des règles fixées par la présente loi, en matière de services publics de l'eau et de l'assainissement ;
- le droit d'utilisation des ressources en eau, dévolu à toute personne physique ou morale de droit public ou privé, dans les limites de l'intérêt général et dans le respect des obligations fixées par la présente loi et des textes réglementaires pris pour son application ;
- la planification des aménagements hydrauliques, la mobilisation et la répartition des ressources en eau dans le cadre de bassins hydrographiques ;

- la prise en compte des coûts réels des services d'approvisionnement en eau à usage domestique, industriel et agricole et des services de collecte et d'épuration des eaux usées, à travers des systèmes de redevances d'économie d'eau et de protection de sa qualité ;

### 2.1.3 Organisation de la gestion de l'eau

Depuis le transfert du secteur de l'irrigation qui relevait du Ministère de l'Agriculture, le MRE est le principal responsable de la politique de l'eau dont il assure l'élaboration et la mise en oeuvre. Sa compétence s'étend à l'ensemble des activités relatives à la recherche, l'exploitation, le stockage, la distribution de l'eau pour tous les usages, à l'assainissement. Il veille, avec les ministères chargés de l'Environnement et de la Santé, à la préservation de la qualité des ressources en eau.

Au niveau national, le MRE assure ses missions en s'appuyant en particulier sur des établissements publics à compétence nationale respectivement chargés des études et de l'évaluation des ressources hydrauliques (ANRH), de la mobilisation des eaux et de leurs transferts (ANBT), de l'alimentation en eau potable urbaine (ADE), de l'assainissement urbain (ONA) et de la gestion des périmètres d'irrigations (ONI). Au niveau local, dans chaque wilaya, les attributions du MRE sont exercées par la direction de l'hydraulique de la wilaya (DHW) sous l'autorité administrative du Wali.

Il existe depuis 1996, des Agences de Bassin Hydrographique (ABH) qui constituent un niveau régional de gestion des ressources en eau chargées de promouvoir la gestion intégrée de l'eau par bassin. Leurs missions principales portent sur l'évaluation des ressources, la surveillance de l'état de pollution des eaux, l'élaboration des plans directeurs d'aménagement et d'affectation des ressources, ainsi que l'information et la sensibilisation des usagers à l'utilisation rationnelle de l'eau.

La Loi sur l'Eau (2005) a institué un Conseil National Consultatif des Ressources en Eau, au sein duquel doivent s'organiser et se développer les relations de concertation et de coordination avec les autres administrations, les différents secteurs économiques et plus généralement, tous les utilisateurs.

## 2.2 Gestion du secteur de l'eau en Algérie

La gestion du secteur de l'eau en Algérie s'organise principalement dans le cadre de la Loi relative à l'eau (loi 0512 du 4 août 2005)[94]

Instrument juridique à double finalité, normative et de politique sectorielle, cette loi fondamentale est issue du Code de l'eau de 1983. Celui-ci a subi des modifications successives pour prendre en compte les évolutions économiques du pays et pour adopter les principes et règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale.

La loi sur l'eau de 2005 consacre le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement pour tous et définit les principes sur lesquels se fondent l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau [9]

- le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement pour tous
- le droit d'utilisation des ressources en eau pour tous dans les limites de l'intérêt général
- la planification de la répartition et des aménagements dans le cadre d'unités hydrographiques naturelles
- la prise en compte des coûts réels des services d'approvisionnement en eau à usage domestique, agricole et industriel et des services d'assainissement
- la récupération des coûts d'intervention publique liés à la protection quantitative et qualitative des ressources en eau, à travers des systèmes de redevances d'économie d'eau et de protection de sa qualité
- la systématisation des pratiques d'économie et de valorisation de l'eau par des procédés et des équipements appropriés ainsi que le comptage des eaux produites et consommées ; pour lutter contre les pertes et le gaspillage
- la concertation et la participation de tous les acteurs

Par rapport aux versions précédentes, elle apporte certaines dispositions innovantes et importantes :

1. l'obligation d'élaborer un Plan national de l'eau et la planification de la gestion locale dans le cadre des bassins hydrographiques,
  2. l'établissement de règles régissant les systèmes de tarification de l'eau usages appuyées sur les coûts réels des services d'approvisionnement,
  3. la possibilité de concession ou de délégation du service public de l'eau à des personnes morales de droit public ou privé.
- L'obligation d'une utilisation et d'une gestion économe des ressources en eau et la mise en oeuvre de tous moyens appropriés pour lutter contre les pertes et les gaspillages sont désormais nettement affirmés dans la Loi sur l'eau de 2005, et en tout cas bien plus précisément que dans les législations précédentes [94] .

### 2.2.1 La gestion de l'offre de l'eau

#### Une gestion de l'eau axée sur le développement de l'offre

L'évolution considérable de la demande en eau en Algérie, liée principalement à l'accroissement rapide de la population, au développement de l'urbanisation mais aussi à l'élévation du niveau de vie, a conduit le pays à accroître les capacités de stockage des eaux de surface, augmenter l'exploitation des nappes souterraines et réaliser des adductions et des transferts de volumes importants sur des distances de plus en plus grandes. Les dépenses publiques liées à l'eau ont augmenté régulièrement durant la présente décennie. Les investissements dans le secteur de l'eau qui ont doublé de 1999 à 2006 (1,3 % à 2,6 % du PIB) ont été pour la plus grande part (2/3 environ) consacrés aux grandes infrastructures de mobilisation et aux ouvrages d'adduction et de transfert. La mise en exploitation d'une trentaine de barrages au cours de la décennie a triplé la capacité de stockage d'eaux superficielles la portant ainsi à près de 7 milliards de  $m^3$ .

La volonté des responsables du secteur de l'eau a été, et demeure encore de mobiliser le maximum des potentialités naturelles de ressources en eaux et de développer en parallèle, des ressources nouvelles, notamment à partir du dessalement. Ces efforts considérables ont certes permis de combler des retards accumulés lors des années 90 et de répondre à des situations difficiles. Mais ils ont conduit aussi dans certains cas à un suréquipement et à des capacités insuffisamment utilisées.

### 2.2.2 Gestion de la demande

La gestion de la demande n'apparaît pas dans la politique de gestion des ressources en eau en tant que priorité stratégique. Cela ne signifie pas que les préoccupations d'une gestion économe n'existent pas. Bien au contraire, elles s'expriment dans tous les plans sectoriels à travers différentes mesures dont l'objet est de réduire les pertes et gaspillages et de maîtriser les demandes. Mais la faiblesse relative des moyens de mise en oeuvre de ces mesures en réduit l'importance et la priorité, et les fait apparaître comme des "mesures d'accompagnement".

Cependant, la politique de gestion des ressources en eau évolue en Algérie en donnant à la gestion de la demande une importance essentielle qui se traduira effectivement dans le Plan National de l'Eau en cours d'élaboration. [9]

- Elle consiste en l'ensemble des interventions et système d'organisation que les sociétés et leurs gouvernements peuvent mettre en oeuvre pour accroître les efficiences techniques, sociales, économiques, intentionnelles et environnementale dans la gestion de l'eau.
- Elle comprend l'ensemble des mesures visant à accroître les efficiences techniques, sociales, économiques, institutionnelles et environnementales dans les différents usages de l'eau.

- Toute mesure profitant à la collectivité qui réduit ou rééchelonne les retraits d'eau moyens ou de pointe des sources d'eaux de surface ou souterraines tout en maintenant ou en limitant la dégradation des débits de retour.

### Importance de la gestion de la demande de l'eau(GDE)

La gestion de la demande de l'eau(GDE) est importante pour plusieurs raisons :

- La tarification des prix et d'autres moyens structurels modifient la consommation d'eau.
- La base pour atteindre une efficacité économique dans les infrastructures est de mesurer et de comparer les bénéfices et les coûts des décisions à l'égard de l'approvisionnement des services d'approvisionnement en eau. Par définition, la gestion de la demande doit se concentrer sur des actions et des décisions qui sont profitables pour la collectivité, ce qui requiert donc implicitement de mesurer les demandes et de faire des analyses sur les bénéfices et les coûts.
- La gestion de la demande identifie de nouvelles solutions qui peuvent faciliter la planification des modifications de système à venir.

### Les outils de la gestion de la demande de l'eau

Les outils de la GDE en eau couvrent plusieurs aspects : Organisationnel, législatif, technique, économique, financier et de sensibilisation. Ces outils visent dans tous les cas, à modifier les comportements individuels.

**L'aspect organisationnel** : Il concerne l'organisation procédurale des services d'eau de manière à disposer des moyens d'application de la gestion de la demande en eau.

**L'aspect législatif** : Il touche à la réglementation, en vigueur ou à développer, pour mieux gérer la ressource en eau (code des eaux ; lois, décrets, arrêtés. . .)

**L'aspect technique** : Il s'agit des moyens à mettre en œuvre pour développer l'efficacité des systèmes d'eau afin de lutter contre les pertes d'eau. L'on peut citer la cartographie numérique, le comptage, la régulation au niveau des réservoirs d'eau, la réhabilitation des conduites et des branchements d'eau ainsi que la recherche, la détection et la réparation des fuites d'eau.

**L'aspect financier** : La mise en pratique d'incitations et d'encouragements financiers sous forme de subventions peut inciter les gros consommateurs d'eau productifs (industriels et hôteliers) à agir sur la demande en eau de manière à rationaliser son usage et éviter son gaspillage ou à recourir à des ressources en eau alternatives (eaux usées traitées, eaux dessalées. . .).

**L'aspect de sensibilisation** : Les différents moyens de communication qui ciblent les différentes catégories d'utilisateurs (grand public, gros consommateurs, jeunes) peuvent avoir un effet dissuasif pour économiser la ressource en eau.

**L'aspect économique** : La tarification de l'eau est l'outil le plus employé pour gérer la demande du fait de sa liaison.

avec le recouvrement des coûts auprès des usagers. L'élasticité de la demande aux variations des prix de l'eau est un indicateur économique pouvant nous renseigner sur la réaction des consommateurs à l'égard des augmentations des tarifs de l'eau. Ces derniers pourront être amenés à comprimer leur demande en eau et à éviter son gaspillage.

C'est l'utilisation des tarifs de l'eau en tant qu'instrument de gestion de la demande en eau qui incite les consommateurs à rationaliser l'usage de l'eau et de limiter son gaspillage.

### Élasticité de la demande

Dans la GDE, la consommation d'eau est perçue comme une variable de " demande " au sens économique, c'est-à-dire, comme une variable qui est sensible aux prix et à ses déterminants ainsi qu'à d'autres variables socio-économiques. Autrement dit, dans une approche de gestion de la demande, l'eau est perçue comme la plupart des autres produits d'une économie moderne, ce qui signifie que lorsque les prix augmentent, la demande chute.

Cette relation se mesure au moyen de l'indicateur " élasticité de la demande par rapport au prix ".

Cet indicateur est un concept économique qui permet de mesurer le degré de sensibilité de la demande aux variations de prix (" élasticité-prix ")

L'élasticité-prix est définie comme le rapport entre la variation relative de la demande d'un bien et la variation relative du prix de ce bien. Ce rapport est généralement négatif car lorsque le prix augmente, la quantité demandée diminue et réciproquement. Elle permet de prévoir l'évolution de la consommation suite aux changements des prix

Q = Quantité, P = Prix

On peut distinguer alors, trois cas particuliers :

1. Quand l'élasticité est nulle, la demande ne varie pas quand le prix varie. La demande reste inchangée quel que soit le prix. C'est notamment le cas des produits de première nécessité : bien que le prix augmente, la consommation se maintient car il existe peu de produits de substitution.
2. Quand l'élasticité est forte, un petit changement de prix entraîne un grand changement de demande. C'est par exemple le cas des produits de mode dont les ventes s'effondrent en période de crise et décuplent en période de croissance.
3. Quand l'élasticité est positive, la demande augmente avec le prix, ce qui est paradoxal.

On peut alors distinguer deux types de bien :

1. Un bien de Giffen est un type de bien de première nécessité (exemple : l'eau, le pain) ; lorsque son prix augmente, cela réduit assez fortement le pouvoir d'achat des consommateurs pour les forcer, et équilibrer leur budget, à renoncer à d'autres biens de substitution plus coûteux (ex : la viande) et à reporter leur demande sur le premier produit. Donc le cas du bien de Giffen se retrouve lorsque le revenu est très faible et que le prix le moins cher du bien est encore trop cher pour le consommateur.
2. Un bien de Veblen est un type de bien de luxe (ex : le parfum) ; lorsqu'il n'est " pas assez cher " (c'est-à-dire que son prix ne reflète pas son positionnement haut de gamme) sa demande est faible (soit car la qualité perçue est inférieure, soit parce qu'il n'est plus un symbole de statut). Lorsque son prix augmente, sa demande augmente aussi et on parle alors d'effet Veblen ou d'effet de démonstration.

### Raisons pour lesquelles le marché de l'eau est un marché captif

#### Premièrement :

L'élasticité de la demande de l'eau par rapport au prix est faible même s'il convient de différencier celle des ménages de celle des industriels. En effet, l'élasticité de la demande domestique est beaucoup plus faible que celles des industriels pour deux raisons :

- La première raison tient à l'existence, dans la consommation domestique totale, d'une part appelée consommation incompressible. Elle est encore plus faible chez les ménages à bas revenu et devient complètement inélastique à toute augmentation de prix, compte tenu de l'usage déjà minimal de l'eau à la satisfaction des besoins de base.
- La deuxième raison tient aux possibilités de substitution entre divers facteurs de production industrielle qui offrent l'avantage de pouvoir réduire la demande d'eau des entreprises suite à une hausse des prix.

#### Deuxièmement :

Le marché de l'eau est captif puisque pour l'autre partie de la consommation domestique totale, appelée consommation discrétionnaire (concernant plutôt les ménages à revenu moyen ou élevé), la demande d'eau peut fluctuer en fonction du prix mais, les consommateurs ne sont pas en mesure d'évaluer tous les paramètres de qualité de l'eau (information imparfaite). En effet, s'ils peuvent relativement aisément estimer le goût, l'odeur ou la couleur de l'eau, d'autres paramètres, tels que les quantités de produits chimiques, ne sont pas décelables.

### Les particularités économiques des services de l'eau

Les principales particularités économiques de l'eau sont :

- L'eau est mobile, elle s'évapore, transpire, coule, s'écoule. Il est donc difficile d'identifier et de mesurer cette ressource. Les droits de propriétés de l'eau sont en conséquence difficiles à gérer sur une base économique

- L'approvisionnement en eau est très variable en temps, espace et qualité. Dans les cas extrêmes, il y a des sécheresses et des inondations.
- L'eau a la propriété d'être un solvant. Ainsi, elle a une grande propension à accumuler les déchets et les polluants.
- L'eau a une utilisation séquentielle et peut générer des externalités importantes. Un usager n'utilise jamais complètement l'eau, elle retourne à l'environnement.

Finalement, il est difficile d'obtenir une information exacte et peu coûteuse sur la qualité de l'eau et des services d'eau. Toutefois, celle-ci est cruciale tant pour le consommateur que pour l'opérateur et le régulateur.

Ces caractéristiques fondamentales ont une influence directe sur l'offre, la demande et la tarification des services d'eau. Nous analyserons dans cette partie, les diverses particularités économiques spécifiques à l'eau.

## 2.3 Organisation d'un service public d'eau potable

L'alimentation en eau est un service de première nécessité. Tous les services d'eau potable reposent sur une base commune, à la fois technique et réglementaire tandis que différentes normes de qualité et des principes fondamentaux régissent les objectifs de cette activité. Chaque collectivité responsable de cette dernière se distingue pourtant par des caractéristiques locales liées à un territoire, à des infrastructures de réseau ainsi qu'à une population donnée. De plus, il existe plusieurs manières d'exploiter ces services, ce qui aboutit à des objectifs et résultats différents d'une collectivité à l'autre.

### 2.3.1 Définition d'un service public d'eau potable

#### La structure d'un service

##### a) Les activités des services d'eau potable

L'exploitation d'un service d'eau est avant tout l'exploitation d'un patrimoine. Un opérateur effectue ainsi certaines activités et la structure du patrimoine permettra d'en constituer un ensemble homogène : captage, traitement, stockage, transport et distribution sont les activités principales. A chacune de ces activités correspond trois catégories de prestations à réaliser et qui sont tout simplement indispensables au bon fonctionnement du service d'eau potable. [22]

- **L'investissement**, pour le financement et la mise en place de nouvelles infrastructures, une fois réalisés, nécessitent d'être renouvelés régulièrement et entretenus pour demeurer pérennes (durable).
- **Prestations** concerne la gestion du patrimoine. La bonne gestion de ce patrimoine est primordiale car elle confère une sécurité et une fiabilité aux résultats du service. Elle se traduit par le diagnostic, la réparation, l'entretien et le renouvellement

des infrastructures, tâches qui sont généralement confiées à l'exploitant en cas de délégation.

- **L'exploitation** proprement dite qui consiste à faire fonctionner le réseau d'eau, à gérer la clientèle, permettant de délivrer de l'eau aux abonnés, sous pression et en qualité suffisante. Et tout cela se fait de façon permanente car le résultat de ces activités doit respecter plusieurs principes juridiques fondamentaux liés aux services publics.

#### b) Les principes

**La continuité du service public :** le service doit être permanent et sans interruptions autres que celles prévues par la réglementation. Les éléments de ce principe sont, d'une part la grève, et d'autre part les incidents de la vie d'un service.

**L'égalité des usagers devant le service :** cette égalité comprend la neutralité du service, c'est-à-dire l'interdiction pour celui-ci d'être exercé de façon différenciée en fonction, par exemple, des convictions religieuses ou politiques des usagers.

**La mutabilité du service :** le principe d'adaptation ou de mutabilité qui régit le fonctionnement des services publics : " signifie que le régime juridique des services publics doit pouvoir être adapté, chaque fois qu'il le faut, à l'évolution des besoins collectifs et aux exigences de l'intérêt général ". Pour l'utilisateur du service public, l'adaptation du service peut donc se traduire par une amélioration ou une détérioration de sa situation.

Enfin, le service de l'eau est un service public " à caractère industriel et commercial ", et non administratif, car les activités qui y sont liées réunissent les trois conditions suivantes :

- Elles correspondent à un échange de biens ou de services ;
- Elles sont assurées dans les mêmes conditions que n'importe quelle prestation assurée par des entreprises industrielles ou commerciales ;
- elles peuvent être rémunérées directement par les abonnés en fonction de la qualité du service qu'ils consomment, et non par l'impôt.

#### Les limites d'un service

##### a) Le périmètre du service et son organisation

Le périmètre d'un service d'eau potable peut être défini comme l'ensemble des infrastructures appartenant au service de l'eau sur le territoire de la commune.

**b) Le territoire du service et ses caractéristiques** Chaque territoire possède des caractéristiques, des propriétés qui lui sont propres. Un service peut déjà dépendre de sa position géographique

## 2.3.2 L'Algérienne Des Eaux

### Création de L'Algérienne Des Eaux (ADE)

L'Algérienne Des Eaux (ADE) est un établissement public national à caractère industriel et commercial doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif n° 01-101 du 27 Moharem 1422 correspondant au 21 Avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger. Toute fois, cet organisme réjouit d'un monopôle dans la gestion du service de l'eau, alors aucune concurrence dans ce domaine.

### Mission

L' établissement est chargé :

- Dans le cadre de la politique nationale de développement :  
d'assurer sur tout le territoire national, la mise en oeuvre de la politique nationale de l'eau potable à travers la prise en charge des activités de gestion des opérations de production, de transport, de traitement, de stockage, d'adduction, de distribution et d'approvisionnement en eau potable et industrielles ainsi que le renouvellement et le développement des infrastructures s'y rapportant ;
- A ce titre , il est chargé , par délégation :
  - De la normalisation et de la surveillance de la qualité de l'eau distribuée ;
  - d'initier toute action visant l'économie de l'eau, notamment par
    1. l' amélioration de l'efficience des réseaux de transfert et de distribution ;
    2. l'introduction de toute technique de préservation de l'eau ;
    3. la lutte contre le gaspillage en développant des actions d'information, de formation, d'éducation et de sensibilisation en direction des usagers ;
    4. la conception, avec les services publics éducatifs, de programmes scolaires diffusant la culture de l'économie de l'eau ;
  - de planifier et mettre en oeuvre les programmes annuels et pluriannuels d'investissements ;
- L'établissement se substitue à l'ensemble des établissements et organismes publics nationaux, régionaux et locaux dans l'exercice de la mission de service public de production et de distribution de l'eau potable, notamment :
  1. l'Agence nationale de l'eau potable et industrielle et de l'assainissement (AGEP)
  2. les établissements publics nationaux à compétence régionale de gestion de l'eau potable ;
  3. les EPEDEMIA de wilayas ;
  4. les régies et services communaux de gestion et de distribution de l'eau.

### Organisation de l'ADE

Cette institution est dirigée par un Directeur général et est aussi dotée d'un Conseil d'Orientation et de Surveillance (COS). Son organigramme est présenté en figure ?? suivante :

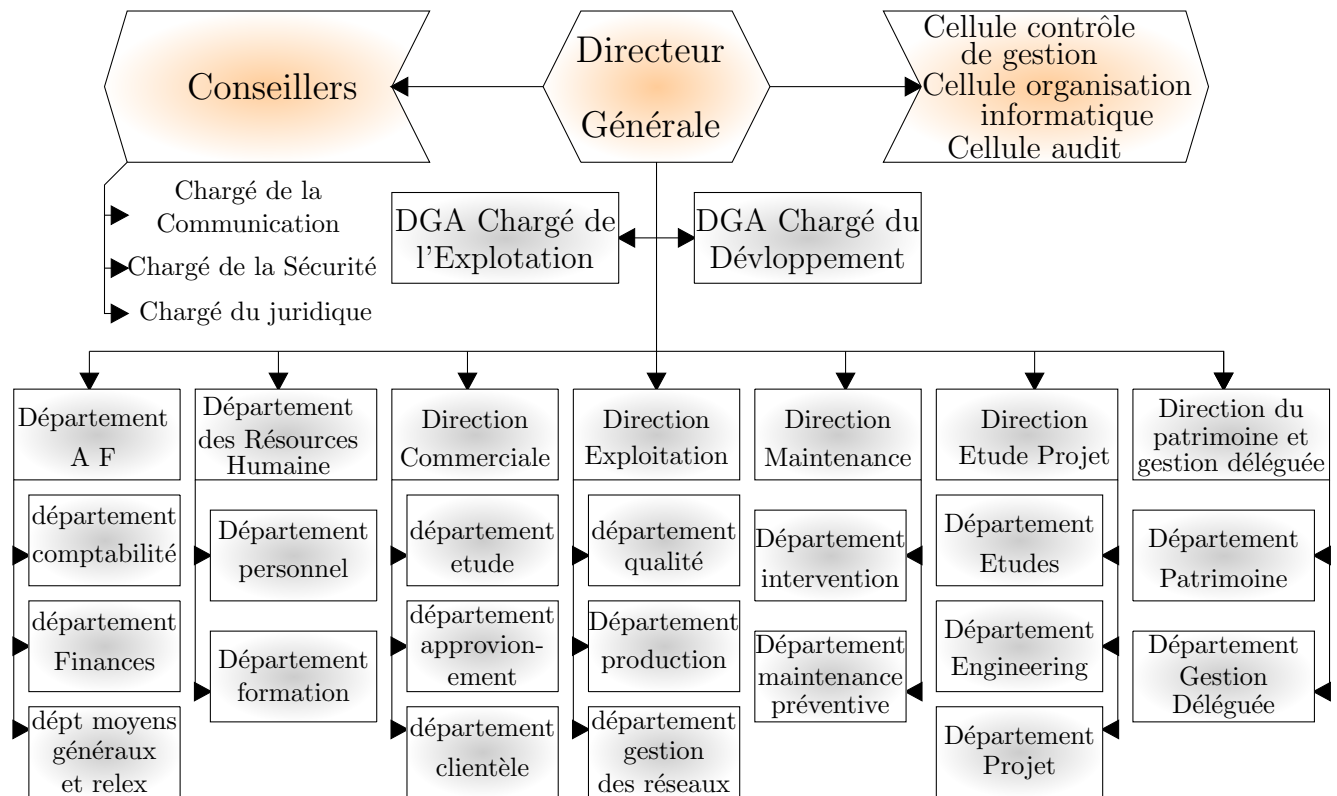


FIGURE 2.1: ORGANIGRAMME DE L'ADE

## **Conclusion**

Notre champ d'étude est le secteur des ressources en eau en Algérie, pour lequel nous avons présenté son évolution à travers l'histoire passant de sa législation, ses externalités et son organisation, finissons par la gestion de l'offre et de la demande dans ce secteur. Dans ce chapitre, nous avons abordé l'Algérienne des eaux (ADE) qui monopolise le secteur de la gestion l'eau en Algérie dans chaque wilaya en donnant sa définition, ses missions, son organisation et ses mécanismes, illustré par un schéma d'organisation pour ce secteur d'étude.

# 3

## *L'aide à la décision et les méthodes de résolution*

### **Introduction**

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à l'optimisation multi-objectif pour l'aide à la décision qui regroupe un ensemble de méthodes et d'outils de résolution de problèmes de décision en présence de plusieurs critères de jugement. Nous rappelons ci-après quelques une de ces méthode qui peuvent être appliqué dans le secteur d'eau.

### **3.1 Schéma de méthodes**

Il existe un nombre important de méthodes, que certains auteurs les classifient en cinq groupes :[\[21\]](#)

- ▶ Méthodes scalaires ;
- ▶ Méthodes interactives ;
- ▶ Méthodes floues ;
- ▶ Méthodes exploitant une métaheuristique ;
- ▶ Méthodes d'aide à la décision.

Les méthodes de ces cinq groupes peuvent aussi être rangées en trois familles de méthodes d'optimisation multi-objectifs[\[144\]](#) :

► **Méthodes à préférence a priori**

Dans ces méthodes, l'utilisateur définit le compromis qu'il désire réaliser (il fait part de ses préférences) avant de lancer la méthode d'optimisation. On retrouve dans cette famille la plupart des méthodes par agrégation (où les fonctions objectif sont fusionnées en une seule).

► **Méthodes à préférence progressive**

Dans ces méthodes, l'utilisateur affine son choix de compromis au fur et à mesure du déroulement de l'optimisation. On retrouve dans cette famille les méthodes interactives.

► **Méthodes à préférence a posteriori**

Dans ces méthodes, l'utilisateur choisit une solution de compromis en examinant toutes les solutions extraites par la méthode d'optimisation. Les méthodes de cette famille fournissent, à la fin de l'optimisation, une surface de compromis.

Il existe des méthodes d'optimisation multi-objectifs qui n'entrent pas exclusivement dans une de ces familles. Par exemple, on peut utiliser une méthode à préférence a priori en lui fournissant des préférences choisies au hasard. Le résultat sera alors un grand nombre de solutions qui seront présentées à l'utilisateur pour qu'il décide de la solution de compromis. Cette combinaison forme alors une méthode à préférence a posteriori. [21] D'autres types de classement classifient les méthodes d'optimisation multi-objectifs selon les principes mathématiques, (utilisation de les dérivées des fonctions objectif ou non).

## 3.2 Méthodes scalaires

### 3.2.1 La méthode de pondération de fonctions objectif

[21] Cette approche de la résolution d'un problème d'optimisation multi-objectifs est la plus évidente. D'ailleurs, on appelle aussi cette méthode "approche naïve" de l'optimisation multi-objectifs [Coello [52]]. Le but, ici, est de revenir à un problème d'optimisation mono-objectif, dont il existe de nombreuses méthodes de résolution. La manière la plus simple de procéder consiste à prendre chacune des fonctions objectif, à leur appliquer un coefficient de pondération et à faire la somme des fonctions objectif pondérées. On obtient alors une nouvelle fonction objectif .

$$(p) \left\{ \begin{array}{l} \text{Minimiser} \quad f_{eq}(x) = \sum_{i=1}^k w_i \cdot f_i(x) \\ \text{et que} \quad \quad g(x) \leq 0 \\ \text{avec,} \quad \quad h(x) = 0 \end{array} \right.$$

Souvent, les coefficients de pondération respectent la relation suivante :  $w_i \geq 0$  pour tous  $i \in \{1, \dots, k\}$  et  $\sum_{i=1}^k w_i = 1$ .

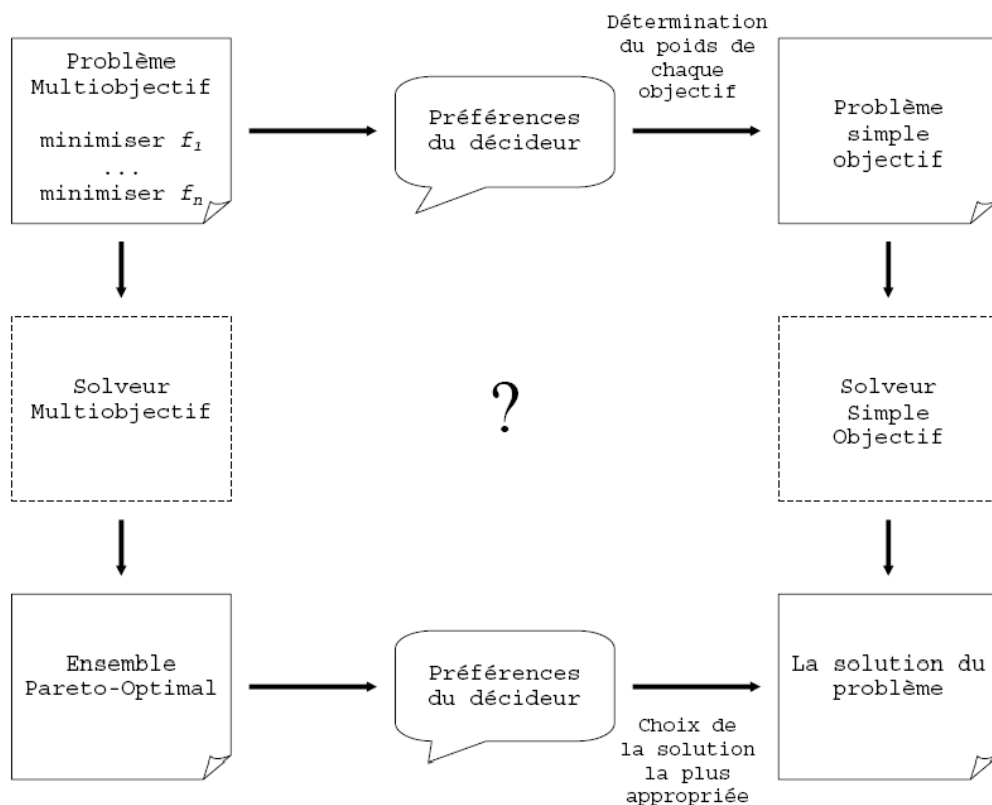


FIGURE 3.1: Schéma de résolution

### 3.2.2 La méthode de Keeney-Raiffa

Cette méthode utilise le produit des fonctions objectif pour se ramener à un problème d'optimisation monoobjectif. L'approche utilisée est semblable à celle utilisée dans la méthode de pondération des fonctions objectif. La fonction objectif ainsi obtenue s'appelle la fonction d'utilité de Keeney-Raiffa.

$$\left\| \begin{array}{l} \text{Minimiser } f_{eq}(x) = \prod_{i=1}^k w_i \cdot f_i(x) \\ \text{et que } g(x) \leq 0 \\ \text{avec, } h(x) = 0 \end{array} \right.$$

On retrouve cette fonction dans la théorie de la fonction d'utilité multi-attribut exposée dans [Keeney et al. [68]] (M.A.U.T, Multi Attribute Utility Theory). Cette théorie, issue des sciences d'aide à la décision, traite des propriétés et de la manière de créer une "fonction d'utilité".[21]

### 3.2.3 La méthode de la distance à un objectif de référence

Cette méthode permet de transformer un problème d'optimisation multi-objectifs en un problème d'optimisation monoobjectif.

La somme que l'on va utiliser ici prendra la forme d'une distance ( $\sqrt[k]{\sum_{i=1}^k |F_i - f_i(x)|^r}$ ) où la racine  $k^{\text{ème}}$  de la somme d'éléments élevée à une certaine puissance  $k$ ). De plus, dans certains cas on normalisera les éléments par rapport à une valeur avant d'en faire la somme [Azarm [6], Miettinen [83]].

On part encore du problème  $P$ . Dans les définitions suivantes, le vecteur  $F$  (de coordonnées  $F_i, i \in \{1, \dots, k\}$ ) est un vecteur dont les coordonnées correspondent à celles d'un objectif idéal (ou de référence) au sens défini par l'utilisateur (cela peut être le point idéal, ou un autre point qui représente mieux les préférences de l'utilisateur). Le vecteur  $F$  est choisi par l'utilisateur. On peut, par exemple, utiliser la distance absolue. Voici la définition de cette distance :

$$L_r(f(x)) = \left[ \sum_{i=1}^k |F_i - f_i(x)|^r \right]^{\frac{1}{r}}$$

avec  $0 \leq r \leq \infty$

### 3.2.4 Méthode de compromis (approche par $\epsilon$ -contrainte)

Une autre façon de transformer un problème d'optimisation multi-objectifs en un problème monobjectif est de convertir  $m - 1$  des  $m$  objectifs du problème en contraintes et d'optimiser séparément l'objectif restant [21].

La démarche est la suivante :

- On choisit un objectif à optimiser prioritairement ;
- On choisit un vecteur de contraintes initial ;
- On transforme le problème conservant l'objectif prioritaire et on transforme les autres objectifs en contraintes d'inégalité.

On appelle aussi cette méthode la méthode de la  $\epsilon$ -contrainte [Miettinen [83]]. Le problème peut être reformulé de la manière suivante [7] :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & f_i(x) \\ \text{tel que,} & f_1(x) \leq \epsilon_1 \\ & \vdots \\ & f_{i-1}(x) \leq \epsilon_{i-1} \\ & f_{i+1}(x) \leq \epsilon_{i+1} \\ & \vdots \\ & f_m(x) \leq \epsilon_m \\ \text{et que} & g(x) \leq 0 \\ \text{avec,} & x \in \mathbb{R}^n, f(x) \in \mathbb{R}^m, g(x) \in \mathbb{R}^q \end{array} \right.$$

L'approche par  $\epsilon$ -contrainte doit aussi être appliquée plusieurs fois en faisant varier le vecteur  $\epsilon$  pour trouver un ensemble de points Pareto optimaux.

Cette approche a l'avantage par rapport aux autres de ne pas être trompée par les problèmes non convexes. Ainsi la figure 3.2 illustre, en dimension 2, le cas où un point  $(\epsilon; f_{1_{min}})$ , de la partie non convexe, est trouvé. La figure 3.2 montre aussi comment cette approche procède. En transformant des fonctions objectifs en contraintes, elle diminue la zone réalisable par paliers. Ensuite, le processus d'optimisation trouve le point optimal sur l'objectif restant.

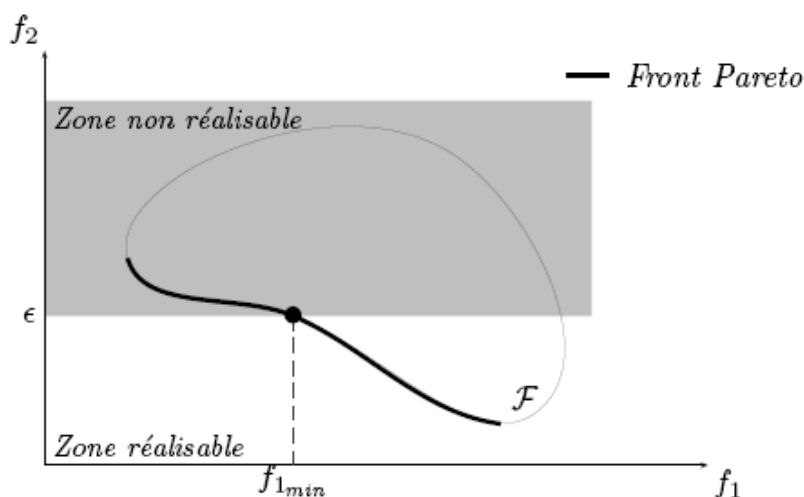


FIGURE 3.2: Interprétation graphique de l'approche par  $\epsilon$ -contrainte.

L'inconvénient de cette approche réside dans le fait qu'il faille lancer un grand nombre de fois le processus de résolution. De plus, pour obtenir des points intéressants et bien répartis sur la surface de compromis, le vecteur  $\epsilon$  doit être choisi judicieusement. Il est clair qu'une bonne connaissance du problème a priori est requise.

### 3.2.5 Méthode du but à atteindre (Goal attainment method)

Cette approche, comme celle de min-max, utilise un point de référence pour guider la recherche. Mais elle introduit aussi une direction de recherche, si bien que le processus de résolution devra suivre cette direction. À la différence de l'approche min-max, qui utilise des normes pour formaliser la distance au point de référence, l'approche du *but à atteindre* utilise des contraintes, à l'instar de l'approche  $\epsilon$ -contrainte, pour déterminer la position du point de référence (auss appelé le but). L'écart par rapport à ce but est contrôlé grâce

à la variable  $\lambda$  introduite à cet effet :

$$\left\{ \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & \lambda \\ \text{tel que,} & f_1(x) - w_1 \cdot \lambda \leq B_1 \\ & \vdots \\ & f_m(x) - w_m \cdot \lambda \leq B_m \\ \text{et que} & g(x) \leq 0 \\ \text{avec,} & x \in \mathbb{R}^n, f(x) \in \mathbb{R}^m, g(x) \in \mathbb{R}^q \end{array} \right.$$

Ainsi en minimisant  $\lambda$  et en vérifiant toutes les contraintes, la recherche va s'orienter vers le but  $B$  et s'arrêter sur le point  $A$  faisant partie de la surface de compromis (voir l'illustration en 2 dimensions à la figure 3.3. Cette approche permet, comme l'approche par  $\epsilon$ -contrainte et l'approche min-max, de trouver les parties non convexes des fronts Pareto.

Cependant, cette approche, comme les précédentes, doit être itérée plusieurs fois dans

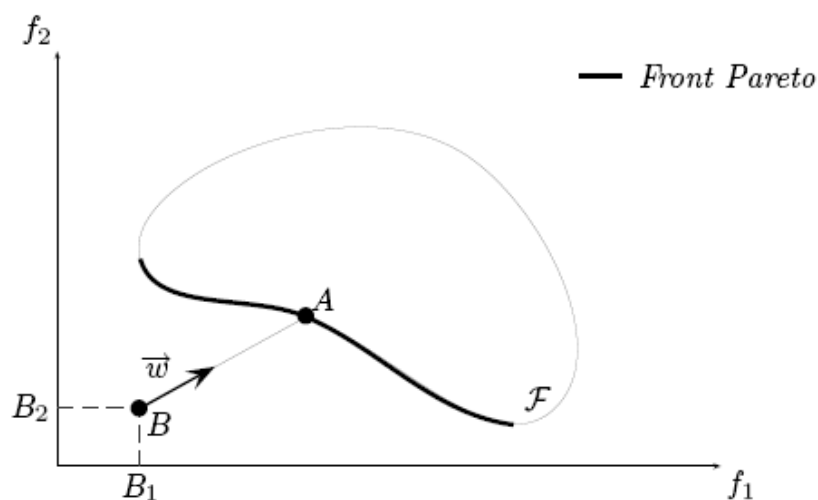


FIGURE 3.3: Interprétation graphique de l'approche par "but à atteindre".

le but d'obtenir un ensemble de points Pareto optimaux. Les paramètres  $w$  et  $B$  doivent être bien choisis par l'utilisateur. Bien que ces paramètres permettent une grande flexibilité de la recherche (orientation et but), s'ils sont mal choisis, ils peuvent, dans certains cas extrêmes, donner des résultats non cohérents.

Il y a lieu de noter que cette approche est très similaire à celle de la "goal programming" [Charnes and Cooper, 1961 ; Romero, 1991 ; Coello, 1998], où les contraintes deviennent des égalités. Des variables d'écart sont alors introduites [7].

### 3.2.6 Programmation par but (Goal programming method)

Cette méthode est proche de la méthode de but à atteindre. La différence principale est que, après avoir transformé le problème d'optimisation, nous avons des contraintes

d'égalité au lieu des contraintes d'inégalité. Cette approche est la suivante [21] :

- Choisi un vecteur initial des fonctions objectif  $F$ ,
- Associons à chaque objectif deux nouvelles variables "déviations" liées au vecteur initial des fonctions objectif choisies.
- minimiser après une des deux variables ; le choix de la variable se fait en fonction du type de dépassement que l'on veut (au-dessus ou au-dessous de l'objectif que l'on s'est fixé).

**Présentation de la méthode** On part du problème  $P$ . On choisit un vecteur de fonctions objectif initial  $F \in \mathbb{R}^k$ . On associe aussi un ensemble de variables  $d_i^+$  et  $d_i^-$  à chaque fonction objectif  $f_i(x)$ ,  $i \in \{1, \dots, k\}$ .

On obtient alors le problème suivant :

$$\left\| \begin{array}{l} \text{Minimiser } (d_1^+ \text{ ou } d_1^-, \dots, d_k^+ \text{ ou } d_k^-) \\ \text{tel que, } f_1(x) = F_1 + d_1^+ - d_1^- \\ \quad \quad \quad \vdots \\ \quad \quad \quad f_k(x) = F_k + d_k^+ - d_k^- \\ \text{et que } g(x) \leq 0 \\ \text{avec, } h(x) = 0 \end{array} \right.$$

Les variables de déviation que l'on cherche à minimiser doivent respecter certaines contraintes :

$$d_1^+ \geq 0 \text{ et } d_k^- \geq 0 \text{ et } d_1^+ \cdot d_k^- = 0 \text{ avec } i \in \{1, \dots, k\}$$

En fonction de la façon dont on désire atteindre le but  $F$ , on cherchera à minimiser différentes combinaisons des coefficients  $d_i^+$  et  $d_i^-$ .

### 3.2.7 Méthode hybride

Comme nous allons le voir, il est possible d'exploiter plusieurs méthodes pour en former une nouvelle. Dans ce cas, nous obtenons une "méthode hybride".

**Présentation de la méthode** La méthode hybride la plus connue est la méthode de Corley. Cette méthode utilise la méthode de pondération des fonctions objectif et la méthode du compromis. On part du problème  $P$ . On le transforme de la manière suivante :

$$\left\| \begin{array}{l} \text{Minimiser } \sum_{i=1}^k w_i \cdot f_i(x) \\ \text{tel que, } f_j(x) \leq \varepsilon_j, j = 1, \dots, k \\ \text{et que } g(x) \leq 0 \\ \text{avec, } h(x) = 0 \end{array} \right.$$

### 3.2.8 Méthode lexicographique

Cette méthode est très intuitive. En effet, elle consiste à considérer les fonctions objectif les unes après les autres et à minimiser un problème d'optimisation monobjectif, en complétant au fur et à mesure l'ensemble des contraintes [20].

**Présentation de la méthode** On part du problème  $P$ . On procède ensuite en  $k$  étapes (autant d'étapes qu'il y a de fonctions objectif). Commençons avec la première fonction objectif. On résout :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & f_1(x) \\ \text{tel que,} & g(x) \leq 0 \\ \text{avec} & h(x) = 0 \end{array} \right.$$

On note  $f_1^*$  la solution de ce problème.

Ensuite, on transforme la première fonction objectif en contrainte d'égalité puis on prend la seconde fonction objectif et on résout le problème :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & f_2(x) \\ \text{tel que} & f_1(x) = f_1^* \\ & g(x) \leq 0 \\ \text{avec} & h(x) = 0 \end{array} \right.$$

On répète cette démarche jusqu'à la fonction objectif  $k$ . Et, pour finir, on aura :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & f_k(x) \\ \text{tel que} & f_1(x) = f_1^*, \dots, f_{k-1}^* \\ & g(x) \leq 0 \\ \text{avec} & h(x) = 0 \end{array} \right.$$

La dernière valeur de  $x$  est celle qui minimise tous les objectifs.

D'autres méthodes existent appartenant à cette classe dans la littérature nous pouvons citer :

- La méthode des contraintes d'égalité propres ou Proper-equality-constraints-method ;
- La méthode des contraintes d'inégalité propres ou Proper-inequality-constraints-method ;
- L'algorithme de Lin-Tabak ;
- L'algorithme de Lin-Giesy ;
- etc.

## 3.3 Méthodes interactives

Les méthodes interactives permettent de chercher une et une seule solution. Elles forment la famille des méthodes progressives et permettent à l'utilisateur de déterminer

ses préférences vis-à-vis d'un compromis entre objectifs au cours de l'optimisation. Ces méthodes sont à comparer aux méthodes :

- ▷ à préférence a priori, où l'utilisateur choisit le compromis à réaliser entre objectifs avant de lancer l'optimisation ;
- ▷ à préférence a posteriori, où l'utilisateur n'a pas à choisir de compromis avant de lancer l'optimisation. La méthode d'optimisation calcule toutes les solutions efficaces et l'utilisateur peut ainsi les comparer et en choisir une.[21]

Nous allons maintenant présenter quelques méthodes interactives (ou plutôt quelques principes d'interaction).

### 3.3.1 Méthode de compromis par substitution

Cette méthode (Surrogate Worth Tradeoff (SWT) ou "méthode du compromis par substitution") a été très utilisée pour l'optimisation de ressources en eau [Haimès et al. [52]]. Elle est basée sur la méthode du compromis, à laquelle on a ajouté un processus interactif, pour que la méthode converge vers la solution la plus susceptible de satisfaire l'utilisateur [21].

**Présentation de la méthode** Cette méthode se décompose en sept étapes : (voir algorithme 2) :

Le plus difficile dans cette méthode est de bien comprendre la signification du coefficient  $W_{1j}$ .

### 3.3.2 Méthode de Fandel

Le but de cette méthode est d'aider l'utilisateur dans le choix des coefficients de pondération [35]

**Présentation de la méthode** On part du problème  $P$ . On modifie le problème de la manière suivante :

$$P = \left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & \sum_{i=1}^k w_i \cdot f_i(x) \\ \text{tel que} & g(x) \leq 0 \\ \text{avec} & h(x) = 0 \end{array} \right.$$

On a aussi  $w_i \geq 0$  et  $\sum_{i=1}^k w_i = 1$ . On retrouve cette condition dans la méthode de pondération des fonctions objectif.

Comme pour la méthode de pondération des fonctions objectif, la variation des coefficients  $w_i$  permet de déterminer les points de la surface de compromis. En revanche, dans la méthode de Fandel, on suppose que ces coefficients ne sont pas connus. On suppose aussi que l'utilisateur cherche une solution qui soit proche de la solution idéale.

---

**Algorithme 1** Surrogate Worth Tradeoff (SWT)-algorithm
 

---

**Étape 1** Trouver le minimum de la fonction  $f_j$  en résolvant

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & f_j(x) \\ \text{sachant que} & g(x) \leq 0 \\ \text{avec} & h(x) = 0 \end{array} \right.$$

La solution de ce problème devient la  $j^{\text{ème}}$  composante du vecteur  $f_{min}$ , qui regroupe les  $k - 1$  valeurs minimales de  $f_j$ ,  $j = 1, \dots, k$ . Si possible, on peut chercher à cette étape les composantes du vecteur  $f_{max}$ , qui regroupe les  $k - 1$  valeurs maximales de  $f_j$ ,  $j = 2, \dots, k$ .

**Étape 2** Choisir la valeur de départ de  $\epsilon \geq f_{j_{min}}$ ,  $j = 2, \dots, k$ .

**Étape 3** Résoudre le problème suivant :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & f_1(x) \\ \text{Minimiser} & f_2(x) \geq \epsilon_2, \dots, f_k(x) \geq \epsilon_k \\ \text{sachant que} & g(x) \leq 0 \\ \text{avec} & h(x) = 0 \end{array} \right.$$

Si certaines des contraintes de ce problème ne peuvent pas être respectées, on pose  $\epsilon_j = f_j(x)$  pour  $j$  correspondant aux indices des contraintes non respectées (on relâche les contraintes). Il faut ensuite recommencer cette étape. Si les contraintes sont respectées, on appelle  $x^*$  le vecteur solution et on passe à l'étape suivante.

**Étape 4** Si les contraintes sont maintenant suffisamment relâchées, on passe à l'étape 5 sinon, on choisit une nouvelle valeur de  $\epsilon_j \geq f_{j_{min}}$ , pour tout  $j = 2, \dots, k$  et on retourne à l'étape 3.

Une méthode pour sélectionner une nouvelle valeur de  $\epsilon$  consiste à commencer par une grande valeur de  $\epsilon$  puis à diminuer chaque  $\epsilon_j$ , pour tout  $j = 2, \dots, k$  d'un certain  $\Delta_j > 0$ , chaque fois que les contraintes sont respectées.

Si les contraintes ne sont pas respectées, on pose  $\epsilon_j = f_j(x)$  avec  $j$  indice des contraintes non respectées (ici,  $x$  désigne la valeur courante de la solution).

**Étape 5** On demande maintenant à l'utilisateur de choisir les coefficients  $W_{1j}$ , pour tout  $j = 2, \dots, k$ .

Ces coefficients représentent l'avis de l'utilisateur vis-à-vis d'un accroissement de la fonction  $f_j$  de  $\lambda_j$  unités (le mode de calcul de  $\lambda_{1j}$  est précisé plus loin). Ce coût est mesuré sur une échelle de -10 à +10, où -10 représente un avis défavorable de l'utilisateur vis-à-vis de cet accroissement et +10 un avis favorable. 0 représente l'indifférence.

Cette opération est répétée pour  $j$  variant de 2 à  $k$ .

**Étape 6** On répète l'étape 5 jusqu'à ce que l'on trouve pour les coefficients  $W_{1j}$ ,  $j = 2, \dots, k$  des valeurs égales à zéro. On note  $f_j^*$ , pour tout  $j = 2, \dots, k$  les valeurs des fonctions objectif correspondant à ces coefficients.

**Étape 7** Le vecteur solution préféré  $x^*$ . est déterminé en résolvant le problème suivant :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & f_1(x) \\ \text{sachant que} & f_2(x) = f_2^*, \dots, f_k(x) = f_k^* \\ \text{et} & g(x) \leq 0 \\ \text{avec} & h(x) = 0 \end{array} \right.$$


---

### 3.3.3 Méthode STEP

Cette méthode est similaire à la méthode de Fandel. Ici aussi, les informations sur la préférence de l'utilisateur permettent de restreindre l'espace de recherche étape par étape [35].

**Présentation de la méthode** On part du problème  $P$  et on le transforme de la manière suivante :

$$\left\| \begin{array}{l} \text{Minimiser } \beta \\ \text{tel que } [f_i(x) - \bar{Y}]^t \cdot w_i < \beta \\ \quad \quad \quad g(x) \leq 0 \\ \text{avec } \quad \quad h(x) = 0 \\ \quad \quad \quad f(x) \leq \bar{Y} \end{array} \right.$$

ou le vecteur  $\bar{Y}$  correspond a un vecteur de bornes supérieures servant à restreindre l'espace de recherche. Le vecteur  $w_j$  est défini dans la suite de cette section.

De la même manière que l'approche précédente, on forme la matrice  $B$ . Les coefficients de pondération  $w_j$  des différentes fonctions objectif  $f_j$  sont nécessaires pour la résolution du problème. On va déterminer ces coefficients. On va donner un poids plus important aux fonctions  $f_j$  dont l'excursion est importante ( $f_j$  prend ses valeurs dans un domaine étendu). Ces coefficients ont la forme suivante :

$$w_j = \frac{v_j}{\sum_{i=1}^k v_j}$$

avec

$$v_j = \frac{\max_i \{f_j^{*i}\} - f_j^{*j}}{\min_i \{f_j^{*i}\}} \cdot \frac{1}{f_j^{*j}}$$

avec  $i = 1, \dots, k$ ; Par conséquent les poids respectent les conditions  $w > 0$  et  $\sum_{j=1}^k w_j = 1$ .

### 3.3.4 Méthode de Jahn

Cette méthode est complètement différente des deux autres. On commence par choisir un point de départ, puis le problème est résolu pas à pas à travers l'espace de recherche en direction de la solution optimale au sens de Pareto [35].

Cette méthode est fondée sur une méthode de minimisation cyclique (aussi appelée "méthode d'optimisation scalaire dans les directions réalisables" de Zoutendijk).

**présentation de la méthode** On transforme le problème  $P$  de la manière suivante :

$$\left\| \begin{array}{l} \text{Minimiser } \beta \\ \text{tel que } w_j \cdot [\nabla_x f_j^u]^t \cdot \delta_f \leq \beta \\ \quad \quad \quad v_i \cdot [\nabla_x g_i^u]^t \cdot \delta_g \leq \beta \\ \quad \quad \quad t_l \cdot [\nabla_x h_l^u]^t \cdot \delta_h = \beta \end{array} \right.$$

On a  $\delta_f \in \mathbb{R}^k$ ,  $\delta_g \in \mathbb{R}^m$ ,  $\delta_h \in \mathbb{R}^p$ . Où :

$\beta$  : fonction scalaire de préférence ;

$\nabla_x$  : opérateur nabla de la variable  $x$ ,  $\nabla_x A = \sum_i \frac{\partial A}{\partial x_i} x_i$  ;

$\delta$  : direction du pas de minimisation.

$w_j$  : coefficient de pondération de la  $j^e$  fonction objectif.

$v_i$  : coefficient de pondération de la  $i^{\text{ème}}$  contrainte d'inégalité ;

$t_l$  : coefficient de pondération de la  $l^{\text{ème}}$  contrainte d'égalité.

La solution de notre nouveau problème commence par le choix d'un vecteur de départ réalisable  $x^0$  et par le calcul du vecteur des fonctions objectif correspondant  $f(x^0)$ .

Le choix du point de départ influence les alternatives futures possibles, en supposant que l'espace de recherche  $\widehat{Y}^0$  soit restreint à :

$$\widehat{Y}^0 = \{f(x) | f(x) \leq f(x^0)\}$$

En fonction du vecteur objectif  $f(x)$ , l'utilisateur choisit une fonction objectif  $f_i$ , qui doit être minimisée prioritairement. A cet effet, un pas de direction  $\delta$  et de longueur appropriée  $l$  doit être déterminé, et il doit satisfaire la relation suivante :

$$x^{k+1} = x^k + \lambda^k \cdot \delta^k$$

Il faut que  $x^{k+1}$  et  $x^k$  satisfassent les contraintes du problème ( $h$  et  $g$ ). De plus, il faut que ces points vérifient :

$$f_i^{k+1} < f_i^k \quad \forall i \in I = \{1, \dots, k\}$$

$$f_j^{k+1} \leq f_j^k \quad \forall j \in J = \{I | j \neq i\}$$

On obtient la direction du pas en résolvant notre problème modifié (le problème de départ transformé). En agissant ainsi, les coefficients de pondération  $w_j$ ,  $v_i$  et  $t_l$  choisis par l'utilisateur influencent la direction du pas. L'utilisateur peut maintenant choisir la longueur du pas  $\lambda^k$  dans un intervalle  $[0, \lambda_{\max}]$ . On trouve  $\lambda_{\max}$  en résolvant le problème suivant :

$$\left\| \begin{array}{l} \text{Minimiser} \quad \lambda_{\max} \\ \text{sachant que} \quad f_i(x^k + \lambda_{\max} \cdot \delta^k) < f_i(x^k), \forall i \in I = \{1, \dots, k\} \\ \quad \quad \quad f_j(x^k + \lambda_{\max} \cdot \delta^k) \leq f_j(x^k) \quad \forall j \in J = \{I | j \neq i\} \\ \quad \quad \quad g(x^k + \lambda_{\max} \cdot \delta^k) \leq 0 \\ \quad \quad \quad h(x^k + \lambda_{\max} \cdot \delta^k) = 0 \end{array} \right.$$

Le nouveau vecteur fonction objectif  $f^{k+1}$ , pour le pas de direction et de longueur données, est calculé  $f^{k+1} = f(x^k + \lambda^k \cdot \delta^k)$ . Si ce vecteur objectif n'est pas accepté, on détermine à la prochaine itération une nouvelle direction, en résolvant notre problème modifié.

### 3.3.5 Méthode de Geoffrion

Cette approche est similaire à la méthode de Jahn. Elle repose sur un algorithme : l'algorithme de Franck-Wolfe [35]

**Présentation du la méthode** On transforme le problème  $P$  de la manière suivante :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & (\nabla_x p \cdot [fx])^t \cdot \delta \\ \text{sachant que} & h(x) = 0 \\ & g(x) \leq 0 \end{array} \right.$$

avec  $\delta \in \mathbb{R}^k$ .

La fonction de préférence  $p \cdot [f(x)]$  n'est pas forcément connue de l'utilisateur. Pendant le déroulement de l'algorithme, l'utilisateur devra fournir des informations sur les compromis qu'il désire réaliser. Il doit aussi fournir la longueur du pas.

Deux méthodes sont possibles pour déterminer le point de départ  $x^0$ . Soit l'utilisateur sélectionne un vecteur en utilisant la méthode de Jahn, soit le vecteur est calculé en résolvant le problème de substitution suivant :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & \sum_{i=1}^k w_i \cdot f_i(x) \\ \text{sachant que} & h(x) = 0 \\ \text{et} & g(x) \leq 0 \end{array} \right.$$

On reconnaît là la méthode de pondération des fonctions objectif décrite dans les sections précédentes. En résolvant ce problème, on obtient le point  $x^0 = x^*$ .

A ce moment, on peut résoudre le problème  $p'$ . Cette résolution nous donne la direction de recherche  $\delta$ . Des informations à propos de la fonction de préférence sont maintenant requises. Il va falloir transformer le problème  $P'$  en utilisant la relation suivante :

$$\nabla_x p \cdot [f(x)] = \sum_{i=1}^k \left[ \frac{\partial p}{\partial f_i} \right]_x \cdot \nabla_x \cdot f_i(x)$$

On obtient le problème suivant :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & \sum_{i=1}^k w_i \cdot (\nabla_x f_i(x^k))^t \cdot \delta \\ \text{sachant que} & h(x) = 0 \\ \text{et} & g(x) \leq 0 \end{array} \right.$$

On obtient

$$w_i = \frac{\left[ \frac{\partial p}{\partial f_i} \right]_x}{\left[ \frac{\partial p}{\partial f_1} \right]_x}$$

avec  $i \in \{1, \dots, k\}$ , et la direction de l'étape est donnée par  $\delta = x^{k+1} - x^k$ .

Les coefficients de pondération reflètent le compromis qui est fait par l'utilisateur entre la fonction objectif  $f_i$  et la fonction objectif de référence  $f_1$ .

Après résolution du problème de substitution ci-dessus, la longueur du pas  $\lambda$  doit être déterminée par l'utilisateur lui-même, qui doit considérer le but :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & p[f(x_k + \lambda^k \cdot \delta^k)] \\ \text{sachant que} & h(x_k + \lambda^k \cdot \delta^k) = 0 \\ \text{et} & g(x_k + \lambda^k \cdot \delta^k) \leq 0 \end{array} \right.$$

en utilisant l'hypothèse suivante :

$$0 \leq \lambda^k \leq 1$$

Une fois que la longueur du pas est déterminée, le nouveau vecteur objectif peut être calculé :

$$f^{k+1} = f(x_k + \lambda^k \cdot \delta^k)$$

L'utilisateur évalue alors le résultat, et décide si le processus peut continuer, ou si la solution peut être acceptée comme solution de compromis. S'il décide de continuer, il peut alors parcourir la surface de compromis

### 3.3.6 Méthode de Simplexe

Cette méthode n'a rien à voir avec la méthode du simplexe utilisée en programmation linéaire. Il s'agit là d'une méthode de recherche séquentielle [Nelder et al. [91]] de l'optimum d'un problème d'optimisation. Le logiciel [Multisimplex] réalise cette optimisation pour un problème d'optimisation multi-objectifs de manière interactive.

Cette méthode utilise  $k + 1$  essais (où  $k$  représente la dimension de la variable de décision  $x$ ) pour définir une direction d'amélioration des fonctions objectif. L'amélioration des fonctions objectif est obtenue en utilisant une méthode d'agrégation floue.

On commence par choisir au hasard  $k + 1$  valeurs pour la variable de décision  $x$ . L'algorithme évalue alors les  $k + 1$  points et supprime le point le moins "efficace". Il crée alors un nouveau point à partir du point supprimé (voir figure 3.5) et recommence l'évaluation.

L'algorithme comporte quelques règles, qui permettent de choisir des points qui évitent de tourner autour d'une mauvaise solution. Les deux principales règles sont les suivantes :

**Règle 1 : rejeter les pires solutions.** Une nouvelle position de la variable de décision  $x$  est calculée par réflexion de la position rejetée (voir la figure 3.5). Après cette transformation, on recherche le nouveau pire point. La méthode est alors répétée en éliminant ce point, etc. A chaque étape, on se rapproche de la zone où se trouve l'optimum recherché.

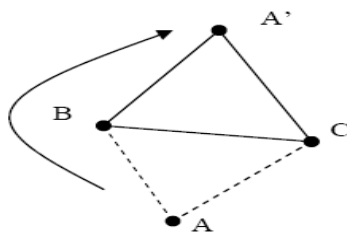


FIGURE 3.4: Choix d'un nouveau point par symétrie.

**Règle 2 : ne jamais revenir sur un point qui vient juste d'être rejeté.** Sans cette règle, l'algorithme pourrait osciller entre deux "mauvais" points. [21]

$W$  : point le moins favorable ou point venant d'être rejeté.

$B$  : point le plus favorable.

$R$  : second point le plus favorable.

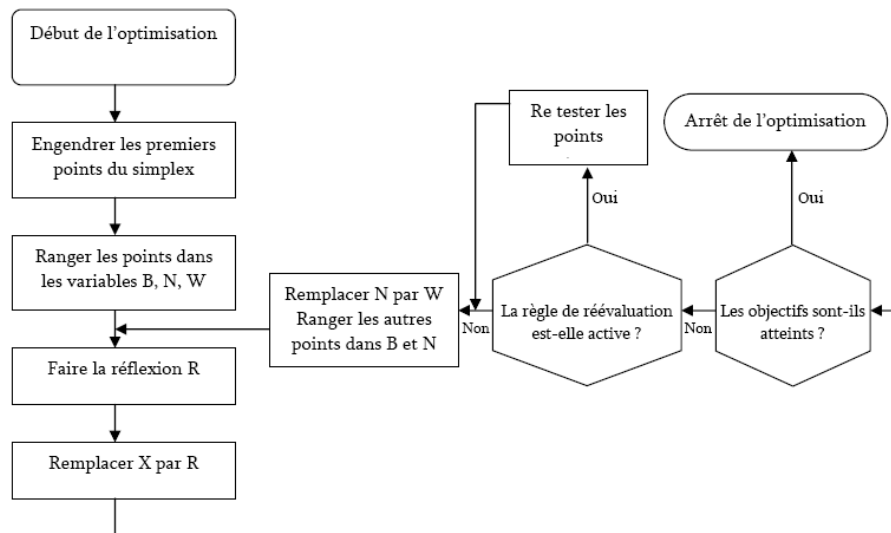


FIGURE 3.5: L'algorithme de la méthode de Simplex.

## 3.4 Difficultés de l'optimisation multi-objectifs

Dans cette section, nous présentons toutes les difficultés rencontrées par le processus d'optimisation multi-objectifs. Un processus d'optimisation multi-objectifs doit résoudre les deux tâches suivantes :

- guider le processus de recherche vers la frontière de Pareto,
- maintenir une diversité des solutions pour assurer une bonne répartition sur la frontière Pareto.

L'accomplissement de ces tâches est très délicat car les difficultés rencontrées dans un problème multi-objectifs sont identiques à celles d'un problème monobjectif. Elles sont amplifiées par la présence d'objectif dépendant les uns des autres.

### 3.4.1 Guider le processus de recherche vers la frontière Pareto

Le processus de recherche est souvent ralenti ou totalement dérouté par des fonctions possédant une des caractéristiques suivantes : **multimodalité** (lorsque une fonction possède plusieurs optimums globaux, dès lors, chaque optimum exerce une attraction sur le processus de résolution ce qui peut piéger la convergence de la méthode), **isolation d'un optimum** (il existe des problèmes dans lesquels un optimum peut être entouré de grandes zones pratiquement plates.

Cet optimum se trouve alors isolé car l'espace de recherche qui l'entoure ne peut pas guider vers lui les individus de la population) et **tromperie** (un problème est trompé lorsqu'il guide la convergence vers une zone non optimale de la fonction).

### 3.4.2 Maintenir la diversité sur le front Pareto

La difficulté à maintenir une bonne répartition des solutions sur la frontière de Pareto résulte principalement des caractéristiques suivantes : **convexité ou non convexité** de la frontière de Pareto (certains problèmes ont une frontière de Pareto non convexe), **discontinuité** de cette frontière (si une frontière de Pareto est discontinue, nous retrouvons le même principe que pour une fonction multimodale, les différentes parties de cette frontière vont exercer proportionnellement à leurs tailles, une attraction plus ou moins importante sur les individus d'une population, certaines d'entre elles pourront donc ne pas être découvertes) **non uniformité** de la distribution (les solutions sur la frontière de Pareto peuvent ne pas être réparties uniformément, la raison principale vient du choix des fonctions objectifs, si une des fonction objectif est multimodale, elle va influencer de manière très différente la répartition des solutions sur la frontière de Pareto).

## 3.5 Introduction à l'aide à la décision

Les méthodes que nous avons présentées jusqu'ici sont basées sur la relation de dominance. Cette relation (que l'on peut définir de plusieurs manières : la dominance de Pareto, la dominance lexicographique par exemple) permet de filtrer les éléments d'un ensemble, et de ne retenir que les éléments incomparables entre eux. Cependant, il existe une autre approche pour obtenir un ensemble de solutions, qui repose sur l'établissement d'une relation d'ordre entre les différents éléments. Ainsi, on peut, en fonction de la relation d'ordre définie, obtenir un ensemble de solutions (relation d'ordre partiel) ou une et une seule solution (ordre complet). L'autre différence majeure, par rapport aux méthodes d'optimisation multi-objectifs classiques, vient du fait que les méthodes d'aide à la décision ne travaillent que sur des ensembles discrets de points (les méthodes d'optimisation multi-objectifs "classiques" peuvent travailler, elles, sur des ensembles continus).

De plus, les méthodes d'aide à la décision permettent de répondre à plusieurs problématiques, réunies dans le tableau 3.1.

L'aide à la décision a été développée à partir de la constatation explicitée maintenant. Dans certains cas, lorsque l'on est amené à comparer trois actions, on peut rencontrer un bouclage entre ces actions. Ce phénomène est appelé l'intransitivité de la préférence, et de l'indifférence, ou paradoxe de Condorcet. Il se résume de la manière suivante : soient trois actions  $A$ ,  $B$  et  $C$ , on peut avoir  $A \geq B$ ,  $B \geq C$  et  $C \geq A$  (ici, le symbole  $\geq$  désigne la préférence).

L'aide à la décision nous propose donc une prise en compte de ces propriétés d'intransitivité des relations d'ordre, et elle nous propose aussi des familles de méthodes destinées à résoudre

Problématique	Objectif	Résultat	Procédure
$\alpha$	Choix d'un sous-ensemble aussi restreint que possible en vu d'un choix final d'une seule action. Ce sous ensemble contenant les actions "les meilleures" ou, à défaut, "satisfaisantes"	Choix	Sélection
$\beta$	Tri par affectation des actions à des catégories prédéfinies	Tri	Affectation
$\gamma$	Rangement de classes d'équivalence, composées d'actions, ces classes étant ordonnées de façon complète ou partielle.	Rangement	Classement
$\delta$	Description, dans un langage approprié, des actions et de leurs conséquences	Description	Cognition

TABLE 3.1: Les divers problèmes répondus par des méthodes d'aide de décision  
.[108]

des problématiques différentes (Sélection, Tri, Rangement) de celles traitées par l'optimisation multi-objectifs classique.

Lorsque l'on est confronté au domaine de l'aide à la décision, on remarque un certain nombre de termes redondants : Action désigne un objet, une décision, un candidat ou autre chose encore. C'est sur cette entité que va s'opérer la sélection (ou le tri, ou le classement).

Une méthode d'aide à la décision va donc permettre de choisir la meilleure action, ou de classer des actions en fonction d'un ou plusieurs critères.

En fonction du type de classement que l'on désirera effectuer, on pourra utiliser différents types de règles de classement ou de choix. Ces règles vont définir un ordre complet (si toutes les actions sont classées) ou partiel (après le classement, il subsiste des actions incomparables, donc non classées).

Il existe plusieurs méthodes d'aide à la décision, on cite par exemple la famille ELECTRE (I, IS, II, III, IV et TRI), et la famille PROMETHEE (I et II).

### 3.5.1 La décision et son processus

Chaque jour, que ce soit au sommet de l'état, dans une entreprise ou simplement dans une famille, des décisions sont prises. On décide de faire ou de ne pas faire, de telle manière ou de telle autre. Ces décisions sont le fruit d'un processus, plus ou moins long, pouvant mettre en jeu un grand nombre d'individus.

En effet, ces décisions sont rarement le fait d'un seul individu, même si ce dernier peut avoir le pouvoir et la responsabilité de prendre la décision finale. Cette décision est souvent le fruit de consultations et d'interactions entre plusieurs acteurs. De plus, cette décision peut être influencée indirectement par des acteurs qui se situent en dehors du processus de décision (les administrés d'une commune, les habitants d'un quartier, les associations de défense de l'environnement...).

En pratique, le processus de décision est souvent chaotique, il ne suit pas un cheminement linéaire prévisible à l'avance, et il se construit sur la base de confrontations entre les différents systèmes de valeurs des différents acteurs. Le processus de décision correspond à des interactions, voire à des confrontations entre différents systèmes de valeurs, qui aboutissent au final à la prise de décision. La décision s'élabore donc de manière progressive, d'autant plus que toutes les alternatives envisageables pour la résolution du problème posé ne sont pas toujours clairement définies ou connues dès le début du processus, et que de nouvelles "solutions" sont pensées à mesure que le processus de décision avance.

Afin d'illustrer ce que peut être un processus de décision, un exemple cher à Bernard Roy [108], qui est la référence de l'école française en terme d'aide à la décision, est présenté dans la suite de ce paragraphe. Cet exemple est celui de la voiture du père de famille, qui présente l'avantage d'illustrer de manière simple le cheminement d'un processus de décision.

D'une manière générale, on peut dire que le processus de décision cherche :

- Dans un premier temps, à définir les objectifs et le contexte de la décision (dans notre exemple, changer de voiture dans un contexte familial).
- Ensuite, à recenser les différentes actions possibles, objets de la décision (ici les divers modèles de voitures)
- apprécier les avantages et les inconvénients de chacune de ces actions, à travers différents critères (le confort, la sécurité, le prix...)
- A comparer ces différentes actions entre elles. (Quel est le modèle le plus adapté vis à vis des objectifs recherchés par le père ?)
- faire partager les conclusions aux autres intervenants. (Est-ce que la solution retenue est acceptable pour les autres membres de la famille ?).

Le processus de décision peut donc être un processus compliqué. Si le problème à résoudre atteint un certain niveau de complexité, qu'il met en jeu un grand nombre de paramètres et de conséquences à considérer, les différents acteurs de la décision peuvent alors ne plus y voir "très clair", et ne pas arriver à faire un choix. Les méthodes d'aides à la décision dites aussi méthodes d'analyse multicritère, ont justement été élaborées pour "éclairer" les différents acteurs de la décision, leur apporter des informations plus lisibles et plus compréhensibles, et leur permettre d'avoir une analyse plus rigoureuse du problème à résoudre.

### 3.5.2 De la recherche d'un optimum

Pendant de longues années, et ce jusqu'au milieu des années soixante, ce que l'on appelle "l'aide à la décision" se limitait en fait à "la recherche opérationnelle", c'est à dire à la recherche d'un optimum pour un problème donné. Le postulat de la recherche opérationnelle est simple : Il existe, pour tout problème, une solution optimale vis-à-vis de l'objectif à atteindre. Cette recherche d'optimum est basée sur la maximisation d'une fonction d'utilité qui représente l'objectif recherché (cette fonction étant souvent un gain financier). Cette démarche est bien adaptée à des problèmes purement financiers (problème d'investissement) ou purement techniques (recherche d'un mélange optimal pour un alliage), mais ne peut en aucun cas être satisfaisante dans un problème où l'on souhaite concilier plusieurs objectifs, comme par exemple dans le cas d'une décision prenant en compte les différents aspects du développement durable, et cela pour

plusieurs raisons : La première, c'est que si on suit les préceptes du développement durable, on ne cherche pas à atteindre un objectif, mais plusieurs. En effet, on cherche une solution "soutenable" d'un point de vue économique, mais aussi social et environnemental. De plus, comment ramener des critères aussi divers que le coût d'investissement, le bien-être des personnes et la pollution atmosphérique en une fonction unique, sous une même unité, de surcroît monétaire. Et puis certains critères, comme le bien-être, ne sont pas mesurables (on parle alors de critères incommensurables). Il paraît alors difficilement concevable de ramener des critères commensurables et incommensurables à un critère unique. De plus, ces critères sont souvent conflictuels car ils peuvent avoir des objectifs opposés (par exemple, la diminution de la pollution atmosphérique augmente le coût d'investissement dans le cas d'une usine d'incinération), et une fonction unique construite à partir de ces critères n'a donc pas beaucoup de sens.

L'incomparabilité, c'est admettre que deux actions potentielles, destinées à résoudre le même problème, ne peuvent pas être comparées car trop différentes, ou indiscernables l'une de l'autre. Mais l'incomparabilité c'est aussi, et même surtout, dans un problème décisionnel, la solution de celui qui, cherchant à éclairer la décision, est handicapé par le manque et l'imperfection des informations, et ne peut donc pas définir si il y a préférence ou non. L'incomparabilité c'est admettre que "en l'état des connaissances" il est impossible de choisir entre les deux options .

Que l'indifférence ne soit pas transitive, c'est presque une évidence. Pour le démontrer, prenons l'exemple qui est présenté dans l'ouvrage [SchÄarlig [120]]

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons essayé de rassembler un état d'art sur les problèmes d'optimisation multi-objectifs, tout en montrant la manière de définir un problème pareil, ses contraintes, ses objectifs ainsi que les méthodes de résolution utilisées, tout en respectant le concept de Compromis et les frontières de Pareto. Nous avons parlé des méthodes utilisées dans le domaine de l'optimisation multi-objectifs.

# 4

## *Etude de cas Entreprise Algerienne des Eaux (ADE) Unité Djelfa*

### **Introduction**

L'offrande de l'eau est, selon la Bible et le Coran, un devoir qui s'est progressivement transformé en une obligation. Plus récemment, un véritable " droit à l'eau " a été reconnu, c'est-à-dire le droit pour toute personne, quel que soit son niveau économique, de disposer d'une quantité minimale d'eau de bonne qualité qui soit suffisante pour la vie et la santé (Henri Smets, 2004).

Le droit d'accès à l'eau potable et à l'assainissement en Algérie est garanti dans divers textes juridiques et sa mise en oeuvre prend en compte aussi bien les aléas climatiques qu'une diversification tarifaire. Malgré la rareté de la ressource, l'accès à l'eau potable et à l'assainissement reste pour l'État Algérien un droit fondamental au prix d'un difficile équilibre entre le principe du droit d'accès à l'eau et le principe du recouvrement des coûts selon la Loi n° 05-12 portant code des eaux. L'Algérie tente par différents moyens d'assurer à moyen et longs termes les besoins en eau pour la population et le développement socio-économique en général.

### **4.1 Cycle domestique de l'eau**

Depuis son captage (Barrage ou dans une nappe d'eau souterraine) jusqu'au robinet, l'eau nécessite de nombreuses opérations destinées à la traiter, la stocker, la transporter, la distribuer, la collecte et l'épuration des eaux usées dans le chéma (cycle de l'eau, Figure 4.1)

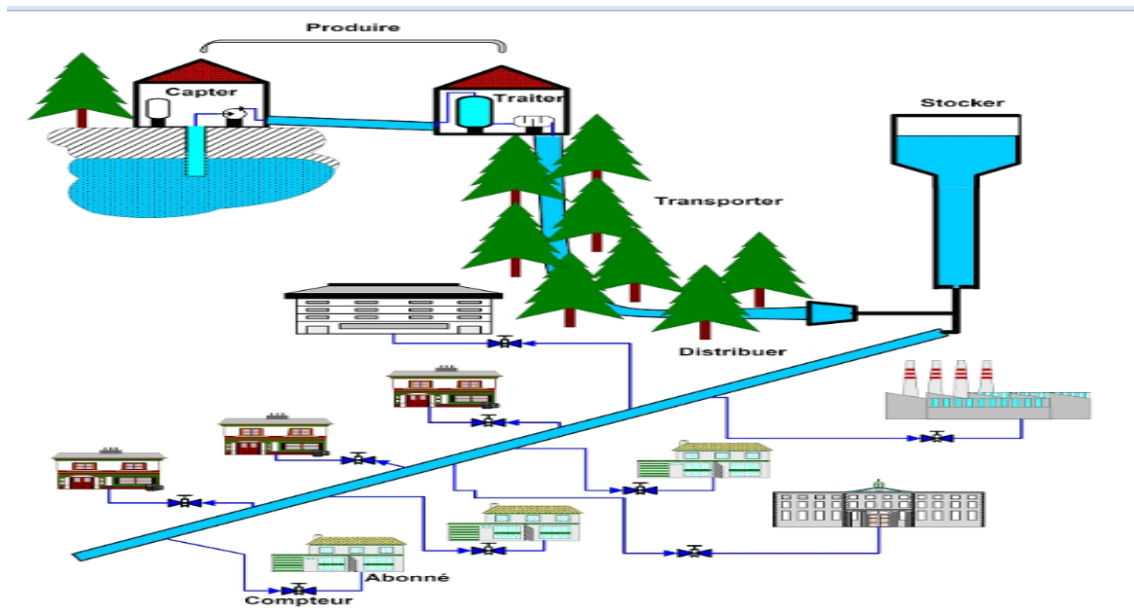


FIGURE 4.1: Schéma cycle d'eau

La superstructure une fois établie, il est possible de définir le système dans sa globalité. Pour aborder l'étude relativement à *un trimestre donnée*, on se pose les questions suivantes :

- Quels sont les paramètres du problème à prendre en considération et comment les estimer dans l'entreprise ADE, unité de Djelfa ? ;
- Quelles sont les variables d'optimisation recherchées ? ;
- Quelles sont les variables d'optimisation recherchées ? ;
- Quelles contraintes a-t-on sur la résolution ? ;
- Et enfin, quels objectifs doit-on satisfaire ?.

## 4.2 Définition et Présentation

Quelques définitions liées à l'activité sont nécessaires pour une bonne compréhension de la modélisation :

### 4.2.1 Agent de recouvrement

Toute personne de service commercial qui s'occupe de relever les niveaux de consommation et distribuer les factures et éventuellement des mises en demeures chez les abonnés.

### 4.2.2 Agent d'exploitation

Toute personne relativement du service d'exploitation dont des tâches consistent à réparer les fuit enregistrés et exécuter les ordres des coupures d'eau les abonnés n'ayant pas payés leurs factures. Ainsi de faire rétablirai le branchement pour lesquelles qui ont régler leurs dette, le branchement pour les nouveaux abonnées.

### 4.2.3 Le chiffre d'affaire

Le chiffre d'affaires d'une entreprise est constitué du montant total des ventes facturées sur une période donnée.

### 4.2.4 Encaissement

Action de mettre en caisse les volumes d'eau facturé et d'autres Préstation (les travaux, l'abonnement...).

### 4.2.5 Décaissement

Action de paiement des salaires, les charges d'exploitation et le financement des investissement ..etc.

### 4.2.6 Volume d'eau produit

C'est la quantité d'eau produite au forage.

### 4.2.7 Volume d'eau facturé

C'est la quantité d'eau consomme par les abonnés et comptabise par l'entreprise.

## 4.3 Les variables de décision

Dans un problème d'optimisation, les variables, sont les composantes du système sur lesquelles il est possible d'agir, afin d'améliorer son fonctionnement. C'est donc en faisant varier le vecteur solution  $x$  que l'on recherche l'optimum de la fonction objectif choisie dans le cas monocritère, et dans le cas multicritère on recherche le meilleur compromis possible entre les différents objectifs.

- $x_1$  : Volume produit (VP) de la période " trimestrielle";
- $x_2$  : Nombre d'employés maquants dans le recouvement ou à l'activité commerciale(ER) ;
- $x_3$  : Nombre d'employés maquants dans la maintenance ou à l'activite technique(EM) ;

- $x_4$  : La masse salariale (MS) de la période " trimestrielle";
- $x_5$  : Le chiffre d'affaire (CA) de la période " trimestrielle";
- $x_6$  : Les encaissements (Enc) (c'est les encaissement sur ventes d'eau + les encaissement des travaux et prestations);
- $x_7$  : Les décaissements (DEnc)(c'est la masse salariale + Decaissement sur les charges d'exploitation + Décaissement sur les charges d'investissement + Décaissements sur detention pour comptes);
- $x_8$  : Il correspond au nombre d'abonnés (NB) devant d'être réellement recensés.

## 4.4 Les données

- N : nombre d'individus des communes gérées durant le trimestre courant. Ce nombre est communiqué par les différentes communes concernées.
- CP : capacité de production à la fin du trimestre courant relevée par les services techniques compétents.
- MSE : masse salariale du trimestre précédent.
- NBE : nombre d'abonnés enregistrés pour la période trimestrielle précédente,
- VF : volume d'eau facturé pour la période du semestre courant. Il est communiqué par le service facturation du département commercial.
- MF : volume de la consommation moyenne d'eau par abonné. Il est donné par :  $MF=VF/NBE$ .
- NF : Nombre de fuites enregistré sur le réseau durant la période trimestrielle.
- P : revenu moyen découlant des prestations de services de la gestion du réseau d'eau potable, du trimestre courant. Il est égal à la somme des valeurs déduites de toutes les prestations, divisé par NBE
- Inv : la valeur des charges d'investissements de la période courante. Elle englobe toutes les charges relatives aux achats de matériels pour améliorer le bon fonctionnement des services de l'entreprise (véhicules, mico ordinateurs, consommable, mobilier...).
- Exp : la valeur des charges d'exploitation de la période courante. Elle englobe toutes les charges relatives aux achats de matériels nécessaires pour le fonctionnement des services de l'entreprise (eau javellisée, vannes, pompes hydrauliques...).
- S1 : salaire moyen d'un agent de recouvrement dans l'activité commerciale.
- S2 : salaire moyen d'un agent d'exploitation dans l'activité technique.
- R : nombre moyen d'abonnés couverts par un agent de recouvrement.
- F : nombre moyens de fuites réparées par un agent d'exploitation.
- C : nombre actuel d'agents d'exploitation (trimestre courant).
- Tr : tarif moyen d'un mètre cube d'eau. Il est égal à 17 DA.
- $d_{min}$  : La dotation minimale journalière c'est-à-dire : le volume produit en litre par jour par habitant : 20 litre par jour par habitant équivalant à  $1,8 m^3$  par trimestre par habitant ;d'apre les norme de Organisation Mondiale de la Sante (OMS).
- $d_{max}$  : la dotation maximale journalière c'est-à-dire : le volume produit en litre par jour par habitant : 180 litre par jour par habitant équivalant à  $16,2 m^3$  par trimestre par habitant ;

## 4.5 Les fonctions objectifs

- ✓ Maximiser le recouvrement de tous les ménages ou foyer. (En considérant que chaque ménage contient 8 personnes) :

$$\text{Max } Z_2 = R * x_2;$$

- ✓ Maximiser le nombre de fuites réparées parmi celles enregistrées sur réseau durant le trimestre :

$$\text{Max } Z_3 = F * x_3 + C;$$

- ✓ Minimiser l'écart entre le chiffre d'affaire et la recette de la période :

$$\text{Min } Z_4 = x_5 - x_6;$$

## 4.6 Les contraintes

- Le volume de production est limité, vu du nombre limité de forages, et donc la capacité de production (Cp) qui est réduite. Ainsi que le volume produit qui doit être supérieur à la dotation minimale  $d_{min}$  et inférieur à la dotation maximale  $d_{max}$ .

$$x_1 \leq CP$$

$$N * d_{min} \leq x_1 \leq N * d_{max}$$

Remarque : soit  $b1 = \min\{CP; N * d_{max}\}$  : Car  $b1 = CP$  ; la distribution d'actuel et n'est pas quotidiennement.

- La masse salariale sur le chiffre d'affaire qui doit être continuellement contrôlée pour ne pas dépasser les normes , généralement admises pour l'activité de distribution de l'eau :

$$x_4 \leq \gamma \times x_5$$

- Le nombre de réparations effectuées durant le trimestre par l'équipe de maintenance ne dépasse pas le nombre de fuites enregistrées. Ainsi la capacité de l'entreprise disponible à réparer les fuites dépend de ses moyens humains et matériels, engendre les trois processus :
  - Augmentation de volume facturé ainsi que du chiffre d'affaire ;
  - Augmentation des charges d'exploitation ;
  - Augmentation de la masse salariale (le salaire (S1) des agents d'exploitation et de recouvrement)

$$F \times x_3 + C \leq NF$$

$$x_4 \leq MES + S1 \times (x_2) + S2 \times (x_3)$$

- Les dépenses d'un trimestre ne doivent pas excéder un taux ( $\beta$ ) de chiffre d'affaire ( $x_5$ ) ;

- Le décaissement recouvre la masse salariale, les charges d'exploitations et les charges d'investissements;
- Le chiffre d'affaire a une relation avec le volume facturé et la prestation; multiplié par le nombre d'abonnés;
- Il faut encaisser au mois un taux ( $\alpha$ ) de chiffre d'affaire .

$$x_7 \leq \beta \times x_5$$

$$x_7 \geq x_4 + Exp + Inv$$

$$x_5 \leq (Tr \times MF + P) \times x_8$$

$$\alpha \times x_5 \leq x_6 \leq x_5$$

## 4.7 Le Modèle

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Max } Z_2 = R \times x_2; \\ \text{Max } Z_3 = F \times x_3 + C \\ \text{Min } Z_4 = x_5 - x_6; \end{array} \right.$$

Sous contrainte

$$\left\{ \begin{array}{l} x_8 \leq (N/F) \\ F \times x_3 + C \leq NF \\ x_4 \leq MSE + S1 \times (x_2) + S2 \times (x_3) \\ x_4 + Exp + Inv \leq x_7 \\ x_5 \leq (Tr \times MF + P) \times x_8 \\ \alpha \times x_5 \leq x_6 \leq x_5 \\ x_7 \leq \beta \times x_5 \\ x_4 \leq \gamma x_5 \\ x_8 - R \times x_2 \leq NAE \\ x_i \in \mathbb{R}^+ \quad i = 4, 5, 6, 7 \\ x_i \in \mathbb{N} \quad i = 2, 3, 8 \end{array} \right.$$

Avec :

$$\alpha, \beta, \gamma \in ]0; 1[$$

Pour résoudre ce modèle nous avons optés pour Méthode de compromis (approche par  $\epsilon$ -contrainte). implémentée sous MATLAB.

**Remarque :**

Maximiser le volume de production :

$$\text{Max } Z_1 = x_1;$$

$$N \times d_{min} \leq x_1 \leq b1 \quad \text{telque } b1 = \text{minimum}\{CP; N * d_{max}\}$$

l'augmentation de la production dépend des variables et paramètres qui dépasse l'entreprise ADE.

Dans le modèle précédent nous avons optimisé la production existante.

### 4.7.1 Méthode de compromis (approche par $\epsilon$ -contrainte)

Une autre façon de transformer un problème d'optimisation multi-objectifs en un problème monobjectif est de convertir  $m - 1$  des  $m$  objectifs du problème en contraintes et d'optimiser séparément l'objectif restant [21].

La démarche est la suivante :

- On choisit un objectif à optimiser prioritairement ;
- On choisit un vecteur de contraintes initial ;
- On transforme le problème conservant l'objectif prioritaire et on transforme les autres objectifs en contraintes d'inégalité.

On appelle aussi cette méthode la méthode de la  $\epsilon$  – *contrainte* [Miettinen [83]]. Le problème peut être reformulé de la manière suivante [7] :

$$\left\| \begin{array}{ll} \text{Minimiser} & f_i(x) \\ \text{tel que,} & f_1(x) \leq \epsilon_1 \\ & \vdots \\ & f_{i-1}(x) \leq \epsilon_{i-1} \\ & f_{i+1}(x) \leq \epsilon_{i+1} \\ & \vdots \\ & f_m(x) \leq \epsilon_m \\ \text{et que} & g(x) \leq 0 \\ \text{avec,} & x \in \mathbb{R}^n, f(x) \in \mathbb{R}^m, g(x) \in \mathbb{R}^q \end{array} \right.$$

L'approche par  $\epsilon$ -contrainte doit aussi être appliquée plusieurs fois en faisant varier le vecteur  $\epsilon$  pour trouver un ensemble de points Pareto efficaces.

Cette approche a l'avantage par rapport aux autres de ne pas être trompée par les problèmes non convexes. Ainsi la figure 3.2 dans le chapitre 3 illustre, en dimension 2, le cas où un point  $(\epsilon; f_{1_{min}})$ , de la partie non convexe, est trouvé. La figure 3.2 montre aussi comment cette approche procède. En transformant des fonctions objectifs en contraintes, elle diminue la zone réalisable par paliers. Ensuite, le processus d'optimisation trouve le point optimal sur l'objectif restant.

### 4.7.2 Application de la méthode de compromis (approche par $\epsilon$ -contrainte)

Pour transformer le modèle multi-objectifs en un modèle monobjectif, Nous avons choisit l'objectif  $Min Z_4 = x_5 - x_6$  à optimiser prioritairement et on transforme les autres objectifs en contrainte d'inégalité.

$$\left\| \begin{array}{l} Min Z_4 = x_5 - x_6; \end{array} \right.$$

Sous contrainte

$$\left\{ \begin{array}{l} x_8 \leq (N/F) \\ F \times x_3 + C \leq NF \\ x_4 \leq MSE + S1 \times (x_2) + S2 \times (x_3) \\ x_4 + Exp + Inv \leq x_7 \\ x_5 \leq (Tr \times MF + P) \times x_8 \\ \alpha \times x_5 \leq x_6 \leq x_5 \\ x_7 \leq \beta \times x_5 \\ x_4 \leq \gamma x_5 \\ x_8 - R \times x_2 \leq NAE \\ R \times x_2 \geq \epsilon_1 \\ F \times x_3 \geq \epsilon_2 \\ x_i \in \mathbb{R}^+ \quad i = 2, \dots, 8 \end{array} \right.$$

Avec :

$$\alpha, \beta, \gamma \in ]0; 1[$$

$\epsilon_1$  le nombre d'agent de recouvrement a ajouté.  $\epsilon_2$  : les fuites supplémentaire à réparer.

## 4.8 Résolution et interprétation des résultats

On a élaboré une application sous MATLAB, pour la résolution de notre modèle.

The screenshot shows a MATLAB application window titled 'mai'. It contains the following sections:

- Données (Data):**
  - Salairé moyen (masse salariale/effectif): 137 KILO DA
  - Recouvrement moyen par employé R: 1560
  - Nombres moyen de fuites réparés/Employé: 6
  - Dotation minimale/trim par personne D\_min: 5.58
  - Dotation maximale/trim par personne D\_max: 16.2
  - Prix moyen: 17 DA/ M3
  - Exp +Inv: 2000 KILO DA
  - C: 200
  - Moyenne Facturation: M3/ Abonné
- Constante (Constants):**
  - Nombre de population gérée N: 706252
  - Capacite de la production Cp: 6420
  - Volume production: 5540 KILO DA
  - Encien masse salariale MSE: 46899
  - Nombre d'abonné enregistre NAE: 78133
  - Nombre de fuites enregistre NF: 392
  - Réparation de fuites NE : e: 20
  - Volume facture VF: 2624 KILO M3
  - Prestation P: 0.192 KILO DA
- Paramètres (Parameters):**
  - Taux encaissement par rapport ou chiffre d'affaire "Alpha": 0.6
  - Taux décaissement par rapport ou chiffre d'affaire "Beta": 0.9
  - Taux Masse salarial par rapport ou chiffre d'affaire "Gamma": 0.8
- Résultats (Results):** A table with columns for variables X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, and Z.

At the bottom, there are two buttons: 'Quitte' (red) and 'Execute' (blue).

FIGURE 4.2: L'interface de l'application

### 4.8.1 Les paramètres d'entrées de l'application

### 4.8.2 Paramètres de Performance

Les paramètre de performance et fixe le décideur (ministère, le DG de l'ADE, directeur régional, directeur d'unité).

On remarque après implémentation du modèle posé précédemment (voir le programme multiojectif 4.7), que :

- L'argumentation des paramètres de performance du système entraine l'infaisabilité du problème, cela est dû au fait que l'entreprise n'a pas un bon mode de fonctionnement,
- Diminuer les paramètres de performance sauf pour le taux de la masse salariale qui sera argumenter au maximum ; l'entreprise ne pourra pas faire de bénéfice, elle va se contenter de payer les salaires de ses employés.

Constante		
Désignation	Valeur	unite
La population gère N :	706252	Personne
La capacité de production :	642	$10^3 M^3$
Ancien masse salarial MSE :	46899	$10^3 DA$
Nombre d'abonnées enregistré NAE :	78133	Abonnée
Nombre de fuites enregistré NF :	392	Fuite
Volume facturé :	2624	$10^3 M^3$
Préstation P :	4.3	$10^3 DA$

TABLE 4.1: Tableau des données ADE Unite Djelfa du premier trimestre 2014.

Taux et hypothèses		
Désignation	Valeur	unite
Salaire moyen/Employé	137	$10^3 DA$
Recouvrement moyen par employé	1560	Emplies
Nombres moyen de fuites réparés/Employé	6	Fuites
Dotation minimale/trim par personne $D_{min}$ :	1.8	$M^3$ /Trim par personne
Dotation maximale/trim par personne $D_{max}$ :	16.2	$M^3$ /Trim par personne
Tarif moyen TM :	17	$DA/M^3$
Moyenne des charges d'exploitation et d'investissement :	49 165	$10^3 DA$

TABLE 4.2: Tableau des données ADE Unite Djelfa du premier trimestre 2012.

Parametre Performance	
Désination	Pourcentage %
Taux encaissement par rapport ou chiffre d'affaire $\alpha$	10 %
Taux décaissement par rapport ou chiffre d'affaire $\beta$	10 %
Taux Masse salarial par rapport ou chiffre d'affaire $\gamma$	80 %

TABLE 4.3: Paramètres de performance

### 4.8.3 Résultats obtenus

La résolution de notre modèle par l'application mise en œuvre sous MATLAB nous donne les résultats suivants représentés dans le tableau ci-dessus :

The screenshot shows a MATLAB application window titled 'mai'. It is divided into several sections:

- Données:** Contains input fields for 'Salaire moyen (masse salariale/effectif)' (137 KILO DA), 'Recouvrement moyen par employé R' (1560), 'Nombres moyen de fuites réparés/Employé' (6), 'Dotation minimale/trim par personne D\_min' (5.58), 'Dotation maximale/trim par personne D\_max' (16.2), 'Prix moyen' (17 DA/ M3), 'Exp +Inv' (2000 KILO DA), 'C' (200), and 'Moyenne Facturation' (29.7763 M3/ Abonné).
- Paramètres:** Contains 'Taux encaissement par rapport ou chiffre d'affaire "Alpha"' (0.9), 'Taux décaissement par rapport ou chiffre d'affaire "Beta"' (0.9), and 'Taux Masse salarial par rapport ou chiffre d'affaire "Gamma"' (0.8).
- Constante:** Contains 'Nombre de population gérée N' (706252), 'Capacité de la production Cp' (6420), 'Volume production' (5540 KILO DA), 'Ancien masse salariale MSE' (46899), 'Nombre d'abonné enregistre NAE' (78133), 'Nombre de fuites enregistre NF' (392), 'Réparation de fuites NE' (20), 'Volume facture VF' (2624 KILO M3), and 'Prestation P' (0.192 KILO DA).
- Résultats:** A table showing the values of decision variables: X2 (7), X3 (4), X4 (4.9036e+04), X5 (6.1443e+04), X6 (6.1443e+04), X7 (5.3736e+04), X8 (88194), and Z (0).

Buttons for 'Quitte' (red) and 'Execute' (blue) are located at the bottom.

FIGURE 4.3: L'interface de l'application

Variable de décision			Fonctions objectifs		
Désignation	Valeur	Unite	Désignation	Valeur	Unite
$x_1$	642	$10^3 M^3$	$Z_1$	642	$10^3 M^3$
$x_2$	7	Employé			
$x_3$	4	Employé	$Z_2$	3120	Abonné
$x_4$	51166	$10^3 DA$			
$x_5$	61443	$10^3 DA$	$Z_3$	290	Fuite
$x_6$	61443	$10^3 DA$			
$x_7$	53736	$10^3 DA$	$Z_4$	0	$10^3 DA$
$x_8$	88281	Abonné			

TABLE 4.4: Tableau Résultat du ADE Unite Djelfa Du premier trimistre 2014

### 4.8.4 Interprétation des résultats

- On constate que la masse salariale a une part importante par rapport au chiffre d'affaire ce traduit par une difficulté d'empêchement du nouvel employeur.

- La première fonction objectif atteint son maximum, quand la production soit maximale cela oblige la recherche de nouveaux sources (forage).
- Il y a un important des abonnés non recensés ” considérés comme des branchements illi-cits) ; qui agit sur le chiffre d’affaire.

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté un modèle qui représentatif de l'établissement Public Algérienne des Eaux (EP ADE) de l'unité de Djelfa.

On a élaboré un programme sous le langage MATLAB, pour résoudre ce modèle notre problème après exécution nous avons obtenus les résultats. On doit élargir les paramètres de performance d'une part, et de chercher des nouvelles sources d'alimentation d'eau potable pour satisfaire les usagers. Concernant le recouvrement il y a plusieurs abonnés non enregistrés, qui doivent être recensés pour la rentabilité d'ADE.

# *Conclusion générale*

Dans ce travail, on a abordé l'analyse sectorielle par l'analyse multicritère, en premier lieu on a expliqué la notion d'étude d'un secteur en plusieurs angles et dimensions (sa définition, ses objectifs, ses acteurs et ses critères). Sachant que notre champ pratique est un secteur public à caractère économique, puis en mettant l'accent sur la monopolisation du secteur et sa stratégie en donnant les quatre niveaux de décisions.

Enfin, on a cité les étapes à suivre pour faire une analyse rationnelle d'un secteur.

Notre champ d'étude est le secteur des ressources en eau en Algérie, dont nous avons présenté l'évolution à travers l'histoire passant de sa législation, ses externalités, son organisation, la gestion de l'offre et de la demande.

Nous avons choisi l'Algérienne des eaux (ADE), comme une structure qui monopolise le secteur de la gestion l'eau dans chaque wilaya en donnant sa définition, ses missions, son organisation et ses mécanismes, illustré par un schéma d'organisation.

Nous avons présenté les principaux concepts autour desquels s'articule l'analyse multicritère d'aide à la décision. En particulier elle s'intéresse à la construction des décisions satisfaisantes, en considérant toutes les dimensions subjectives qui peut apparaître au cours d'un processus de décision, la différence fondamentale qui existe entre les sciences de l'aide à la décision. Alors que l'analyse multicritère a pour objectif de trouver une décision optimale à partir d'une vision supposée objective de la réalité. Pour cela, nous avons exposé les méthodes (d'agrégation partielle ; d'agrégation complète et interactive).

On a élaboré une application en programme de langage MATLAB, ayant pour objectif de résoudre ce modèle, on a obtenu que le décideur doit élargir les paramètres de performance d'une part, et de chercher des nouvelles sources d'alimentation d'eau potable pour satisfaire les usagers. Concernant le recouvrement il y a plusieurs abonnés non enregistrés, qui doivent être recensés pour la rentabilité d'ADE.

# Annexe

## Annexe A : Principes généraux de la loi sur l'eau de l'algerie

**Article 2.** *Les objectifs assignés à l'utilisation, à la gestion et au développement durable des ressources en eau visent à assurer : l'approvisionnement en eau à travers la mobilisation et la distribution d'eau en quantité suffisante et en qualité requise, pour satisfaire en priorité les besoins de la population et de l'abreuvement du cheptel et pour couvrir la demande de l'agriculture, de l'industrie et des autres activités économiques et sociales utilisatrices d'eau ; la préservation de la salubrité publique et la protection des ressources en eau et des milieux aquatiques contre les risques de pollution à travers la collecte et l'épuration des eaux usées domestiques et industrielles ainsi que des eaux pluviales et de ruissellement dans les zones urbaines ; la recherche et l'évaluation des ressources en eau superficielles et souterraines ainsi que la surveillance de leur état quantitatif et qualitatif ; la valorisation des eaux non conventionnelles de toutes natures pour accroître les potentialités hydriques la maîtrise des crues par des actions de régulation des écoulements d'eaux superficielles pour atténuer les effets nuisibles des inondations et protéger les personnes et les biens dans les zones urbaines et autres zones inondables.*

**Article 3.** *Les principes sur lesquels se fondent l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau sont le droit d'accès à l'eau et à l'assainissement pour satisfaire les besoins fondamentaux de la population dans le respect de l'équité et des règles fixées par la présente loi, en matière de services publics de l'eau et de l'assainissement ; le droit d'utilisation des ressources en eau, dévolu à toute personne physique ou morale de droit public ou privé, dans les limites de l'intérêt général et dans le respect des obligations fixées par la présente loi et les textes réglementaires pris pour son application ; la planification des aménagements hydrauliques de mobilisation et de répartition des ressources en eau dans le cadre de bassins hydrographiques ou de grands systèmes aquifères constituant des unités hydrographiques naturelles, et ceci, dans le respect du cycle de l'eau et en cohérence avec les orientations et les instruments d'aménagement du territoire et de protection de l'environnement ; la prise en compte des coûts réels des services d'approvisionnement en eau à usage domestique, industriel et agricole et des services de collecte et d'épuration des eaux usées, à travers des systèmes tarifaires la récupération suffisante des coûts d'intervention publique liés à la protection quantitative et qualitative des ressources en eau et des milieux aquatiques, à travers des systèmes de redevances d'économie d'eau et de protection de sa qualité la systématisation des pratiques d'économie et de valorisation de l'eau par des procédés et des équipements appropriés ainsi que le comptage généralisé des eaux produites*

*et consommées, pour lutter contre les pertes et le gaspillage ; la concertation et la participation des administrations, des collectivités territoriales, des opérateurs concernés et des représentants des différentes catégories d'usagers, pour la prise en charge des questions liées à l'utilisation et à la protection des eaux et à l'aménagement hydraulique, au niveau des unités hydrographiques naturelles et au niveau national. Source : Loi sur l'eau (2005).*

## **Annexe B : Organisation du ministère des ressources en eau**

Le Ministre dirige le Cabinet, le Secrétariat général et l'Inspection générale. Le Secrétariat général est responsable de huit directions :

- La DEAH (Direction des études et des aménagements hydrauliques). Cette direction est chargée, en coordination avec les sous-secteurs des ressources en eau et des projets d'irrigation, de la collecte des données et du suivi. Elle est également chargée de soumettre un schéma directeur relatif aux infrastructures hydrauliques et de mettre en place un système d'information pour le secteur.

- La DMRE (Direction de la mobilisation des ressources en eau). Cette direction définit la politique de production et de stockage de l'eau. La DMRE initie des études de faisabilité et surveille les infrastructures de stockage et de transfert. Elle propose également des règles et des normes relatives à l'exploitation et à la gestion des infrastructures hydrauliques et en assure le suivi.

- La DAEP (Direction de l'alimentation en eau potable). Cette direction définit les mesures à prendre pour satisfaire la demande domestique et industrielle d'eau. Elle assure le suivi des études correspondantes, des programmes, des opérateurs et de la mise en oeuvre. Elle définit les règles et normes relatives à la conception et l'exploitation des infrastructures. Elle est chargée du suivi de la qualité de l'eau et de la répartition des ressources. La DAEP est également chargée d'initier et de mener à bien des réformes de la production et de la distribution de l'eau.

- La DAPE (Direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement). C'est à cette direction qu'incombent toutes les décisions destinées à protéger les ressources en eau. Pour ce faire, la DAPE définit et met en oeuvre des mesures pour la collecte, le traitement et la réutilisation des eaux usées. Elle initie et assure le suivi des études y afférentes. Elle définit des règles et normes relatives à la qualité des effluents et au fonctionnement et à l'entretien des stations de traitement et du réseau. Elle participe, avec tous les secteurs concernés, à la mise en oeuvre des politiques environnementales et sanitaires. Elle est également chargée de reformer l'administration du sous-secteur de l'assainissement.

- La DHA (Direction de l'hydraulique agricole). Cette direction définit les mesures d'irrigation et de drainage. La DHA participe à l'élaboration de plans nationaux et régionaux d'irrigation et aux activités de drainage. Elle est chargée d'élaborer les normes relatives aux réseaux et au matériel d'irrigation. Elle élabore et exécute des politiques et des projets liés à la production et au stockage d'eau d'irrigation. Elle assure le suivi de toutes les activités au niveau du sous-secteur. Elle est chargée de reformer l'administration du sous-secteur de l'irrigation.

- La DPAE (Direction de la planification et des affaires économiques). Cette direction participe à toutes les études de faisabilité et est chargée d'évaluer les impacts économiques. Elle est chargée de coordonner la planification des investissements. Une fois les projets et les programmes sélectionnés, la DPAE est chargée de rechercher les financements intérieurs et extérieurs. Elle assure le suivi de l'exécution des projets et des programmes. Elle est chargée des relations avec le ministère des Finances.
- La DRHFC (Direction des ressources humaines, de la formation et de la coopération). Cette direction est chargée de la gestion des ressources humaines. La DRHFC est également responsable de la coopération avec les universités et des activités de recherche. Elle est responsable des archives du secteur.
- La DBMR (Direction du budget, des moyens et de la réglementation). Cette direction évalue tous les besoins opérationnels relatifs à l'administration. Elle gère le budget correspondant. Elle contrôle les dépenses de l'administration. La DEMR est également chargée des études juridiques et participe à la rédaction des documents juridiques relatifs au secteur de l'eau.

• Les DHW (Directions hydrauliques de wilaya) sont les représentations régionales du ministère des ressources en eau. Elles mettent en oeuvre la politique et le programme d'investissement sectoriel au niveau des régions. Elles sont également chargées d'exécuter des projets financés par les walis. Elles transmettent les besoins du maire à l'administration centrale.

Il existe cinq EPIC dans le secteur de l'eau, tous placés sous la tutelle du ministère :

- L'ANBT (Agence nationale des barrages et transferts). L'ANBT est chargée de toutes les études de faisabilité. Elle est responsable de la passation des marchés, de l'exécution, du suivi et de l'évaluation des projets. L'agence est également chargée de veiller au fonctionnement et à l'entretien des infrastructures et de veiller à l'exécution de tout ou partie de ces activités, le cas échéant.
- L'ANRH (Agence nationale des ressources en eau). Cette agence est chargée de la collecte des données relatives aux ressources en eau (situation géographique, quantité, qualité, etc.), Elle est chargée d'assurer la conservation de l'eau par la mise en place de réseaux de contrôle de la qualité et par l'établissement d'une cartographie. L'ANRH étudie tous les phénomènes ayant une incidence sur la base de ressources, notamment l'érosion, la salinité, etc. Elle est chargée de contrôler les inondations. Elle établit la liste des terrains disponibles pour l'irrigation et est responsable du suivi de la qualité des terrains sous irrigation et drainage.
- L'ONID (Agence nationale de l'irrigation et de drainage). Cette agence est chargée des études de faisabilité et de la mise en oeuvre des projets d'irrigation. Elle fournit également une assistance à l'OPI pour l'exploitation et la gestion des grands périmètres d'irrigation.
- L'ADE (Agence nationale de distribution d'eau). L'ADE est chargée de la mise en oeuvre de la politique d'approvisionnement en eau par l'exploitation, la gestion et le renouvellement de la production, du transfert et du stockage de l'eau, ainsi que des activités de distribution d'eau à usage domestique et industriel. Elle est chargée du contrôle de la qualité de l'eau. Elle est chargée d'améliorer l'efficacité dans l'utilisation de l'eau par la gestion des réseaux et l'application de mesures de conservation de la ressource et de gestion de la demande. Elle planifie et exécute les programmes d'investissement.
- L'ONA (Agence nationale pour l'assainissement). En rapport avec les municipalités, cette agence est responsable de la conservation des ressources en eau et de la mise en oeuvre de la

politique d'assainissement. L'ONA est chargée d'exécuter les études de faisabilité, d'assurer le suivi des équipements et ouvrages d'assainissement (stations de traitement, collecteurs et réseaux), et d'exploiter et gérer toutes ces infrastructures. Elle est chargée de la sensibilisation des populations à travers des campagnes médiatiques et des programmes éducatifs dans les écoles.

## Annexe C : Organigramme de l'ADE

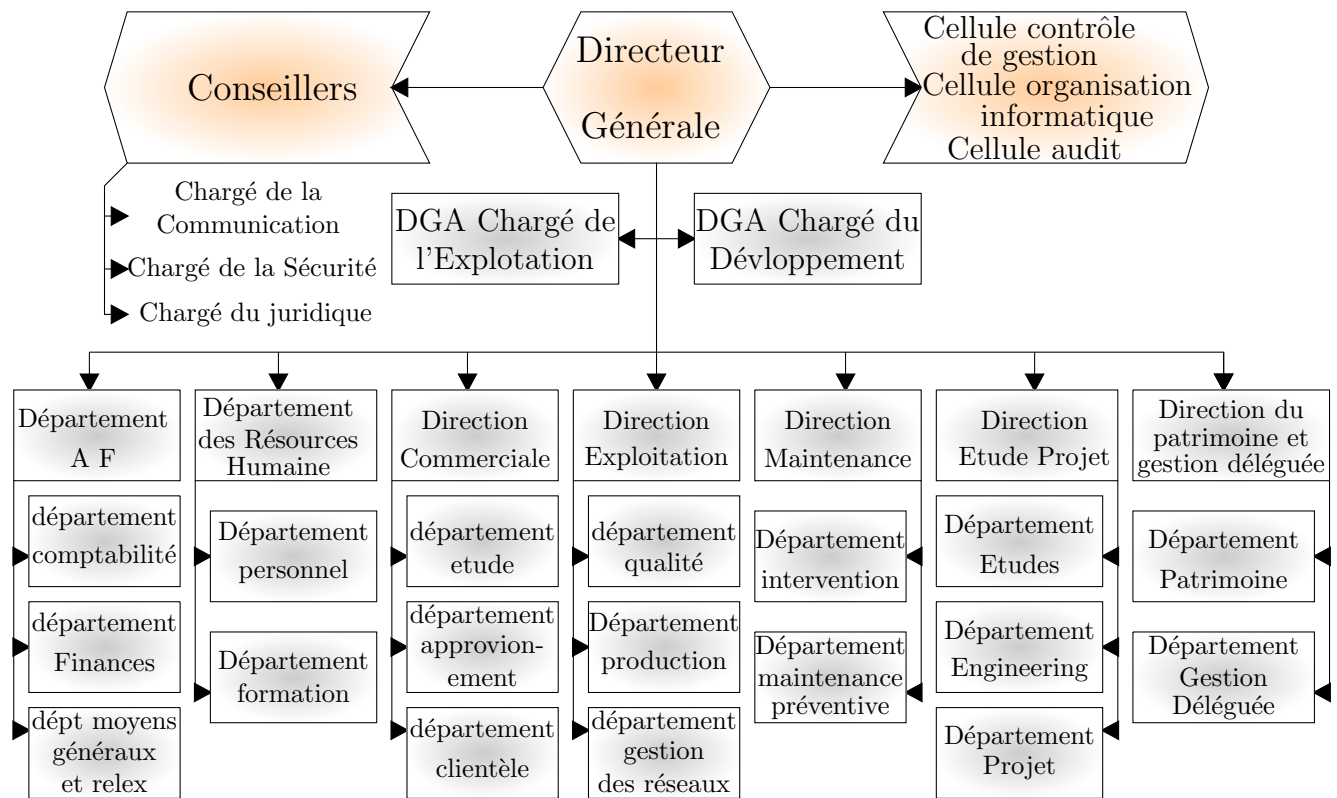


FIGURE 4: ORGANIGRAMME DE L'ADE

## Annexe D : Communes gérées par l'ADE de Djelfa

### Communes gérées par L'ADE Unité DE DJELFA

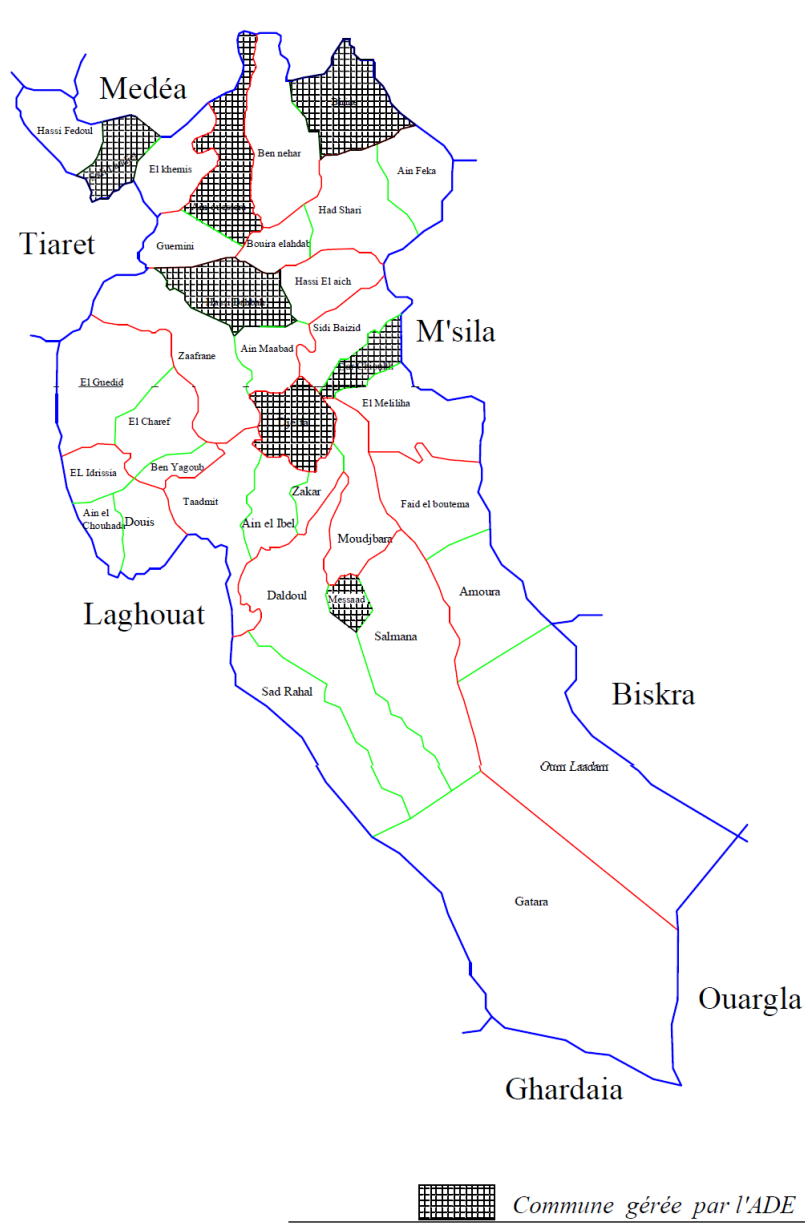


FIGURE 5: Communes gérées par l'ADE de l'unité de Djelfa

## Annexe E : Organigramme de la direction de l'unité de Djelfa

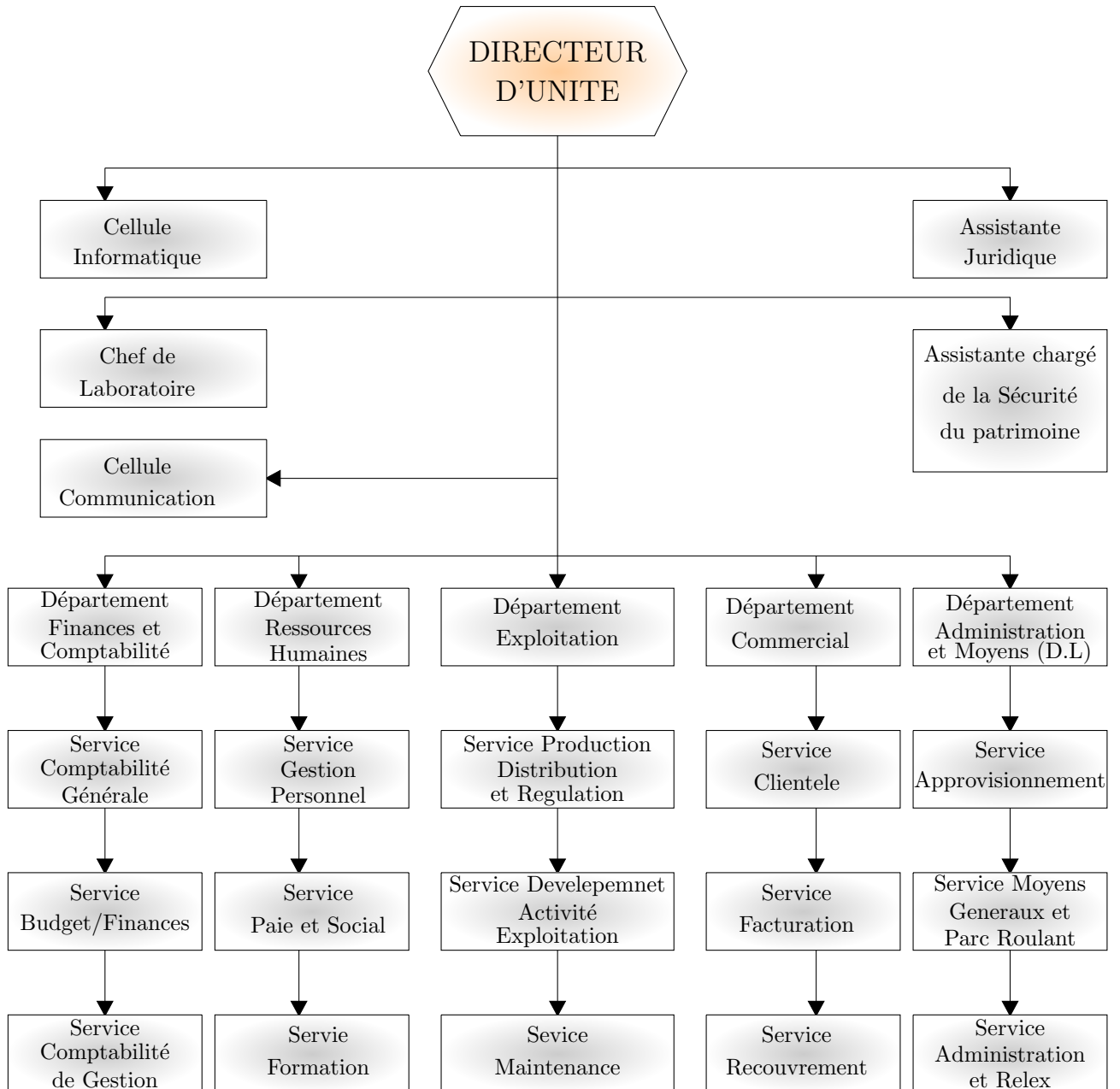


FIGURE 6: Organigramme de la direction unite de Djelfa

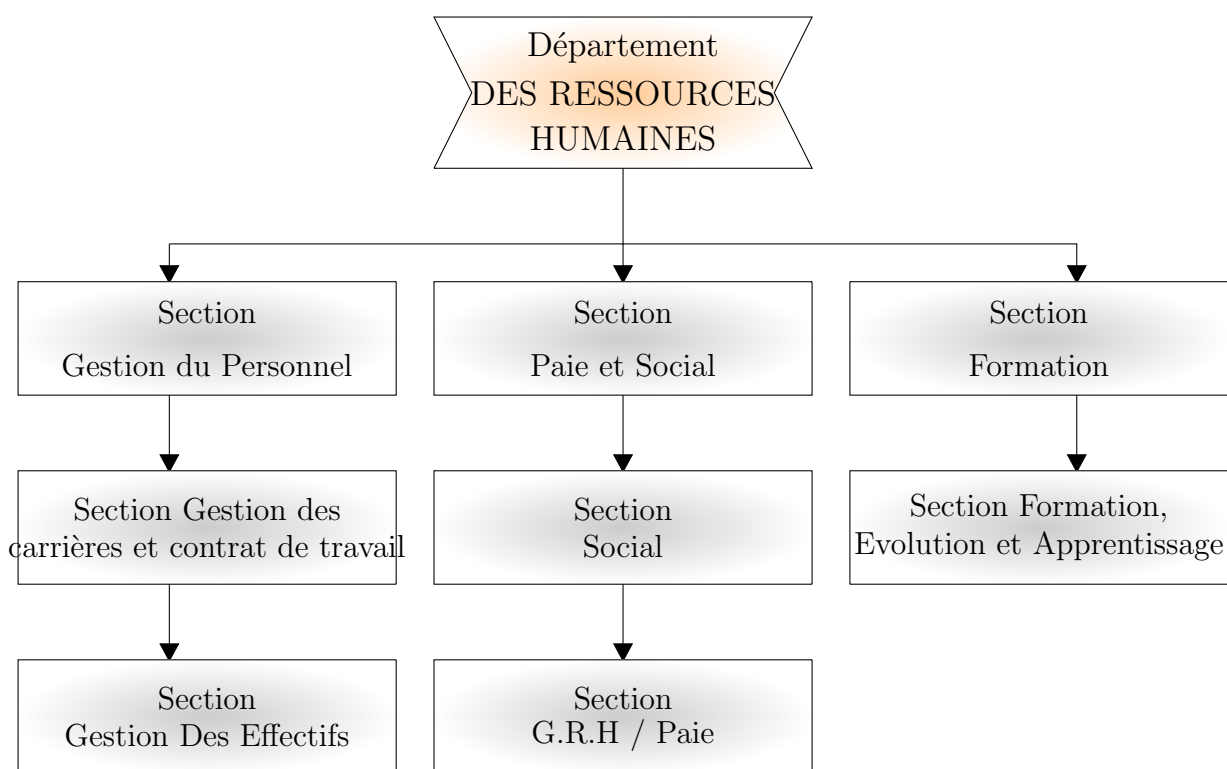


FIGURE 7: ORGANIGRAMME DE LA DRH

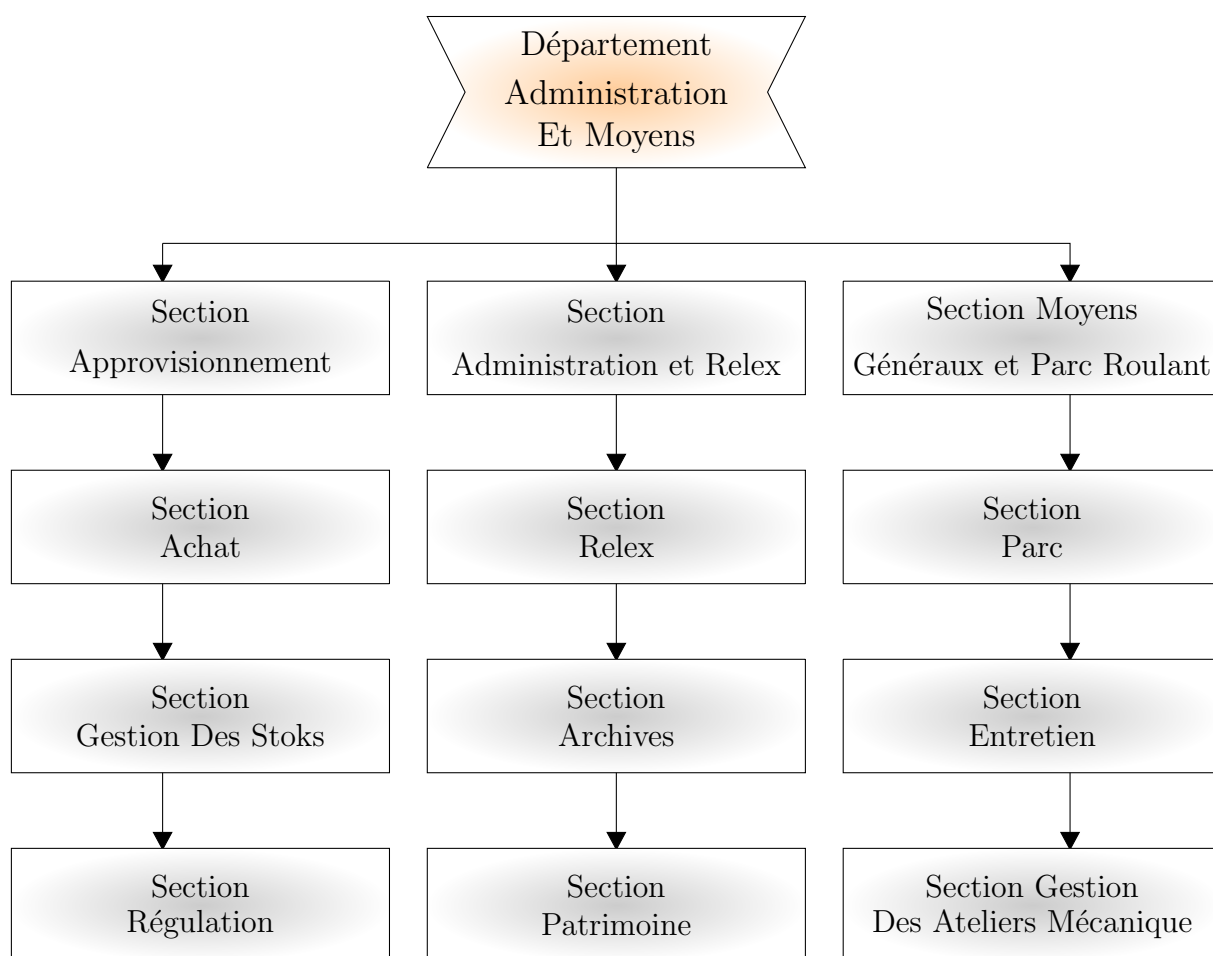


FIGURE 8: ORGANIGRAMME DU DEPARTEMENT ADM ET MOYENS

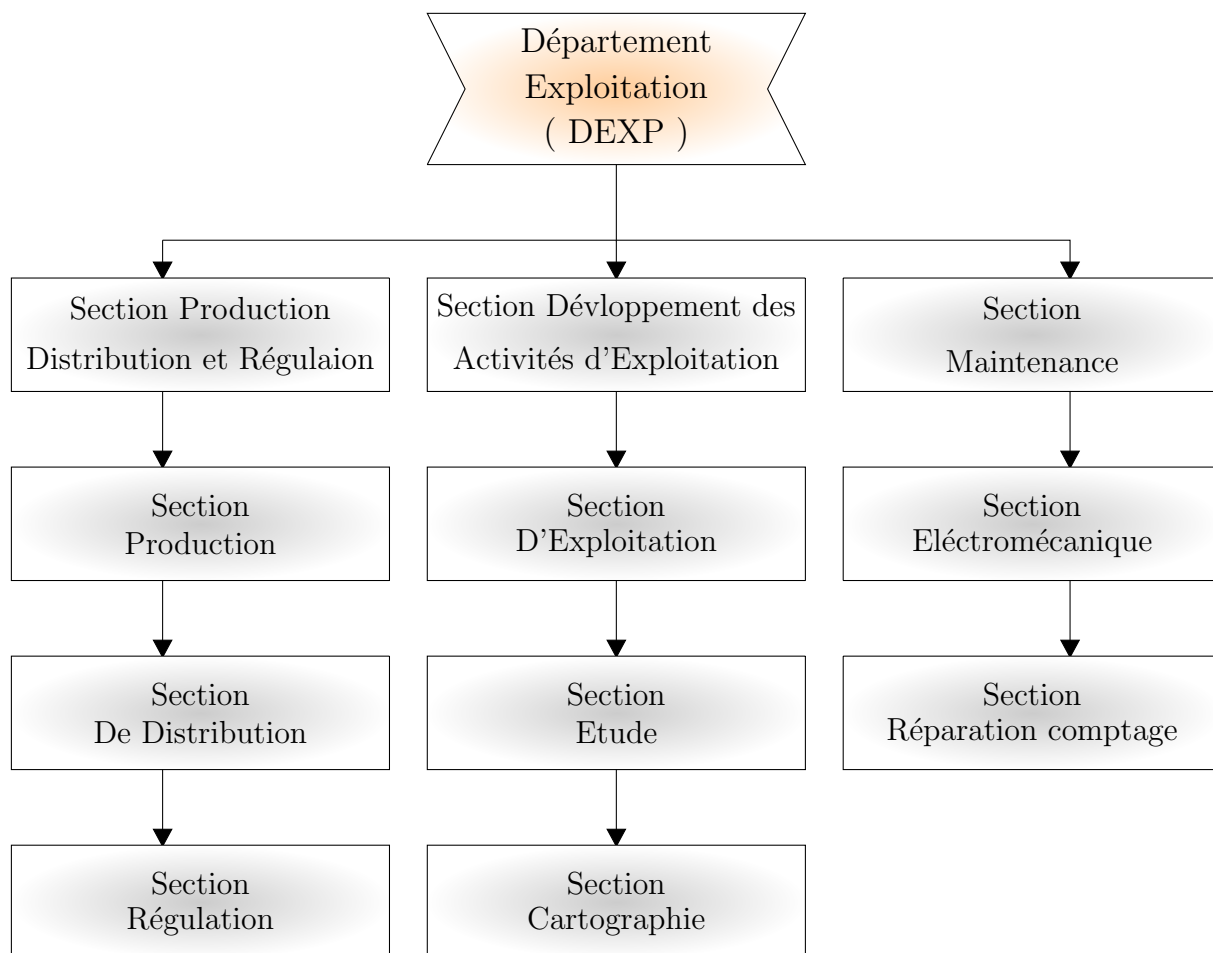


FIGURE 9: ORGANIGRAMME DU DEPARTEMENT EXPLOITATION

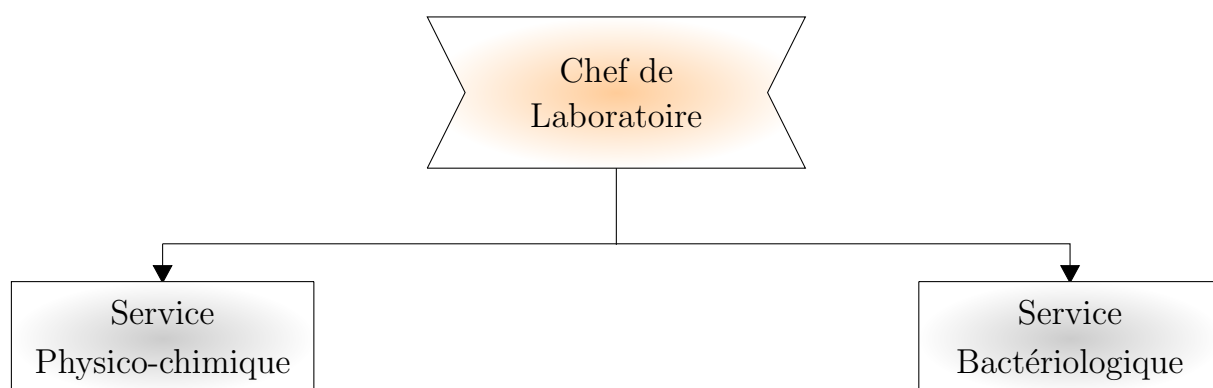


FIGURE 10: ORGANIGRAMME DU LABORATOIRE

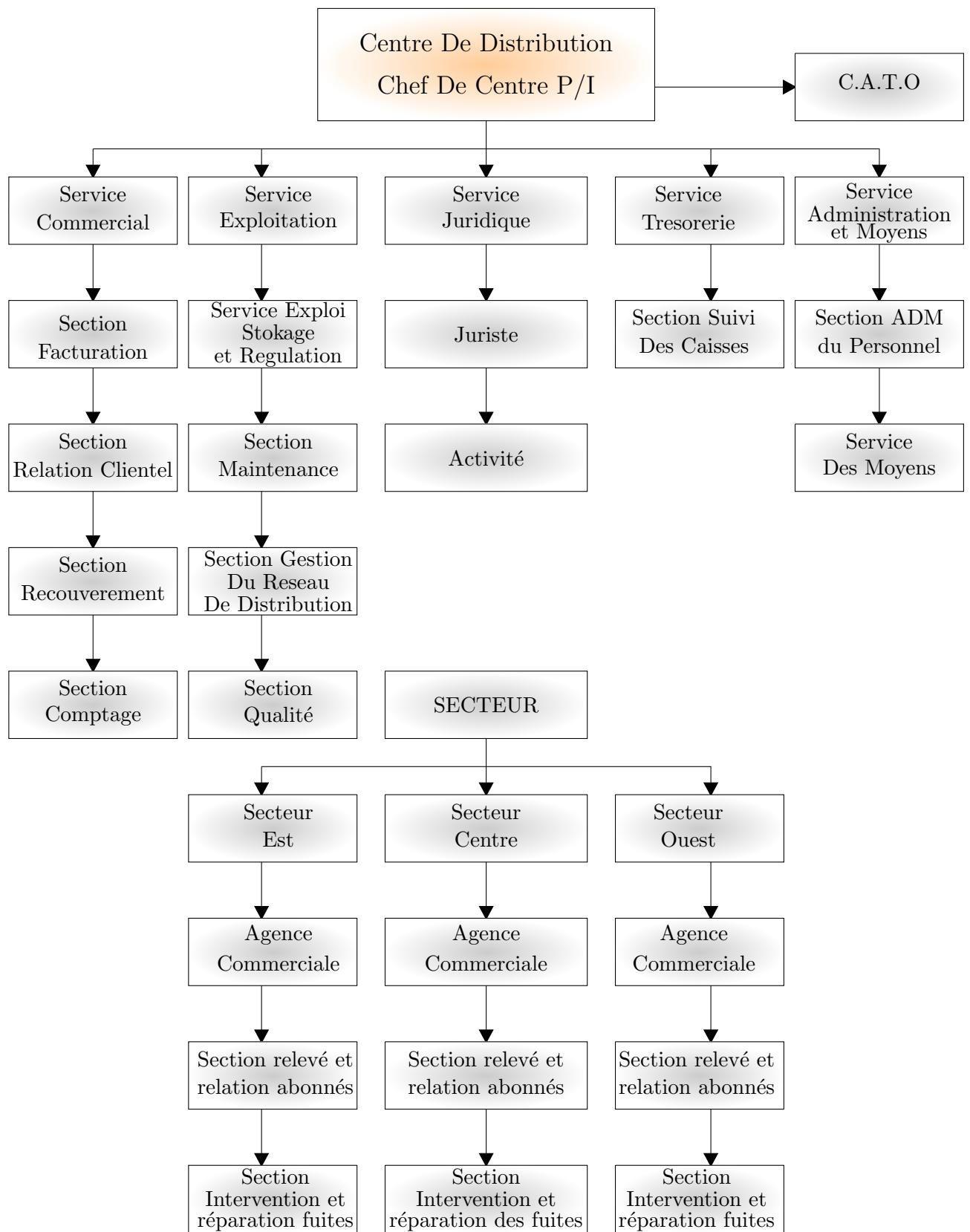


FIGURE 11: ORGANIGRAMME DU CENTRE DE DISTRIBUTION

# Bibliographie

- [1] A. HERTZ, B. JAUMARD, C. R., AND FILHO., W. F. A multi-criteria tabu search approach to cell formation problems in group technology with multiple objectives. *RAIRO Operations Research*, 28(3) (1994.), 303–328.
- [2] ABDELAZIZ, F., K. S., AND CHAOUACHI, J. Meta-heuristics : Advances and trends in local problems,. *Kluwer Academic Publishers*. ((1999)), 205i;  $\frac{1}{2}$ 212.
- [3] ALBERTO, L., AND DUTRA, F. *Méthode multicritère d'Aide à la Décision : une approche pour la chaine logistique verte intégrant le transport intermodal*. Université Paul Verlaine de Metz, 2007.
- [4] ALLENSON, R. Genetic algorithms with gender for multi-function optimisation. *Technical Report EPCC-SS92-01, Edinburg Parallel Computing Center, Edinburg, Scotland*. (1992).
- [5] AMOKRANE, S. Algorithme génétique pour le problème d'ordonnancement dans un synthèse de haut niveau pour contrôleurs dédiés. Master's thesis, Université de Batna, Algeria, 2002.
- [6] AZARM. s. multiobjective optimum desig. [www.glue.umd.edu/azarm/optimum\\_notes/multi/multi.html](http://www.glue.umd.edu/azarm/optimum_notes/multi/multi.html) (1996).
- [7] BARICHARD. v. *Approches hybrides pour les problèmes multiobjectifs*. PhD thesis, Ecole Doctorale d'Angers, 24 Novembre 2003.
- [8] BARNIER, N., B. P. Optimisation par algorithme génétique sous contraintes. *Technique et science informatiques* 18 (1999).
- [9] BENBLIDIA, M. L'efficacité d'utilisation de l'eau et approche économique. Tech. rep., Plan Bleu (Sophia Antipolis), juin 2011.
- [10] BENSON, H. Optimization over the efficient set,. *Journal of Mathematical Analysis* 98 (1984), 562–580.
- [11] BERGE, C. *Graphes*. BORDAS-Paris, 1983.
- [12] BERNARD, F. *Traitement des Relations Intransitives : le noyau du graphe*. 1999.
- [13] BONOMI. E; J. L. LUTTON. *Le recuit simulé, pour la science*. number 129, pages 68-77, July 1988.
- [14] BORKEN, J. Evaluation of environmental indicators for transport with electre tri. *Seminar PIE of INRETS* (2005).
- [15] BRANS, J. P., VINCKE, P., AND MARESCHAL, B. The promethee method : how to select and how to rank projects. *European Journal of Operational Research* 24 : 228-238 (1986).

- [16] C. H. PAPANITRIOU, E. K. S. Combinatorial optimization : algorithms and complexity. *Prentice-Hall*. (1982).
- [17] CHAMBERLIN, E. H. *The Theory of Monopolistic Competition*. Cambridge, Mass, Harvard ,University Press, 1950.
- [18] CLERC. M ; P. SIARRY. Une nouvelle métaheuristique pour l'optimisation difficile : la méthode des essais particuliers. Tech. rep., France Télécom R D ; Université Paris 12, 17/09/2004.
- [19] COELLO., C. C. Using a min-max method to solve multiobjective optimization problems with genetic algorithms. In *IBERAMIA'98*, Springer Verlag. 1993, (1998.), 303–314.
- [20] COELLO COELLO. C. A. An updated survey of g.a based multiobjective optimization techniques. *Technical report Lania-RI-98-08 Laboratorio Nacional Avanzada, Xalapa, Veracruz, Mexico* (December 1998).
- [21] COLLETTE. Y ; SIARRY P. *Multiobjective Optimization*. Cranfield Bedford MK43 0AL UK, August 2003.
- [22] COURBIS, C. *La délégation des services publics d'eau potable : un mode de gestion efficace ? Le cas de la distribution d'eau en France, à travers l'exemple du contrat de délégation de service public de la ville de Lyon avec Veolia*. Université lumière lyon 2, Institut d'Etudes Politiques de Lyon, septembre 2008.
- [23] CURRENT, J., AND MARSH, M. Multiobjective transportation network design and routing problems : taxonomy and annotation. *European Journal of Operational Research*, 65 ((1993)), 4–19.
- [24] DAHL, G., J. K., AND LOKKETANGEN, A. A tabu search approach to the channel minimization problem. In *Liu, G., Phua, K.-H., Ma, J., Xu, J., Gu, F., and He, C., editors, Optimization - Techniques and Applications, ICOTA'95, volume 1, Chengdu, China. World Scientific*. (1995), 369–377.
- [25] DAUER, J. Optimization over the efficient set using an active constraint approach. *ZOR-Methods and Models of Operations Research* 35 (1994), 541–563.
- [26] D.CHAABANE. *Contribution A L'Optimisation Multicritère Envariables Discretas*. Faculté Polytechnique de Mons, 2006-2007.
- [27] DEGOUTIN, F., E. G. X. Un retour d'expérience sur la résolution de problèmes combinatoires bi-objectifs. *Proceedings de la Conférence sur la Programmation Mathématique MultiObjectif (PM2O)*. (2002).
- [28] DELORME. X. *Modélisation et résolution de problèmes liés à l'exploitation d'infrastructures ferroviaires*. PhD thesis, l'université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, 2003.
- [29] DESPONTIN, M., MOSCAROLA, J., AND SPRONG, J. *A user-oriented listing of multiple criteria decision methods*. Revue Belge de Statistique, d'Informatique et de Recherche Opérationnelle, 1980.
- [30] DRÉO, J., P. A. S. P. T. E. *Métaheuristicques pour l'optimisation difficile*. EYROLLES, 2005.
- [31] DUVIGNEAU, R. *Introduction aux méthodes d'optimisation sans Gradient pour l'optimisation et le contrôle en mécanique des fluides*. INRIA, Sophia-Antipolis, France, 2006.

- [32] EHRGOTT, M., E. G. X. A survey and annotated bibliography of multiobjective combinatorial optimization. *OR Spektrum*, 22 (2000), 425–460.
- [33] EHRGOTT, M., E. G. X. A survey and annotated bibliography of multiobjective combinatorial optimization. *OR Spektrum*, 22, (2000), 425–460.
- [34] EHRGOTT, M. *Multicriteria optimization*, vol. 2005. Springer.
- [35] ESCHENAUER, H ; J. KOSKI, A. O. *Multicriteria design optimisation : Procedures and Applications*. Springer, 1990.
- [36] ET SANDRINE VAUCELLE, E. H. *Les utilisations de l'eau et leurs gestions*. Université virtuelle enrenement et développement, université du maine, univertsité du michel de montaigne bordeaux 3, univertsité rennes, juin 2011.
- [37] FEO T. A ; RESENDE M. A probabilistic heuristic for a computationally difficult set covering problem. Tech. rep., *Opérations Research Letters* 8,67-71, 1988.
- [38] FRIESZ, T., A. G. M. N. N. K. S. S., AND TOBIN, R. The multiobjective equilibrium network design problem revisited : A simulated annealing approach. *European Journal of Operational Research*, 65 (1993), 44–57.
- [39] FUJIMURA, K. Path planning with multiple objectives. *IEEE Robotics and Automation Society Magazine*, 3(1) (1996), 33–38.
- [40] FUJITA, K., H. N. A. S. K. S. Y. H. In design engineering technical conferences detc 98,. *Multi-objective optimal design of automotive engine using genetic algorithm.*, Atlanta, Georgia. (1998), 1–11.
- [41] G, O. I. H. L. Metaheuristics : a bibliography. *Annals of Operations Research* (63 :513-623, 1996).
- [42] GARIBALDI, G. *Analyse Strategique*. Eyrolles, 2008.
- [43] GENTHON, C. *Analyse sectorielle méthodologie et application aux technologie de l'informatique*. L'harmattan, 2004.
- [44] GEORGOPOULOU, E. A multiple criteria decision-aid approach in defining national priorities for greenhouse gases emissions reduction in the energy sector. *European Journal of Operational Research* 146 : 199–215 (2003).
- [45] GERSHON, M. *Model choice in multi-objective decision making in natural resource systems*. PhD thesis, University of Arizona, 1981.
- [46] GERSHON, M., AND DUCKSTEIN, L. A procedure for selection of a multiobjective technique with application to water and mineral ressources. *Applied Mathematics and Computation* 14 :245–271 (1984).
- [47] GRAVEL, C. G. M. Optimisation multi-objectifs a l'aide d'un algorithme de colonie de fourmis. In *Departement d'informatique et de mathématique université du Quebec. Canada G7H 2BI Courriel : caroline\_gagne@uqac.ca. marc\_gravel@uqac.ca* (WILSON L. PRICE Faculte des Sciences de l'administration. Université Laval Sfe-Foy, Quebec. Canada G1K 7P4 Courriel : wilson.price@fsa.ulavaica).
- [48] GUIBERT, B. Genèse et image de la division de la production (le concept de branche). Thèse, Université de Paris I, 1977.

- [49] GUITOUNI, A., AND MARTEL, J. M. Tentative guidelines to help choosing an appropriate mcda method. *European Journal of Operational Research* 109 : 501-521 (1998).
- [50] H. DALLERAC, B. M. Contributions à de nouvelles agrégations des secteurs de l'industrie. *Cahiers Economiques et Monétaires n° :15* (1982).
- [51] H. ISERMANN, E. S. Computational experience concerning payoff tables and minimum values over the efficient set. *European Journal of Operational Research* 33 (1987), 91–97.
- [52] HAIMES. Y. Y ; W. A. HALL ; H. T. FREEDMAN. A multiobjective optimization in water resources systems. *Elsevier Scientific* (1975).
- [53] HALHAL, D., W. G. O. D., AND SAVIC, D. Water network rehabilitation with a structured messy genetic algorithm. *journal of water resources planning and management*,123(3). 137–146.
- [54] HANSEN, P., ANCIAUX-MUNDELEER, M., AND VINCKE, P. *Quasi-Kernels of Outranking Relations in Multiple Criteria Making*.
- [55] HOBBS, B. F., CHANKONG, V., HAMADEH, W., AND STAKHIV, E. Z. Does choice of multicriteria method matter? an experiment in water resource planning. *water resources research*.
- [56] HOLLAND. J.H. *Adaptation in natural and artificial systems*. Phd thesis, University of Michigan Press, 1975.
- [57] HURET, E. Structure des bilans et types de croissance des entreprises. *Economie et Statistiques* 50 : 3-23 (novembre 1973).
- [58] HWANG, C., AND MASUD, A. Multiple objective decision making - methods and applications. *In Lectures Notes in Economics and Mathematical Systems. Springer-Verlag, Berlin. 164* (1979).
- [59] HWANG, C. L., AND MASUD, A. Multiobjective decision making methods and applications. *Springer-Verlag, Berlin* (1979).
- [60] HWANG, C. L., AND YOON, K. L. Multiple attribute decision making -methods and applications : A state of the art survey. *Number 186 in Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems (LNEMS). Springer-Verlag, New York* (1981).
- [61] J. DRÉO, A. PÉTROWSKI, P. S. E. E. T. Métaheuristiques pour l'optimisation difficile. *Paris : Eyrolles*. (2003).
- [62] J. G. ECKER, H. S. Optimizing a linear function over an efficient set. *Journal of Optimization Theory and Applications* 83 (1994), 541–563.
- [63] JEAN-JACQUES LAMBIN, C. D. M. *Marketing stratégique et opérationnel du marketing à l'Orientation-Marche*. Dunod, Paris, 2008.
- [64] J.G. ECKER, I. A. K. Finding efficient points for multi-objective linear programs. *Mathematical Programming* 8 (1975), 75–377.
- [65] JONES, B., C. W., AND LYRINTZIS, A. Aerodynamic and aeroacoustic optimization of airfoils via a parallel genetic algorithm. *In Proc. of the 7th AIAA/USAF/NASA/ISSMO Symposium on Multidisciplinary Analysis and Optimization, number AIAI-98-4811*. (1998), 1–11.

- [66] J.P. DAUER, A. S. Constructing the set of efficient outcome values in multiple objective linear programs. *European Journal of Operational Research* 46 (1990), 358–365.
- [67] JÉRÔME BON, A. L. *Marketing des services publics : l'étude des besoins de la population*,. Paris, Ed. d'Organisation, 1980.
- [68] KEENEY. R. L ; H. RAAIFFA. Decision with multiple objective : Preference and value tradoff. *Cambridge University Press* (1993).
- [69] KURSAWE, F. A variant of evolution strategies for vector optimization. In Schwefel, H. and Manner, R., editors, *Parallel Problem Solving from Nature, of Lecture Notes in Computer Science, Berlin. Springer-Verlag. 496* (193-197).
- [70] LAARIBI, A. Sig et analyse multicritère. *Hermès Sciences Publications, Paris* (2000).
- [71] LAARIBI, A., CHEVALLIER, J. J., AND MARTEL, J. M. A spatial decision aid : A multicriterion evaluation approach. *Computers : Environment and Urban Systems* 20(6) :351–366 (1996).
- [72] LEMESRE, J., D. C. E. T. E.-G. A parallel exact scheme to solve bicriteria problems. *Pooceedings of the International Multiobjective Programming and Goal Programming Conference (MOPGP'04). Hammamet (Tunisia).* (2004).
- [73] LIS, J., AND EIBEN, A. A multi-sexual genetic algorithm for multi-objective optimization. In Fukuda, T. and Furuhashi, T., editors, *Int. Conf. on Genetic Algorithms ICGA, Nagoya, Japan.* (1996), 59–64.
- [74] LOREA, M., AND DROESBEKE, F. *Eléments de la Théorie de Graphes : notions fondamentales, applications et extensions.* Presses Universitaires de Bruxelles, 1978.
- [75] LOUGHLIN, D., AND RANJITHAN, S. The neighborhood constraint method : A genetic algorithmbased multiobjective optimization technique. In Back, T., editor, *Seventh Int. Conf. on Genetic Algorithms ICGA'97, San Mateo, California. Morgan Kaufmann.* (1997), 666–6773.
- [76] LU, J., QUADDUS, M., POH, K., AND WILLIAMS, R. The design of a knowledge-based guidance system in intelligent mulptiple objective decision support system (imodsss). In B. Hope and P. Yoong, editors, *Proceedings of The 10th Australasian Conference on Information Systems* 542–553 (1999).
- [77] LU, J., QUADDUS, M. A., AND WILLIAMS, R. *Developing a knowledge-based multi-objective decision support system.* In Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences, 2000.
- [78] LUTTON, E. *Etat de l'art des algorithmes génétiques.* INRIA, Sofia-Antipolis, France, 1994.
- [79] M. SHIGENO, I. TAKAHASHI, Y. Y. Minimum maximal flow problem - an optimization over the efficient set. *Journal of Global Optimization* 25 (2003), 425–443.
- [80] MACCRIMMON, R. K. *An overview of multiple objective decision making.* The University of South Carolina Press, 1973.
- [81] MARTEL, J. M. *L'aide Multicritère à la Décision : méthode et application.* Faculté des sciences de l'administration, Québec Canada, 1999.

- [82] MARTIN, C., AND LEGRET, M. *La Méthode Multicritère ELECTRE III : définitions, principe et exemple d'application à la gestion des eaux pluviales en milieu urbain*. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 2005.
- [83] MIETTINEN, K. M.; M. M. MÄKELÄ. Proper pareto optimality in non convex problems, characterization with tangent and normal cones, technical report. *Jyväskylä University* (November 1998).
- [84] MOATI, P. *Méthode d'étude sectorielle : Volume 1 – Partie Introductive + Les conditions de base (1)*. crédoc, 2003.
- [85] MOUSSEAU, V., AND DIAS, L. Valued outranking relations in electre providing manageable disaggregation procedures. *European Journal of Operational Research* 156 : 467–482 (2004).
- [86] MOUSSEAU, V., SLOWINSKI, R., AND ZIELNIEWICZ, P. A user-oriented implementation of the electre-tri method integrating preference elicitation support. *Computers and Operations Research* 27 : 757-777 (2000).
- [87] MURATA, T., AND ISHIBUCHI., H. A multi-objectives genetic local search algorithm and its application flow-shop scheduling. *IEEE Transaction System*, 28(3) . (1998), 392–403.
- [88] MUU, L. D. Computational aspects of optimization problems over the efficient set. *Vietnam Journal of Mathematics* 23 (1995), 85–106.
- [89] NAFI, A., AND WEREY, C. Aide à la décision multicritère : introduction aux méthodes d'analyse multicritère de type electre. *Ingénierie financière (ENGEES)* (2009).
- [90] NAGAR, A., H. J., AND HERAGU, S. Multiple and bicriteria scheduling : A literature survey. *European Journal of Operational Research*, 81 ((1995)), 88–104.
- [91] NELDER, J. A ; R. MEAD. A simplex method for function minimization. *Computer Journal* 7 (1965), 308–313.
- [92] NGUYEN, N. An algorithm for optimizing a linear function over the integer efficient set. *Konrad-Zuse-Zentrum fur Informationstechnik Berlin* (1992).
- [93] OBAYASHI, S., T. S., AND TAKEGUCHI, Y. Niching and elitist models for multiobjective genetic algorithms. *In Parallel Problem Solving from Nature PPSN 5*, ((1998)), 260–269.
- [94] OFFICIEL, J. *tarification des services d'alimentation en eau potable et d'assainissement JO n°05 du 12 janv. 2005*. Publications du Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (www.joradp.dz), 2005.
- [95] OZERNOY, V. M. Choosing the "best" multiple criteria decision-making method. *INFOR* 32(2) :159–171 (1992).
- [96] P. AUERBACH, J. CAMPBELL, M. S. Problems in the conceptualization of markets for the analysis of competitive processes. Tech. Rep. 115-131., Essays in Honor of Leonard W. Weiss, Kluwer Academic Publishers, 1992.
- [97] PARK, Y., AND KOELLING, C. An interactive computerized algorithm for multicriteria vehicle routing problems. *Computers and Industrial Engineering*, 16 ((1989)), 477–490.
- [98] PHAM, D., AND KARABOGA, D. *Intelligent optimisation techniques*. Springer-Verlag, London, 2000.

- [99] PHILIP, J. Algorithms for the vector maximization problem. *Mathematical Programming* (207-229), 1972.
- [100] PHILIP KOTLER, A. R. A. *Strategic Marketing for not Profit Organization*. 7th Ed., England Woods Cliffs N.J., Prentice Hall., 2007.
- [101] PICTET, J., SIMOS, J., AND MAYSTRE, L. Y. *Méthodes Multicritère ELECTRE : Description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion enviromentale*. Press Polytechnique et Universitaire Romandes.
- [102] PIRLOT. M. Métaheuristiques pour l'optimisation combinatoire : un aperçu général. dans j. teghem et m. pirlot, éditeurs, optimisation approchée en recherche opérationnelle - recherches locales, réseaux neuronaux et satisfaction de contraintes, pages 25-55. *Hermès Science Publications* (Paris, 2002).
- [103] POH, K. L. Knowledge-based guidance system for multi-attribute decision making. *Artificial Intelligence in Engineering 12 : 315-326* (1998).
- [104] PRZYBYLSKI, A., G. X. E. E. M. Seek and cut algorithm computing minimal and maximal complete efficient solution sets for the biobjective assignment problem. *Proceedings of the International Multiobjective Programming and Goal Programming Conference (MOPGP'04). Hammamet (Tunisia)*. (2004).
- [105] REARDON. B. J. Fuzzy logic us niched pareto multi-objective genetic algorithm optimization : Part i : Schaffer's problem. Technical report la- ur-97-3675, Los Alamos National Laboratory, 1997.
- [106] RICHARDSON, J., P. M. L. G., AND HILLIARD, M. Some guidelines for genetic algorithms with penalty functions. *In Third Int. Conf. on Genetic Algorithms ICGA'89*. (1989), 191-197.
- [107] ROTSCCHILD, W. How to gain (and maintain) the competitive advantage in business. Tech. rep., McGraw-Hill, New York, 1984.
- [108] ROY, B. *Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*. Economica, Paris, 1985.
- [109] ROY, B. Classement et choix en présence de critères multiples. *Revue Francaise d'Informatique et de Recherche Opérationnelle n° 8 57-75* (1986).
- [110] ROY, B. *ELECTRE III : un algorithme de classement fondé sur une représentation floue des préférence de critères multiples*, vol. 20 : 3-24. Cahiers du C.E.R.O, 1998.
- [111] ROY, B., AND BERTIEN, P. *La Méthode ELECTRE II : une application au média planing*, vol. 291-302. In : M.Ross(ed.) :OR'72, North-Holland Publishing Company, 1973.
- [112] ROY, B., AND BOUYOUSSOU, D. *Aide Multicritère à la Décision : Méthodes et cas*. Economica, paris, 1993.
- [113] ROY, B., AND SKALKA, J. M. *ELECTRE IS : aspects méthodologiques et guide d'utilisation*. Document du LAMASADE 24, 1984.
- [114] R. TRIFFIN. Monopolistic competition and general equilibrium theory. Tech. rep., Harvard University Press, Cambridge, 1940.
- [115] S BOUKHARI, Y DJEBBAR, H. A. Prix des services de l'eau en algérie, un outil de gestion durable. 4ème conférence internationale sur Les Ressources en Eau dans le Bassin Méditerranéen, l'hôtel Aurassi-Alger ; 22-23 Mars 2008.

- [116] SAIT. S. M ; H. YOUSSEF. *iterative computer algorithms with applications in engineering : solving combinatorial optimization problems*. IEEE computersociety, 1999.
- [117] SAKAWA. M ; H. YANO. *An interactive fuzzy satisficing method for multiobjective linear programming problems with fuzzy parametres*, vol. volume 28. Fuzzy sets and Systems, 1988.
- [118] SASTRY, K., G. D. *Genetic algorithms*. University of Illinois, USA.
- [119] SCHARLIG, A. *Décider sur plusieurs critères*. Presses Polytechniques Romandes,Lausanne, 1985.
- [120] SCHARLIG, A. *Décider sur Plusieurs Critères, Pa-norama de l'Aide à la Décision Multicritère*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1985.
- [121] SCIULLO, J. D. *Le Marketisme*. Paris, Ed. Juris Service, 1993.
- [122] SEN, T., R. M., AND DILEEPAN, P. A branch and bound approach to the bicriterion scheduling problem involving total flowtime and range of lateness. *Management Science*,34(2) (254-260), 1998.
- [123] SERAFINI, P. Simulated annealing for multiple objective optimization problems. *In Tenth Int. Conf. on Multiple Criteria Decision Making,Taipei*. ((1992)), 87–96.
- [124] SERGE CÔTÉ, C. G. Conception et réalisation des études sectorielles et préliminaires. guide, Organisation international de la francophonie, 2009.
- [125] SHAW, K., AND FLEMING, P. Initial study of multi-objective genetic algorithms for scheduling the production of chilled ready meals. *In Mendelia 96 2nd Int. Conf. on Genetic Algorithms,Brno, Czech Republic*. (1996).
- [126] SIARRY. P. La méthode du recuit simulé en électronique. *Habilitation report, Paris-sud University(Orsay)* (1994).
- [127] SIARRY. P. Optimisation et classification de données. *Lectures from the dea at Paris University* (1999).
- [128] SIMOS, J. *Evaluer l'Impact sur l'Environnement : une approche originale par l'analyse multicritère et la négociation*. Presses Polytechniques Romandes,Lausanne, 1990.
- [129] SIMOS, J. *Evaluer l'Impact sur l'Environnement : une approche originale par l'analyse multicritère et la négociation*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1990.
- [130] SPECTOR, P. E. *Summed rating scale construction : An introduction*. Sage University Paper Series on Quantitative Applications in the Social Sciences 07-82, Sage, Thousand Oaks, CA, 1992.
- [131] SRINIVAS, N., AND DEB., K. Multiobjective optimization using nondominated sorting in genetics algorithms. *Evolutionary Computation*, 2(3) : (1994.), 221–248.
- [132] SURRY, P., R. N., AND BOYD, I. A multi-objective approach to constraint optimisation of gas supply networks : The comoga method. *In Fogarty, T., editor, Evolutionary Computing, AISB Workshop, LNCS, Sheffield, U.K. Springer-Verlag*. (1995), 166–180.
- [133] TAILLARD. E. *La programmation á mémoire adaptative et les algorithmes pseudo-gloutons : nouvelles perspectives pour les métaheuristiques*. PhD thesis, Thèse dhabilitation, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Versailles, France, 1998.

- [134] TAILLARD, E. Principes d'implémentation des métaheuristiques. dans j. teghem et m. pirlot, éditeur, optimisation approchée en recherche opérationnelle - recherches locales, réseaux neuronaux et satisfaction de contraintes, pages 57-79. *Hermès Science Publications* (Paris, 2002).
- [135] TECLE, A. *A decision methodology for the resource utilization of rangeland watersheds*. PhD thesis, School of Renewable Natural Resources, University of Arizona, 1988.
- [136] TECLE, A. Selecting a multicriterion decision making technique for watershed resources management. *Water Resources Bulletin* 28(1) :129-140 (1992).
- [137] TECLE, A., AND DUCKSTEIN, L. A procedure for selecting mcdm techniques for forest resources management. *Springer-Verlag* (1992).
- [138] TEGHEM, J. J., DELHAYE, C., AND KUNSCH, P. L. An interactive decision support system idss for multicriteria decision-aid. *Mathematical and Computer Modelling* 12(10/11) :1311-1320 (1989).
- [139] TODD, D., AND SEN, P. A multiple criteria genetic algorithm for container loading. In *Back, T., editor, Seventh Int. Conf. on Genetic Algorithms ICGA 97, San Mateo, California. Morgan Kaufmann.* (1997), 674-681.
- [140] ULUNGU, E., AND TEGHEM, J. Multi-objective combinatorial optimization problems : A survey. *Foundation of Computing and Decision Science* , 20 ((1994)).
- [141] ULUNGU, E. L., E. T. J. The two phases method : an efficient procedure to solve bi-objective combinatorial optimization problems. *Foundation of Computing and Decision Science* , 20, (1995), 149-156.
- [142] VALLÉE, T., AND YILDIZOGLU, M. *Présentation des algorithmes génétiques et de leurs applications en économie*. Université de Nantes, 2001.
- [143] VELDHUIZEN, D. V., S. B. M. R.-L. G., AND TERZUOLI, A. Finding improved wire-antenna geometries with genetic algorithms. In *Chawdhry, P., Roy, R., and Pant, P., editors, Soft Computing in Engineering Design and Manufacturing, London. Springer Verlag.* (1997), 231-240.
- [144] VELDHUIZEN, D. A. VAN. *Multiobjective Evolutionary Algorithms : Classifications, Analyses and New Innovation*. PhD thesis, Graduate School of Engineering ; Air Force Institute of Technology ; Wright Patterson AFB, Ohio, USA, Janvier ; 1999.
- [145] VINCKE, P. Analysis of multicriteria decision aid in europe. *European Journal of Operational Research* 25 : 160-168 (1986).
- [146] VINCKE, P. *Aide Multicritère à la Décision*. Université Libre de Bruxelles, 1989.
- [147] WARBURTON, A. Approximation of pareto optima in multiple-objective shortest-path problems. *Operations Research*, 35 ((1987)), 70-79.
- [148] WASILEWSK, A. *Genetic Algorithms*. 2006.
- [149] WEINBERG, B. A co-evolutionary meta-heuristic for the assignment frequencies in cellular networks. In *EvoCop*. (2001).
- [150] WENSTOP, F. E., AND CARLSEN, A. J. Ranking hydroelectric power projects with multicriteria decision analysis. *Interfaces* (18) 36-48 (1988).

- 
- [151] WHITE, D. The set of efficient solutions for multiple-objectives shortest path problems. *Computers and Operations Research*, 9 (1982), 101–107.
- [152] Y. COLLETTE, P. S. *Optimisation multiobjectif, Etude (broché). Paru en 10* (2002).
- [153] YAMAMOTO, Y. Optimization over the efficient set. *Overview, Kluwer Academic Publishers* (2001).
- [154] YOON, K. L., AND HWANG, C. L. Multiple attribute decision making : An introduction. *Number 104 in Quantitative Applications in the Social Sciences. SAGE Publications, Thousand Oaks, California* (1995).
- [155] ZADEH L. A. *Fuzzy sets*, vol. volume 8. Information and Control, 1965.
- [156] ZELENY, M. Multiple criteria problem solving. *McGraw-Hill, New York.* ((1982)).
- [157] ZHOU, G., AND GEN, M. Genetic algorithm approach on multi-criteria minimum spanning tree problem. *European Journal of Operational Research*, 114 ((1999)), 141–152.

# Résumé

---

## Résumé :

---

*L'analyse sectorielle aujourd'hui est largement répandue et utilisée comme instrument d'aide à la décision par les acteurs économiques (entreprises, administrations, syndicats professionnels). D'une façon générale, un manque de planification et de gestion des ressources en eau et un management de service public d'eau souvent défaillant, face à cette situation, nous avons engendré une importante utilisation d'analyse multicritère, visant une bonne et efficace gestion de l'eau dans le cadre de "l'analyse sectorielle".*

*L'analyse sectorielle vise à étudier plusieurs dimensions à la fois, ce qui nous amène à faire recours à une approche d'analyse multicritère. Cette dernière a la capacité de représenter (modéliser) la problématique d'un secteur sous forme d'un modèle mathématique.*

*Nous avons élaborés une application programmée sous le langage MATLAB, afin de résoudre ce modèle. On a obtenu que le décideur doit élargir les paramètres de performance d'une part, et de chercher des nouvelles sources d'alimentation d'eau potable pour satisfaire les usagers. Concernant le recouvrement, il y a plusieurs abonnés non enregistrés, qui doivent être recensés pour avoir plus de rentabilité d'ADE.*

**Mots clés :** *Analyse sectorielle, Marketing, Stratégie, Analyse multicritère, Algérienne des Eaux (ADE), Gestion des ressources en eau.*

---