

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique

Département de Génie Industriel

Mémoire du Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur

Thème

Sélection multicritère de fournisseurs basée sur les méthodes

AHP et ANP

Application : Kraft Foods Algérie

Présenté par :

M^{lle} Rima BEDJA

M^{lle} Imène DJAOUT

Dirigé par :

M^{lle} Nacera ABOUN (ENP)

M^{me} Lynda BENSLIMANE (KFA)

Promotion : juin 2008

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à M^{lle} Nacéra ABOUN, Directrice du Département Génie Industriel, pour son encadrement, ses nombreux conseils et son soutien constant tout au long de notre projet. Nous la remercions chaleureusement d'avoir encadré ce travail, avec beaucoup d'enthousiasme et de disponibilité.

Nous remercions M^{me} Lynda BENSLIMANE, Responsable Achats chez Kraft Foods Algérie (KFA), pour son soutien, son aide et sa disponibilité tout au long de ce projet.

Nous tenons à remercier M^{lle} Sonia ROUIBI, Contrôleur de Gestion Industrielle chez Kraft Foods Algérie, pour tous ses conseils et suggestions.

Nos remerciements s'adressent aux membres du jury, qui nous font l'honneur d'évaluer notre travail.

Notre gratitude va également aux enseignants du Département Génie Industriel de l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, auxquels nous devons notre formation d'ingénieur.

Enfin, nos remerciements s'adressent à tous ceux qui nous ont accordé leur soutien, tant par leurs conseils que par leur dévouement, ainsi qu'à toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont aidées et encouragées.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes parents,

A mon frère et mes sœurs,

A tous ceux qui m'ont toujours soutenue et cru en moi.

Imène

A mes parents,

A ma sœur Lydia,

A tous ceux qui me sont chers,

Je dédie ce travail

J'espère n'avoir oublié personne. Certains se reconnaîtront, d'autres non, pourtant ils y sont...

Rima

ملخص

إن اختيار الموردين يعتبر أحد أهم الأنشطة التي تقوم بها المؤسسات, لما لها من أهمية إستراتيجية, بحيث أنه يؤثر على الأداء العام للشركة و على تكلفة الشراء التي تمثل 40 إلى 80 % من إجمالي التكلفة الإجمالية للمنتوج. في هذا الإطار يندرج بحثنا الذي يهدف إلى وضع منهجية للمساعدة على اتخاذ القرار بشأن اختيار الموردين. بما أن المشكل المطروح يخضع لعدة معايير, فإننا نقترح لمعالجته الطريقتين AHP و ANP. و لدعم منهجيتنا المقترحة, اخترنا أن نقوم بدراسة حالة, و المتمثلة في Kraft Foods Algérie. أخيرا, استنادا على النتائج التي حصل عليها, قمنا باقتراح بعض التوصيات.

كلمات مفتاحية : اختيار الموردين, المساعدة على اتخاذ قرار متعدد المعايير.

Résumé

La sélection de fournisseurs est l'une des activités les plus importantes menées par les organisations en raison de ses enjeux stratégiques. En effet, elle influe sur la performance globale de l'entreprise et sur le coût d'achat qui représente de 40 à 80 % du coût total du produit.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre travail, dont l'objectif est de proposer une démarche d'aide à la décision pour le choix de fournisseurs. Le problème posé étant un problème de décision sous critères multiples, nous proposons pour sa résolution deux méthodes d'aide à la décision multicritère, AHP et ANP. Pour servir de support à notre démarche, nous avons choisi d'étudier le cas de Kraft Foods Algérie. Enfin, des recommandations sont faites sur la base des résultats obtenus.

Mots clés : Sélection de fournisseurs, Aide à la Décision Multicritère, AHP, ANP.

Abstract

The selection of suppliers is one of the most important activities undertaken by organizations because of its strategic stakes. Indeed, it affects the overall performance of the company and the acquisition cost represents 40 to 80% of the total product cost.

In this framework, the aim of our work is to provide a decision support for selecting suppliers. The problem is a multicriteria decision making, we propose for its resolution two multicriteria decision making methods, AHP and ANP. As a support to our approach, we choose to study the case of Kraft Foods Algeria. Finally, some recommendations based on the obtained results are made.

Key Words: Supplier selection, Multicriteria Decision-making aid, AHP, ANP.

TABLE DES MATIERES

Liste des figures.....	8
Liste des tableaux	10
Liste des abréviations	12
Introduction Générale	13

CHAPITRE I La fonction achats et le problème de sélection de fournisseurs

1. Introduction	15
2. La fonction achats dans l'entreprise	15
3. Evolution de la fonction achats dans l'entreprise.....	17
4. Enjeux de la fonction achats.....	18
5. Le processus d'achat.....	20
6. Le problème de sélection de fournisseurs	23
6.1. Définitions	23
6.2. Caractéristiques du problème de sélection de fournisseurs.....	23
7. Concept de « fournisseur stratégique »	25
8. Critères de sélection	25
9. Méthodes utilisées pour la sélection de fournisseurs	27
10. Position du problème.....	29
11. Conclusion.....	30

CHAPITRE II L'aide à la décision multicritère

1. Introduction	31
2. Définitions	31
2.1. L'aide à la décision.....	31
2.2. L'aide à la décision multicritère	32
3. Les éléments d'aide à la décision multicritère	32
4. Les problématiques de référence d'aide à la décision multicritère	35
5. Processus d'aide à la décision multicritère.....	37
6. Situations fondamentales de préférences.....	40
7. Les différentes approches opérationnelles d'agrégation des jugements.....	40
8. Les méthodes d'aide à la décision multicritères.....	41
9. Conclusion.....	44

CHAPITRE III Choix et présentation des méthodes d'aide à la décision multicritères retenues pour le choix de fournisseurs

1. Introduction	45
2. Rappel des caractéristiques du problème de choix de fournisseurs	45
3. Procédure de choix de la méthode d'aide à la décision multicritère	46
4. La méthode AHP	50
5. La méthode ANP	57
6. Conclusion.....	61

CHAPITRE IV Modélisation du problème de sélection de fournisseurs -Cas KFA-

1. Introduction	62
2. Présentation de l'entreprise Kraft Foods Algérie	62
3. La fonction achats chez KFA	63
4. Modélisation du problème de sélection de fournisseurs.....	64
4.1. Description de l'objet de la décision	64
4.2. Présentation de l'analyse ABC.....	64
4.3. L'identification des critères.....	71
4.4. L'identification des fournisseurs potentiels	75
5. Conclusion.....	76

CHAPITRE V Application des méthodes AHP et ANP

1. Introduction	77
2. Application de la méthode AHP.....	78
2.1. Construction de la hiérarchie.....	78
2.2. Construction des matrices des comparaisons par paire	80
2.3. Détermination des priorités et évaluation de la cohérence des jugements	91
2.4. Synthèse des priorités	93
3. Présentation des résultats pour les autres matières premières	95
4. Analyse de sensibilité	97
5. Application de la méthode ANP.....	101
5.1. Construction du réseau de l'ANP	102
5.2. Comparaisons par paire	103
5.3. Construction de la supermatrice	106

5.4. Pondération de la supermatrice	109
5.5. Calcul de la supermatrice limite.....	111
6. Présentation des résultats pour les autres matières premières	113
7. Analyse de sensibilité	115
8. Comparaisons des résultats des deux méthodes AHP et ANP	117
Conclusion Générale.....	121
Références Bibliographiques	123
Webographie.....	127
Ouvrages Consultés	128
ANNEXES.....	128

Liste des figures

Chapitre I

Figure I- 1 : Le processus d'achat..... 20

Chapitre II

Figure II- 1: La différence entre les quatre problématiques de références..... 36

Figure II- 2: Processus d'aide à la décision multicritère..... 39

Figure II- 3: Approches opérationnelles et méthodes d'aide à la décision multicritères 43

Chapitre III

Figure III- 1: Procédure de choix d'une méthode d'aide à la décision multicritère pour le choix de fournisseurs..... 50

Figure III- 2: Structure hiérarchique d'un problème selon la méthode AHP 52

Figure III- 3: Le réseau de l'ANP 58

Chapitre IV

Figure IV- 1: Courbe de Pareto appliquée à la valeur des produits achetés..... 70

Figure IV- 2: Critères affectant la sélection de fournisseurs pour KFA 72

Chapitre V

Figure V- 1: La structure hiérarchique du problème de sélection de fournisseurs de matières premières 79

Figure V- 2: La structure hiérarchique du problème de sélection de fournisseurs sous Super Decisions 1.6 80

Figure V- 3: Le 1^{er} niveau de la hiérarchie..... 81

Figure V- 4: Le 2^{ème} niveau de la hiérarchie (Sous critères Coût) 82

Figure V- 5: Le 2^{ème} Niveau de la hiérarchie (Sous critères Qualité) 83

Figure V- 6: Le 2^{ème} niveau de la hiérarchie (Sous critères Délai) 84

Figure V- 7: Le 3^{ème} niveau de la hiérarchie 85

Figure V- 8: Classement des fournisseurs de farine..... 94

Figure V- 9: Analyse de sensibilité sous Super decisions..... 98

Figure V- 10: Résultats de l'analyse de sensibilité du critère coût..... 99

Figure V- 11: Résultats de l'analyse de sensibilité du critère Qualité..... 99

Figure V- 12 : Résultats de l'analyse de sensibilité du critère délai	100
Figure V- 13 : Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère prix d'achat.....	100
Figure V- 14 : Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère conformité aux exigences techniques.....	100
Figure V- 15: Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère flexibilité	101
Figure V- 16: Le réseau ANP du problème de sélection de fournisseurs sous super decisions	103
Figure V- 17 : Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère prix d'achat.....	115
Figure V- 18 : Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère conformité aux exigences technique	116
Figure V- 19: Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère flexibilité	116
Figure V- 20: Résultats pour la matière première Farine.....	117
Figure V- 21: Résultats pour la matière première Sucre	118
Figure V- 22: Résultats pour la matière première Graisse palme	118

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I- 1: Les différents domaines d'achats	17
Tableau I- 2: Les critères de décision et leur importance selon le travail de Dickson.....	26
Tableau I- 3: Critères de sélection en fonction du type d'industrie	27

Chapitre II

Tableau II- 1: Matrice des évaluations	35
Tableau II- 2: Modélisation des quatre situations fondamentales de préférences.....	40
Tableau II- 3: Approches opérationnelles d'agrégation.....	41

Chapitre III

Tableau III- 1: Comparaison entre les méthodes d'aide à la décision multicritère	48
Tableau III- 2: Domaine d'application de l'AHP.....	51
Tableau III- 3: Echelle verbale des jugements	53
Tableau III- 4: La matrice B des jugements relatifs du niveau (1).....	54
Tableau III- 5: La matrice des jugements relatifs du niveau (2)	54
Tableau III- 7: Le CR en fonction du rang de la matrice	56
Tableau III- 6: Les valeurs de l'indice de cohérence selon le nombre d'éléments comparés..	56

Chapitre IV

Tableau IV- 1: Familles de produits KFA - LU	66
Tableau IV- 2: Pourcentage de valeur par produit acheté	67
Tableau IV- 3: Classification ABC des familles de produits	69
Tableau IV- 4: Contribution de la farine, la graisse palme et le sucre dans le produit final....	70
Tableau IV-5: Récapitulatif des critères et sous critères retenus pour la sélection de fournisseurs	74

Chapitre V

Tableau V- 1: Matrice des jugements relatifs des critères	82
Tableau V- 2: Matrice des jugements relatifs des sous critères Coût	83
Tableau V- 3: Matrice des jugements relatifs des sous critères Qualité	84

Tableau V- 4: Matrice des jugements relatifs des sous critères Délai	85
Tableau V- 5: Tableau des performances relatif aux sous critères Coût.....	86
Tableau V- 6: Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère <i>Prix d'achat</i>	89
Tableau V- 7: Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère <i>Conditions de paiement</i>	89
Tableau V- 8: Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère <i>Capacité de négociation</i>	90
Tableau V- 9: Tableau récapitulatif des priorités des fournisseurs par rapport à tous les sous critères	93
Tableau V- 10: Priorités des fournisseurs de farine par rapport aux critères (1 ^{er} niveau).....	94
Tableau V- 11: Priorités des fournisseurs du sucre par rapport aux critères (1 ^{er} niveau)	96
Tableau V- 12: Priorités des fournisseurs de la graisse palme par rapport aux critères (1 ^{er} niveau).....	97
Tableau V- 13: Supermatrice initiale	108
Tableau V- 14: La matrice groupe	109

Liste des abréviations

ADMC	Aide à la Décision Multicritère
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
CI	Coherence Indicator ou Indicateur de Cohérence
CR	Coherence Ratio ou Coefficient de cohérence
ELECTRE	Elimination et Choix Traduisant la Réalité
LAMSADE	Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision
MAUT	Multiple Attribut Utility Theory
MAVT	Multiple Attribut Value Theory
PAMC	Procédure d'agrégation multicritère
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment
SMART	Simple Multiple-Attribut Rating Technique
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
UTA	Utility Theory Additive

Introduction Générale

Evoluant dans un environnement économique, caractérisé par une internationalisation croissante et une concurrence de plus en plus rude, les entreprises doivent faire preuve d'innovation, d'adaptabilité et surtout de compétitivité face aux exigences et aux besoins – tant en termes de qualité que de quantité – des consommateurs toujours plus nombreux.

Dans ce contexte, les entreprises se trouvent confrontées à la fois à un problème de productivité, mais aussi à celui de la régulation de leurs coûts de production. Un des moyens pour l'entreprise de préserver sa marge, consiste aujourd'hui à réaliser des gains sur les achats, puisque les prix de ventes sont dictés par la loi du marché. C'est ainsi que la fonction achats, autrefois reléguée au second plan, a refait surface et s'est, petit à petit, imposée comme étant l'une des fonctions les plus importantes de l'entreprise.

En effet, selon une étude du cabinet de conseil McKinsey & Company, leader mondial dans son secteur, la part des achats dans le coût total des biens et des services serait de 38 % dans la santé, 58 % dans la finance, 60 % dans l'équipement, 80 % dans l'industrie automobile et agroalimentaire et enfin, de 83 % dans la distribution et l'informatique [WEB 5]. Eu égard aux secteurs concernés, ces quelques chiffres semblent logiques. Ils confirment d'une part, l'énormité des sommes qui sont en jeu et d'autre part, les retombées non négligeables sur les profits que peut offrir la moindre réduction des coûts d'achats. La réalisation de cet objectif prend naissance au niveau du choix de fournisseurs, qui est une activité majeure du service achats.

Parallèlement, de nouveaux concepts sont apparus : le Juste à Temps et la Qualité Totale, imposant une plus grande rigueur dans le choix des fournisseurs. Le prix n'est plus le seul critère de choix. En effet, la performance d'un fournisseur est plurielle et multidimensionnelle. Une démarche rigoureuse implique de l'évaluer globalement, en intégrant non seulement le critère coût, mais également d'autres facteurs qualitatifs et quantitatifs, souvent en conflit. Le problème de choix de fournisseurs est donc un problème multicritère et il est nécessaire d'arriver à un compromis entre ces facteurs.

A cet effet, l'analyse multicritère se présente comme un outil d'aide à la décision qui a fait ses preuves dans beaucoup de domaines tels que le choix de technologies, le choix de sites d'implantation, etc...

Notre projet se fixe comme objectif de proposer une démarche basée sur l'analyse, la modélisation et la simulation afin d'apporter une aide rapide et efficace au responsable achats confronté au problème de choix de fournisseurs.

Aussi, nous avons structuré notre travail comme suit:

- **Le chapitre I** traite de la fonction achats et du problème de sélection des fournisseurs. Nous aborderons dans un premier temps la fonction achats, à travers sa définition son évolution, ses domaines d'application, ses enjeux et son processus. Nous présenterons dans un deuxième temps, une revue de la littérature sur le problème du choix des fournisseurs et, plus précisément, sur les critères et les méthodes de sélection des fournisseurs.
- **Le chapitre II** sera dédié à l'aide à la décision multicritère. Nous introduirons les concepts de base de l'aide à la décision multicritère et les fondements de la

modélisation des problèmes à critères multiples. Puis, nous présenterons le processus d'aide à la décision multicritère. Nous terminerons ce chapitre par un bref aperçu sur les méthodes multicritères rencontrées dans la littérature.

- **Le chapitre III** est consacré au choix des méthodes multicritères les mieux appropriées au problème de sélection de fournisseurs de type mono sourcing. Nous justifierons d'abord le choix des méthodes AHP et ANP, puis nous présenterons chacune des méthodes retenues.
- **Au chapitre IV** nous décrivons le cadre d'application de notre démarche, à savoir l'entreprise KFA, et plus particulièrement la fonction achats. Puis, nous modéliserons le problème de sélection de fournisseurs, en nous basant sur le processus d'aide à la décision multicritère décrit au chapitre II. Cette modélisation servira de base pour l'application des méthodes AHP et ANP.
- **Le chapitre V** est consacré à l'application des méthodes d'aide à la décision multicritère retenues dans le chapitre III. A travers des analyses de sensibilité, nous testerons la robustesse des solutions fournies par chacune des méthodes. Nous établirons aussi la comparaison entre les résultats obtenus par les méthodes AHP et ANP. Des recommandations que nous élaborerons sur la base de l'analyse des résultats obtenus clôtureront ce chapitre.

Enfin, une conclusion générale récapitule les points importants de notre travail et les principales contributions. Des perspectives possibles de ce travail sont également présentées.

CHAPITRE I

LA FONCTION ACHATS ET LE PROBLEME DE SELECTION DE FOURNISSEURS

1. Introduction

L'augmentation de la concurrence et des exigences en termes de qualité, oblige les entreprises à perfectionner leurs produits / services afin de répondre aux attentes liées à des variations du marché. Pour cela, il est devenu crucial pour les entreprises de s'approvisionner en bons produits, aux meilleurs prix et aux meilleurs délais afin de rester compétitives.

La sélection de fournisseurs, apparaît donc comme l'un des processus les plus importants, exerçant une influence directe sur la qualité et le coût du produit ou du service offert. Dans de telles circonstances, le département achats peut jouer un rôle clé dans la réduction du coût.

Dans le présent chapitre, nous nous familiariserons avec la fonction achats, à travers sa définition, ses principaux enjeux, et le processus d'achat. Nous nous intéresserons plus particulièrement à la phase de sélection de fournisseurs, objet de notre travail.

2. La fonction achats dans l'entreprise

Pour assurer sa pérennité, toute entreprise est dotée d'un certain nombre de fonctions. Certaines sont destinées à la définition d'une politique générale et se consacrent au pilotage contrôlé de l'organisation. D'autres sont responsables de la fabrication à proprement parler et de la mise à disposition des produits auprès des consommateurs. D'autres enfin vont devoir acquérir l'ensemble des éléments nécessaires à l'exploitation ; c'est le cas de la fonction achats.

2.1. Définitions

« *L'achat* désigne l'acte qui consiste à acquérir un service ou un produit, moyennant une contrepartie souvent financière. » [DUR 1995]

« *La fonction achats est définie comme la fonction responsable de l'acquisition des biens ou services nécessaires au fonctionnement de toute entreprise* ». [BRU 1996]

Acheter pour acheter, c'est dépenser de l'argent. Acheter pour vendre, c'est gérer un levier de rentabilité, c'est créer de la valeur ajoutée.

Dans l'entreprise, **la fonction achats** consiste à prospecter les marchés, négocier et sélectionner les produits ou services répondant aux besoins internes ou externes de l'entreprise.

A la lecture de ces définitions, il est clair que l'achat ne désigne pas uniquement les achats destinés à la production mais recouvre également tous les autres achats de l'entreprise.

2.2. Distinction entre achat et approvisionnement [WEB 1]

Durant de nombreuses années, un amalgame entre la fonction approvisionnements et la fonction achats a été fait.

Malheureusement, dans des petites structures, la distinction n'est pas encore bien établie. Cette confusion est tout à fait préjudiciable à l'optimisation des achats et des approvisionnements. Néanmoins, les dirigeants des petites structures, n'ont souvent pas un budget conséquent, et emploient une seule personne pour s'occuper des achats et des approvisionnements, ce qui peut créer une certaine confusion dans l'esprit des autres employés. Malgré le fait que ces fonctions soient souvent en étroite collaboration, elles ne réalisent absolument pas les mêmes activités. Voici donc les principales missions de ces deux fonctions.

Les achats sont en charge de :

- Répondre à un besoin exprimé ;
- Consulter et sélectionner les fournisseurs ;
- Négocier les conditions d'achats (prix, conditions de paiement...).

Il est clair que l'achat ne désigne pas uniquement les achats destinés à la production mais recouvre également tous les autres achats de l'entreprise.

La fonction achats joue un rôle d'interface dans l'entreprise. Elle est le fournisseur attitré de l'entreprise, c'est-à-dire qu'elle doit répondre au mieux et au plus vite aux besoins de ses clients internes. Mais elle est également le client de ses nombreux fournisseurs externes, elle a pour mission d'acquérir les biens et services dont ses clients ont besoin, dans les meilleures conditions commerciales.

Les approvisionnements ont quant à eux en charge :

- Le calcul de la quantité à commander et de la date à laquelle cette quantité doit être livrée ;
- Le passage de commandes ;
- Le suivi de livraison ;
- La gestion des stocks.

Ces deux fonctions n'ont souvent pas été dissociées car elles travaillent conjointement dans l'évaluation des fournisseurs, le traitement des litiges ainsi que sur la définition des conditions de mises à disposition des produits (taille de lot, délai de livraison...).

2.3. Les domaines d'achats

Ventilés en Biens et Services, Les achats concernent des domaines très différents de l'entreprise :

Domaines d'achat	Biens	Services
Investissements	Bâtiments Installations Machines Matériels Brevets — Licences	
Production	Matières premières Composants Sous-ensembles Outillages	Maintenance Logistique Entretien et réparation Sous-traitance
Fonctionnement	Matériels de laboratoire Fournitures de bureau Pièces de rechange Consommables industriels	Loyers et charges locatives Travaux Nettoyage Transports Services divers Travail temporaire Formation
Marketing, ventes	Mailings publicitaires Espaces publicitaires	
Emballages	Standard Commerciaux Spécifiques	Campagne publicitaire Étude de marché

Tableau I- 1: Les différents domaines d'achats [WEB 2]

3. Evolution de la fonction achats dans l'entreprise

La fonction achats a connu trois étapes dans son développement :

- Une fonction administrative au départ ; son rôle se limitait principalement à passer des commandes conformes selon les procédures en vigueur dans l'entreprise.
- Une fonction négociatrice dans sa deuxième étape ; dans ce cas, non seulement l'acheteur est investi de la passation des commandes, mais il négocie avec le ou les fournisseurs qu'il peut mettre en compétition.
- Enfin, une fonction intégrative ; elle devient à la fois administrative, négociatrice et technique au sens où le choix des solutions techniques est pris en compte car elles influencent la détermination des prix d'achats sur les marchés amont.

L'émergence de la fonction achats est, en premier lieu, la conséquence du passage d'une économie de production à une économie de marché. Aussi dans un environnement de plus en plus concurrentiel, le seul moyen de préserver sa marge consiste à réaliser des gains sur la productivité et sur les achats. Les entreprises doivent savoir tirer profit de cet univers concurrentiel à l'achat pour rester compétitives à la vente.

4. Enjeux de la fonction achats [TRI 1999]

Traditionnellement, la fonction Achats ne jouait aucun rôle stratégique : elle exécutait pour le compte de la production une tâche d'approvisionnement, pour satisfaire des besoins sur la base de spécifications qu'elle n'avait pas contribué à définir. Son objectif principal, toujours sur le court terme, était l'obtention de prix les plus bas.

Sur les dix dernières années, cette fonction a véritablement « explosé » pour jouer un rôle stratégique majeur en cherchant à atteindre des objectifs beaucoup plus variés. Cette évolution s'est produite du fait de l'émergence, dans de nombreux secteurs, de facteurs clé de succès nouveaux.

4.1. Rechercher la meilleure compétitivité par les achats

La compétition internationale impose à toutes les entreprises une recherche accrue de compétitivité. Pour ce faire, pendant les années 70, le levier stratégique traditionnel était de développer les investissements commerciaux, conjointement aux différentes actions de productivité mises en œuvre dans les usines.

Ces mesures ont souvent été efficaces, mais la stabilisation progressive des résultats ont amené les Directions Générales à s'orienter vers le dernier domaine encore peu exploité : les achats. Les raisons principales sont les suivantes :

- La part que les postes d'achats représentent au compte de résultat, si l'on considère qu'au-delà des matières premières et composantes, les différentes formes de sous traitance, les prestations industrielles, les frais généraux et les prestations intellectuelles de tous types sont des achats. En effet, des études récentes [CEG 1992] montrent que 68% du chiffre d'affaires (C.A.) d'une entreprise est consacré aux achats et, plus largement, de 40 à 75% selon les secteurs d'activité [DUR 1995]. Gagner 1% sur ses achats équivaut souvent en termes de marge, à faire 10% de son chiffre d'affaires.

La fonction achats constitue donc le levier privilégié permettant d'améliorer le profit de l'entreprise. **L'amélioration des ventes assure la pérennité de l'entreprise alors que les gains sur achats génèrent une augmentation du profit** (l'impact des gains sur achats au niveau du résultat de l'entreprise est nettement supérieur à celui d'une augmentation du chiffre d'affaires).

- Depuis 10 ans, les grandes entreprises choisissent le plus souvent une stratégie de recentrage sur un (voire quelques) métier (s) « de base » et abandonnent de ce fait des activités industrielles préalablement intégrées.
- Enfin, les achats constituent un domaine où les gains (économies) sont réalisés en contrepartie d'investissements faibles (hommes et systèmes d'information essentiellement) : ainsi, l'effet de levier est intéressant et les économies se retrouvent rapidement en dernière ligne du compte de résultat. [TRI 1999]

4.2. Développer la maîtrise des technologies

Le second facteur clé de l'avantage concurrentiel porte sur le développement et la gestion d'un patrimoine technologique.

Presque toujours, l'entreprise n'a pas les moyens humains et matériels suffisants pour maîtriser l'ensemble des technologies nécessaires au développement de ses produits. De plus, dans les secteurs de haute technologie, le coût élevé des équipements d'études et de développement, ainsi que celui des processus industriels, rendent impossible leur amortissement sur des quantités même moyennes, et imposent une spécialisation dans les filières industrielles. Ainsi, le domaine des achats et de la politique industrielle à mener en relation avec les fournisseurs devient un facteur stratégique nouveau. [TRI 1999]

4.3. Maîtriser une qualité (très) élevée et assurer un service de haut niveau

Les démarches d'assurance et de la maîtrise de la qualité, non spécifiques aux achats, imposent toutefois une exigence particulière dans ce domaine, dans la mesure où elles impliquent la mise en œuvre d'audits externes divers et le pilotage des fournisseurs dans le cadre de plans de progrès permanents. En effet, la qualité des produits fabriqués commence par la qualité des matières premières. S'assurer de la performance des fournisseurs, est un gage pour l'entreprise de sa propre performance.

Quant à la notion de service, elle s'exprime surtout par la mise en œuvre d'une réduction des délais, de façon à minimiser les dysfonctionnements et à gagner en réactivité. Une fois cet objectif atteint en interne dans les usines, ainsi que dans le système de distribution en aval, les interfaces avec les fournisseurs doivent être aménagées, et ceci relève du domaine des achats. [TRI 1999]

4.4. Minimiser les cycles de développement

De nos jours, les entreprises gagnantes sont celles qui parviennent à réduire tous les cycles, depuis la conception initiale des produits jusqu'à la livraison chez les clients.

Ainsi, à la réduction des délais industriels vue ci-dessus, s'ajoutent des actions visant à optimiser les processus de conception de développement des nouveaux produits. Ceux qui y parviennent se donnent les moyens de renouveler leur gamme de produits plus rapidement que les concurrents, et peuvent ainsi raccourcir leurs durées de vie. [TRI 1999]

4.5. Assurer la pérennité des approvisionnements

Dans une approche de type « filière industrielle » présentée ci-dessus, la priorité n'est plus seulement orientée vers la sécurité des sources d'approvisionnement : en effet, un certain nombre de contributions techniques des fournisseurs conditionnent directement l'avenir de l'entreprise. De ce fait, la notion de pérennité des fournisseurs devient fondamentale, car ils possèdent assez souvent une compétence distinctive qui limite leur interchangeabilité. Par ailleurs, gérer un panel fournisseurs de façon maîtrisée, structurée et volontariste est une obligation incontournable. [TRI 1999]

4.6. Développer les ventes et véhiculer l'image de l'entreprise

Les enjeux pour l'entreprise ne sont pas uniquement financiers. L'avantage concurrentiel apporté par les achats ne se situe pas uniquement au niveau du prix mais aussi dans le choix des matières utilisées pour la réalisation du produit. Les achats sont donc également stratégiques dans la mesure où ils peuvent permettre un développement des ventes et une différenciation de la concurrence par un choix judicieux des matières constituant le produit fini.

Lorsqu'on évoque l'image de l'entreprise, on pense généralement à la fonction commerciale. Or la fonction achats est-elle aussi en contact permanent avec l'extérieur, elle véhicule l'image de l'entreprise. Il faut donc en tenir compte lors du choix de l'acheteur, de l'aménagement des locaux dans lesquels il reçoit et plus largement dans la gestion quotidienne des relations avec les fournisseurs.

Ainsi, au total, la fonction achats doit se développer dans un certain nombre de directions stratégiques.

5. Le processus d'achat

La fonction achats est réalisée par la mise en œuvre du processus résumé dans la figure I-1.

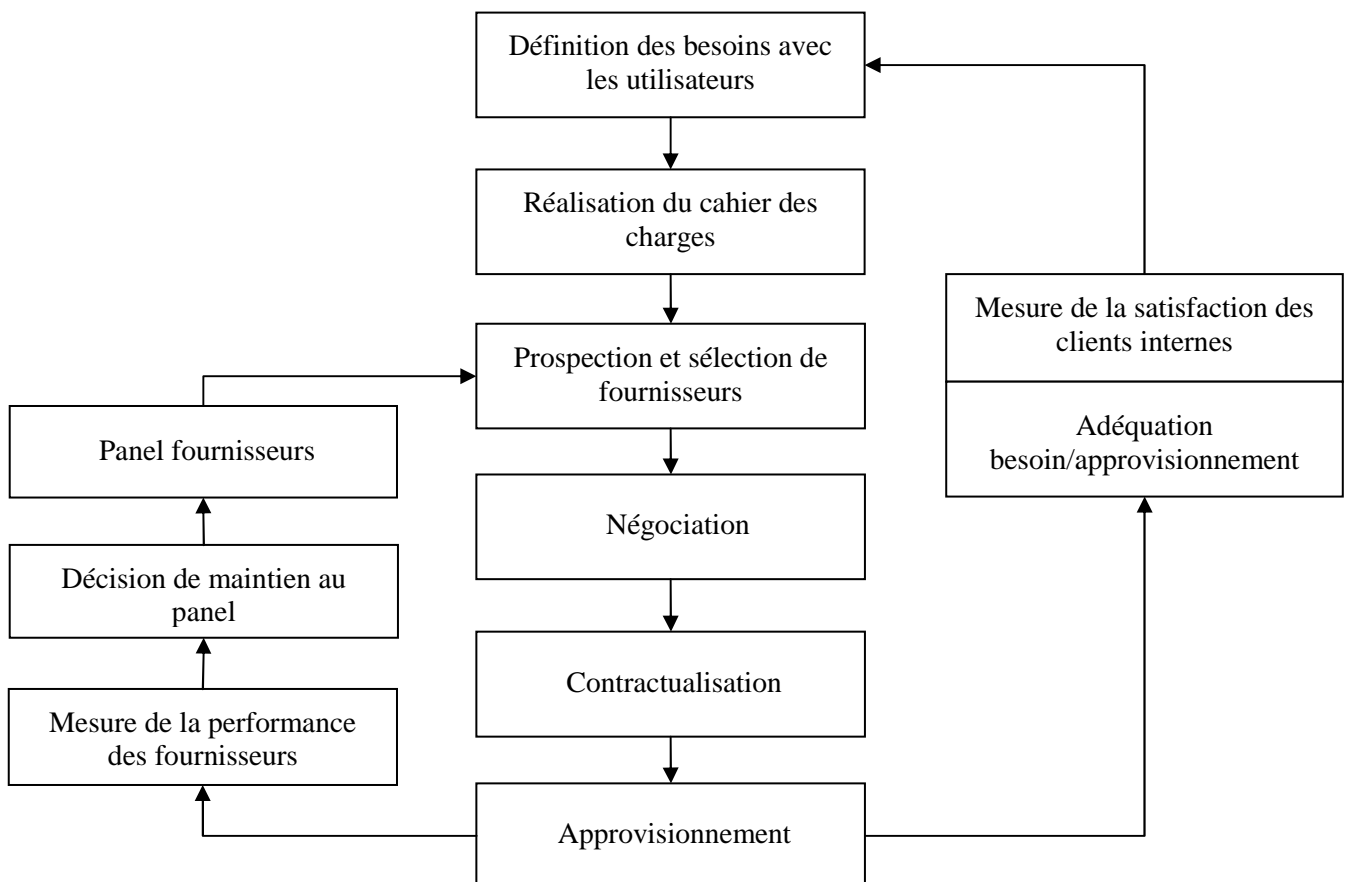


Figure I- 1 : Le processus d'achat [PER 2007]

5.1. La définition des besoins

Il est évident, que tout achat trouve son origine dans l'émission d'un besoin provenant d'une certaine source de l'organisation. En effet, dans certains cas, le besoin peut concerner des composants ou matières entrant dans la composition des produits finis, dont les besoins sont très irrégulièrement répartis dans le temps, ou qui sont spécifiques à un nombre très limité de produits finis.

Dans d'autres cas, le besoin concerne des fournitures, composants ou produits, très consommés, à usage polyvalent ou à caractère standard, dont la consommation est régulièrement répartie, et qui de ce fait seront gérés sur stock indépendamment du rythme de consommation.

La définition des besoins est à la fois qualitative et quantitative. Elle se fait par entretien avec les personnes ayant exprimé le besoin. Elle fait appel à des outils tels que le plan industriel et commercial. Ce dernier traite les nomenclatures des articles dans les produits finaux de l'entreprise. Il assure la liaison entre la fonction achats, et la fonction approvisionnements.

La finalité de cette étape est la rédaction d'un cahier des charges techniques comprenant toutes les spécifications techniques des produits à acheter. [PER 2007]

5.2. Réalisation du cahier des charges

Une bonne formulation du besoin aide à trouver comment le satisfaire. Le cahier des charges est le fil rouge de la démarche achat. En effet ;

- Il permet de formaliser le besoin,
- Il est un support de la négociation,
- Il fait partie de la formalisation de l'accord,
- Il sera l'un des supports essentiels pour vérifier que le fournisseur tient ses engagements. [PER 2007]

5.3. Prospection et sélection de fournisseurs

La prospection de fournisseurs permet de construire un panel fournisseurs, c'est-à-dire une base de données fournisseurs susceptibles d'être consultés. Cette étape engendre une liste de fournisseurs présélectionnés, qui feront l'objet d'une analyse approfondie des offres proposées.

L'objectif de la sélection de fournisseurs est d'identifier les fournisseurs qui ont le potentiel le plus élevé pour satisfaire les besoins de la compagnie d'une façon consistante et à un coût acceptable. A cette fin, la sélection de fournisseurs devient un processus primordial dans le processus d'achat, exerçant une influence directe sur la qualité et le coût du produit ou du service offert. [PER 2007]

Cette étape faisant l'objet du présent travail, elle sera étudiée plus en détail.

5.4. Négociation

La négociation est la recherche d'un accord, centrée sur des intérêts matériels ou des enjeux quantifiables entre client et fournisseur, dans un temps limité. Cette recherche d'accord implique la confrontation d'intérêts incompatibles sur divers points (de négociation) que chaque interlocuteur va tenter de rendre compatibles par un jeu de concessions mutuelles. [WEB 3]

La négociation se fait sur les points suivants :

- Prix d'achat ;
- Délais d'approvisionnement ;
- Modalités de paiement ;
- Garanties ;
- Etc. [PER 2007]

5.5. Contractualisation

Il s'agit du lien juridiquement valable entre l'acheteur et le vendeur (intention commune des deux parties, accord des volontés).

Le contrat d'achat permet d'éviter les contestations et facilite le traitement de tout litige éventuel devant les autorités compétentes. Néanmoins, on constate que seulement deux tiers des sociétés, qui disposent d'un service achat structuré, ont signé des contrats avec la majorité de leurs fournisseurs.

Le contrat d'achat est complété par les conditions générales d'achats. [PER 2007]

5.6. L'approvisionnement

Une fois le contrat d'achat établi, et les clauses négociées, le fournisseur approvisionne l'entreprise aux quantités et délais mentionnés dans le contrat. Cette étape doit être complétée par deux étapes importantes pour le suivi du processus achat :

- Mesure de la satisfaction clients internes ;
- Mesure de la performance fournisseurs corrélée avec l'évaluation fournisseurs.

La première mesure permet d'apprécier l'adéquation entre les produits achetés et le besoin réel de l'utilisateur, et relancera le processus achat.

La seconde mesure est essentielle pour le suivi du fournisseur, et permet de décider du maintien du fournisseur dans le panel ou de son élimination. [PER 2007]

6. Le problème de sélection de fournisseurs

La sélection d'un bon groupe de fournisseurs est cruciale pour le succès d'une entreprise. Au fil des ans, l'importance de la sélection des bons fournisseurs a été reconnue et soulignée.

Plus récemment, avec l'émergence du concept de Supply Chain Management (SCM), de plus en plus de chercheurs et de praticiens ont réalisé que le choix et le management de fournisseurs est un moyen qui peut être utilisé pour augmenter la compétitivité de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.

6.1. Définitions

Gary Dickson est un des pionniers à s'être intéressé au problème de sélection de fournisseur, et aux critères intervenant dans ce processus.

Il le définit comme suit :

Définition 2.1

"The vendor selection problem is associated with deciding how one vendor should be selected from a number of potential alternatives." [DIC 1966]

Définition 2.2

" Le problème de sélection de fournisseurs consiste à décider de la manière avec laquelle un ou plusieurs fournisseurs sont sélectionnés à partir d'un certain nombre d'alternatives et ce pour la réalisation d'une activité ou la fourniture d'un produit. Dans le cas où plusieurs activités sont à réaliser, nous parlons de problème de sélection de fournisseurs si les activités sont traitées de façon indépendante (pas de synchronisation entre activités, pas de contraintes de précedence, ...). Dans le cas où les activités sont assujetties à des contraintes de précedence par exemple, on désignera le problème à traiter par « problème d'allocation d'ordres : Order Allocation Problem » [BUR 2003]

Nous avons adapté ces définitions au problème de sélection de fournisseurs, que nous formulerons comme suit :

Le problème de sélection de fournisseurs consiste à choisir un ou plusieurs fournisseurs, compte tenu d'un ensemble de critères de sélection préalablement déterminés, en vue de prendre une décision.

6.2. Caractéristiques du problème de sélection de fournisseurs

Ci-après les différentes caractéristiques du problème de choix des fournisseurs sont présentées.

6.2.1. Un choix stratégique

La sélection du fournisseur est l'une des activités cruciales des entreprises car elle revêt une importance stratégique. Cette décision influe sur le fonctionnement de différents services de l'entreprise d'une part, et d'autre part, sur la position concurrentielle de l'entreprise sur le marché. L'un des objectifs de la bonne sélection du fournisseur est de réduire les risques et d'optimiser la valeur de la chaîne logistique. [AKB 2001]

6.2.2. Multi acteurs

Le choix des fournisseurs est un problème qui nécessite la collaboration entre les différents services de l'entreprise. En outre la plupart des critères de décision sont subjectifs, c'est pourquoi cette décision doit découler du consensus d'un groupe de décideurs avec différents points de vue.

Il est nécessaire que ce groupe de travail, composé de plusieurs responsables, issus des différents départements de l'entreprise et qui ont une expérience et une vision différente, collaborent entre eux afin de déterminer les critères importants pour la sélection du fournisseur. [ROU 2007]

6.2.3. Multicritère

Plusieurs facteurs affectent la performance du fournisseur. La décision sur le choix des fournisseurs nécessite normalement de considérer un ensemble de critères de décision. Ces critères sont souvent contradictoires (comme par exemple la qualité du produit et le coût du produit). On cherche donc le(s) fournisseur(s) qui établit (ssent) un meilleur compromis entre les critères. [AKB 2001]

6.2.4. Critères subjectifs et objectifs

Un nombre important des critères de choix des fournisseurs est subjectif. Les critères subjectifs sont des critères qu'on ne peut pas représenter de manière quantitative. Par exemple le critère du « désir de faire des affaires manifesté par un fournisseur » est un critère subjectif.

En plus des critères subjectifs, les critères objectifs sont à considérer. Un critère objectif est un critère que l'on peut mesurer par une dimension quantitative concrète (comme le coût). Le fait de trouver une dimension quantitative n'est pas toujours aisé. Par exemple le critère « prix du produit du fournisseur » est un critère « facile » à mesurer, car on peut le mesurer directement. La qualité de produits et de services est un critère « difficile », car on ne peut pas le mesurer directement. On doit calculer le coût de rejet du produit, le coût du service après vente, etc. [AKB 2001]

6.2.5. Multi mono fournisseur

Le problème de sélection est différent suivant que l'entreprise choisisse de collaborer avec un seul fournisseur ou plusieurs (problème multi fournisseurs).

En effet, lorsque par exemple le meilleur fournisseur ne peut pas satisfaire tous les besoins du donneur d'ordre (par exemple la demande complète), le donneur d'ordres doit pouvoir satisfaire ses besoins en faisant appel à d'autres fournisseurs. Dans un problème Multi fournisseurs on s'intéresse aux deux questions suivantes : quels fournisseurs choisir et quelle quantité faut-il commander chez chacun? Dans certains cas, malgré la capacité d'un fournisseur à satisfaire les besoins du donneur d'ordre, l'entreprise préfère avoir plus d'un fournisseur.

De plus, les paramètres du problème ou les comportements des fournisseurs par rapport aux critères peuvent être de natures probabilistes ou déterministes. En outre dans le problème du choix des fournisseurs on peut avoir différentes contraintes concernant les donneurs d'ordre ou les fournisseurs comme par exemple la capacité limitée du fournisseur, la taille minimum de commande du donneur d'ordres, etc... [AKB 2001]

6.2.6. Type du fournisseur

Il convient tout d'abord d'identifier le type de fournisseur avant de procéder à une sélection. Le type de fournisseur a été divisé en quatre catégories principales : les producteurs, les distributeurs, les artisans et les importateurs. [NOO 2006]

6.2.7. Autre caractéristique

Adopter l'optique multicritère, en matière de décision, c'est avant tout prendre ses distances vis-à-vis de l'optimisation. C'est aussi quitter la recherche opérationnelle classique pour rejoindre l'aide à la décision.

Pratiquer l'aide à la décision, c'est renoncer à désigner une solution optimale. Comme le constate Bernard ROY [ROY 1985], la recherche de l'optimum repose sur le postulat d'existence, en général implicite, qui peut s'énoncer de cette manière : « Dans toute situation devant entraîner une décision, il existe au moins une décision qui, avec suffisamment de temps et de moyens, puisse être objectivement démontré comme étant optimale, et ceci en restant neutre par rapport au processus de décision. »

En effet, la multiplicité des points de vue ou des intérêts défendus et le caractère multidimensionnel des contextes d'évaluation de ces situations de décision fait que la notion de meilleure décision (un optimum) peut parfois être vide de sens. [SCH 1985]

7. Concept de « fournisseur stratégique »

Avant de définir le concept de fournisseur stratégique nous rappelons rapidement le concept de la stratégie de l'entreprise.

La stratégie de l'entreprise choisit les domaines d'activité dans lesquels l'entreprise entend être présente et alloue des ressources de façon à ce qu'elle s'y maintienne et s'y développe [STR 1993]. Cette définition identifie deux niveaux de stratégie :

1. La stratégie de groupe qui détermine les domaines d'activité de l'entreprise ;
2. La stratégie concurrentielle qui est mise en œuvre dans chacun de ces domaines d'activité. Cette stratégie concurrentielle définit les manœuvres que l'entreprise doit accomplir afin de se positionner favorablement face à ses concurrents dans un secteur donné [STR 1993].

Etant donnée que la stratégie concurrentielle de l'entreprise est la manière par laquelle l'entreprise envisage de l'emporter sur ses concurrents, les fournisseurs choisis doivent être parfaitement capables de satisfaire cette stratégie d'où le concept de « fournisseur stratégique ». Tout naturellement l'entreprise doit sélectionner ses fournisseurs parmi les fournisseurs stratégiques.

En résumé, le fait de choisir un fournisseur qui offre divers avantages mais qui ne peut pas renforcer la stratégie de l'entreprise n'est pas conseillé.

8. Critères de sélection

Un travail de référence dans la plupart des études dans le domaine est celui de Dickson, en 1966 [DIC 1966]. Suite à une enquête effectuée auprès de 170 entreprises, il a identifié plus

de 50 critères utilisés par les entreprises pour sélectionner leurs fournisseurs. Ces critères ont été traités par Dickson et regroupés en 23 critères seulement.

Le tableau I-2 représente une synthèse de des résultats obtenus. Ces critères sont positionnés par ordre de leur importance.

Les critères les plus importants alors, étaient la « qualité » du produit, la performance de la « livraison », la « performance passée » du fournisseur et la politique de « garantie ».

<i>Ordre</i>	<i>Critères</i>	<i>Poids</i>	<i>Evaluation</i>
1	Qualité	3,508	Importance extrême
2	Livraison	3,417	
3	Performance	2,998	
4	Politique de garantie	2,849	
5	Capacité et installation de Production	2,775	Importance considérable
6	Prix	2,758	
7	Capacité technique	2,545	
8	Position financière	2,514	
9	Conformité de procédure	2,488	
10	Système de communication	2,426	
11	Réputation	2,412	
12	Désir de faire des affaires	2,256	
13	Management et organisation	2,216	
14	Pilotage	2,211	
15	Services de réparation	2,187	Importance moyenne
16	Attitude	2,120	
17	Impression	2,054	
18	Capacité d'emballage	2,009	
19	Relations sociales	2,003	
20	Endroit géographique	1,872	
21	Quantité passée d'affaires	1,597	Importance faible
22	Formation proposée	1,537	
23	Arrangements réciproques	0,610	

Tableau I- 2: Les critères de décision et leur importance selon le travail de Dickson [WEB 1991]

Globalement, les 23 critères cités par Dickson recouvrent encore la majorité des critères présents dans la littérature jusqu'à aujourd'hui. Par contre le changement de contexte industriel a modifié les degrés d'importance relative de ces critères.

Par exemple Weber [WEB 1991] insiste sur l'importance élevée de l'endroit géographique du fournisseur dans un environnement Juste A Temps, alors que ce critère apparaissait en 20^{ème} position en 1966. Autre exemple, les critères : système de communication, désir de faire

des affaires et management et organisation sont très importants dans le contexte industriel actuel qui nécessite une coordination parfaite et une coopération durable entre différents acteurs de la chaîne logistique concernée.

En effet, actuellement les entreprises visent une relation étroite avec leurs fournisseurs, d'où l'émergence des concepts de partenariat, entente à long terme, fournisseurs privilégiés, etc.

De plus, l'ordre d'importance des critères n'est pas le même pour toutes les entreprises, il dépend : du secteur d'activité, du type de produit, de la nature de la relation de coopération entre l'entreprise et ses fournisseurs... Par exemple, dans l'industrie nucléaire ou aérospatiale, le critère sécurité est très important, or il n'existe pas dans la liste des critères de Dickson. De même, pour le choix d'un équipementier, les constructeurs automobiles exigent de plus en plus de leurs fournisseurs un système de communication très performant et des échanges de données informatisées... Dans le tableau I-3, sont regroupés les différents critères en fonction du type d'industrie :

Type d'industrie	Critères sélectionnés
Aliments pour bébés	Prix, qualité, livraison.
Fabrication de vélos	Qualité, livraison, prix, capacité technique, position financière, historique des performances, flexibilité, service.
Industrie d'emballage	Prix, qualité de livraison, conformité de la livraison.
Equipements divers	Coûts d'acquisition, qualité du produit, fiabilité de la livraison.
Compagnie de haute technologie	Techniques, marketing, organisation.
Transport public ferroviaire	Conception, délai du prototype, temps de fabrication.
Entreprise de télécommunications	Coût (dépenses des structures, capitaux), qualité (technique, opérationnelle, distribution).

Tableau I- 3: Critères de sélection en fonction du type d'industrie [SHY 2006]

9. Méthodes utilisées pour la sélection de fournisseurs

On peut classer la plupart des méthodes de résolution existantes dans la littérature, dans trois catégories principales que nous allons décrire.

9.1. Méthode d'élimination

Dans cette méthode à chaque niveau on élimine des fournisseurs qui ne satisfont pas la règle de choix. Dans une règle « Conjonctive » [CRO 1980], on élimine les fournisseurs dont la note vis à vis d'un critère est inférieure à la note minimale. Donc on choisit un des

fournisseurs satisfaisant le niveau minimum de tous les critères. Dans une règle « Lexicographique » [WRI 1975] au premier niveau on sélectionne le critère le plus important et ensuite on compare les fournisseurs vis à vis de ce critère. Si un fournisseur satisfait ce critère beaucoup mieux que les autres fournisseurs alors on le choisit, sinon on compare les fournisseurs vis à vis d'un deuxième critère, ...

9.2. Méthode d'optimisation

9.2.1. Sans contraintes

Dans cette méthode, on optimise une fonction objectif. Cette fonction objective peut être constituée d'un seul critère de décision ou un ensemble de critères.

Dans la situation mono critère, le plus souvent on retient le coût comme critère de décision. On calcule tous les coûts directs (comme le prix d'achat, le coût de transport, etc.) associés à un fournisseur et on choisit le fournisseur le moins disant [TIM 1986].

Dans la situation multicritères, on apprécie chacun des critères par un poids. Ce poids montre l'importance relative du critère. Ensuite on recherche le fournisseur qui a la meilleure note par rapport à l'ensemble des critères pondérés.

Dans la méthode « poids identiques » [BUS 1963] les poids des critères sont identiques et on associe Bien (+), Nul (0) ou Insatisfaisant (-) au fournisseur vis à vis de chaque critère. A partir de cette comparaison une note totale est calculée pour chaque fournisseur.

Dans la méthode A.H.P [SAA 1980], on détermine un poids pour chaque critère par une méthode de comparaison binaire des critères. A partir de cette comparaison binaire on trouve le poids de chaque critère. La note de chaque fournisseur est calculée en comparant les fournisseurs vis à vis de chaque critère. Certains chercheurs proposent la méthode AHP pour le choix de fournisseurs. Par exemple Hoshyar [HOS 1992] a distingué dans son travail trois types de critères : critères critiques (ils sont indispensables pour un fournisseur), critères objectifs (monétaires) et critères subjectifs (qualitatifs). L'AHP a été proposée pour la première fois par Narasimhan [NAR 1983] pour la décision du choix des fournisseurs. Korpela [KOR 1996] et Barbarosoglu [BAR 1997] ont proposé un DSS (Decision Support System) basé sur la méthode A.H.P.

9.2.2. Avec contraintes

Ces méthodes ont pour but de sélectionner un ou plusieurs fournisseurs qui maximisent une fonction objectif (critères de décision) tout en respectant les contraintes des fournisseurs ou du donneur d'ordre. La fonction objectif peut être Mono critère [MOO 1973] (souvent rencontré dans les modèles d'optimisation mathématique) ou Multi critères (« Goal Programming » ou « Multi Objective Programming »). Weber [WEB 1991] dans son état de l'art, recense une dizaine d'articles qui utilisaient l'optimisation mathématique avec contraintes pour le choix d'un fournisseur. Ghodsypour [GHO 1998] présente sept autres articles publiés dans la période 1991-1998. Les méthodes utilisées sont : « Linear Programming », « Mixed integer programming », « Multi objectives Programming », « Non linear programming ».

Les objectifs des ces modèles sont : la minimisation du coût total, la minimisation du nombre des pièces non conformes, la minimisation du nombre de livraisons en retard ou de livraisons en avance, la minimisation des commandes aux régions non stables (pour des

raisons politiques ou financières), la minimisation de la distance (ou du temps) entre le fournisseur et le donneur d'ordre [WEB 1993], etc...

Les contraintes de ces méthodes sont : la capacité du fournisseur, la satisfaction de la demande, le seuil minimum de commande, le budget total d'approvisionnement, le nombre minimal ou maximal de fournisseurs, la préférence géographique [WEB 1993] etc. Par exemple Ghodsypour [GHO 1998] utilise « la Programmation linéaire » pour déterminer la quantité optimale de commande de chaque fournisseur. Les contraintes de son modèle mathématique sont : la capacité, la demande et le nombre toléré des pièces non conformes. L'objectif de son modèle est de maximiser l'utilité globale des fournisseurs choisis. L'utilité de chaque fournisseur est la note finale du fournisseur calculée par la méthode AHP.

9.3. Méthode probabiliste

Selon la méthode dite « Payoff Matrix » [SOU 1987], plusieurs scénarios du comportement futur des fournisseurs sont définis. Dans chaque scénario on associe une note aux fournisseurs vis à vis des critères. Puis on calculera la note totale de chaque fournisseur et on choisit par exemple un fournisseur qui a une note stable selon différents scénarios.

La méthode dite « VPA » (Vendor Profile Analysis) [ELL 1990], prend une fonction probabiliste pour chaque fournisseur vis à vis de chaque critère. Par simulation, le comportement des fournisseurs peut être estimé.

10. Position du problème

En 1991, Weber a écrit: «Dans le contexte actuel d'environnement concurrentiel, il est difficile, voire impossible, de produire à faible coût, des produits de haute qualité, sans avoir le bon fournisseur. Ainsi, une des décisions importantes d'achat est la sélection et le maintien d'un groupe compétent de fournisseurs». [WEB 1991]

La sélection de fournisseurs a fait l'objet d'une attention considérable dans la littérature scientifique afin de montrer l'importance stratégique de ce problème. Les travaux effectués dans le cadre de ce problème ont été recensés dans une étude de Bayazit [BAY 2005].

Parmi les premiers écrits dans ce domaine, ceux de Dickson [DIC 1966] qui s'est intéressé aux différents critères utilisés par les entreprises dans les années 60. Dans une revue de littérature ultérieure, Weber [WEB 1991], a montré que les critères évoqués par Dickson, et qui sont encore étudiés dans la plupart des articles, ont changé suite au changement du contexte industriel et l'apparition de concepts tels que le Juste A Temps.

Ainsi, sur la base de tous les travaux effectués dans ce sens, l'accent est mis sur la prise en compte de multiples critères qualitatifs et quantitatifs lors de l'évaluation et de la sélection de fournisseurs.

En effet, la nature multicritère du problème étudié engendre un besoin fort de méthodologies et d'outils pouvant aider les décideurs à mieux appréhender la notion de performance et à l'évaluer lors de la sélection. L'analyse multicritère doit permettre au décideur de porter son choix sur un fournisseur. Elle constitue alors une aide à la décision précieuse et améliore la transparence du processus de décision.

Notre étude s'inscrit dans la continuité d'une thèse réalisée en 2007 par ROUIBI Sonia [ROU 2007], qui avait pour finalité de réaliser un modèle de coordination entre un client et ses fournisseurs, avec comme apport principal la possibilité de disposer d'une méthode

d'aide à la décision pendant la phase de sélection de fournisseurs. En effet, le présent travail consiste à enrichir cette étude en introduisant une procédure d'aide à la décision multicritère: la méthode ANP.

L'objectif est de proposer une démarche s'appuyant sur l'analyse, la modélisation et la simulation afin d'apporter une aide rapide et efficace au responsable achats, dans la résolution du problème de choix de fournisseurs. Nous nous intéressons particulièrement au cas où l'entreprise est en situation de mono-sourcing.

Notre démarche consistera à appliquer les méthodes d'aide à la décision multicritère les plus appropriées au problème de choix de fournisseurs. Pour conforter notre démarche, nous nous proposons de l'appliquer à un cas réel : Kraft Foods Algérie.

Pour cela, nous déterminerons les critères les plus pertinents intervenant dans le processus de sélection. Puis, nous présélectionnerons, à partir de bases de données, une liste de fournisseurs potentiels.

A l'issue de l'application des méthodes, nous serons en mesure de proposer des recommandations à l'entreprise sur la base des résultats obtenus.

11. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre la fonction achats, à travers quelques définitions, ses domaines d'application, son évolution, ainsi que le processus sur lequel se base toute activité d'achat. Nous nous sommes intéressées à la phase la plus importante de ce processus, la sélection de fournisseurs. Nous nous sommes familiarisées avec le problème de choix de fournisseurs, en le définissant, en exposant ses différentes caractéristiques et les différents critères qui interviennent dans le choix. Nous avons conclu ce chapitre par un aperçu des différentes méthodes qui ont été utilisées pour résoudre le problème de sélection de fournisseurs.

Ce dernier fait intervenir plusieurs critères qualitatifs et quantitatifs, souvent en conflit. Dans cette optique, l'aide à la décision multicritère est développée pour traiter ce type de problème.

CHAPITRE II

L'AIDE A LA DECISION MULTICRITERE

1. Introduction

La décision est souvent vue comme le fait d'un individu isolé ('*le décideur*') exerçant un choix entre plusieurs possibilités d'actions à un moment donné. Comme le définit Bernard Roy '*Aider à décider, c'est tout d'abord aider à clarifier la formulation, la transformation et l'argumentation des préférences. A ce niveau, le concept clé est celui du critère*'. Cette définition a été pour nous le point de départ de nos recherches sur la '*décision et l'aide à la décision*'. [ROY 2000]

Dans ce chapitre, nous définirons les notions d'aide à la décision, et d'aide à la décision multicritère. Puis, nous nous familiariserons avec les éléments d'aide à la décision multicritère, ainsi que les problématiques de référence décrites par Bernard ROY [ROY 1985]. Nous exposerons le processus sur lequel se base l'aide à la décision multicritère et nous présenterons par la suite les situations de préférence, ainsi que les approches opérationnelles d'agrégations des jugements. Nous terminerons par un survol des méthodes d'aide à la décision multicritère.

2. Définitions

2.1. L'aide à la décision

Pour introduire la notion de processus d'aide à la décision nous utilisons la définition proposée par B. Roy :

« L'aide à la décision est l'activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités mais non nécessairement complètement formalisés, aide à obtenir des éléments de réponses aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, éléments concourants à éclairer la décision et normalement à prescrire, ou simplement à favoriser, un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service desquels cet intervenant se trouve placé d'autre part. » [ROY 1985]

Cette définition traduit le fait qu'on ne "résolve" pas un problème, on aide le décideur à construire une représentation pertinente de la situation. La notion de solution optimale n'a pas nécessairement de sens. De ce point de vue, l'aide à la décision est loin du problem solving et du calcul de la meilleure utilité de la Recherche Opérationnelle. Dans cette définition, on voit

clairement apparaître les notions d'explication de la logique décisionnelle et de recommandation.

2.2. L'aide à la décision multicritère

L'aide à la décision multicritère vise à fournir au décideur des outils qui permettront de progresser dans la résolution d'un problème de décision où plusieurs objectifs, souvent conflictuels, doivent être pris en compte. La divergence des objectifs nécessite la recherche d'une solution des meilleurs compromis possibles. [MOU 2005]

Il s'agit de trouver une solution à une question, étant entendu que cette solution doit être la plus adéquate, ou aussi favorable que possible – pour ne pas dire « la meilleure » - compte tenu d'un certain nombre de critères. [SCH 1985]

3. Les éléments d'aide à la décision multicritère

3.1. Les acteurs

« Un individu, ou un groupe d'individus est **acteur** d'un processus de décision si, par son système de valeurs, que ce soit au premier degré du fait des intentions de cet individu ou groupe d'individus, ou au second degré par la manière dont il fait intervenir ceux d'autres individus, il influence directement ou indirectement la décision. » [ROY 1985]

Au cours d'un processus de décision, divers acteurs peuvent être amenés à intervenir à des titres variés. L'étude des différents acteurs constitue un aspect important à étudier pour analyser un processus de décision et concevoir un processus d'aide à la décision.

a) Intervenant

C'est une personne qui cherche à influencer le décideur dans une des phases du processus, en raison de la nature de ses valeurs et donc en fonction de son système de préférences. [MAY 1994]

C'est un acteur dont l'influence qu'il exerce sur la décision peut être le fruit d'une action intentionnelle qu'il conduit pour conditionner directement le déroulement du processus afin d'y faire prévaloir ses propres préférences. [ROY 1985]

b) Agis

Ils sont concernés par les conséquences de la décision. Ils interviennent indirectement dans le processus par l'image que d'autres acteurs se font de leurs valeurs et plus concrètement de leurs systèmes de préférences. [MAY 1994]

Ce sont des acteurs dont l'influence qu'ils exercent sur la décision peut être le fruit d'une simple prise en considération de leurs propres préférences en tant qu'assujetti passif aux conséquences de la décision. [ROY 1985]

c) Décideur

« C'est la personne à qui s'adresse l'aide à la décision. Il occupe une position centrale dans le processus. L'identifier, c'est préciser les objectifs au service desquels il est normalement placé (même s'il s'agit souvent d'une entité un peu mythique). Il désigne en dernier ressort

l'entité qui apprécie le « possible » et les finalités, exprime les préférences et est censé les faire prévaloir dans l'évolution du processus. » [MAY 1994]

d) L'homme d'étude

Celui qui prend en charge l'aide à la décision est généralement distinct du décideur. Il est appelé homme d'étude. L'homme d'étude est habituellement un expert ou un spécialiste (chercheur opérationnel, économiste, statisticien, financier, ingénieur, ...) travaillant seul ou ayant la responsabilité d'une équipe. Le rôle de l'homme d'étude consiste, entre autres, à expliciter le modèle à exploiter en vue d'obtenir des éléments de réponses, à éclairer le décideur sur les conséquences de tel comportement en les lui rendant intelligibles, éventuellement en prescrivant une ou une série d'actions ou encore une méthodologie. [ROY 1985]

3.2. Les actions

Une étape de la modélisation d'un problème de décision consiste à définir un ensemble des actions possibles avec lequel le décideur et l'homme d'étude conviennent de travailler. Il est classique d'utiliser le terme générique d'action pour désigner une solution, alternative ou option.

Définition : « une action est la représentation d'une éventuelle contribution à la décision globale susceptible d'être envisagée et de servir de point d'application à l'aide à la décision ». [ROY 1985]

Selon la nature du problème étudié, les actions peuvent être présentées de diverses manières : projets d'investissement, sites d'implantation d'une usine, choix d'un fournisseur... etc.

L'homme d'étude définit l'ensemble des actions potentielles que le décideur peut envisager. Cet ensemble est désigné par $A = (a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n)$, où a_i sont les actions potentielles. [MAY 1994]

▪ Action potentielle

C'est une action provisoirement jugée possible par l'un des intervenants au moins ou présumée telle par l'homme d'étude en vue de l'aide à la décision. [MAY 1994]

3.3. Les critères

Un critère est une expression qualitative ou quantitative permettant de juger des personnes, des objets ou des événements. Pour qu'une expression puisse devenir un critère, elle doit être utile pour le problème considéré et fiable. [MAY 1994]

Selon le dictionnaire *Robert*, le mot critère désigne couramment « ce qui sert de base à un jugement ». C'est dans ce sens que le mot critère est habituellement utilisé en recherche opérationnelle, et en théorie de la décision. Les jugements qu'il doit permettre d'établir sont essentiellement des jugements de préférences en relation avec la décision.

Un critère est doté d'un indicateur permettant de le calculer, d'une unité, d'une structure de préférence et d'une échelle, en valeurs ordinales ou cardinales. [BOL 1999]

Nous notons C_j le critère numéro j et l'ensemble des critères $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ avec m le nombre de critères pris en compte.

▪ L'évaluation d'un critère

Notons qu'un critère peut être plus important qu'un autre. C'est une réalité dont il faut évidemment tenir compte dans le processus d'aide à la décision. Cette importance est souvent exprimée par un coefficient de pondération, qu'on appelle un poids et qu'on note par w_j (poids du critère j).

La notion d'importance relative, bien qu'intuitivement claire, n'est pas du tout bien définie. De plus, la fixation des poids pourrait varier en fonction de la méthode multicritère choisie. Cela se comprend facilement : en réalité, les « coefficients d'importance » que sont les poids n'ont pas la même signification, selon qu'ils interviennent dans une méthode ou dans une autre. [MAY 1994]

▪ L'évaluation d'une action par rapport à un critère [SCH 1985]

L'évaluation d'une action selon un critère donné consiste en la quantification des conséquences que pourrait avoir cette dernière sur ce critère. Elle est notée par $g_j(a_i)$ (évaluation de l'action a_i par rapport au critère C_j).

L'évaluation peut être sous trois formes :

- Evaluation quantitative : permet de mesurer le résultat de l'action le long de l'échelle métrique, par exemple: bénéfice, coût...
- Evaluation qualitative : affecte l'action à une classe de résultats, ces derniers peuvent être repérés le long d'une échelle d'appréciation, allant de "très mauvais" à "très bon".
- Evaluation ordinale : elle fournit le rang de classement de chaque action sur le critère considéré.

▪ Famille cohérente de critères

Il ne suffit pas de définir un ensemble de critères, il faut bâtir une famille de critères qui puisse être comprise et acceptée par tous les intervenants du processus de décision: pour exprimer ceci, le terme de famille cohérente de critères est utilisé.

Est appelée *famille cohérente de critères* toute famille conforme aux exigences suivantes :

- Exigence d'exhaustivité : il ne faut pas qu'il y ait trop peu de critères. Si $g_j(a_i) = g_j(a_k)$ pour tout C_j appartenant à C , alors l'affirmation « a_i est indifférente à a_k » doit être émise ; dans le cas contraire, cela veut dire que certains éléments d'appréciation n'ont pas été pris en compte dans la famille de critères ;
- Exigence de cohérence : cohérence entre les préférences locales de chaque critère et les préférences globales ; si l'évaluation de a_i est égale à celle de a_k sur tous les critères sauf un et qu'elle est meilleure sur ce seul critère, alors l'affirmation « a_i est préférée à a_k » peut être émise ;
- Exigence de non-redondance : il ne faut pas qu'il y ait des critères qui se dupliquent, donc plus nombreux que nécessaire ; leur nombre doit être tel que la suppression d'un des critères conduirait une famille à ne plus satisfaire au moins une des deux exigences précédentes. [BOU 1993], [BOL 1999]

3.4. Matrice des évaluations

L'ensemble des évaluations peut être représenté par un tableau à double entrée, appelé **matrice des évaluations** ou **tableau des performances**, dans lequel chaque ligne représente une action et chaque colonne un critère. En effet, la matrice des performances conjointement avec le vecteur des poids associés aux critères constituent le recueil d'information complet nécessaire à la résolution d'un problème de choix multicritère dans une optique de méthode sans information progressive (A et C n'évoluent pas au cours du processus d'aide à la décision).

Critères	C_1	C_2	C_3	...	C_m
Poids relatifs	w_1	w_2	w_3	...	w_m
Alternatives					
a_1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	$g_3(a_1)$...	$g_m(a_1)$
a_2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	$g_3(a_2)$...	$g_m(a_2)$
a_3	$g_1(a_3)$	$g_2(a_3)$	$g_3(a_3)$...	$g_m(a_3)$
...
a_n	$g_1(a_n)$	$g_2(a_n)$	$g_3(a_n)$...	$g_m(a_1)$

Tableau II- 1: Matrice des évaluations [MAY 1994]

4. Les problématiques de référence d'aide à la décision multicritère [ROY 1985]

L'homme d'étude doit préciser en quels termes il pose le problème, relativement à l'ensemble des actions potentielles. Pour cela, il est utile de situer les problèmes par rapport à quatre problématiques de référence définies comme suit :

4.1. Problématique de choix $P.\alpha$

La **problématique de choix $P.\alpha$** consiste à sélectionner un sous ensemble aussi restreint que possible de l'ensemble des actions A , contenant les meilleures actions. L'idéal est d'obtenir une seule et meilleure action. Mais à cause de la nature conflictuelle des critères, il est préférable de fournir au décideur quelques actions qui représentent différentes variantes de la "meilleure action". Évidemment, le résultat final peut être raffiné en utilisant une information additionnelle ou avec une analyse plus approfondie. *Exemple* : choix d'un site pour une localisation industrielle où chaque site représente une action.

4.2. Problématique de tri $P.\beta$

La **problématique de tri $P.\beta$** consiste à affecter chaque action à un ensemble de catégories prédéfinies. Cette formulation est adéquate lorsque le problème de décision consiste à examiner chaque action indépendamment des autres (en tenant compte que des caractéristiques intrinsèques de chaque action) dans le but de proposer une recommandation parmi un ensemble de recommandations spécifiées en avance. Chaque recommandation peut être associée à une catégorie. La procédure de tri doit être définie de telle sorte que chaque action est affectée à une et une seule catégorie. *Exemple* : affecter différentes parcelles d'un territoire (donc chaque parcelle est une action) à un type d'utilisation particulier parmi différentes utilisations possibles.

4.3. Problématique de rangement $P.\gamma$

La **problématique de rangement $P.\gamma$** consiste à ranger les différentes actions en allant de la meilleure action à la moins bonne avec éventuellement des *ex aequo*. Cette problématique est intéressante lorsque les actions sont à différencier selon leur intérêt relatif. Il est à noter qu'en pratique, le rangement peut être nécessaire seulement pour les actions les plus intéressantes. *Exemple* : ranger les différents sites historiques en vue d'une restauration échelonnée sur plusieurs années qui commence par le site le plus urgent.

4.4. Problématique de la description $P.\delta$

La **problématique de la description $P.\delta$** consiste simplement à décrire les actions et leurs conséquences et non pas à les comparer comme c'est le cas avec les trois problématiques précédentes. *Exemple* : identifier et décrire, dans le seul but d'apprendre et se préparer à des éventuels accidents, les différentes actions possibles pour lutter contre la pollution.

Nous pouvons illustrer les caractéristiques des quatre problématiques précédentes dans la figure II-1.

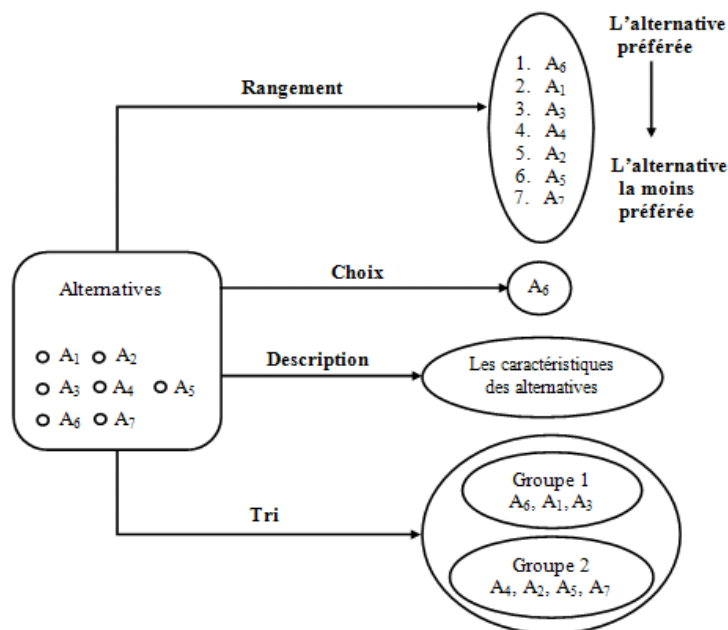


Figure II- 1: La différence entre les quatre problématiques de références [UYA 2005]

5. Processus d'aide à la décision multicritère

Le processus d'aide à la décision est défini comme étant l'ensemble des étapes qui mènent à la prise de décision. L'objectif ultime d'un tel processus, est de trouver un consensus entre le client (décideur) et l'analyste (homme d'étude). Le client a une connaissance relative au processus de décision alors que l'analyste a une connaissance méthodologique indépendante du domaine.

Il peut généralement être vu comme un processus récursif (itératif), non linéaire, composé de cinq étapes principales :

5.1. Définir l'objet de la décision

Il s'agit de répondre aux questions suivantes :

- Sous quelle forme convient-il de modéliser la décision ?
- Comment différencier les diverses possibilités d'action ?
- Où placer la frontière entre ce qui est possible et ce qui ne l'est pas ?
- Dans quel esprit élaborer les modèles ?

5.2. Elaboration du modèle

Le modèle doit expliciter les différents points de vue sous lesquels les alternatives vont être jugées. L'élaboration du modèle est composée des étapes suivantes :

- Choisir la problématique de référence (choix, tri ou rangement) ;
- Cerner l'ensemble des solutions envisageables (actions potentielles) ;
- Identifier les critères ou standards qui orienteront les décideurs ;
- Décrire les conséquences des diverses actions possibles ;
- Juger chacune des solutions par rapport à chacun des critères ;
- Etablir le tableau de performance constitué de l'ensemble des actions évaluées selon chaque critère

5.3. Choix d'une méthode d'analyse multicritère

Après l'évaluation de chaque action potentielle par rapport à chaque critère, il est nécessaire d'établir une synthèse de ces jugements partiels pour avoir une structure de préférence globale qui sera exploitée selon le type de problématique choisie. Cela se fera à l'aide d'une méthode d'agrégation multicritère appropriée aux objectifs préétablis du problème traité.

5.4. Application de la méthode retenue et interprétation des résultats

Il s'agit d'appliquer la méthode multicritère choisie après avoir défini ses paramètres en se référant aux caractéristiques du problème étudié. Au cours de cette étape on obtient une première solution, dite solution de base. Par le biais d'une analyse de sensibilité des paramètres de la méthode on testera la stabilité de cette dernière.

5.5. Elaboration des recommandations

A ce niveau, les résultats et l'analyse de sensibilité et de robustesse sont exploités afin de dresser des recommandations qui constitueront, pour le décideur, un support pour la prise de décision.

Ainsi, la démarche générale d'aide à la décision multicritère est résumée dans la figure II-2.

Définition : une procédure d'agrégation multicritère (PAMC) est une règle, une procédure permettant d'établir, sur la base du tableau de performances et d'un ensemble de valeurs pour les paramètres préférentiels, un ou plusieurs système(s) relationnel(s) de préférence sur l'ensemble des actions potentielles. Ce(s) système(s) relationnel(s) de préférence permet(tent) de définir, à travers une procédure d'exploitation un résultat dont la nature dépend de la problématique adoptée. [MOU 2003]

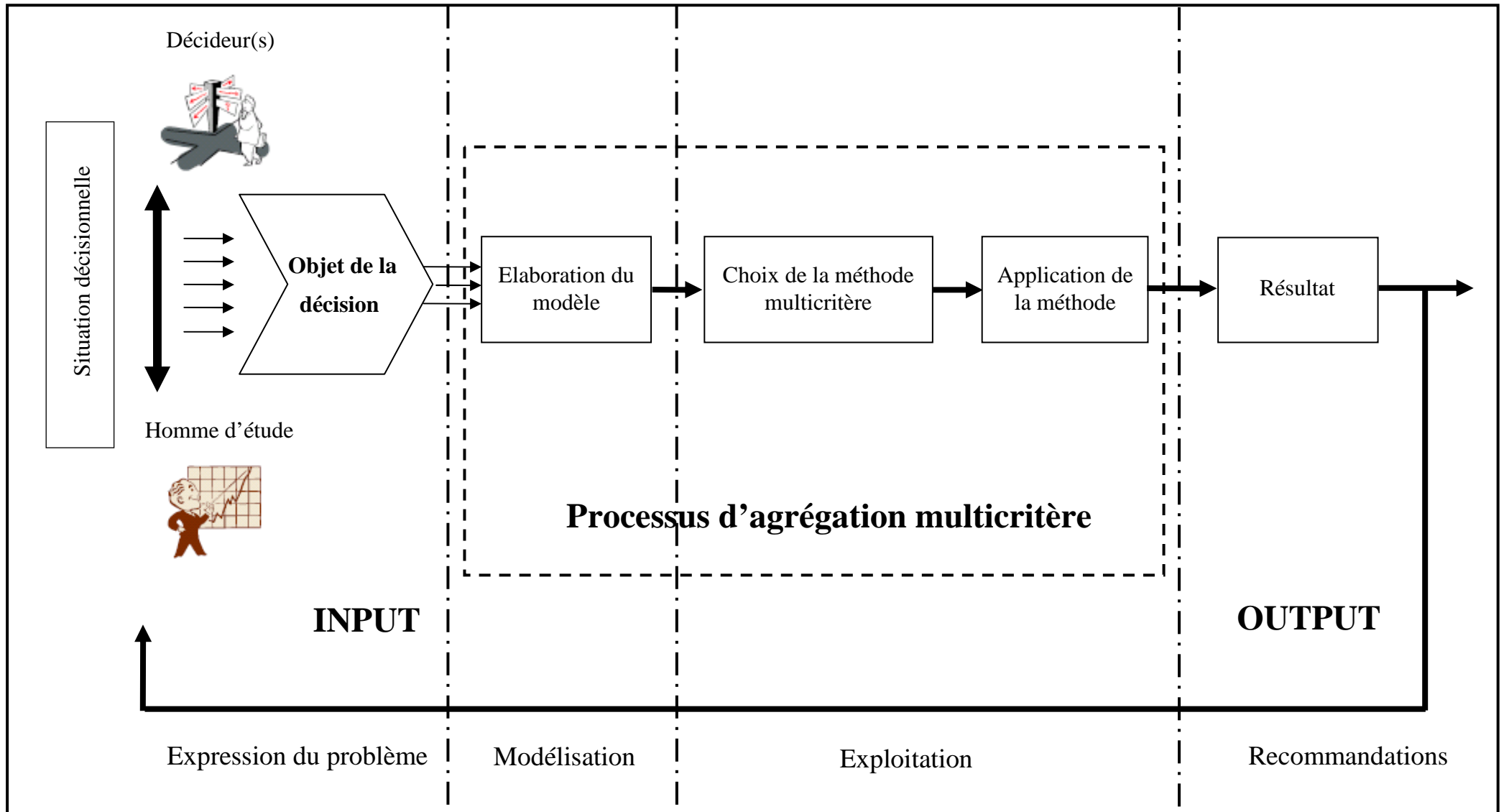


Figure II- 2: Processus d'aide à la décision multicritère

6. Situations fondamentales de préférences [ROY 1985]

Après avoir défini les différents éléments de l'aide à la décision multicritère, nous nous intéresserons aux concepts permettant de décrire les jugements de préférences que peut émettre un acteur ayant à comparer deux actions.

Une **structure** ou **situation de préférences** est un ensemble de relations binaires $\{I, P, Q, R\}$ telles que toute paire d'actions est reliée par une et une seule de ces relations.

En matière d'aide à la décision, il est rare qu'un acteur Z exprime personnellement, pour les diverses paires d'actions concernées, celles des situations qu'il leur affecte. C'est le plus souvent l'homme d'étude qui, compte tenu des informations dont il dispose et de ce qu'il postule du système de valeur de l'acteur Z, affecte à chaque paire d'actions l'une des quatre situations fondamentales.

<i>Situation</i>	<i>Définition</i>	<i>Relation binaire (propriétés)</i>
Indifférence	Elle correspond à l'existence de raisons claires et positives qui justifient une équivalence entre les deux actions.	I : relation symétrique réflexive
Préférence stricte	Elle correspond à l'existence de raisons claires et positives qui justifient une préférence significative en faveur de l'une (identifiée) des deux actions	P : relation asymétrique (irréflexive)
Préférence faible	Elle correspond à l'existence de raisons claires et positives qui infirment une préférence stricte en faveur de l'une (identifiée) des deux actions mais ces raisons sont insuffisantes pour en déduire soit une préférence stricte en faveur de l'autre, soit une indifférence entre ces deux actions (ces raisons ne permettent donc pas d'isoler l'une des deux situations précédentes comme étant la seule appropriée)	Q : relation asymétrique (irréflexive)
Incomparabilité	Elle correspond à l'absence de raisons claires et positives justifiant l'une des trois situations précédentes.	R : relation symétrique irréflexive

Tableau II- 2: Modélisation des quatre situations fondamentales de préférences

7. Les différentes approches opérationnelles d'agrégation des jugements

La modélisation de préférences consiste à élaborer une représentation formalisée de préférences relativement aux actions potentielles. Selon les exigences du décideur, il est possible de distinguer trois approches opérationnelles pour l'agrégation des préférences. Elles sont résumées dans le tableau II-3.

<i>Approche</i>	<i>Principe</i>	<i>Type d'agrégation</i>
Approche du critère unique de synthèse	Le décideur est capable de juger toute paire d'actions {a, b} et ce selon un des cas suivant : soit a est préférée à b, soit b est préférée à a, soit le décideur est indifférent entre a et b. Il n'y a donc pas d'incomparabilité entre deux actions. Cette approche consiste en l'agrégation des jugements en une fonction représentative des préférences du décideur.	Agrégation complète
Approche du surclassement de synthèse	Cette approche permet l'incomparabilité entre actions. Certaines sont caractérisées par des structures de préférence forte, de préférence faible, d'indifférence ou d'incomparabilité.	Agrégation partielle
Approche du jugement local interactif avec itérations essai – erreur	Cette approche est caractérisée par une interaction continue entre l'homme d'étude et le décideur tout au long du processus d'aide à la décision.	Agrégation locale et itérative

Tableau II- 3: Approches opérationnelles d'agrégation [ROY 1985]

8. Les méthodes d'aide à la décision multicritères [HAM 2003]

Puisque décider implique la prise en compte de plusieurs points de vue, aider à la décision implique l'utilisation des méthodes multicritères.

La diversité de ces méthodes réside dans la façon d'effectuer la synthèse de l'information contenue dans chaque critère.

Les méthodes d'agrégation multicritères les plus utilisées pour la sélection d'un partenaire ou toute autre action ou alternative dans un problème sont classées en trois catégories :

- Les méthodes élémentaires ;
- Les méthodes d'optimisation mathématique ;
- Les méthodes d'aide à la décision multicritère ;

Il s'agit, ici, d'expliquer sommairement les méthodes d'aide à la décision. Pour plus de détails le lecteur intéressé pourra se référer à la littérature spécialisée. [HAM 2003]

8.1. Les méthodes élémentaires

Ce sont les méthodes qui viennent immédiatement à l'esprit lorsqu'on est confronté à un problème multicritères. Elles sont d'ailleurs souvent mises en œuvre dans la pratique. [VIN 1989]. De façon générale, dans ces méthodes le décideur procède d'abord à l'association d'un poids " P_c " à chaque critère. Ce poids représente l'importance relative des critères. Par la suite, le décideur associe une note à chaque action vis-à-vis de chaque critère notée " P_{ac} ". La note finale de chaque action " F_a " par rapport à " n " critères, se calcule comme suit :

$$F_a = \sum_{c=1}^n (P_c)(P_{ac})$$

Parmi les méthodes élémentaires rencontrées dans la littérature, nous pouvons citer : la méthode catégorique, la méthode conjonctive, la méthode disjonctive, la méthode lexicographique, la méthode Cost-Ratio, la méthode du maxmin, etc... [HAM 2003]

8.2. Les méthodes d'optimisation mathématique

Les méthodes d'optimisation mathématique sont souvent exploitées en deux étapes :

- Étape de modélisation : elle consiste à formaliser le problème étudié en un modèle d'optimisation.
- Étape de résolution : elle consiste à résoudre le modèle proposé.

Les méthodes d'optimisation mathématique sont nombreuses, parmi celles-ci : le Goal Programming, la méthode du critère global, la méthode ϵ -constraint, etc. [HAM 2003]

8.3. Les méthodes d'aide à la décision multicritère

Les méthodes de programmation mathématique permettent de traiter un problème de sélection avec contraintes, en d'autres termes, un problème de sélection où les solutions ne sont pas connues a priori. En revanche, les méthodes d'aide à la décision multicritères supposent que les solutions sont connues a priori. La méthode de choix de la meilleure solution est conditionnée par la façon avec laquelle le décideur exprime ses préférences. Parmi les méthodes multicritères d'aide à la décision, on distingue :

- Méthodes de l'approche du critère unique de synthèse ;
- Méthodes de l'approche de surclassement de synthèse ;
- Méthodes interactives. [HAM 2003]

Nous présentons le classement des méthodes d'aide à la décision multicritère selon l'approche opérationnelle d'agrégation des jugements correspondante dans la figure II-3.

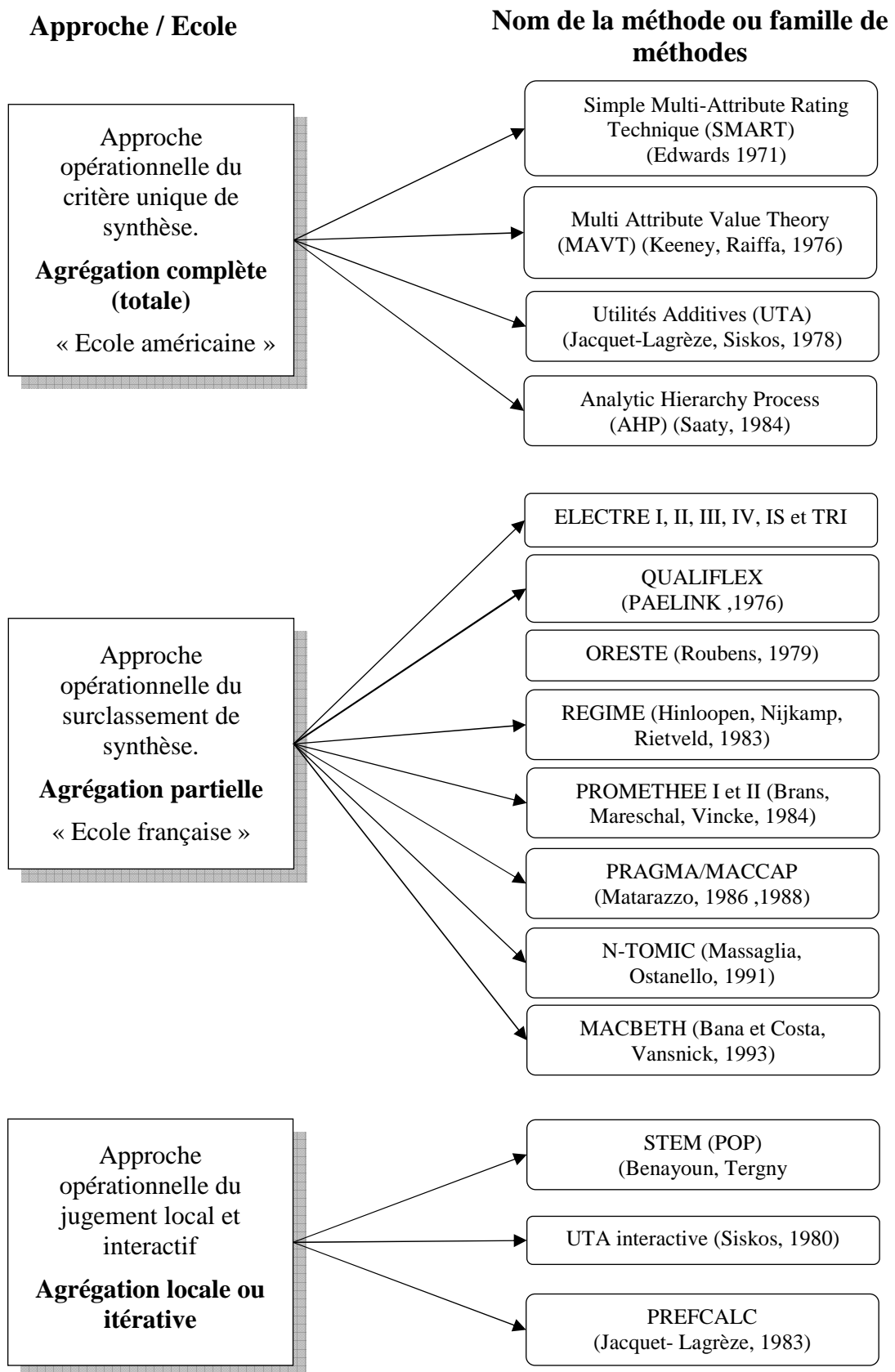


Figure II- 3: Approches opérationnelles et méthodes d'aide à la décision multicritères [MAY 1994]

9. Conclusion

Nous avons abordé dans ce chapitre l'aide à la décision multicritère, en commençant par une définition, puis en décrivant les concepts de base liés à celle-ci. Nous avons exposé également les quatre problématiques de référence telles que décrites par Bernard ROY [ROY 1985], ainsi que le processus sur lequel se base toute analyse multicritère.

Puis, nous nous sommes intéressées aux situations de préférences qui constituent les paramètres sur lesquels se différencient les trois approches opérationnelles d'agrégation des jugements. Ces approches forment, à leur tour, la base du classement des méthodes multicritères.

Celles-ci sont nombreuses, et présentent des avantages et des inconvénients. Nous devons donc choisir celle(s) qui convien(nent) le mieux au problème de sélection de fournisseurs.

CHAPITRE III

CHOIX ET PRESENTATION DES METHODES D'AIDE A LA DECISION MULICRITERE POUR LA SELECTION DE FOURNISSEURS

1. Introduction

Les méthodes d'aide à la décision multicritère concrétisent la démarche d'aide à la décision, en éclairant les acteurs sur les forces et les faiblesses des différents fournisseurs envisageables. Il existe aujourd'hui des logiciels qui, au départ des évaluations réalisées, fournissent des informations synthétiques issues des comparaisons ; cependant, il est souhaitable, voire indispensable, que l'utilisation des méthodes soit bien comprise de manière à assurer une interprétation sans faille des résultats d'investigation.

Dans ce chapitre, nous préciserons tout d'abord les raisons du choix des méthodes AHP et ANP. Nous exposerons les notions de base utilisées par ces deux méthodes, que nous avons jugées comme étant les mieux adaptées à la nature du problème étudié, avant d'en détailler les différentes étapes.

2. Rappel des caractéristiques du problème de choix de fournisseurs

Avant de procéder au choix d'une méthode multicritère, nous devons rappeler les caractéristiques du problème posé.

Nous nous intéressons dans ce travail, au problème de sélection d'un seul fournisseur (mono sourcing) pour un produit donné.

Considérons F_i l'ensemble des fournisseurs potentiels du produit i .

$$F_i = \{f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{ik}\} \quad k \text{ étant le nombre de fournisseurs potentiels du produit } i.$$

Le problème consiste à choisir pour chaque produit i , le meilleur fournisseur parmi un ensemble fini de fournisseurs connus F_i .

Ce choix devra se faire en tenant compte d'un certain nombre de contraintes se traduisant par des critères que devra vérifier le fournisseur. Ces critères qui peuvent être tant qualitatifs que quantitatifs sont émis par le client. A titre d'exemple, on pourra citer la quantité, les délais de livraisons, la qualité du produit, les références du fournisseur,...

Nous traiterons donc un problème qui fait intervenir des facteurs aussi bien quantitatifs que qualitatifs et qui consistera à sélectionner un fournisseur unique pour un produit donné.

3. Procédure de choix de la méthode d'aide à la décision multicritère

Devant la diversité des méthodes multicritères à notre disposition, il convient de sélectionner celle qui répond le mieux au problème posé. Pour cela nous adoptons la démarche suivante :

- Choix du type de problématique ;
- Choix de la classe des méthodes multicritères ;
- Choix de l'approche opérationnelle d'agrégation ;
- Choix de la méthode d'aide à la décision multicritères.

a) Choix de la problématique

Nous avons défini quatre problématiques de base pour les problèmes d'aide à la décision multicritère dans le chapitre II § 4. Pour choisir la problématique la plus adéquate, nous nous basons sur l'objectif de notre étude qui consiste à choisir pour chaque matière première ou produit « le meilleur » fournisseur en faisant un compromis entre les différents critères.

La problématique de tri ($P.\beta$) est exclue, car nous supposons que généralement, le nombre de fournisseurs n'est pas suffisamment grand pour les répartir en catégories prédéfinies.

De plus, il ne s'agit pas pour nous de décrire les actions potentielles, puisque dans notre étude, les fournisseurs sont clairement identifiés.

En ce qui concerne les deux autres problématiques, une confusion peut surgir. En effet, dans le cadre d'une relation Clients/Fournisseurs, le client peut être amené à choisir entre les deux stratégies suivantes : être en relation avec plusieurs fournisseurs ou avec un seul fournisseur.

La première stratégie est adoptée dans le cas où aucun des fournisseurs n'est capable de satisfaire, à lui seul, les besoins de l'entreprise pour un même produit, les besoins sont alors fractionnés sur plusieurs fournisseurs. C'est le cas du multiple-sourcing. La problématique correspondant à cette stratégie est celle de rangement $P.\gamma$. En effet, cette dernière permet de classer les fournisseurs (ou un sous-ensemble de ceux-ci) du meilleur au moins bon.

Dans le cas de la deuxième stratégie, les besoins ne sont pas fractionnés, et donc pris en charge par un seul fournisseur. C'est le cas du mono-sourcing. Le problème qui se pose dans ce cas est de choisir le meilleur fournisseur. La problématique correspondant à cette stratégie est celle du choix $P.\alpha$.

De ce fait, nous retenons la problématique du choix $P.\alpha$, qui est la plus appropriée au problème étudié.

b) Choix de la classe de méthodes multicritères

Comme nous l'avons vu dans le chapitre II §8, nous pouvons distinguer trois classes de méthodes multicritères: les méthodes élémentaires, les méthodes d'optimisation mathématiques et les méthodes d'aide à la décision multicritères.

Le choix de l'une ou de l'autre des trois classes de méthodes peut dépendre soit des données dont on dispose pour traiter le problème multicritères considéré, soit de la façon avec laquelle le décideur modélise ses préférences [HAM 2003]. Ces deux points sont détaillés ci-après :

- Les méthodes d'optimisation mathématiques : ce type de méthode permet le traitement de problèmes avec contraintes mais dont les solutions ne sont pas connues. Or la sélection de fournisseurs suppose une connaissance des différentes solutions possibles sur lesquelles le décideur devra effectuer un choix. De ce fait, l'utilisation de ces méthodes est à écarter.

- Les méthodes élémentaires : ces méthodes sont utilisées lorsque le problème posé possède des solutions connues. Néanmoins, le choix de la meilleure solution est conditionné par la façon avec laquelle le décideur exprime ses préférences. Dans les méthodes élémentaires l'indifférence ne peut être modélisée. Or, dans le problème de choix de fournisseurs, le décideur peut se montrer indifférent entre deux solutions, ou deux critères. De ce fait, nous ne retiendrons pas ce type de méthodes.

- Les méthodes d'aide à la décision multicritères : celles-ci, à la différence des méthodes précédentes, permettent de modéliser la situation d'indifférence. Par conséquent, nous nous sommes orientées vers ce type de méthodes.

La plupart des méthodes d'aide à la décision multicritère appartiennent à l'une ou l'autre des trois approches opérationnelles suivantes :

1. L'approche du critère unique de synthèse, évacuant toute incomparabilité;
2. L'approche du surclassement de synthèse, acceptant l'incomparabilité;
3. L'approche du jugement local interactif avec itérations essai-erreur.

c) Choix de l'approche opérationnelle d'agrégation des jugements

L'approche du jugement local interactif s'applique à des ensembles d'actions d'une très grande dimension, voire infinie lorsque les actions varient en continu. Développées dans le cadre de la programmation mathématique aux objectifs multiples, ces méthodes alternent les étapes de recherche des solutions et les étapes d'interaction avec les décideurs [JAZ 2004]. Dans le problème étudié, le nombre de fournisseurs est réduit, et donc fini. Nous ne retiendrons donc pas cette approche.

Dans l'approche du surclassement de synthèse, l'incomparabilité est permise, et le résultat issu des comparaisons pourrait être soit une préférence soit une indifférence. Or, dans notre cas, l'identification du meilleur fournisseur nécessite sa comparaison avec d'autres fournisseurs, ainsi que la prise en compte de l'intensité d'une préférence. De plus, les résultats des méthodes d'agrégation partielle sont parfois peu clairs car ils sont basés sur une analyse du graphe des relations qui est difficile et complexe [JAZ 2004]. L'utilisation d'une méthode issue de cette approche est donc exclue.

Dans l'approche du critère unique de synthèse, les différents critères sont synthétisés dans une seule fonction mathématique [JAZ 2004]. Cette approche est utilisée dans le cas où le décideur est capable de juger toute paire d'actions $\{a, b\}$ selon un des cas suivants : a est préférée à b , b est préférée à a ou le décideur est indifférent entre a et b . Elle exclut donc toute incomparabilité entre deux actions. De ce fait, l'approche du critère unique de synthèse présente l'avantage d'une information synthétique permettant la sélection de la meilleure action. Elle est ainsi la plus appropriée au problème de choix de fournisseur, où il est toujours possible de comparer entre deux actions potentielles.

d) Choix de la méthode d'aide à la décision multicritère

Après avoir retenu l'approche d'agrégation des jugements, il convient à présent de choisir la méthode la plus adéquate au cas étudié. Comme plusieurs méthodes sont utilisées dans divers problèmes de décision multicritère, il est impossible de pouvoir analyser toutes ces méthodes dans une seule étude, mais nous pouvons noter que la plupart d'entre elles reposent sur des principes similaires.

Hobbs, Chakong, Hamadeh et Stakhiv [HWA 1995] ont proposé aux décideurs de se poser les questions indiquées ci-dessous, avant de choisir une quelconque méthode :

- La méthode est-elle appropriée au problème, aux personnes qui vont l'utiliser et à l'ordre institutionnel dans lequel elle sera appliquée ?
- Est-ce que la méthode est facile à utiliser?
- Quelle est la méthode qui a le plus de chance d'être valable ? (c'est à dire de refléter convenablement les valeurs des matrices de décisions)
- Est-ce que les résultats des différentes méthodes diffèrent de façon significative ?

La méthode choisie doit également aboutir aux résultats suivants :

- Faire ressortir ce qui est objectif de ce qui l'est moins ;
- La cohérence des raisonnements ;
- Débat, concertation, coordination ;

Nous avons cité dans le chapitre II § 8 les différentes méthodes d'aide à la décision multicritères classées selon les 3 approches opérationnelles d'agrégation des jugements.

Une question se pose alors : quelle est la méthode d'aide à la décision multicritères à utiliser ? Pour répondre à cette question nous avons procédé à une étude comparative entre ces différentes méthodes qui est présentée dans le tableau III-1

Critères	Méthodes d'aide à la décision multicritère						
	TOPSIS	MAVT	MAUT	SMART	UTA	EVAMIX	AHP
Facile à appliquer	x			x	x	x	x
Prise en compte de critères qualitatifs		x	x	x		x	x
Prise en compte de critères quantitatifs	x	x	x	x	x	x	x
Décomposition d'un problème en plusieurs niveaux							x
Vérification de la cohérence de l'évaluation à chaque niveau de décomposition du problème							x

Tableau III- 1: Comparaison entre les méthodes d'aide à la décision multicritère [MEK 2007]

Sur cette base, nous avons retenu la méthode AHP pour les raisons suivantes :

- L'un des avantages majeur de l'AHP se trouve dans la construction d'un diagramme hiérarchique qui force les preneurs de décisions à structurer leur problème. Définir les objectifs, les critères à retenir et leur assigner des valeurs numériques impose des compromis. En d'autres termes, le modèle AHP présente une valeur intrinsèque indépendamment du résultat final obtenu.
- La méthode AHP prend en considération les critères qualitatifs et quantitatifs.
- Elle permet également de mesurer la cohérence des jugements utilisés pour déterminer les priorités, et éventuellement les réévaluer en cas d'incohérence.
- L'AHP dispose de niveaux assez souples car l'addition de critères à une structure bien hiérarchisée ne perturbe pas sa performance globale.
- La méthode AHP est jugée flexible du fait aussi que certains auteurs ont converti l'échelle de 1-9 de Saaty en une échelle de 5 ou 100 niveaux.
- L'identification des priorités permet de considérer la priorité relative de chaque critère pour ainsi obtenir la meilleure alternative selon les objectifs identifiés.
- Une flexibilité qui permet son utilisation dans un éventail varié de problèmes non structurés.
- Sa mise en œuvre est facilitée par l'utilisation des logiciels Expert Choice ou Super Decisions (version d'essai 9 mois).

Nous résumons la procédure de choix d'une méthode multicritère pour la sélection de fournisseurs dans la figure III-1.

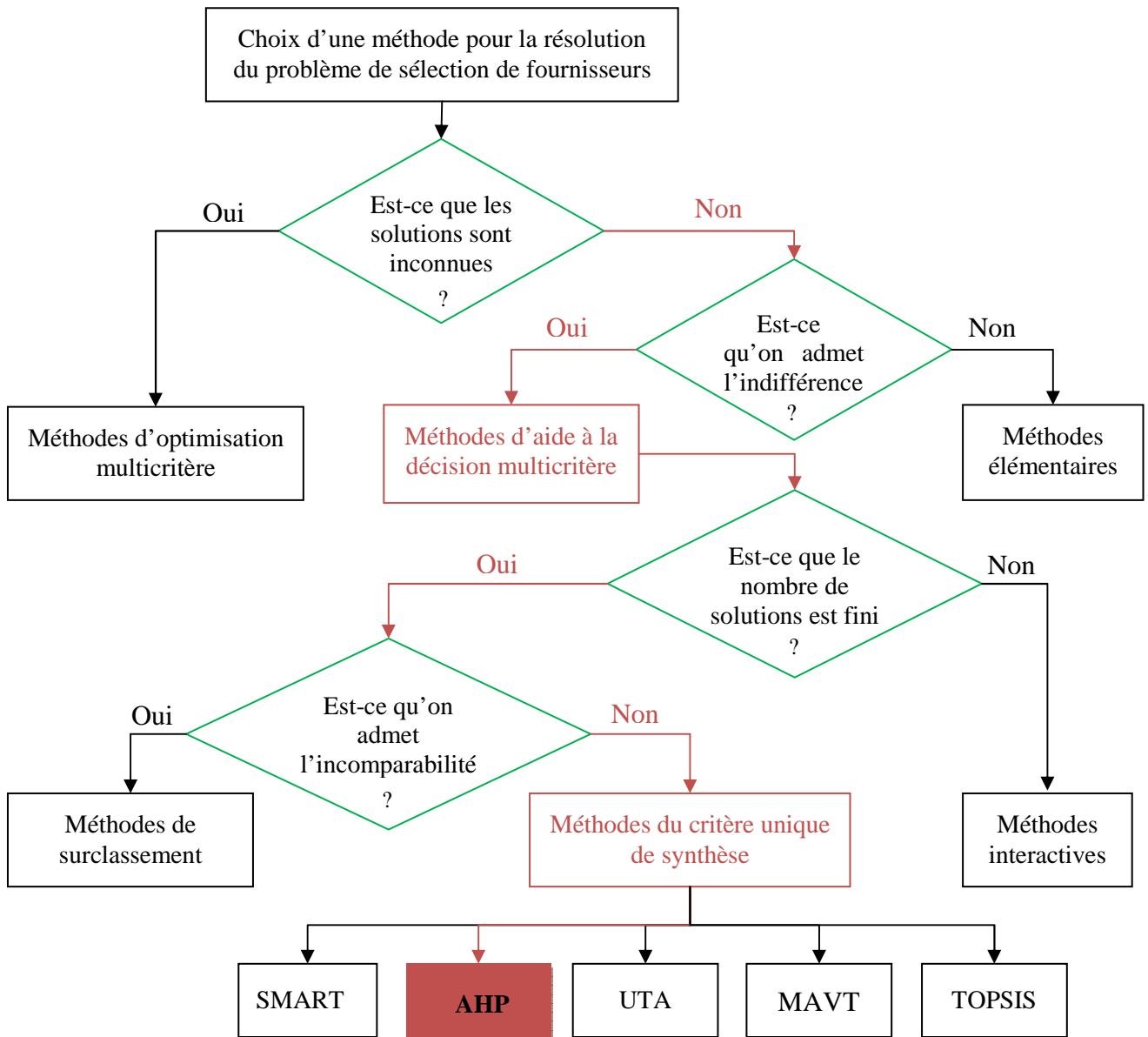


Figure III- 1: Procédure de choix d'une méthode d'aide à la décision multicritère pour le choix de fournisseurs

4. La méthode AHP

4.1. Présentation de la méthode

Le processus d'analyse hiérarchique ou AHP (de l'anglais Analytic Hierarchy Process) a été développé à la Wharton School of Business de l'Université de Pennsylvanie par Thomas L. Saaty et appliquée pour la première fois en 1971 pendant qu'il travaillait sur des problèmes de planification d'urgence pour le Ministère de la Défense aux Etats-Unis.

La méthode AHP a été appliquée à de très nombreux problèmes. En 1995, on dénombrait plus de 1 000 articles de revues scientifiques traitant de l'AHP. Le tableau III-2 présente les quelques domaines où l'AHP a été utilisée.

L'AHP est aujourd'hui la plus populaire des méthodes d'aide à la décision multicritère. Elle occupe une place intermédiaire entre les méthodes dérivant de la MAUT et les méthodes de surclassement de l'école française. Son indéniable succès est dû à la simplicité de sa mise en œuvre, au caractère compréhensible de la démarche pour le décideur et, bien entendu, à son efficacité qui a souvent été mise en évidence sur des problèmes du monde réel. [RAB 2006]

Domaines d'applications de l'AHP	Auteurs
Sélection d'un fournisseur	Barbarosoglu and Yazgac, 1997
Sélection d'un automate	Goh, 1997
Logistiques	Tyagi and Das, 1997
Gestion des stocks de pièces de rechange	Gajpal et al., 1994
Classification des stocks	Partovi and Hopton, 1994
Allocation des approvisionnements parmi plusieurs fournisseurs	Partovi and Hopton, 1994

Tableau III- 2: Domaine d'application de l'AHP [HAN 2002]

L'AHP est une méthode d'aide à la décision puissante et flexible, qui aide à la résolution de problèmes complexes et à critères multiples lorsque des données quantitatives et qualitatives sont impliquées. Cette flexibilité permet son utilisation dans un éventail de problèmes non structurés. La méthode a été utilisée dans des domaines aussi variés que la planification du transport au Soudan (1973-1975), la planification d'un institut de recherche (1977), les prix du pétrole en 1990 (1980), une exploration minière en Mauritanie (1976), l'achat d'un véhicule, le choix de systèmes de production dans des industries et autres. [SAA 1984]

La méthode AHP aide les décideurs à structurer les composantes importantes d'un problème en une structure hiérarchique semblable à une arborescence. Les résultats sont ensuite synthétisés en ramenant des décisions complexes à une série de simples comparaisons.

4.2. La démarche [SAA 1984]

La procédure d'agrégation selon la méthode AHP comporte cinq étapes:

- Etape 1 : Décomposer le problème complexe en une structure hiérarchique;
- Etape 2 : Comparaison par paire des éléments;
- Etape 3 : Déterminer les priorités;
- Etape 4 : Évaluer la cohérence des jugements;
- Etape 5: Synthétiser les priorités.

Etape 1 : Décomposer le problème complexe en une structure hiérarchique

La construction de la hiérarchie se base sur les hypothèses suivantes :

- Les entités identifiées peuvent être groupées dans des ensembles disjoints, appelés groupes ou encore niveaux ;
- Les entités d'un groupe B, influençant les entités d'un seul autre groupe C, sont elles-mêmes influencées par les entités d'un seul autre groupe A ;
- Les éléments de chaque groupe (appelé également niveau) de la hiérarchie sont supposés indépendants.

Pour structurer le problème, on commence par considérer tous les éléments du problème, des plus généraux aux plus spécifiques. Il s'agit ensuite de les arranger en niveaux.

Généralement, cette hiérarchisation comporte trois niveaux : celui du haut reflète les objectifs d'ensemble du problème à solutionner. Quant à celui intermédiaire, il représente les éléments qui affectent la prise de décision (les critères). Enfin, le niveau le plus bas comprend toutes les options possibles de décision. En résumé cette première étape consiste à :

- Définir l'objectif cible (niveau 0) ;
- Définir les critères de décision ou d'analyse (niveau 1) ;
- Le dernier niveau de la hiérarchie comprendra les différentes solutions alternatives, choisies préalablement (niveau 2).

La structure de la hiérarchie dépend de la nature et du type des décisions managériales. Le nombre de niveaux dépend de la complexité du problème à analyser et du degré de détail souhaité par l'analyste, ainsi, la représentation hiérarchique varie d'un individu à l'autre.

Une question centrale dans une hiérarchie est : Comment est influencé le facteur d'un niveau supérieur par les facteurs situés dans le niveau inférieur ? Cette influence n'étant pas uniforme par rapport à tous les facteurs, il est donc nécessaire d'identifier leurs priorités.

Cette détermination des priorités des plus bas facteurs par rapport à l'objectif global peut être ramenée à une séquence de problèmes de priorité, un pour chaque niveau, et chaque problème peut être ramené à une séquence de comparaison par paires. Ces comparaisons demeurent " l'ingrédient " central de la méthode AHP.

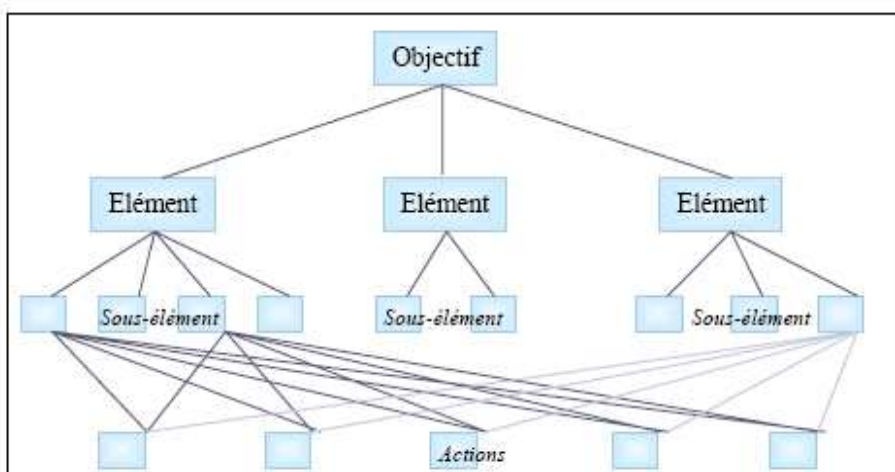


Figure III- 2: Structure hiérarchique d'un problème selon la méthode AHP

Étape 2 : Comparaison par paire des éléments

Une fois la pyramide construite, l'homme d'étude doit émettre des priorités pour chaque élément inscrit à chaque niveau de la pyramide afin d'en déterminer l'importance.

Pour cela, à chaque niveau, une comparaison par paire, appelée "Pair-Wise comparison" par les anglophones, évalue l'importance relative de deux éléments, vis à vis du décideur, contribuant à la réalisation de l'objectif du niveau supérieur adjacent. Des éléments d'un même niveau (par exemple, les critères) sont comparés par paire, ce qui va permettre d'établir les préférences. Il faut donc choisir une échelle de valeurs pour spécifier le degré d'importance d'un élément par rapport à un autre. Nous adoptons l'échelle de valeur (1-9) de Saaty utilisée dans la méthode AHP, qui permet au décideur d'incorporer sa subjectivité, son expérience et ses connaissances lors de la détermination des importances relatives des éléments pour chaque niveau. Le choix de cette échelle repose sur notre capacité naturelle à "établir des distinctions dans la force des relations qui existent entre les éléments". [SAA 1984]

Valeur numérique	Définition	Description
1	Egalement important (aucune préférence)	Les deux critères contribuent autant au critère père.
3	Légèrement plus important	L'expérience et l'appréciation personnelles favorisent légèrement un élément par rapport à un autre.
5	Fortement plus important	L'expérience et l'appréciation personnelles favorisent fortement un critère par rapport à un autre.
7	Très fortement plus important	Un critère est fortement favorisé et sa dominance est attestée dans la pratique.
9	Absolument plus important (une préférence absolue)	Les preuves favorisant un critère par rapport à un autre sont aussi convaincantes que possible.
2, 4, 6, 8	Valeurs intermédiaires entre deux appréciations voisines	Un compromis est nécessaire entre deux appréciations
Valeurs Inverses	Utilisées pour montrer la dominance du second élément par rapport au premier.	Si x est la valeur du jugement quand C_i est comparé à C_j , alors $1/x$ est la valeur de jugement quand C_j est comparé à C_i

Tableau III- 3: Echelle verbale des jugements [SAA 1984]

Ainsi, à partir de cette échelle de valeurs, on complète une matrice de jugement M , à chaque niveau. Le nombre de matrices dépend du nombre d'éléments présents à chaque niveau. Le rang de la matrice de chaque niveau dépend du nombre d'éléments présents au niveau inférieur.

Pour le niveau (1) on note la matrice carrée des jugements $B = [b_{jl}]_{m \times m}$ où m est le nombre de critères.

b_{jl} : le coefficient d'importance relative du critère C_j par rapport au critère C_l , présenté comme suit :

Critères	C_1	C_2	...	C_m
C_1	1	b_{12}		b_{1m}
C_2	$1/b_{12}$	1		b_{2m}
...			1	
C_m	$1/b_{1m}$	$1/b_{2m}$		1

Tableau III- 4: La matrice B des jugements relatifs du niveau (1)

Le décideur, de la même manière que précédemment, attribue des coefficients d'importances relatives des actions potentielles par rapport à chaque critère. Pour chaque critère j est définie une matrice de jugements notée $D_j = [\Delta_{ik}(j)]_{n \times n}$ pour le niveau (2)

Cette matrice est représentée comme suit :

Actions	a_1	a_2	...	a_n
a_1	1	$\Delta_{12}(j)$		$\Delta_{1n}(j)$
a_2	$1/\Delta_{12}(j)$	1		$\Delta_{2n}(j)$
...			1	
a_n	$1/\Delta_{1n}(j)$	$1/\Delta_{2n}(j)$		1

Tableau III- 5: La matrice des jugements relatifs du niveau (2)

La comparaison par paire étant effectuée, il faut rechercher un vecteur de priorité qui classe les alternatives par ordre croissant ou décroissant. Le classement par priorité des éléments d'un niveau de la hiérarchie contribuant à l'accomplissement d'un objectif du niveau supérieur adjacent est appelé " ordre de priorité ".

Etape 3 : Déterminer les priorités [SAA 1984]

Une fois ces matrices comparatives créées, une mesure relative est dérivée de ces différents éléments. La mesure relative d'un élément à un niveau donné (critère fils), en lien avec l'élément du niveau adjacent plus élevé (critère père) constitue le poids du critère fils associé à ce niveau.

Pour définir ces poids, Saaty a proposé une méthode basée sur la détermination des valeurs propres λ de la matrice des jugements. En effet, la détermination des poids à un niveau donné, caractérisé par une matrice des jugements M (où $M = B$ pour le niveau (1) et $M = D_j$ pour le niveau (2)), est effectuée comme suit :

- Résoudre l'équation $\det [M - \lambda I] = 0$ et déterminer les valeurs propres de la matrice M .
- Calculer le vecteur propre V relatif à la plus grande valeur propre : λ_{max}

Ainsi, les valeurs des composants du vecteur V représentent les poids des éléments du niveau en question (les poids des critères si on se situe au niveau (1) $V = W$ ou les poids des actions si on est au niveau (2) $V = \psi$).

Saaty a aussi montré que la valeur propre maximale λ_{max} du problème de recherche des valeurs propres était réelle et supérieure à la taille de la matrice. Puis, en résolvant le système $B V = \lambda_{max} I V$ pour le niveau (1) et $D_j V = \lambda_{max} I V$ pour le niveau (2), et en ajoutant la condition que la somme des poids doit être égale à 1 ; il a démontré que les valeurs des poids peuvent être obtenues par une autre technique qui consiste à :

- Normaliser la matrice des jugements par colonne en divisant chaque élément d'une colonne par la somme des éléments de cette même colonne.
- Calculer la moyenne arithmétique des nombres sur chaque ligne de la matrice normalisée obtenue précédemment.

Ainsi, la valeur de la moyenne obtenue pour une ligne correspondant à un critère du niveau inférieur définit le poids de ce critère relativement au critère du niveau supérieur.

a) Déterminer les priorités pour le niveau (1)

Afin d'obtenir les pondérations des critères nous procédons tout d'abord à la normalisation de la matrice des jugements B . On note les éléments de la matrice normalisée

$$b_{jl}^* \quad \text{où} \quad b_{jl}^* = \frac{b_{jl}}{\sum_{i=1}^m b_{il}} \quad (1)$$

Nous calculons ensuite le vecteur $W = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_m)$ des pondérations des critères

comme suit : $w_j = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^m b_{jl}^* \quad (2)$

b) Déterminer les priorités pour le niveau (2)

De la même manière, le poids d'une action a_i par rapport à un critère C_j est calculé comme suit :

- On normalise la matrice D_j . Les éléments de la matrice normalisée notée D_j^* sont calculés par la formule suivante :

$$\Delta_{jk}^* (j) = \frac{\Delta_{jk}(j)}{\sum_{i=1}^n \Delta_{ik}(j)} \quad (3)$$

- Le vecteur des poids relatifs des actions par rapport au critère C_j est noté

$$\psi_j = (\psi_{1j}, \psi_{2j}, \dots, \psi_{ij}, \dots, \psi_{nj}) \quad \text{Où} \quad \psi_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \Delta_{ik}^* (j) \quad (4)$$

Etape 4 : Evaluer la cohérence des jugements

La cohérence des résultats doit également être vérifiée. Pour chacune des matrices de jugement B et D_j , on peut calculer un indice de cohérence. Pour une matrice donnée, on retient sa valeur propre maximale λ_{\max} . L'indice de cohérence CI d'une matrice $k \times k$ est :

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - k}{k - 1} \quad (5) \quad k : \text{nombre d'éléments comparés}$$

Le ratio de cohérence est ensuite calculé en utilisant la formule $CR = \frac{CI}{RI}$ (6) ; où RI est l'indice de cohérence obtenu par un grand nombre de simulations et dont les valeurs sont données dans le tableau suivant :

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Tableau III- 6: Les valeurs de l'indice de cohérence selon le nombre d'éléments comparés [SAA 1984]

Ce ratio de cohérence permet de vérifier si les valeurs de l'échelle (1-9) attribuées par le décideur sont cohérentes ou non. Il fournit une mesure de la probabilité que la matrice a été complétée purement au hasard. C'est-à-dire, CR représente une comparaison de la matrice actuelle et d'une réponse purement aléatoire des questions. La valeur 0,1 qui est la limite supérieure reçue pour CR indique qu'il y a une chance de 10% que le décideur ait répondu aux questions d'une façon purement aléatoire. Ainsi, AHP n'exige pas des décideurs d'être " cohérents " mais plutôt, fournit une mesure d'incohérence et permet de réduire cette incohérence.

Rang de la matrice de préférence	3	4	≥ 5
Seuil du CR acceptable	0,05	0,08	0,1

Tableau III- 7: Le CR en fonction du rang de la matrice [NOO 2006]

Si le CR est supérieur à ces valeurs, il est recommandé que le décideur révise quelques jugements tels que : revoir les scores attribués à chaque critère ou bien reconstruire la hiérarchie.

Etape5 : Synthétiser les priorités

Une fois que les priorités locales, pour tous les critères figurant dans la hiérarchie, ont été déterminées, AHP calcule un score d'évaluation globale attaché à chacune des alternatives identifiées. Le classement des actions peut être établi en calculant la moyenne pondérée (par les poids des critères) des notes attribuées aux actions. On note pour une action a_i son poids global φ_i .

Il est calculé par l'équation suivante:
$$\varphi_i = \sum_{j=1}^m \psi_{ij} \times w_j \quad (7)$$

Le classement des actions est obtenu en rangeant les valeurs des poids globaux par ordre décroissant.

Remarque

Un des inconvénients de l'AHP, est qu'elle ne prend pas compte des interconnexions qui peuvent exister entre les facteurs de décision appartenant au même niveau, car la prise de décisions - dans le cadre d'un modèle AHP - suppose une relation hiérarchique entre les niveaux. Or, dans de nombreux problèmes il existe des interactions entre les critères de décision, et ne pas les considérer risquerait de biaiser la solution de manière significative. L'AHP peut ne pas être une méthode efficace à mettre en œuvre.

Le processus d'analyse en réseau ANP (Analytic Network Process) a été conçu pour éliminer cette faiblesse. Il généralise l'AHP, en remplaçant les hiérarchies par des réseaux. L'ANP est plus appropriée que l'AHP dans la modélisation des environnements complexes de prise de décision, car elle peut être utilisée pour modéliser des décisions comportant une variété d'interactions et dépendances. [SAA 1996]

Dans le cadre de ce travail, nous nous proposons d'utiliser aussi l'ANP, pour vérifier si la dépendance qui pourrait exister entre les critères influence le résultat final.

5. La méthode ANP

5.1. Présentation de la méthode

Le processus d'analyse hiérarchique (AHP) a été proposé par Saaty en 1980 comme une solution à des problèmes de prise de décision. Bien qu'il ait été appliqué à des situations différentes avec d'assez bons résultats, l'AHP ne parvient pas à traiter toutes les complexités du monde réel en raison de sa structure strictement hiérarchique. En effet, de nombreux problèmes de décision ne peuvent être structurés hiérarchiquement, car ils impliquent l'interaction et la dépendance des éléments de niveau supérieur sur les éléments de niveau inférieur.

Dans le but de résoudre ce problème, Saaty a proposé l'ANP comme extension de l'AHP. [SAA 2001]

L'ANP représente un problème de prise de décision comme un réseau de critères et d'alternatives (qui sont tous appelés éléments), regroupés en grappes (groupes). Tous les éléments du réseau peuvent être liés de quelque façon possible, ce qui signifie qu'un réseau peut intégrer des réactions et des interactions au sein de groupes d'éléments et entre les groupes. Cela donne une approche plus précise pour la modélisation d'un environnement complexe. L'influence des éléments du réseau sur d'autres éléments de ce réseau peut être représentée dans une super matrice. Ce nouveau concept est une matrice bidimensionnelle, qui ajuste les poids d'importance relative dans les matrices de comparaison par paires, pour former une nouvelle super matrice globale avec les vecteurs propres de poids d'importance relative ajustés. [AZN 2006]

L'ANP a été appliquée à un large éventail de décisions: marketing, médical, politique, social, prédiction et de nombreux autres. Sa précision de la prédiction est impressionnante dans les applications qui ont été faites pour les tendances économiques, sportives et autres événements pour lesquels les résultats ont été connus plus tard. Nous pouvons citer : le conflit du moyen orient, l'open d'Australie (tennis) en 1997, les élections présidentielles aux Etats-Unis en 1996, la prévision de la résurgence de l'économie américaine en 2001. [SAA 2001]

5.2. La démarche [SAA 2001]

Selon Saaty, l'ANP (Analytic Network Process) comporte quatre étapes principales:

Etape 1 : Construire le réseau de l'ANP

Etape 2 : Faire des comparaisons par paire

Etape 3 : Elaboration de la supermatrice

Etape 4 : Pondération de la supermatrice initiale

Etape 5 : Elever la supermatrice pondérée en puissance

Etape 1 : Construire le réseau

Le modèle de décision est établi après de nombreux entretiens avec les différents intervenants du processus de décision. Ces entretiens pourraient fournir de précieux apports dans le processus de prise de décision parce que la structuration du problème permet aux décideurs d'avoir une vision globale de la situation décisionnelle.

Pour la construction du modèle décisionnel, il est nécessaire de déterminer les éléments qui sont interdépendants. En effet, les éléments (sous-critères) d'un groupe (critère) peuvent influencer soit d'autres éléments dans le même groupe, soit ceux d'autres groupes.

Un arc d'un groupe A vers un groupe B indique une dépendance entre des éléments du groupe A et des éléments du groupe B. Une boucle dans un groupe indique une dépendance entre les éléments d'un même groupe.

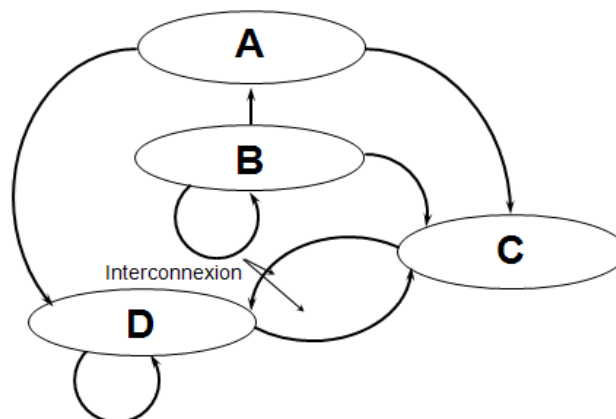


Figure III- 3: Le réseau de l'ANP

Etape 2 : Mener des comparaisons par paire d'éléments

Cette étape est similaire à celle de l'AHP. Des comparaisons par paire d'éléments sont effectuées afin de déterminer l'importance relative de chacun par rapport aux éléments du même groupe, ou à ceux de groupes différents.

Pour cela, après la structuration du problème, les intervenants dans le processus de décision sont questionnés afin d'indiquer la relation entre les paires d'éléments. On remplit ensuite la matrice des jugements en utilisant leurs réponses. La question qu'il faut poser afin de remplir la matrice est : « pour un critère donné, quel est le critère le plus influencé par celui-ci, parmi un l'ensemble de critères qui en dépendent ? ».

Comme pour l'AHP, l'échelle 1-9 développée par Saaty est utilisée pour effectuer les comparaisons. Lorsque deux éléments sont indépendants, la valeur zéro est attribuée lors des comparaisons.

La méthode ANP fournit également une mesure de la cohérence des jugements en calculant le ratio de cohérence (CR). La valeur du CR doit être inférieure à 0,10 pour pouvoir se prononcer sur la cohérence des jugements apportés lors des comparaisons par paires, sinon il faut réévaluer.

Etape 3 : Elaboration de la supermatrice

La supermatrice est constituée de l'ensemble des éléments de tous les groupes existant dans le modèle. Chaque colonne représente les priorités relatives de tous les éléments, par rapport à un élément donné. Cette matrice est appelée supermatrice non-pondérée.

Cette matrice a la forme suivante :

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{Groupe 1} & \text{Groupe 2} & \dots & \text{Groupe N} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{Groupe 1} \\ \text{Groupe 2} \\ \vdots \\ \text{Groupe N} \end{matrix} & \begin{matrix} e_{11} e_{12} \dots e_{1n_1} & e_{21} e_{22} \dots e_{2n_2} & \dots & e_{N1} e_{N2} \dots e_{Nn_N} \\ \left[\begin{matrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{matrix} \right] \end{matrix} \end{matrix}$$

W : Supermatrice non-pondérée.

e_{ij} : $j^{\text{ème}}$ élément du $i^{\text{ème}}$ groupe.

W_{ij} : matrice des priorités relatives entre les éléments du groupe i et les éléments du groupe j .

N_i : nombre d'éléments dans le groupe i .

Etape 4 : Pondération de la supermatrice initiale

La supermatrice doit être stochastique en colonne, c'est-à-dire que la somme des éléments d'une colonne est égale à 1, pour obtenir les priorités limites. Afin de pondérer la supermatrice (dans le but de la rendre stochastique), la matrice des priorités relatives des groupes est calculée comme suit :

Etant donné un groupe A, parmi les groupes qui influencent ce dernier, des comparaisons par paire sont faites en posant la question suivante : « parmi une paire de groupes qui ont une influence sur A, lequel d'entre eux influence le plus A ? ». On remplit ensuite la matrice des priorités relatives des groupes ; chaque colonne constitue un vecteur propre de priorité.

Exemple :

Soit les trois groupes Coût, Qualité, Délai. Si on prend le groupe Coût, nous savons que ce dernier dépend de la Qualité, ainsi que du Délai.

Pour faire les comparaisons, nous posons la question suivante : lequel, parmi les groupes Délai et Qualité, influence le plus le Coût ?

Nous faisons de même pour la Qualité et le Délai. Pour chaque groupe, nous obtenons un vecteur des priorités relatives des groupes qui l'influencent. Ainsi, nous construisons une matrice appelée « Matrice de Groupe »

Ensuite, chaque bloc de la supermatrice non-pondérée est multiplié par le poids du groupe (correspondant au bloc) dans la matrice de groupe, ce qui engendre une supermatrice pondérée. Cette matrice est stochastique en colonne (la somme des éléments d'une colonne est égale à 1).

Etape 5 : Calcul de la limite de la supermatrice pondérée

La stochasticité de la matrice est nécessaire afin de calculer la limite de la supermatrice. Pour cela, la super matrice pondérée devra atteindre un état d'équilibre, et ce, en la multipliant par elle-même (l'élever en puissance) jusqu'à ce que toutes les colonnes d'un groupe dans la supermatrice pondérée converge vers les mêmes valeurs.

A partir de là, l'alternative qui a la plus haute priorité sera choisie.

5.3. Apports de la méthode ANP

En plus des principaux avantages qu'offre l'ANP en tant qu'extension de la méthode AHP, elle offre également les avantages suivants :

- Lorsque la nature du problème à traiter interdit de négliger les liaisons qui peuvent exister entre les différents niveaux de l'arborescence, Saaty a proposé l'ANP basée sur l'utilisation de super matrices. Cette méthode, contrairement à l'AHP, prend en compte l'interdépendance entre les différents critères, et les sous-critères.

- L'ANP est une méthode qui peut s'avérer utile pour aider de multiples parties (parties prenantes) à prendre une décision en incluant l'opinion de tous les membres du groupe.
- L'ANP permet de traduire les relations complexes qui existent entre les critères. Elle est utilisée pour déterminer le degré de dépendance et les relations qui existent entre ces critères.
- Sa structure en réseau permet de mieux visualiser l'interdépendance qui existe entre les différents éléments du réseau.

6. Conclusion

Nous avons procédé dans ce chapitre au choix des méthodes multicritères à appliquer, en retenant d'abord la problématique de référence, puis l'approche d'agrégation des jugements la plus adéquate.

Les méthodes AHP et ANP se présentent comme les méthodes d'aide à la décision multicritère les mieux adaptées au problème de choix de fournisseurs de type mono-sourcing.

Dans ce qui suit, nous nous proposons de les appliquer à un cas réel. Pour cela, nous devons d'abord identifier les différents paramètres nécessaires, et modéliser le problème.

CHAPITRE IV

MODELISATION DU PROBLEME DE SELECTION DE FOURNISSEURS

- Cas Kraft Foods Algérie -

1. Introduction

La démarche générale d'aide à la décision multicritère est résumée comme suit :

- Expression du problème
- Modélisation du problème
- Choix de la méthode d'analyse multicritère
- Application de la méthode
- Recommandations

La modélisation du problème de sélection de fournisseurs constitue une étape cruciale dans le processus d'aide à la décision multicritère. En effet, c'est elle qui conditionne la pertinence de la solution.

A travers le présent chapitre, nous décrivons d'abord le contexte général de notre application, en nous familiarisons avec l'entreprise Kraft Foods Algérie, et plus particulièrement la fonction achats. Puis nous détaillerons le processus de modélisation du problème, et ceci à travers :

- La description de l'objet de décision, à savoir les produits retenus, en utilisant une analyse ABC ;
- L'identification des critères intervenant dans le processus ;
- La définition des actions potentielles.

2. Présentation de l'entreprise Kraft Foods Algérie

Le Groupe Danone et ses partenaires tunisiens dont Sotubi ont créé une joint venture dont ils détiennent respectivement 51% et 49% du capital. Le Groupe Danone, assure le management opérationnel, apporte son savoir-faire marketing et son expertise technologique. Il s'appuie sur la connaissance du marché et de la distribution développée par Sotubi.

Danone Biscuits Algérie est donc une joint-venture créée en octobre 2005 engagée dans la fabrication et la commercialisation des biscuits. Elle est implantée à Réghaia et détient 12% du marché. Elle compte un effectif de 240 salariés.

Deux marques représentent cette usine : CROUSTILLE pour les gaufrettes et START pour les biscuits.

Depuis fin 2007, la filiale Biscuits de Danone a été rachetée par l'entreprise Kraft Foods. Désormais, c'est Kraft Foods Algérie.

3. La fonction achats chez KFA

Chez Kraft Foods Algérie, la fonction achats est considérée comme stratégique. En effet, il est aujourd'hui difficile d'augmenter le profit d'une entreprise par les ventes, mais il est possible d'améliorer sa productivité en réduisant les coûts et le nombre de défauts par produit.

La fonction achats est l'intermédiaire en amont entre les services internes et les fournisseurs. Afin de répondre aux attentes spécifiques de l'entreprise, le responsable achats doit connaître les caractéristiques des fournisseurs ainsi que les produits et services demandés. Pour être le plus efficace possible, il doit, aussi et surtout, opérer une veille du marché pour connaître ses tendances et les différents fournisseurs présents.

Cela est d'autant plus important que l'entreprise doit faire face à une concurrence nationale, et de plus en plus, à une concurrence étrangère. Cette vision place le client au centre de l'organisation en amont comme en aval. L'optimisation de la valeur client demande en interne une plus grande attention aux besoins et désirs du client pour ainsi fournir des produits conformes et fiables à ses attentes.

La fonction achats, chez KFA, se charge essentiellement des besoins de la production en termes de matières premières, articles de conditionnement, emballage, et autres matières entrant dans la composition des produits. Le reste des besoins de l'entreprise est géré par les fonctions directement concernées.

Il est important de signaler que la responsable Achats reçoit de la part du pôle de l'entreprise, situé à Paris, une « corn-list ». Ce document est une liste qui présente le nom des différents fournisseurs (algériens, ou étrangers) homologués par l'entreprise KFA.

Le processus d'achat chez KFA, se fait comme suit :

Dès l'expression du besoin de la part des différents services, et ceci en spécifiant les informations relatives aux produits (fiches techniques, date limite du besoin, quantité à commander, etc.), la responsable achats se charge de présélectionner un ensemble de fournisseurs potentiels pour une famille de produits donnée, et cela en utilisant des outils tels que : les pages jaunes algériennes, Kompass, etc. La responsable contacte, ensuite, les fournisseurs présélectionnés, en vue d'obtenir des informations sur les produits proposés en termes de qualité, de prix, de délai de livraison, termes de paiement, etc... La mission de la responsable achat s'achève lorsque cette dernière négocie avec le fournisseur sélectionné le prix d'achat, ainsi que les termes de paiement, après validation des fiches techniques des fournisseurs auprès de la responsable qualité.

L'entreprise KFA est en situation de mono-sourcing, son objectif est donc de choisir le meilleur fournisseur, capable de satisfaire seul ses besoins, dans les meilleurs délais, au

meilleur prix, et répondant à ses exigences qualité. Pour cela, la responsable achat se base sur les critères qualité, coût, et délai, selon cet ordre, afin de sélectionner un fournisseur.

4. Modélisation du problème de sélection de fournisseurs

4.1. Description de l'objet de la décision

Les familles de produits achetées ne sont pas toutes soumises aux mêmes contraintes. Il convient donc d'identifier les différentes familles d'achats et de les analyser pour pouvoir ensuite fixer une stratégie adaptée à chaque famille d'achats.

La liste des différents produits achetés nous a été fournie par l'entreprise. Une fois que l'identification des achats effectués par l'entreprise est établie, nous devons classer ces produits selon leur ordre d'importance (contribution dans le montant global des achats). Pour cela, nous proposons d'appliquer une analyse ABC à ces produits.

4.2. Présentation de l'analyse ABC [PER 2000]

L'analyse ABC consiste tout simplement à **distinguer l'essentiel de l'accessoire**, c'est l'application au niveau des achats de la loi universelle de Pareto dite loi de 80/20. Elle permet d'identifier les familles qui représentent 80% de la valeur du portefeuille d'achat mais seulement 20% du nombre total de familles d'achats. Cette loi, applicable à toute entreprise, est très utile car elle permettra de mesurer l'ampleur de l'action à mettre en œuvre suivant le poids relatif de la famille d'achats.

Cette analyse pourra être réalisée sur l'ensemble des familles d'achats ainsi que sur les seuls achats consommés par la production, car les deux analyses sont riches d'enseignement.

Les différentes phases permettant de réaliser une analyse ABC des achats :

1. **Identifier le montant des achats réalisé sur une année (par exemple l'exercice qui vient de s'écouler 2007), pour chaque famille de produits préalablement identifiés.**
2. **Classer les familles de produits par ordre décroissant du montant d'achats annuel.**
3. **Dresser un tableau dans lequel apparaissent les informations suivantes :**
 - Famille d'achats,
 - Montant des achats par famille,
 - Part que représente chaque famille sur la totalité des achats : chiffre d'affaires achats par famille/ totalité des achats,
 - Part cumulée sur la totalité des achats.
4. **Construire la courbe d'analyse ABC. C'est l'illustration graphique de la dernière colonne du tableau précédent.**

Ce graphique comporte en abscisse les familles d'achats, et en ordonnée la part cumulée en % de la dépense annuelle.

5. Identifier les trois catégories A, B et C de la façon suivante :

La catégorie A regroupe 20% des familles : celles qui représentent environ 80% du chiffre d'affaires achats.

La catégorie B regroupe 30% des familles d'achats qui représentent environ 15% du chiffre d'affaires achats.

La catégorie C regroupe 50% des familles d'achats qui représentent environ 5% du chiffre d'affaires achats.

Cette première analyse peut permettre d'identifier les priorités et de visualiser les postes d'achat auxquels il est inutile de consacrer trop de temps.

Ainsi les achats de **catégorie A** devront faire l'objet d'une attention toute particulière. Un faible pourcentage de gain sur ces familles d'achats permettra de dégager une économie importante. Cependant ces familles sont généralement très sensibles.

Les achats de **catégorie B** seront également susceptibles de dégager des gains significatifs. Une attention particulière doit leur être accordée. Généralement ils sont moins stratégiques pour l'entreprise et sont donc plus facile à négocier.

Les achats de **catégorie C** sont tout à fait marginaux. Pour une PME qui ne peut pas se permettre de consacrer du temps à l'ensemble de ses achats, très peu de ressources devront être consacrées à la négociation des achats de la catégorie C.

▪ Application de l'analyse ABC pour la classification des familles d'achats chez KFA

Avant l'identification du montant d'achats, il est important de présenter l'ensemble des familles de produits de l'entreprise.

Catégorie de produits	Produits
Sucre	Sucre Dextrose Anhydre
Chocolat	Poudre de cacao 10/12 Nat Poudre de cacao 10/12 Alk Poudre de cacao 20/22 Alk
Produits Laitiers	Lactosérum Poudre de lait entier
Matières Grasses	Lécithine de soja KOKOWAR POLAWAR Graisse palme
Arômes	Vanilline cristallisé Arôme Lait Arôme Vanille Arôme Vanille Lait

Farine	Farine
Fruits / Confitures	Pâte de noisette
Autres matières premières	Bicarbonate de sodium Bicarbonate d'ammonium Acide citrique Sel
Amidon et dérivés	Amidon de blé Sirop de glucose
Films	Film Start 300 Film Start 230 Film Croustille Lait 190gr Film Croustille Choco Film Planeto Vanille Film Planeto Chocolat Film Croustille Choco 40gr Film Prince 12gr Film nouveau sandwich Film gaufrette enrobée
Emballages	Caisses croustille 190gr L Caisses croustille 190gr C Caisse Planeto 40g Chocolat Caisse Planeto 40g Vanille Caisse START 300 Caisse START 230 Display Prince 12gr Caisse groupage Prince choco 12gr Display Croustille Choco 40gr Caisse groupage Croustille Choco40 gr Caisse new sandwich Caisse gaufrette enrobée Caisse de groupage gaufrette enrobée
Autres emballages	TEAR SEAL Papier sulfurisé L185 Scotch en rlx de 1000ML Papier sulfurisé L240

Tableau IV- 1: Familles de produits KFA - LU

Etape 1 : Identifier le montant des achats

Pour des raisons de confidentialité, l'entreprise ne nous a pas communiqué le montant exact des achats. En revanche, les parts des produits achetés sur la totalité des achats nous ont été fournies.

Produits achetés	Part dans la totalité des achats	Produits achetés	Part dans la totalité des achats
Acide citrique	0,0%	Film gaufrette enrobée	0,2%
Amidon de blé	0,8%	Film nouveau sandwich	0,8%
Arôme Vanille Lait	1,4%	Film Planeto Chocolat	0,6%
Arôme Lait	0,5%	Film Planeto Vanille	0,6%
Arôme Vanille	0,9%	Film Prince 12g	2,4%
Bicarbonate de sodium	0,2%	Film Start 230	0,8%
Bicarbonate d'ammonium	0,1%	Film Start 300	2,0%
Caisse de groupage gaufrette enrobée	0,6%	Graisse palme	19,8%
Caisse gaufrette enrobée	0,9%	KOKOWAR	2,7%
Caisse groupage Croustille Choco40 g	0,1%	Lactosérum	0,3%
Caisse groupage Prince choco 12g	1,0%	Lécithine de soja	0,1%
Caisse new sandwich	0,8%	Papier sulfurisé L185	0,6%
Caisse Planeto 40g Chocolat	0,8%	Papier sulfurisé L240	2,0%
Caisse Planeto 40g Vanille	0,8%	POLAWAR	4,3%
Caisse START 300	1,7%	Pâte de noisette	0,1%
Caisses croustille 190g	0,6%	Poudre de cacao 10/12 Alk	0,2%
Caisses croustille 190g	0,4%	Poudre de cacao 10/12 Nat	3,0%
Caisse START 230	0,6%	Poudre de cacao 20/22 Alk	0,3%
Dextrose Anhydre	0,1%	Poudre de lait entier	10,2%
Display Croustille Choco 40g	0,7%	Scotch en rlx de 1000ML	0,2%
Display Prince 12g	1,5%	Sel	0,0%
Farine	17,8%	Sirop de glucose	0,5%
Film Croustille Choco	1,1%	Sucre	14,0%
Film Croustille Choco 40g	0,2%	TEAR SEAL	0,0%
Film Croustille Lait 190g	0,5%	Vanilline cristallisé	0,2%

Tableau IV- 2: Pourcentage de valeur par produit acheté

Pour les matières Acide citrique, Sel, et TEAR SEAL, le pourcentage 0,0% signifie que les quantités achetées sont insignifiantes par rapport aux autres matières.

Etapes 2-3

Nous présentons dans ce qui suit un tableau qui regroupe les étapes 2 et 3 ; classification des familles de produits en ordre décroissant de la part du montant d'achats ainsi que les parts cumulées sur la totalité des achats.

Produits achetés	Part sur la totalité des achats	Part cumulée sur les achats totaux	Classe des familles de produit
Graisse palme	19,8%	19,8%	CLASSE A
Farine	17,8%	37,6%	
Sucre	14,0%	51,6%	
Poudre de lait entier	10,2%	61,8%	
POLAWAR	4,3%	66,1%	
Poudre de cacao 10/12 Nat	3,0%	69,1%	
KOKOWAR	2,7%	71,8%	
Film Prince 12Gr	2,4%	74,2%	
Film Start 300	2,0%	76,2%	
Papier sulfurisé L240	2,0%	78,2%	
Caisse START 300	1,7%	79,9%	
Display Prince 12Gr	1,5%	81,4%	CLASSE B
Arôme Vanille Lait	1,4%	82,8%	
Film Croustille Choco	1,1%	83,9%	
Caisse groupage Prince choco 12gr	1,0%	84,9%	
Arôme Vanille	0,9%	85,8%	
Caisse gaufrette enrobée	0,9%	86,7%	
Amidon de blé	0,8%	87,5%	
Caisse new sandwich	0,8%	88,3%	
Caisse Planeto 40g Chocolat	0,8%	89,1%	
Caisse Planeto 40g Vanille	0,8%	89,9%	
Film nouveau sandwich	0,8%	90,7%	
Film Start 230	0,8%	91,5%	
Display Croustille Choco 40gr	0,7%	92,2%	
Caisse de groupage gaufrette enrobée	0,6%	92,8%	

Caisses croustille 190g C	0,6%	93,4%	
Caisse START 230	0,6%	94,0%	
Film Planeto Chocolat	0,6%	94,6%	
Film Planeto Vanille	0,6%	95,2%	
Papier sulfurisé L185	0,6%	95,8%	CLASSE C
Arôme Lait	0,5%	96,3%	
Film Croustille Lait 190Gr	0,5%	96,8%	
Sirop de glucose	0,5%	97,3%	
Caisses croustille 190g L	0,4%	97,7%	
Lactosérum	0,3%	98,0%	
Poudre de cacao 20/22 Alk	0,3%	98,3%	
Bicarbonate de sodium	0,2%	98,5%	
Film Croustille Choco 40Gr	0,2%	98,7%	
Film gaufrette enrobée	0,2%	98,9%	
Poudre de cacao 10/12 Alk	0,2%	99,1%	
Scotch en rlx de 1000ML	0,2%	99,3%	
Vanilline cristallisé	0,2%	99,5%	
Bicarbonate d'ammonium	0,1%	99,6%	
Caisse groupage Croustille Choco40 gr	0,1%	99,7%	
Dextrose Anhydre	0,1%	99,8%	
Lécithine de soja	0,1%	99,9%	
Pâte de noisette	0,1%	100,0%	
Sel	0,0%	100,0%	
TEAR SEAL	0,0%	100,0%	
Acide citrique	0,0%	100,0%	

Tableau IV- 3: Classification ABC des familles de produits

Etape4 : Construire la courbe d'analyse ABC.

C'est l'illustration graphique de l'analyse ABC faite précédemment.

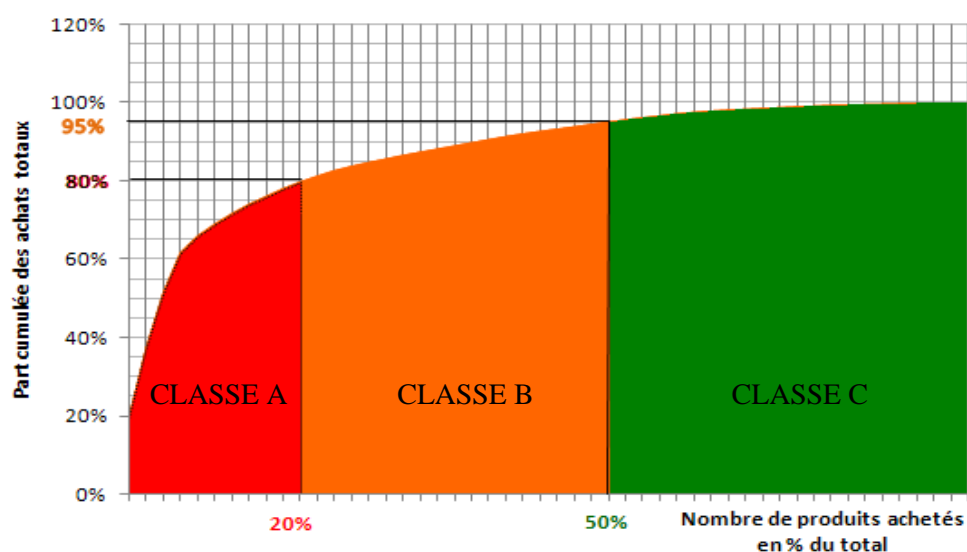


Figure IV- 1: Courbe de Pareto appliquée à la valeur des produits achetés

A ce stade de l'analyse, nous retenons 11 produits dont la part cumulée des achats représente 80% du montant global des achats.

L'objectif de notre travail étant d'apporter une démarche aidant les décideurs à sélectionner leurs fournisseurs, tout en prenant en compte un ensemble pertinent de critères qualitatifs et quantitatifs, nous avons restreint la classe A aux trois premiers produits : **Farine, Sucre, Graisse Palme**.

Ce choix est justifié également par le fait que ces matières premières sont celles qui ont la plus grande contribution dans la composition du produit final (voir tableau IV-4). En effet, nous remarquons, par exemple pour la farine, qu'elle est de 46%, et représente donc près de la moitié du poids du produit final.

Par ailleurs, ces matières sont celles pour lesquelles l'entreprise rencontre le plus de difficultés. En effet, ce sont des matières sensibles du fait de leurs caractéristiques techniques et de leur positionnement sur le marché local et mondial (fluctuation incessante des prix sur les marchés boursiers et offres très réduites en Algérie).

Matières	Contribution dans le produit I	Contribution dans le produit II
Farine	46%	15%
Graisse Palme	20%	46,93%
Sucre	20%	29%

Tableau IV- 4: Contribution de la farine, la graisse palme et le sucre dans le produit final

4.3. L'identification des critères

L'objectif est de procéder à la sélection de fournisseurs pour les matières premières retenues. Nous devons tout d'abord identifier tous les critères qualitatifs et quantitatifs qui affectent ce processus de sélection. Pour cela, nous avons recensé une liste de critères auprès des différents responsables de l'entreprise, puis nous l'avons complétée en nous inspirant des critères de Dickson [WEB 1991]. Les responsables avaient aussi la possibilité d'ajouter des critères supplémentaires affectant la sélection de fournisseurs.

Les critères et les sous critères pouvant être utilisés lors de la sélection des fournisseurs ont fait l'objet d'un questionnaire (cf. ANNEXE B). Les personnes interrogées sont celles qui interviennent lors de la prise de décision pour le choix de fournisseurs :

- L'acheteur ;
- L'approvisionneur ;
- Le responsable de production ;
- Le responsable qualité ;
- Le responsable logistique ;
- Le coordinateur des chefs d'équipe.

Une échelle de type Likert [PUL 1998] (cf. ANNEXE A) est utilisée pour l'évaluation des importances perçues des critères. Les personnes interrogées ont évalué les importances relatives des attributs de 1 (le moins important) à 5 (le plus important). **40** critères qualitatifs et quantitatifs sont regroupés sous l'angle de trois considérations stratégiques : le coût, la qualité et le délai. **16** critères de qualité, **6** critères de délai, **9** critères prix et **9** autres critères sont évalués à l'aide du questionnaire préparé initialement (cf. ANNEXE B). Les réponses données aux questionnaires sont rassemblées (cf. ANNEXE C), et pour chaque critère la moyenne des jugements est calculée.

La moyenne de tous les critères nous donne la valeur de coupure, égale à **3,62**. Les critères qui ont obtenu des valeurs moyennes inférieures à **3,62** sont rejetés. Ceux qui ont des valeurs supérieures à **3,62** sont acceptés comme sous critères dans le problème de sélection de fournisseurs.

Dans notre cas, **18** critères sont rejetés parmi les **40** indiqués dans le questionnaire. Aucun responsable n'a rajouté au questionnaire des critères supplémentaires à considérer lors de la sélection des fournisseurs. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure IV-2.

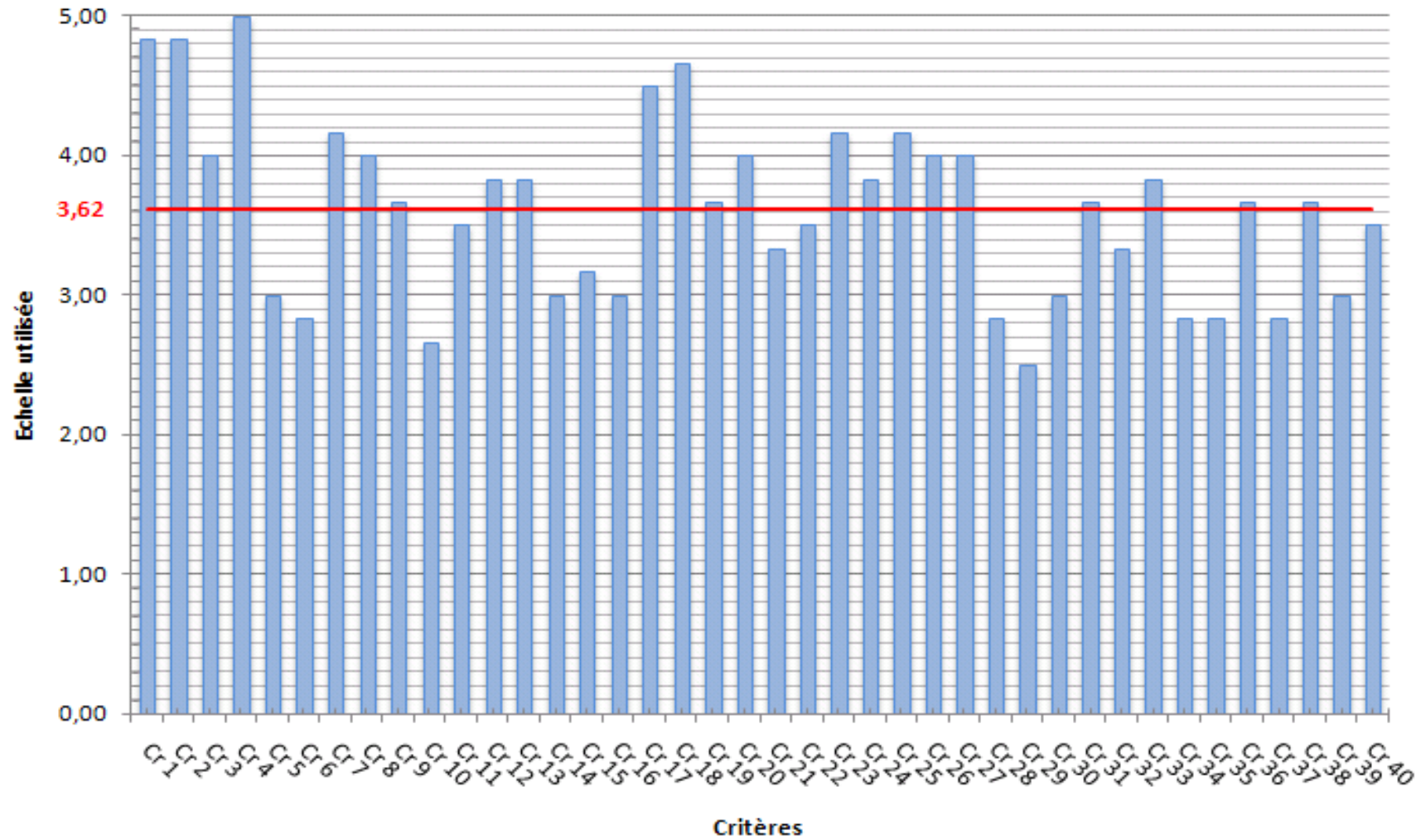


Figure IV- 2: Critères affectant la sélection de fournisseurs pour KFA

Parmi les **22** critères retenus, un deuxième entretien a été effectué auprès des responsables afin d'approuver la liste des critères retenus. De ce fait, l'importance de certains critères a été reconsidérée.

Par ailleurs, certains critères ont été jugés redondants, nous avons donc procédé à une combinaison entre certains d'entre eux.

En conséquence, les 11 critères retenus affectant la sélection de fournisseurs de matières premières sont présentés ci-dessous :

a) Critère Coût

L'objectif de ce critère traduit le fait d'être livré au meilleur prix. Ce critère tient compte des différents coûts qui entrent en jeu dans le coût d'acquisition du bien. Il est de nature quantitative. Les sous-critères retenus sont:

- **Prix d'achat** : il englobe le prix d'une unité de marchandise et tous les frais engendrés afin que la marchandise arrive à l'usine. Ce prix peut être composé du coût de la matière première, du coût horaire, du coût des consommables, de l'amortissement des stocks d'encours, du coût de transport, des frais de douanes et du transitaire (éventuellement si l'achat se fait à l'étranger), etc.
- **Conditions de paiement** : on entend par conditions de paiement l'échéance donnée par le fournisseur à l'entreprise afin de régler la facture, et ceci, à partir de la date de réception de la facture.
- **Capacité de négociation** : c'est l'aptitude du fournisseur à se remettre en question en termes de prix d'achat. En effet, les fournisseurs qui imposent un prix « ferme » ont tendance à donner une image de rigidité, de sévérité, et donc à éloigner les clients potentiels.

b) Critère Qualité

Ce critère englobe la qualité du produit, et celle du fournisseur. La qualité du produit vise à garantir que celui-ci est de qualité et qu'il est conforme aux spécifications préétablies par l'entreprise.

La qualité du fournisseur désigne l'ensemble des caractéristiques de celui-ci, qui permettent de garantir qu'il est en accord avec les besoins de l'entreprise (capacité de production), afin de s'assurer de sa viabilité durant toute la future période d'approvisionnement en fournitures. Nous avons retenu pour la Qualité les sous-critères suivants :

- **Conformité aux exigences techniques** : l'un des critères les plus importants dans l'évaluation d'un fournisseur est la conformité de ses produits aux exigences techniques de l'entreprise. En effet, dans l'industrie agroalimentaire, ce critère est primordial avant de procéder à l'évaluation par rapport à d'autres critères.
- **Qualité du produit** : ce critère vise à apprécier la qualité du produit proposé par le fournisseur, au-delà des exigences techniques. Ce critère est particulièrement pertinent lorsqu'on a à évaluer deux fournisseurs dont les produits sont tous les deux conformes aux exigences de l'entreprise.
- **Constance de la qualité** : il est également important que le fournisseur offre des produits de qualité constante. Ceci influe sur la réputation du fournisseur en termes de sérieux, et d'image de marque.

- **Capacité d'adaptation aux exigences techniques** : ce critère intervient lorsque le fournisseur propose un produit qui n'entre pas dans les spécifications techniques de l'entreprise. En effet, celle-ci peut offrir au fournisseur la possibilité de faire des tests, jusqu'à ce que son produit satisfasse les exigences techniques.
- **Capacité de production** : ce critère est important car les matières approvisionnées sont des matières de consommation courante, et de très grand volume. L'entreprise étant en situation de mono-sourcing, elle doit alors s'assurer que le fournisseur est apte à répondre à ses besoins en termes de quantité à approvisionner.

c) Critère Délai

L'objectif de ce critère est de réceptionner la matière dans les meilleurs délais. Le délai est le temps qui s'écoule entre l'expression d'un besoin et la satisfaction effective de ce besoin. Les sous-critères retenus sont :

- **Délais proposés, rapidité** : il est évident que l'entreprise cherche à être livrée le plus rapidement possible. De ce fait, elle avantagera un fournisseur qui propose des délais plus courts. Il est évident que ces délais sont directement liés aux délais de réalisation de la commande.
- **Respect des délais** : la ponctualité des livraisons est un critère important dans le processus d'approvisionnement. Tout retard peut engendrer un arrêt de la production, et donc un manque à gagner.
- **Flexibilité** : la flexibilité du fournisseur en termes de délai se mesure par sa capacité à répondre aux besoins de l'entreprise. En effet, celle-ci peut consommer plus de matière que d'habitude, et donc aura besoin d'être réapprovisionnée plus tôt. Elle sera donc attirée par un fournisseur qui peut s'adapter rapidement à ses besoins.

Critères	Sous critères	Type
Coût	Prix d'achat	Quantitatif
	Conditions de paiements	Quantitatif
	Capacité de négociation	Qualitatif
Qualité	Qualité du produit	Qualitatif
	Conformité aux exigences techniques	Qualitatif
	Constance de la qualité	Qualitatif
	Capacité de production	Quantitatif
	Capacité d'adaptation aux exigences	Qualitatif
Délai	Délais proposés, rapidité	Quantitatif
	Respect des délais	Qualitatif
	Flexibilité	Qualitatif

Tableau IV- 5: Récapitulatif des critères et sous critères retenus pour la sélection de fournisseurs

4.4. L'identification des fournisseurs potentiels

Comme nous l'avons vu au chapitre IV § 3, l'entreprise Kraft Foods Algérie est en situation de mono-sourcing. Elle recherche le meilleur fournisseur répondant à ses exigences qualité, et répondant à ses besoins en termes de quantité.

Nous avons également précisé précédemment que les matières auxquelles nous nous intéressons sont les matières premières **farine**, **sucre** et **graisse palme**. Pour ces matières, l'entreprise a décidé de s'approvisionner en local.

En effet, en raison de la fréquence d'approvisionnement, de l'augmentation des prix de la matière première au niveau international, et des conjonctures actuelles (l'Algérie subventionne le blé tendre au niveau de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales), il est préférable pour l'entreprise, en ce qui concerne ces matières, de s'approvisionner en local. Nous avons donc restreint notre recherche de fournisseurs potentiels aux fournisseurs locaux.

Nous avons eu l'occasion de rencontrer certains fournisseurs, lors de visites faites par ceux-ci à l'entreprise KFA. Nous avons également consulté des annuaires afin de rechercher d'autres fournisseurs potentiels : les pages jaunes ainsi que Kompass Algérie. Ces annuaires proposent généralement deux types de critères de choix pour la recherche de fournisseurs : le type de produit et la localisation géographique.

Nous avons établi une liste de fournisseurs potentiels. Nous les avons contactés en précisant que notre objectif était la prospection de nouveaux fournisseurs. Pour ce faire, il leur a été demandé des informations sur les produits proposés (fiches techniques, prix, délai de livraison, etc...). Ces informations seront présentées lors de l'application des méthodes retenues.

Pour des raisons de confidentialité imposées par KFA, nous ne communiquerons pas les noms des fournisseurs. Nous les appellerons Fournisseur A, Fournisseur B, etc.

Nous avons retenu 5 fournisseurs pour la farine, 3 fournisseurs pour le sucre, et 2 fournisseurs pour la graisse palme. Ces fournisseurs sont introduits dans le panel fournisseur de l'entreprise.

Pour la farine, nous avons les fournisseurs suivants :

- Fournisseur AF : C'est un fournisseur inconnu de l'entreprise. Nous l'avons rencontré par le biais des Pages Jaunes Algériennes.
- Fournisseur BF : il est le fournisseur actuel de l'entreprise.
- Fournisseur CF : ce fournisseur a déjà travaillé avec l'entreprise. Néanmoins, vu la non constance de la qualité du produit offert, l'entreprise a préféré changer de fournisseur.
- Fournisseur DF : c'est un fournisseur avec lequel l'entreprise a déjà effectué des essais afin que les caractéristiques du produit coïncident avec les spécifications de l'entreprise. Ces essais ont été non concluants, et l'entreprise les a cessés depuis quelques mois, sans les reprendre.
- Fournisseur EF : même profil que le fournisseur DF.

Pour le sucre, nous retenons les fournisseurs suivants :

- Fournisseur AS : il est le fournisseur actuel de l'entreprise.
- Fournisseur BS : nous avons eu l'occasion de rencontrer ce fournisseur lors d'une visite de celui-ci à l'entreprise. C'est un fournisseur inconnu de celle-ci.
- Fournisseur CS : même profil que le fournisseur BS.

Pour la graisse palme, nous retenons les fournisseurs suivants :

- Fournisseur AG : il est l'actuel fournisseur de l'entreprise.
- Fournisseur BG : nous avons eu l'occasion de rencontrer ce fournisseur lors d'une visite de celui-ci à l'entreprise. C'est un fournisseur connu de celle-ci, néanmoins elle n'a jamais travaillé avec lui.

Nous avons également proposé à la responsable achats d'établir des fiches fournisseurs, et ainsi construire une base de données commune aux différents départements impliqués (qualité, approvisionnements, achats, finance, logistique), afin de réunir toutes les informations relatives aux fournisseurs pour un meilleur suivi de ceux-ci. Cela permettra de créer un historique des relations entre l'entreprise et les différents fournisseurs avec lesquels elle a travaillé. Cet historique est essentiel lors de l'évaluation des fournisseurs. En effet, cela pourrait aboutir à la décision de changement de fournisseur.

Un exemple de la fiche fournisseur proposée à l'entreprise est présenté en annexe. (cf. ANNEXE D)

Les informations issues des fiches fournisseurs serviront de base de données lors du suivi du fournisseur, ainsi que la réitération du processus de choix de fournisseurs.

5. Conclusion

Le modèle que nous venons d'élaborer englobe les principales caractéristiques du problème en termes d'objet de décision, de contraintes à prendre en compte (critères) et les solutions possibles ou alternatives (les fournisseurs).

Nous arrivons à la quatrième étape du processus d'ADMC, celui de l'agrégation des préférences des décideurs, et des performances des actions. Ceci sera effectué par l'application des méthodes AHP et ANP.

CHAPITRE V

APPLICATION DES METHODES AHP ET ANP

1. Introduction

Tel que nous l'avons indiqué au chapitre III, nous avons retenu deux méthodes d'agrégation multicritères. La comparaison des résultats obtenus par chacune d'entre elles va nous permettre de tester la stabilité de nos résultats indépendamment de la méthode utilisée.

Nous nous proposons dans cette partie d'appliquer les méthodes d'agrégation multicritères AHP et ANP. Nous présenterons la solution initiale obtenue en utilisant les valeurs des paramètres définis par les décideurs puis nous procéderons à une analyse de sensibilité des solutions par rapport à ces paramètres.

Pour déterminer la meilleure action par la méthode AHP et ANP, nous avons utilisé le logiciel **Super Decisions**. A cet effet, nous avons construit le modèle de décision, introduit les jugements issus des comparaisons par paires et calculé les priorités.

▪ Présentation du logiciel Super Decisions

Super Decisions 1.6 est un logiciel d'analyse et d'aide à la décision multicritère. Il a été conçu en février 2005 par l'équipe ANP (William J. Adams d'Embry Riddle Aeronautical University, Daytona Beach, Floride, en collaboration avec Rozann W. Saaty) qui travaille pour la fondation des décisions créatives (*Creative Decisions foundation*). La version que nous avons utilisée de ce logiciel est disponible sur Internet [WEB 4].

Le logiciel Super Decisions 1.6 a été conçu pour être utilisé sous plate-forme Windows en respectant les standards les plus avancés en matière d'intégration de logiciel.

2. Application de la méthode AHP

Nous détaillons les calculs relatifs à l'application de la méthode AHP à travers l'exemple de la sélection de fournisseurs de la matière première : Farine.

L'application de la méthode AHP s'effectue à travers les étapes suivantes :

Etape 1 : Construction de la hiérarchie

Une fois la structure faite, nous développons pour chaque niveau les étapes suivantes :

Etape 2 : Effectuer les comparaisons par paires;

Etape 3 : Déterminer les priorités;

Etape 4 : Évaluer la cohérence des jugements

2.1. Construction de la hiérarchie

Pour chaque matière première l'arborescence hiérarchisant les éléments du problème est représentée dans la figure V-1.

Nous avons construit quatre niveaux hiérarchiques ; le niveau 0 étant l'objectif (*Sélection de fournisseurs de matières premières*), le niveau 1 compare les critères par rapport à l'objectif, le niveau 2 compare les sous critères par rapport aux critères et le niveau 3 compare les alternatives par rapport à chaque sous critère. Le but de chaque analyse est de cibler le meilleur critère, le meilleur sous critères et la meilleure alternative par rapport au niveau hiérarchique supérieur.

Niveau 0 : Objectif

Niveau 1 :
Critères

Niveau 2 :
Sous critères

Niveau 3 :
Alternatives

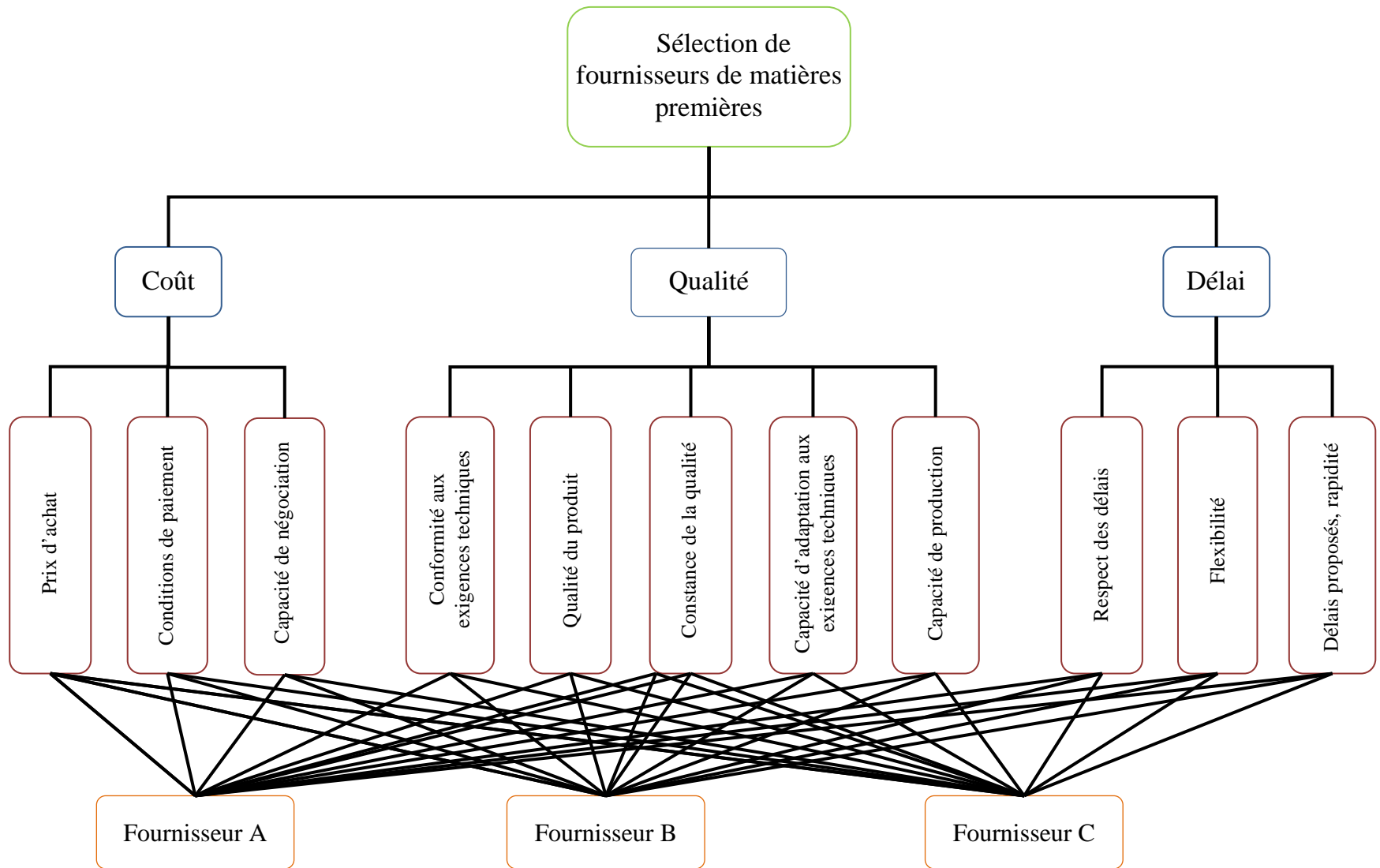


Figure V- 1: La structure hiérarchique du problème de sélection de fournisseurs de matières premières

▪ **Construction de la hiérarchie avec Super Decisions**

Nous avons construit la hiérarchie de l’AHP avec le logiciel. Nous présentons le modèle obtenu dans la figure V-2.

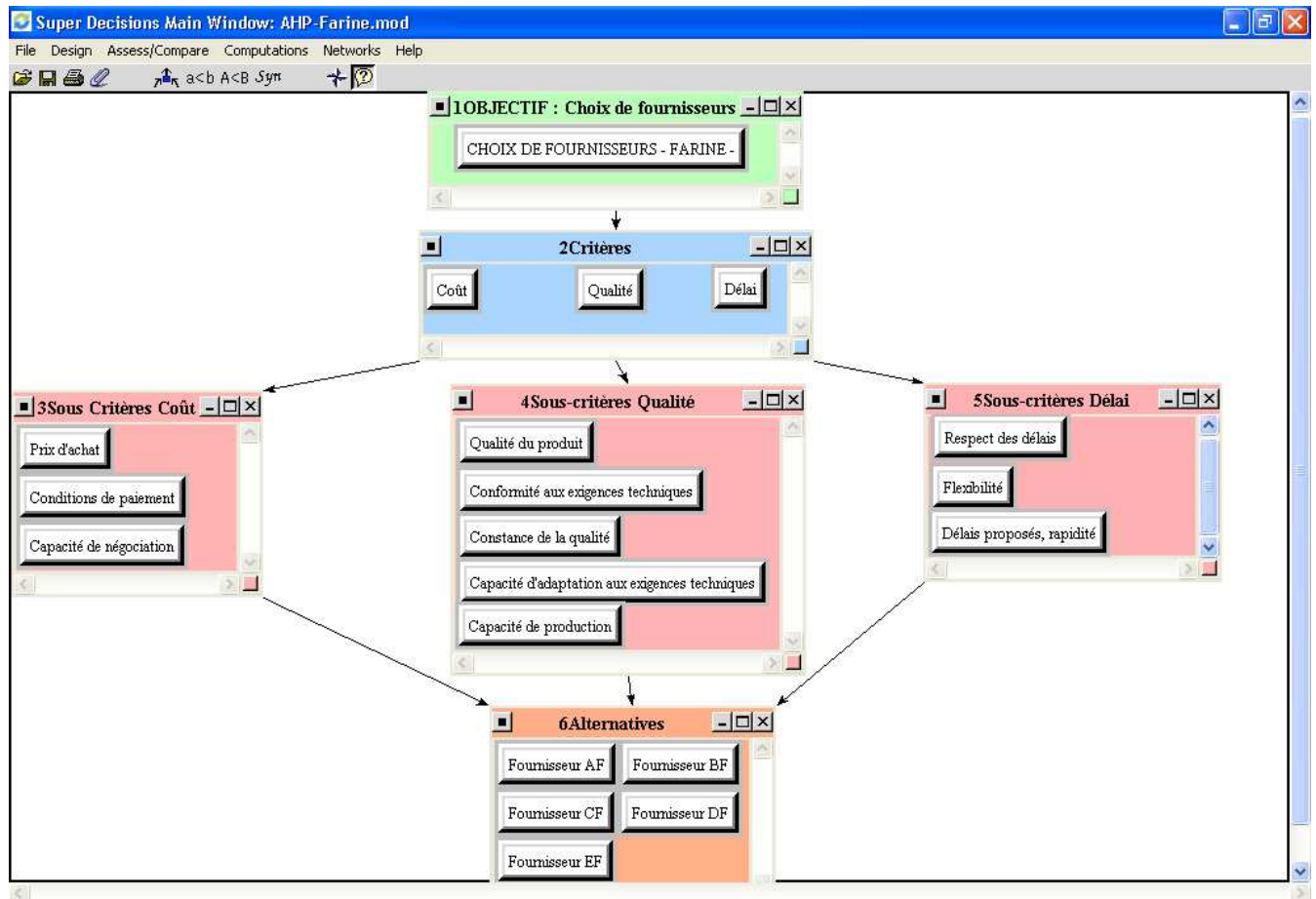


Figure V- 2: La structure hiérarchique du problème de sélection de fournisseurs sous Super Decisions 1.6

2.2. Construction des matrices des comparaisons par paire

À partir des explications données au chapitre précédent avec la justification du choix des critères et alternatives, il est maintenant possible de faire des comparaisons par paire. Le but de ces comparaisons est d’établir les priorités des différents éléments du problème.

En commençant par le niveau le plus haut de la hiérarchie, les comparaisons sont construites pour chaque niveau de la hiérarchie afin de déterminer l’importance relative de chaque élément d’un niveau, à l’égard de chaque élément du niveau immédiatement supérieur et de construire les matrices de comparaisons par paire.

▪ **Origine des données**

L’exercice qui consiste à apporter un jugement aux divers critères et alternatives a été effectué grâce à des entretiens.

Il a été demandé à chacun des responsables directement concerné (Achats, Qualité, Approvisionnements), d’attribuer, pour chaque critère (Coût, Qualité, Délai), une pondération aux sous critères correspondants.

Lors des entretiens avec les responsables, nous avons fourni :

- . La structure hiérarchique du problème de sélection de fournisseurs
- . Le questionnaire
- . La notice explicative pour chacun des groupes de critères comparés

Ce dispositif a pour objectif d’informer la personne interrogée sur les buts poursuivis par l’étude et les informations que l’on entend obtenir. Le texte utilisé et les éventuelles explications orales complémentaires sont construits de façon à fournir des informations standardisées (expliquer le sens des termes employés, le contenu des différentes techniques...), et à normaliser le contexte de l’entretien, tout en évitant de fournir des jugements de valeur ou des informations explicites sur les avantages, inconvénients et importances respectives des différents critères.

Pour évaluer les critères et sous critères, nous avons expliqué l’échelle verbale des jugements, proposée par Saaty (cf. tableau III-3, Chapitre III § 4.2, page 53).

Les évaluations de chaque responsable et leurs résultats sont présentées dans ce qui suit.

Il est important de signaler, étant donné que les matières choisies (Farine, Sucre, Graisse Palme) sont toutes de classe A, que les pondérations des critères et sous-critères sont les mêmes pour les 3 modèles établis.

2.2.1. Comparaisons des critères par paire (niveau 1)

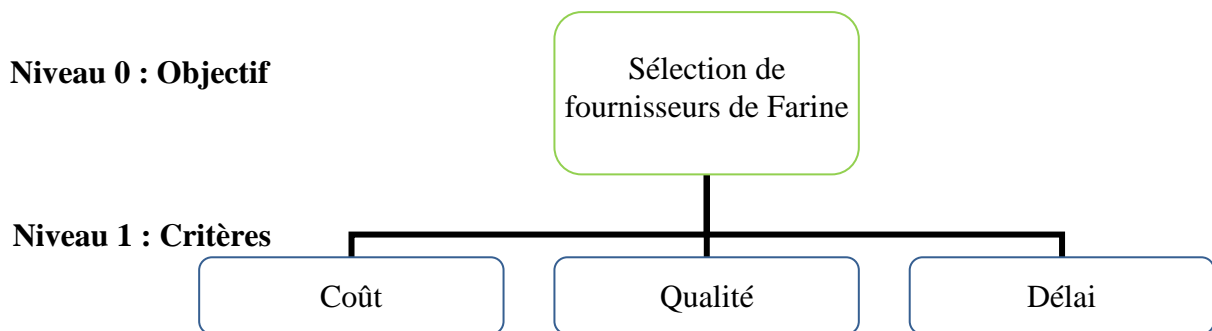


Figure V- 3: Le 1^{er} niveau de la hiérarchie

Il s'agit d'établir un classement des critères par rapport à l'objectif global. Pour cela une matrice B est construite dans laquelle chaque élément (j,l) est un jugement ou une comparaison d'un couple de critères C_j et C_l . La valeur de cette comparaison b_{jl} est une valeur de l'échelle 1-9. Par conséquent, $b_{jl} = 1/ b_{lj}$ et $b_{jj}=1$.

Les responsables ont exprimé les importances relatives qu'ils accordent aux critères et que nous présentons dans la matrice $B = [b_{jl}]_{3 \times 3}$

	Coût	Qualité	Délai
Coût	1	1/7	3
Qualité	7	1	9
Délai	1/3	1/9	1

Tableau V- 1: Matrice des jugements relatifs des critères

2.2.2. Comparaisons des sous-critères par paire (niveau 2)

Il s'agit d'établir un vecteur de priorité de chacun des sous critères par rapport à son critère correspondant.

▪ Comparaisons des sous critères Coût

Le **Coût** est constitué de trois sous critères : *le prix d'achat (PA)*, *les conditions de paiements (CP)* et *la capacité de négociation (CN)* qui sont des éléments du **niveau 2** de la hiérarchie (cf. Fig. V-4).

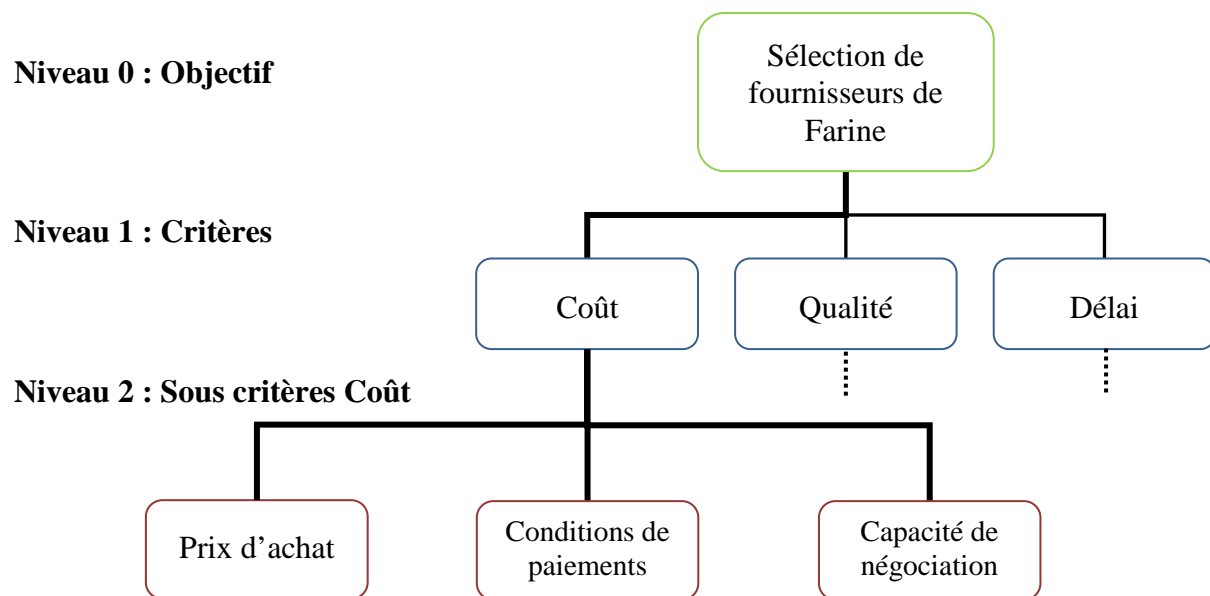


Figure V- 4: Le 2^{ème} niveau de la hiérarchie (Sous critères Coût)

Le tableau V-2 représente la matrice combinée obtenue à l'aide des comparaisons par paire faites pour ces trois sous-critères.

	PA	CP	CN
PA	1	5	7
CP	1/5	1	3
CN	1/7	1/3	1

Tableau V- 2: Matrice des jugements relatifs des sous critères Coût

▪ Comparaisons des sous critères Qualité

Le critère **Qualité** est constitué de six sous critères : *conformité aux exigences techniques (CET)*, *qualité du produit (QP)*, *constance de la qualité (CQ)*, *capacité d'adaptation aux exigences techniques (CAET)*, *capacité de production (CP)*. (cf. Fig. V-5).

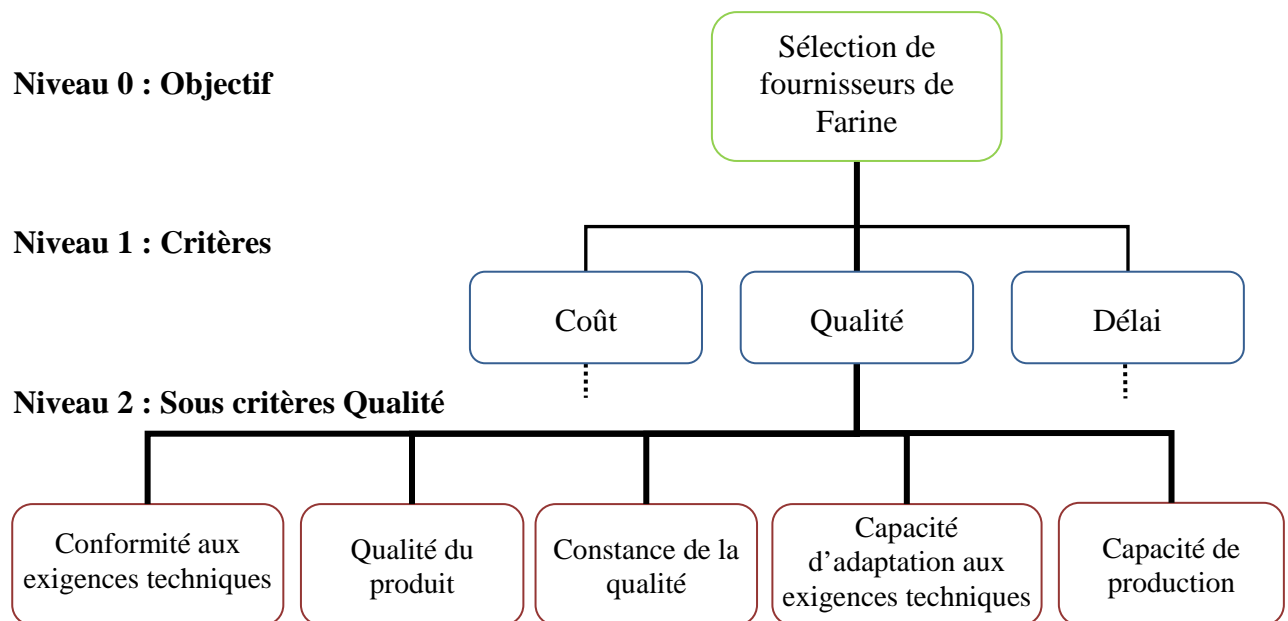


Figure V- 5: Le 2^{ème} Niveau de la hiérarchie (Sous critères Qualité)

Le tableau V- 3 représente la matrice combinée obtenue à l'aide des comparaisons par paire faites pour ces cinq sous-critères.

	CET	QP	CQ	CAET	CP
CET	1	7	3	4	7
QP	1/7	1	1/4	1/2	5
CQ	1/3	4	1	3	8
CAE	1/4	2	1/3	1	7
CP	1/7	1/5	1/8	1/7	1

Tableau V- 3: Matrice des jugements relatifs des sous critères Qualité

▪ Comparaisons des sous critères Délai

Le critère **Délai** est constitué de trois sous-critères : *Respect des délais (RD)*, *Flexibilité (FL)*, *Délais proposés-Rapidité (DP)*. (cf. Figure V-6)

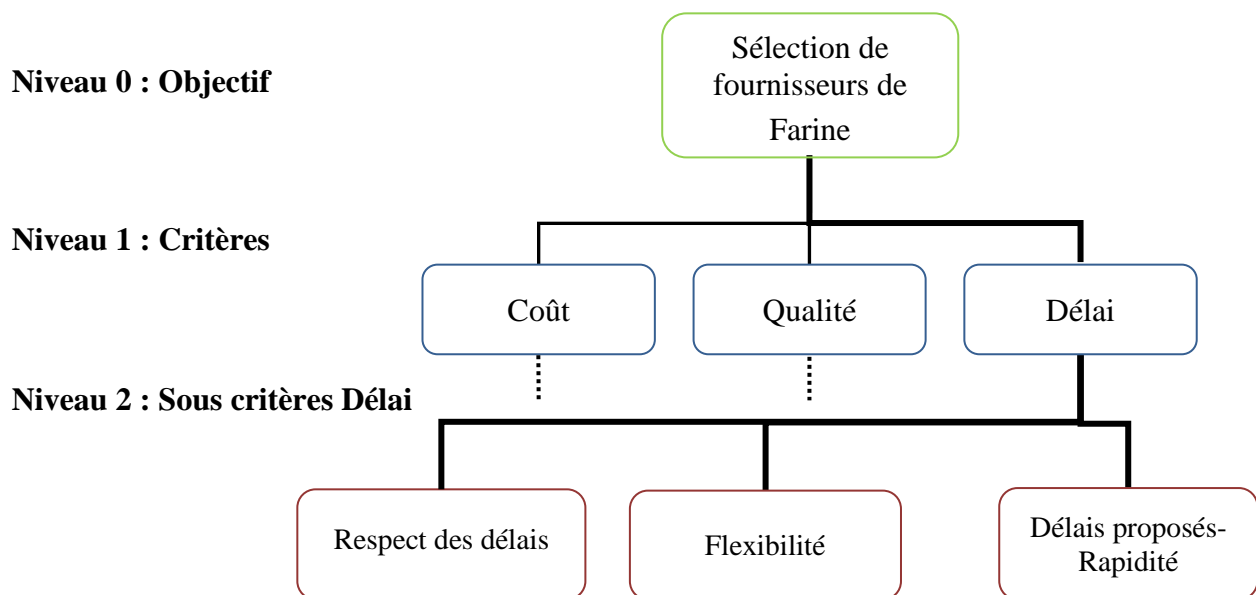


Figure V- 6: Le 2^{ème} niveau de la hiérarchie (Sous critères Délai)

Le tableau V- 4 représente la matrice combinée obtenue à l'aide des comparaisons par paire faites pour ces trois sous-critères.

	RD	FL	DP
RD	1	1/3	4
FL	3	1	7
DP	1/4	1/7	1

Tableau V- 4: Matrice des jugements relatifs des sous critères Délai

2.2.3. Comparaisons des alternatives par paire (niveau 3)

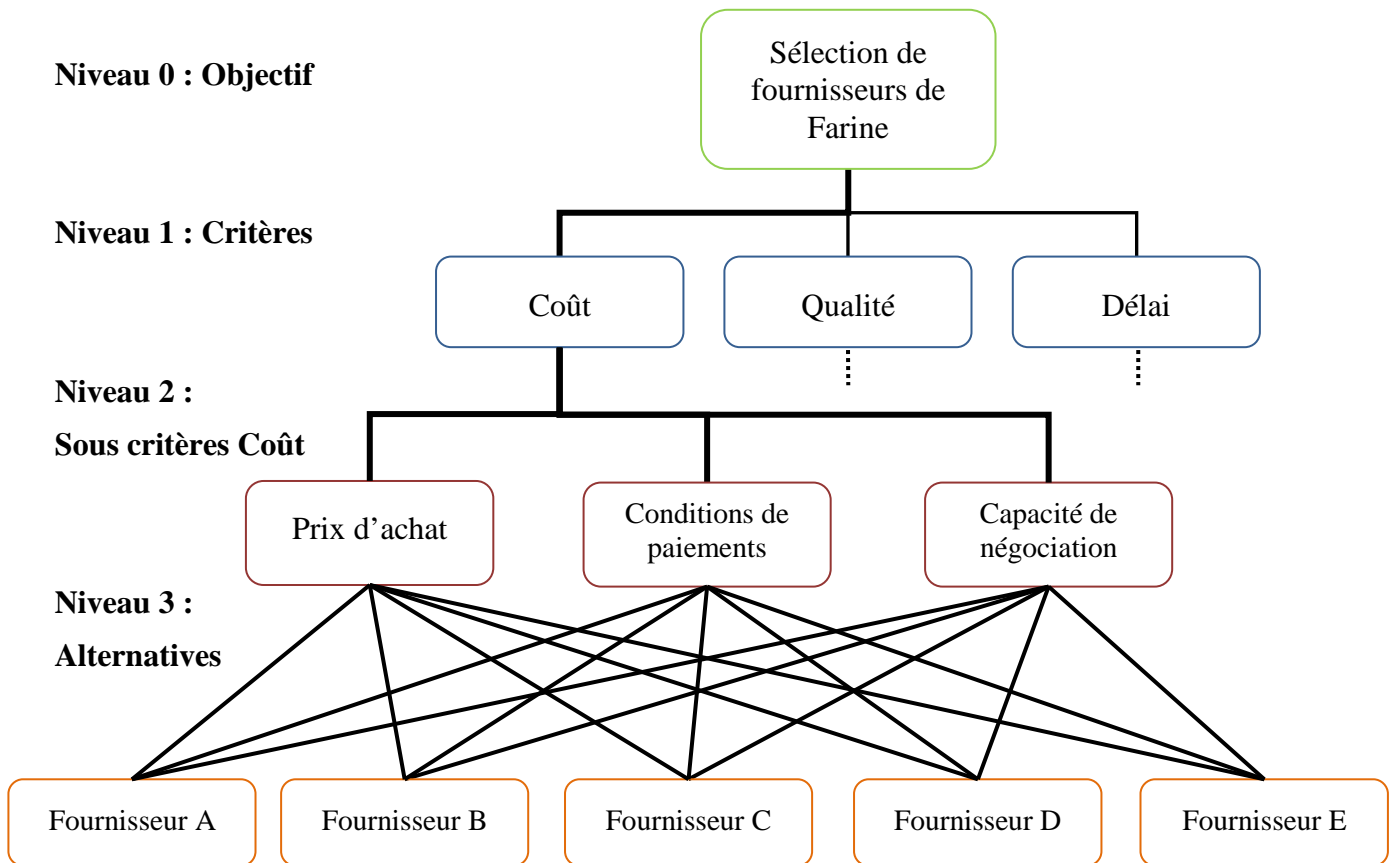


Figure V- 7: Le 3^{ème} niveau de la hiérarchie

Il s'agit d'établir un vecteur des priorités des alternatives (fournisseurs) par rapport aux sous critères de chaque critère (coût, qualité, délai). Les fournisseurs sont comparés par rapport à chaque sous critère **Coût**, chaque sous critère **Qualité** et chaque sous critère **Délai**.

Avant de procéder aux comparaisons des fournisseurs par rapport aux sous-critères, nous devons d'abord évaluer les fournisseurs selon chacun des sous-critères.

Pour les sous-critères quantitatifs, il est évident que nous utiliserons les valeurs réelles. Les sous-critères concernés sont: *Prix d'achat, Conditions de paiement, capacité de production, qualité de produit, délais proposés.*

Pour les sous-critères qualitatifs (*capacité de négociation, flexibilité, constance de la qualité, conformité aux exigences techniques, capacité d'adaptation aux exigences techniques, respect des délais*), il est difficile d'évaluer les fournisseurs. Pour cela, nous avons utilisé une échelle d'évaluation, afin de pouvoir mesurer le degré d'importance d'un fournisseur par rapport à ce critère.

Cette échelle, dite de Lickert (cf. ANNEXE A), est la plus adéquate car elle permet d'envisager tous les cas possibles. Elle comporte cinq niveaux :

5= très bon ; 4= bon ; 3= moyen ; 2=faible ; 1= très faible

Nous avons soumis cette échelle à la responsable achats, en lui demandant d'évaluer les fournisseurs par rapport aux sous-critères qualitatifs. Certains fournisseurs n'étant pas connus par la responsable, nous avons décidé d'adopter une démarche pessimiste, en nous plaçant dans le cas le plus défavorable, et en leur assignant la valeur **1** (très faible). De cette façon, nous limitons le risque que l'entreprise choisisse un fournisseur, dont la *constance de la qualité* est le point faible par exemple, alors que, nous le savons, ce critère est important.

Par ailleurs, l'AHP étant une méthode compensatoire (une mauvaise note sur un critère peut être compensée par une bonne note sur d'autres critères), nous allons pouvoir visualiser quel effet aura cette évaluation sur le classement final des fournisseurs, en leur attribuant les plus mauvaises notes sur les critères par rapport auxquels on ne peut les évaluer.

Nous aboutissons à la matrice des performances présentée dans le tableau V-5, qui résume l'évaluation des fournisseurs par rapport aux sous-critères Coût. Les autres matrices sont établies de la même manière, et sont présentées en annexe E.

	Prix d'achat (DA)	Conditions de paiement (jours)	Capacité de négociation
Fournisseur AF	20700	15	4
Fournisseur BF	24600	- 7	1
Fournisseur CF	22000	15	4
Fournisseur DF	23100	30	2
Fournisseur EF	23000	20	3

Tableau V- 5: Tableau des performances relatif aux sous critères Coût

Pour les comparaisons des fournisseurs par paire, nous présentons seulement celles par rapport aux sous critères **Coût**. Les autres comparaisons se font de la même manière. (cf. ANNEXE E)

Nous précisons également que dans notre travail, lors des comparaisons, nous exploitons la méthode AHP de la manière suivante :

- Dans le cas de données qualitatives, nous utilisons l'échelle verbale de Saaty.
- Dans le cas de données quantitatives, nous utilisons les ratios des valeurs réelles.

Remarque

Nous avons suivi le même raisonnement pour les critères **Coût** et **Qualité**. Néanmoins, pour l'un des sous critères **Qualité**, *Qualité du produit*, nous avons été amenées à procéder autrement.

En effet, le critère *Qualité du Produit* est un critère qualitatif. Pour le quantifier, nous nous sommes inspirées de la méthode utilisée par le département qualité pour mesurer la qualité du produit fini.

Nous avons adapté cette méthode pour les matières premières Farine, Sucre et Graisse Palme. Cette approche est appelée « Indice de Qualité ».

Pour calculer cet indice de qualité, nous procédons comme suit :

Avant d'entamer les étapes de calcul, nous précisons que l'entreprise KFA impose à ses fournisseurs des spécifications techniques pour chaque matière.

Exemple : Farine

Paramètres	Cible
Humidité	Max 15 %
Taux de cendres	Max 0.60 %
Taux de protéines	7 à 9 %
W	100 à 150

Pour chaque fournisseur, nous avons au préalable, lors des entretiens, demandé les fiches techniques qui contiennent les caractéristiques techniques pour les produits proposés.

Nous avons ainsi un intervalle de variation des paramètres des fournisseurs.

Exemple :

Paramètres	Cible
Humidité	14.5% à 15.7%
Taux de cendres	0.50% à 0.70%
Taux de protéines	9% à 13%
W	113 à 117

Nous subdivisons ces intervalles, en attribuant une note à chaque sous-intervalle. Ces notes dépendent de la proximité par rapport à la valeur cible de l'entreprise. Elles varient de 5 (très bon) à 1 (très mauvais).

Exemple :

Intervalles	Notes
14% à 14.5%	5
14.6% à 15%	4
15.1% à 15.5%	3
15.6% à 16%	2
> 16%	1

Nous faisons de même pour les autres paramètres. Nous obtenons ainsi une grille de notation des produits pour chaque fournisseur. Nous calculons la moyenne arithmétique de ces notes.

Exemple : Fournisseur D

Paramètres	Notes
Humidité	2
Taux de cendres	3
Taux de protéines	3
W	5
Moyenne = 3.25	

Par une simple règle de trois, nous calculons l'indice de qualité du produit :

$$5 \longrightarrow 100\%$$

$$3.25 \longrightarrow \text{IQ} = 65\%$$

▪ **Comparaisons des fournisseurs par rapport au sous critère Prix d'achat**

Le critère *prix d'achat* est un critère quantitatif. Pour comparer les fournisseurs par rapport à ce sous critère, on utilise des ratios des données réels.

Exemple :

Le prix d'achat du fournisseur A est de 20700 DA et celui du fournisseur B est de 24600.

On dira que le prix d'achat du fournisseur B est $20700/24600$ plus important que celui du fournisseur A.

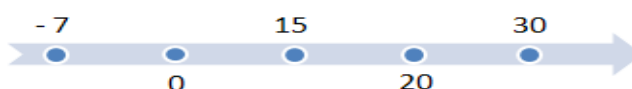
Le tableau V-6 présente les comparaisons par paire des fournisseurs par rapport au sous critère *prix d'achat*.

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF
Fournisseur AF	1	24600/20700	22000/20700	23100/20700	23000/20700
Fournisseur BF	20700/24600	1	22000/24600	23100/24600	23000/24600
Fournisseur CF	20700/22000	24600/22000	1	23100/22000	23000/22000
Fournisseur DF	20700/23100	24600/23100	22000/23100	1	23000/23100
Fournisseur EF	20700/23000	24600/23000	22000/23000	23100/23000	1

Tableau V- 6: Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère *Prix d'achat*

▪ *Comparaisons des fournisseurs par rapport au sous critère Conditions de paiement*

Le critère *conditions de paiement* est un critère à caractère quantitatif. Pour comparer les fournisseurs par rapport à ce sous critère, on utilise les données réels.



Dans le but de pouvoir comparer des valeurs positives, nous avons décalé les délais de paiement proposés par les fournisseurs. Ainsi, le délai - 7 sera considéré comme étant de 1 dans la nouvelle échelle. Ceci n'affectera en rien les résultats, car la différence entre les délais restera inchangée



	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF
Fournisseur AF	1	23	1	0,6052	0,8214
Fournisseur BF	0,0434	1	0,0434	0,0263	0,0357
Fournisseur CF	1	23	1	0,6052	0,8214
Fournisseur DF	1,6521	38	1,6521	1	1,3571
Fournisseur EF	1,2174	28	1,2174	0,7368	1

Tableau V- 7: Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère *Conditions de paiement*

▪ **Comparaisons des fournisseurs par rapport au sous critère capacité de négociation**

Le critère *capacité de négociation* est un critère qualitatif. Pour évaluer les fournisseurs selon ce critère, nous utilisons l'échelle d'évaluation décrite au § 2.2.3, page 86.

Une fois l'évaluation des fournisseurs faite, nous devons comparer les fournisseurs par rapport au sous-critère *capacité de négociation*. Pour cela, nous utilisons l'échelle verbale de Saaty.

Nous avons alors conçu une table de conversion pour les comparaisons des valeurs de l'échelle de Lickert, en valeurs de l'échelle de Saaty.

Valeurs de l'échelle de Lickert du premier élément à comparer	Valeurs de l'échelle de Lickert du deuxième élément à comparer	Conversion en échelle de Saaty
5 (ou 4, 3, 2, 1 respect.)	5 (ou 4, 3, 2, 1 respect.)	1
5	4	2
5	3	5
5	2	7
5	1	9
4	3	4
4	2	6
4	1	8
3	2	4
3	1	7
2	1	3

Par exemple, si un fournisseur F_1 a obtenu une note de 5 sur un critère donné, et un autre fournisseur F_2 a obtenu une note de 3 sur ce même critère, lors des comparaisons nous dirons que le fournisseur F_1 est fortement préféré au fournisseur F_2 par rapport à ce critère.

Ainsi, nous obtenons la matrice des jugements suivante :

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF
Fournisseur AF	1	8	1	5	4
Fournisseur BF	1/8	1	1/8	1/3	1/7
Fournisseur CF	1	8	1	5	4
Fournisseur DF	1/5	3	1/5	1	1/4
Fournisseur EF	1/4	7	1/4	4	1

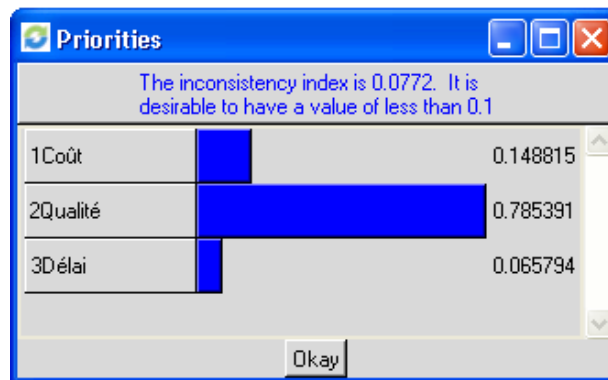
Tableau V- 8: Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère Capacité de négociation

2.3. Détermination des priorités et évaluation de la cohérence des jugements

La priorité de chaque élément de la hiérarchie ainsi que le ratio de cohérence sont calculés par Super Decisions selon la méthodologie de l’AHP citée dans le chapitre III § 4.2 (page 55).

Dans notre étude, certaines valeurs des ratios de cohérence étaient supérieures à 0,1 ; par conséquent, nous avons invité certains responsables à réviser leurs jugements afin d’obtenir des résultats cohérents, ce qui nous a permis d’aboutir aux différents vecteurs de priorités suivants:

2.3.1. Priorités du Niveau 1

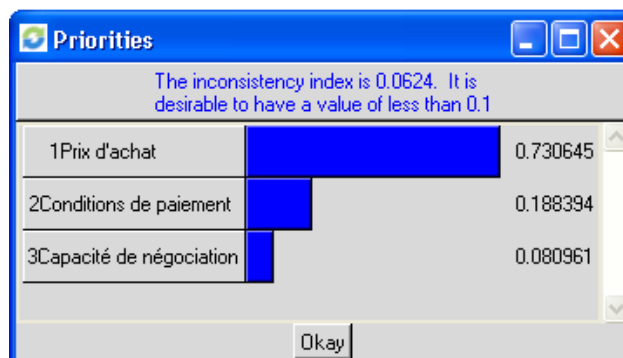


Pour ce niveau de la hiérarchie, les priorités relatives du **Coût**, **Qualité** et **Délai** sont respectivement à **0,148815** ; **0,785391** ; **0,065794**.

Le ratio de cohérence est égal à **0,0772**, ce qui est strictement inférieur à la limite supérieure 0,1. Les jugements sont donc considérés comme cohérents.

2.3.2. Priorités du Niveau 2

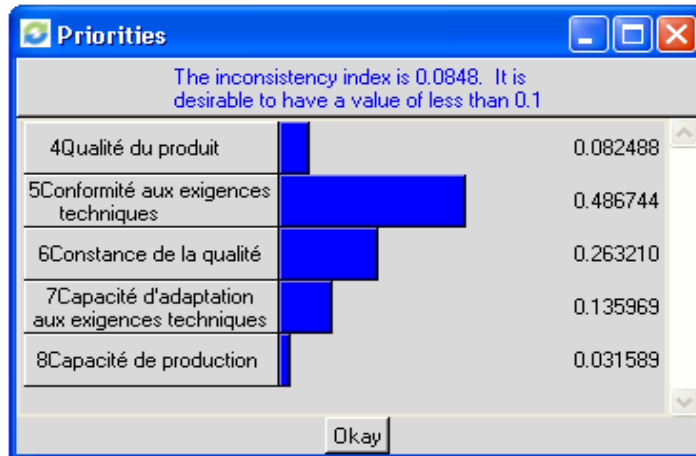
Sous Critères Coût



Pour ce niveau de la hiérarchie, les priorités relatives du *Prix d'achat*, des *conditions de paiement* et de la *capacité de négociation* sont respectivement à **0,730645** ; **0,188394** ; **0,080961**.

Le ratio de cohérence est égal à **0,0624**, ce qui est strictement inférieur à la limite supérieure 0,1. Les jugements sont donc considérés comme cohérents.

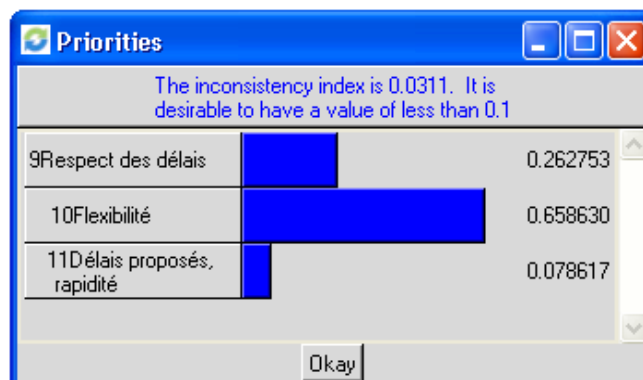
Sous Critères Qualité



Pour ce niveau de la hiérarchie, les priorités relatives de la *Qualité du produit*, de la *conformité aux exigences techniques*, de la *Constance de la qualité*, de la *Capacité d'adaptation aux exigences techniques* et de la *Capacité de production* sont respectivement à **0,082488 ; 0,486744 ; 0,263210 ; 0,135969 ; 0,031589**.

Le ratio de cohérence est égal à **0,0848**, ce qui est strictement inférieur à la limite supérieure 0,1. Les jugements sont donc considérés comme cohérents.

Sous Critères Délai



Pour ce niveau de la hiérarchie, les priorités relatives du *Respect des délais*, de la *flexibilité* et des *Délais proposés* sont respectivement à **0,262753 ; 0,658630 ; 0,078617**.

Le ratio de cohérence est égal à **0,0311**, ce qui est strictement inférieur à la limite supérieure 0,1. Les jugements sont donc considérés comme cohérents.

2.3.3. Priorités du Niveau 3

Les vecteurs de priorités obtenus à l'issue des comparaisons par paires des fournisseurs par rapport aux sous critères *prix d'achat (PA)*, *conditions de paiement (CP)*, *capacité de négociation (CN)*, *conformité aux exigences techniques (CET)*, *qualité du produit (QP)*, *capacité d'adaptation aux exigences techniques (CAET)*, *capacité de production (CPR)*, *délais proposés (DP)*, *flexibilité (FL)*, *respect des délais (RD)* sont rassemblés dans le tableau V-9.

	PA	CP	CN	CET	QP	CQ	CAET	CPR	DP	FL	RD
Fournisseur AF	0,218	0,203	0,371	0,235	0,210	0,038	0,289	0,022	0,210	0,111	0,027
Fournisseur BF	0,183	0,008	0,157	0,235	0,184	0,087	0,289	0,260	0,210	0,333	0,272
Fournisseur CF	0,196	0,203	0,371	0,235	0,223	0,260	0,100	0,195	0,184	0,333	0,155
Fournisseur DF	0,195	0,336	0,066	0,058	0,171	0,087	0,029	0,260	0,184	0,111	0,272
Fournisseur EF	0,205	0,247	0,032	0,235	0,210	0,525	0,289	0,260	0,210	0,111	0,272

Tableau V- 9: Tableau récapitulatif des priorités des fournisseurs par rapport à tous les sous critères

Les indices de cohérence *CI* des matrices des jugements des fournisseurs par rapport à chaque sous critère sont obtenus de la même manière que pour le niveau (1) et (2). Le logiciel les calcule automatiquement. Ils apparaissent en haut de la fenêtre *Priorities* et ils sont tous inférieur à 0,1(seuil de Saaty). Les jugements sont donc tous cohérents.

2.4. Synthèse des priorités

Une fois que le plus bas niveau (niveau 3) est atteint, il faut remonter dans la hiérarchie, car le but est de déterminer l'importance relative des alternatives par rapport à l'objectif global (niveau 0).

Le logiciel Super Decisions calcule les vecteurs d'importances relatives des alternatives par rapport à l'objectif, en utilisant la formule (7) (chapitre III § 4.2, page 57).

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure V- 8.

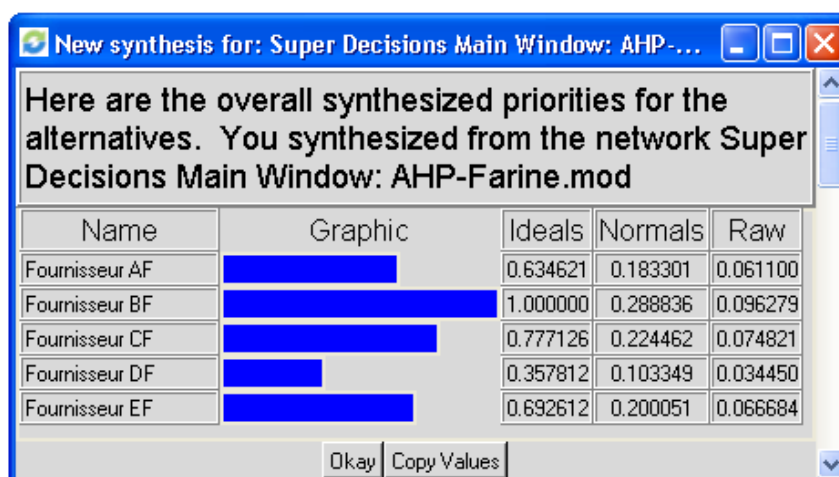
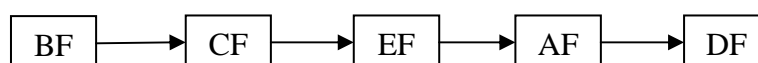


Figure V- 8: Classement des fournisseurs de farine

Ainsi le classement des fournisseurs de farine résultant de l'application de l'AHP est représenté dans le graphe suivant :



Au regard de ces résultats, le fournisseur de farine le mieux adapté à KFA est le fournisseur BF, avec une priorité globale de 0,288. Le fournisseur CF vient juste après, avec une priorité de 0,224, puis les fournisseurs EF, AF, DF avec des priorités de 0,200 ; 0,183 ; 0,103.

Interprétation des résultats

Pour comprendre les résultats obtenus, nous pouvons utiliser le tableau V-10 qui résume les priorités des fournisseurs par rapport aux critères (1^{er} niveau).

	Coût (0,148)	Qualité (0,785)	Délai (0,065)
Fournisseur AF	0,226	0,181	0,096
Fournisseur BF	0,137	0,314	0,306
Fournisseur CF	0,217	0,220	0,274
Fournisseur DF	0,210	0,077	0,158
Fournisseur EF	0,202	0,201	0,160

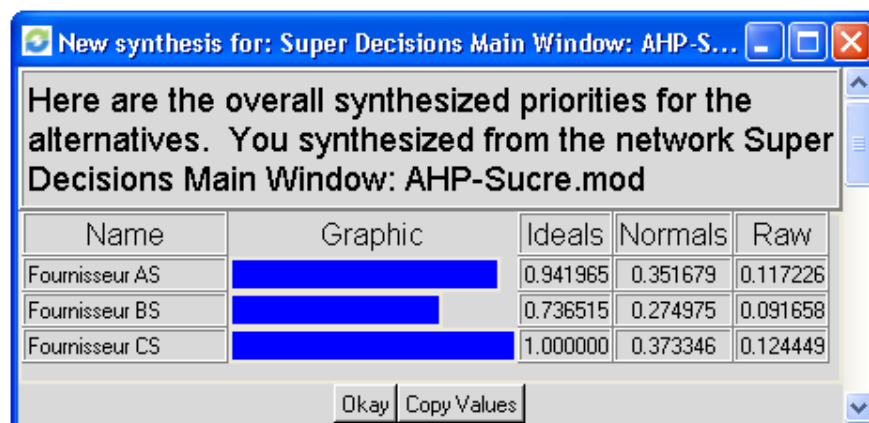
Tableau V- 10: Priorités des fournisseurs de farine par rapport aux critères (1^{er} niveau)

- L'ordre que nous avons obtenu par la méthode AHP classe le fournisseur BF en première position. En effet, avec un poids élevé du critère **Qualité** (0,785), le classement favorise les fournisseurs qui ont les meilleures notes (priorités) sur celui ci. Le fournisseur BF a la meilleure note sur le critère **Qualité** avec une priorité de 0,314. Malgré sa mauvaise note sur le critère **Coût**, deuxième critère le plus important avec une priorité de 0,148, le fournisseur BF occupe la première place. Cela peut être expliqué par le fait que la méthode AHP est une méthode d'agrégation totale qui se base sur le principe de compensation des performances des actions. Donc, les très bonnes notes du fournisseur BF sur le critère **Qualité** compensent ses mauvaises notes sur le critère **Coût**.
- Quant au fournisseur CF, sa priorité est légèrement différente que celle de BF, et il a obtenu les deuxièmes meilleures notes sur les critères les plus importants (**Qualité** et **Coût**) avec des priorités de 0,220 et 0,217.
- Le fournisseur EF se place à la troisième position, pour les mêmes raisons que le fournisseur CF.
- Le fournisseur AF se place à la quatrième position, à cause des mauvaises notes obtenues sur les critères **Qualité** et **Délai** (0,181 et 0,096). Malgré une bonne note obtenue sur le critère **Coût** (0,226), cela ne lui permet pas de se positionner parmi les premiers.
- Enfin, le fournisseur DF se place en dernière position pour ses plus mauvaises notes (0,077 et 0,220) sur les critères qui ont les priorités les plus élevés ; **Qualité** et **Coût**.

3. Présentation des résultats pour les autres matières premières

Pour les autres matières premières, les calculs ont été effectués de la même manière (voir annexe F). Nous allons donner pour chaque matière le vecteur d'importance relative des fournisseurs obtenu.

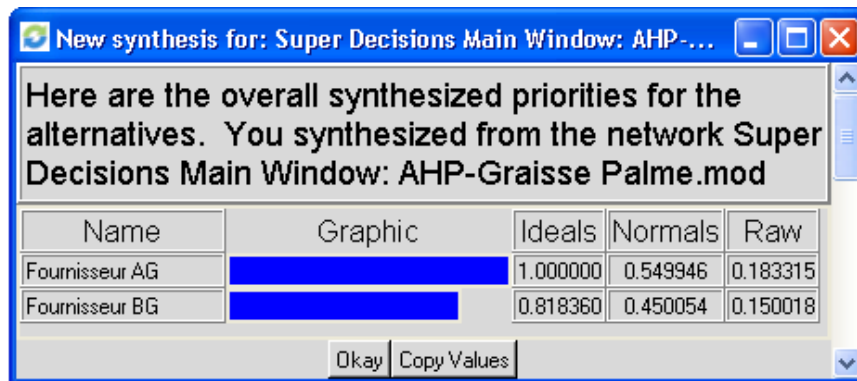
Sucre



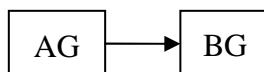
Nous aboutissons donc, au classement suivant :



Graisse Palme



Ainsi, les fournisseurs sont classés de la manière suivante :



Interprétation des résultats

Pour la matière première sucre, le fournisseur CS est en tête du classement. Ce fournisseur est le meilleur puisque son poids relatif aux critères **Qualité** et **Coût** est important (0,384 et 0,414). Malgré la mauvaise note attribuée au fournisseur CS (par manque de données) sur les sous critères *constance de la qualité, flexibilité* et *respect des délais*, il occupe la première place grâce à sa meilleure note sur le critère le plus important (effet compensatoire). Le fournisseur AS se classe deuxième avec des poids relatifs aux critères **Qualité** et **Coût** de 0,332 et 0,273. Quant au fournisseur BS, il se classe en dernière position à cause de la mauvaise note obtenue sur le critère le plus important (**Qualité**). Ces résultats sont résumés dans le tableau V- 11.

	Coût (0,148)	Qualité (0,785)	Délai (0,065)
Fournisseur AS	0,273	0,332	0,744
Fournisseur BS	0,310	0,280	0,116
Fournisseur CS	0,414	0,384	0,137

Tableau V- 11: Priorités des fournisseurs du sucre par rapport aux critères (1^{er} niveau)

Pour la matière première graisse palme, le fournisseur AG se place premier. Il est le meilleur sur les critères **Qualité** et **Délai** avec des priorités de 0,569 et 0,5645. Le fournisseur BG quant à lui, occupe la deuxième place, malgré sa meilleure note sur le critère **Coût** (0,563). Cela n'a pas compensé sa deuxième place sur les deux autres critères, étant donné que le critère **Qualité** a le plus grand poids.

	Coût (0,148)	Qualité (0,785)	Délai (0,065)
Fournisseur AG	0,434	0,569	0,5645
Fournisseur BG	0,563	0,427	0,4335

Tableau V- 12: Priorités des fournisseurs de la graisse palme par rapport aux critères (1^{er} niveau)

4. Analyse de sensibilité

Dans une procédure de décision, il est souvent très utile de savoir, d'une part, quels paramètres ont le plus d'influence sur le résultat et, d'autre part, quelle est la stabilité des résultats obtenus.

Dans ce sens, nous examinons, par *des analyses de sensibilité*, la stabilité des résultats obtenus vis-à-vis de la variation des différents paramètres utilisés. Ces analyses de sensibilité servent de base à l'*analyse de robustesse*.

Maystre et al. [MAY 1994] définissent l'analyse de sensibilité et l'analyse de robustesse comme suit :

L'analyse de sensibilité consiste à répéter l'analyse multicritère originale en faisant varier les valeurs attribuées à l'origine aux différents paramètres de la méthode appliquée, valeurs qui sont souvent empreintes d'un certain arbitraire. Elle vise à définir les paramètres qui conditionnent le plus étroitement la solution choisie, c'est-à-dire où il suffit d'une faible modification pour changer la solution proposée. [MAY 1994]

L'analyse de sensibilité permet de rassurer le décideur, en lui permettant de faire fluctuer l'une après l'autre toutes les données du problème. Cette possibilité facilite notamment la tâche du décideur vis-à-vis de l'expression de ses préférences en valeurs numériques (poids), qui ne peut naturellement pas être très précise. [ROY 1997]

L'analyse de robustesse consiste à déterminer le domaine de variation de certains paramètres dans lequel une recommandation reste stable. Elle sert à fournir au décideur une recommandation synthétique et robuste, qui l'informe quant à la capacité de la solution proposée à résister à des variations entre la réalité et le modèle censé la représenter. [MAY 1994]

Si en faisant varier les paramètres autour de leur valeur initiale, les résultats ne sont pas modifiés de manière importante, la recommandation est dite *robuste*. Les paramètres de la méthode AHP, susceptibles de variations dues soit à l'incertitude des données de base soit à la subjectivité des données, sont les poids des critères.

4.1. Sensibilisation des priorités

Le logiciel Super Decisions nous permet de faire des analyses de sensibilité par rapport aux poids attribués à chaque critère. Il suffit de varier le poids de l'un des critères dans la fenêtre «Sensitivity». Cette variation sera compensée automatiquement par la variation des poids des autres critères. (Voir figure V-9).

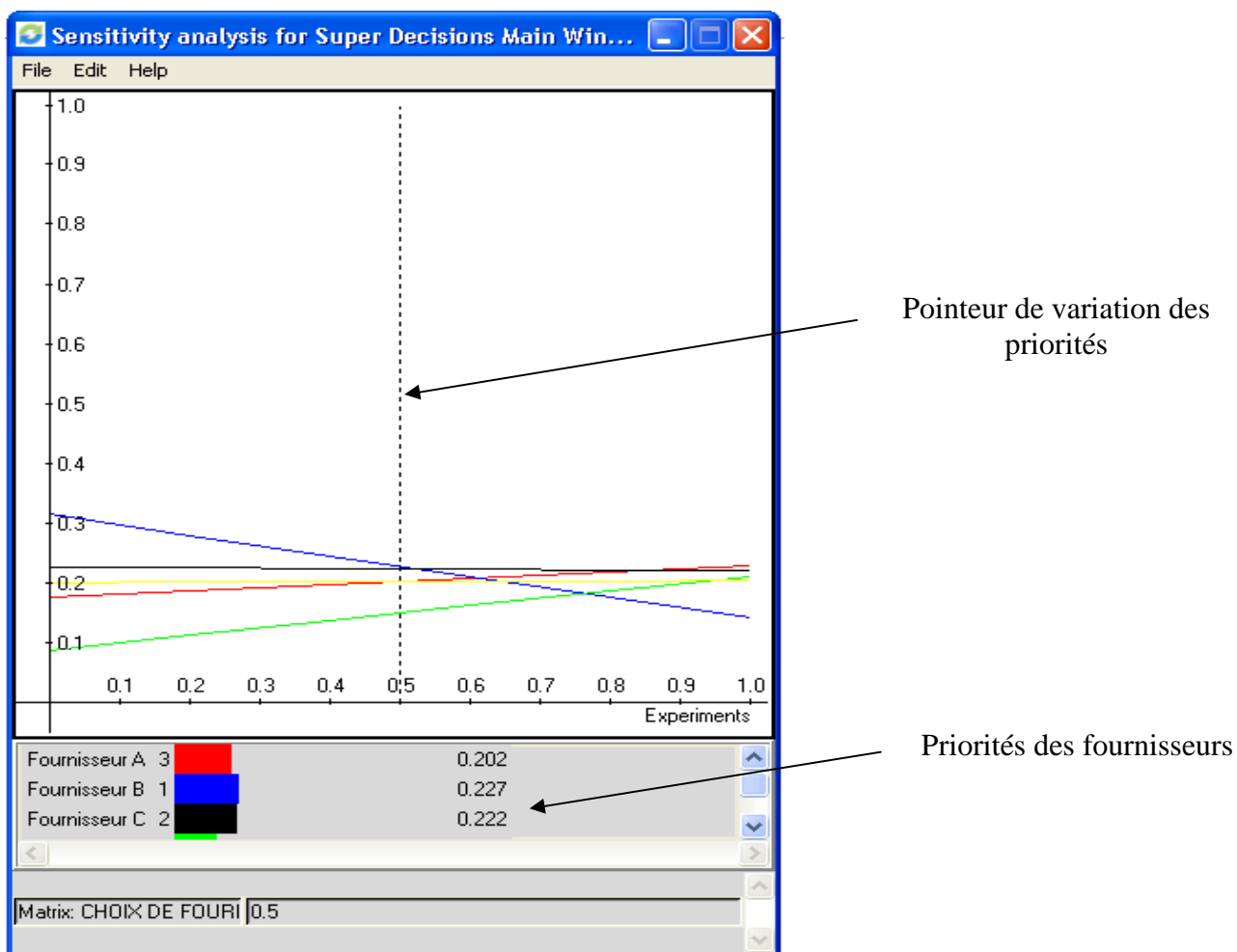


Figure V- 9: Analyse de sensibilité sous Super decisions

A l'aide du pointeur nous faisons varier le poids du critère sélectionné. Ceci va conduire à la variation des valeurs des priorités des actions, et parfois leur classement. Nous pouvons donc détecter la valeur du poids à partir de laquelle le classement initial change. Ceci nous permet de définir l'intervalle de l'analyse de sensibilité pour chaque critère.

Nous avons étudié l'impact de l'évolution de la priorité de tous les critères et sous-critères. Nous ne présentons que celle relative aux trois principaux critères (**Coût, Qualité, Délai**), ainsi que les sous critères les plus importants.

Nous schématisons les résultats de l'analyse de sensibilité comme suit:

Les valeurs des priorités sont présentées sur un axe horizontal. Le résultat du classement de chaque intervalle est représenté par un nombre encadré. Le classement relatif à chaque nombre est présenté en annexe. (cf. ANNEXE G)

4.1.1. Analyse de Sensibilité du critère Coût

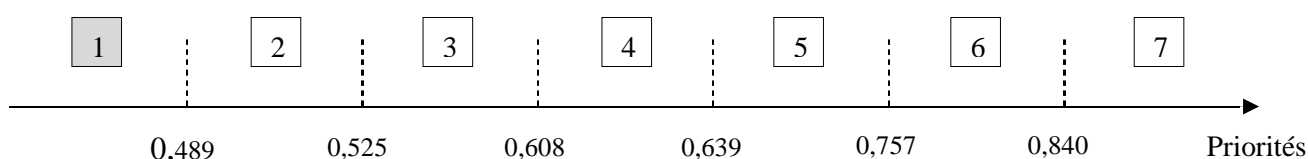


Figure V- 10: Résultats de l'analyse de sensibilité du critère coût

Le classement initial est stable sur l'intervalle [0,000 ; 0,489].

En dehors de cet intervalle, les résultats du classement changent, nous obtenons les classements [2] ; [3] ; [4] ; [5] ; [6] ; [7] (cf. ANNEXE G).

- Nous remarquons que pour les classements [1] et [2], l'ordre des fournisseurs est le même, avec une permutation des fournisseurs AF et EF. Etant donné que le fournisseur EF a une meilleure note que le fournisseur AF sur le critère **Coût**, l'augmentation de la priorité de ce critère engendre une amélioration du classement du fournisseur EF.

- Pour les classements [3] ; [4] ; [5] ; [6], le fournisseur CF occupe la première place. Ce fournisseur a la deuxième meilleure note sur le critère **Coût** qui a une priorité élevée ([0,525 ; 0,840]), à l'inverse du fournisseur BF, d'où la justification de la première place du fournisseur CF.

- Dans le classement [7] où la priorité du critère **Coût** est supérieure à 0,840 (très élevée), le fournisseur AF qui a la meilleure note sur ce critère, occupe la première place.

4.1.2. Analyse de Sensibilité du critère Qualité

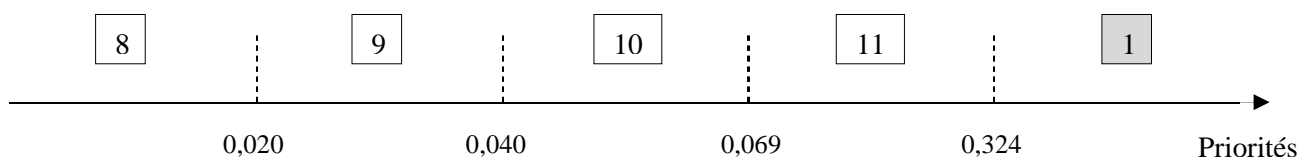


Figure V- 11: Résultats de l'analyse de sensibilité du critère Qualité

Le classement initial est stable sur l'intervalle [0,324 ; 1,000].

En dehors de cet intervalle, les résultats du classement changent, nous obtenons les classements [8] ; [9] ; [10] ; [11] (cf. ANNEXE G). Nous remarquons que pour tous ces classements, le fournisseur CF est classé premier. Le fournisseur BF devance CF sur le critère **Qualité**, et le fournisseur CF devance BF sur le critère **Coût**. La diminution de la priorité du critère **Qualité** implique l'augmentation de la priorité du critère **Coût**, ce qui explique la première position du fournisseur CF sur l'intervalle [0,000 ; 0,324].

4.1.3. Analyse de Sensibilité du critère Délai

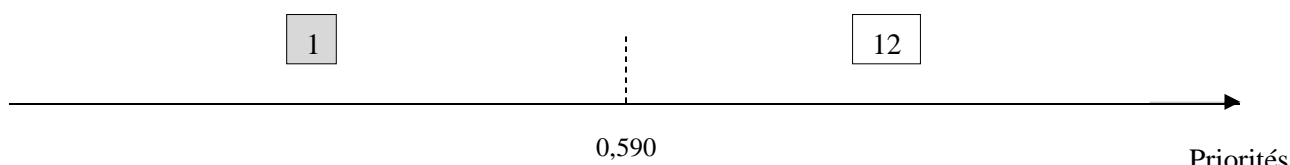


Figure V- 12 : Résultats de l'analyse de sensibilité du critère délai

Le classement initial est stable sur l'intervalle [0,000 ; 0,590].

En dehors de cet intervalle, les résultats du classement changent, nous obtenons le classement [12] (cf. ANNEXE G). Ce classement est le même que le classement initial, avec une permutation entre les fournisseurs DF et AF. Le fournisseur AF est meilleure que DF sur les critères **Coût** et **Qualité**. L'augmentation de la priorité du critère **Délai** engendrera une diminution des priorités des deux autres critères. Donc le fournisseur qui a la meilleure note sur le critère **Délai** occupera la première position, c'est le cas du fournisseur DF. A l'inverse, une diminution de la priorité du critère **Délai** engendrera une augmentation des priorités des deux autres critères et donc le fournisseur AF qui est le meilleur sur ces deux critères occupera la première position.

4.1.4. Analyse de Sensibilité du sous critère *Prix d'achat*

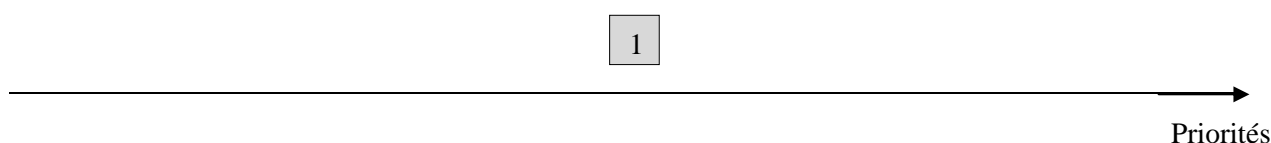


Figure V- 13 : Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère prix d'achat

Le résultat initial reste stable quelque soit la variation de la priorité du sous critère *prix d'achat*.

Etant donné que le prix d'achat appartient au critère **Coût** qui n'est pas très important par rapport au critère **Qualité**, donc une variation de tous ses sous critères n'influencent pas le résultat initial.

4.1.5. Analyse de Sensibilité du sous critère *Conformité aux exigences techniques*

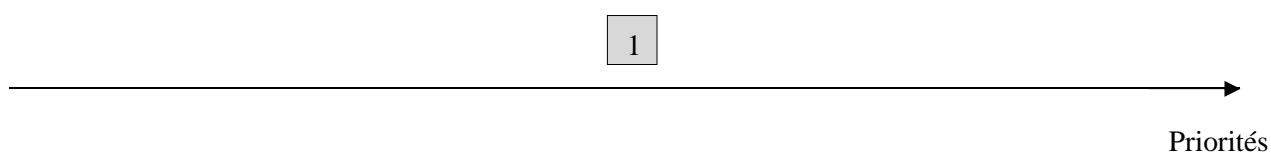


Figure V- 14 : Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère conformité aux exigences techniques

Le résultat initial reste stable quelque soit la variation de la priorité du sous critère *Conformité aux exigences techniques*.

4.1.6. Analyse de Sensibilité du sous critère *Flexibilité*

1

→
Priorités

Figure V- 15: Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère flexibilité

Le résultat initial reste stable quelque soit la variation de la priorité du sous critère *flexibilité*.

La flexibilité est un sous critère du critère **Délai**, qui est le moins important par rapport aux deux autres critères **Coût** et **Qualité**. Donc, une variation de tous les sous critères **Délai** n'influence pas le résultat initial, l'effet de cette variation est négligeable.

4.2. Résultats de l'Analyse de sensibilité pour les matières premières : Sucre et Graisse Palme

Pour les deux matières premières restantes, Sucre et Graisse Palme, nous avons résumé les résultats de l'analyse de sensibilité en annexe (cf. ANNEXE H). Rappelons que les classements sont notés par des nombres encadrés dont la signification est présentée en annexe (cf. ANNEXE H). Les carrés colorés en gris représentent les solutions initiales.

Pour le sucre, nous remarquons qu'en augmentant la priorité du critère **Qualité**, les priorités des fournisseurs les mieux notés sur ce critère augmentent, et leur classement s'améliore. Ceci est le cas pour les autres critères.

Pour la graisse palme, les classements [16] et [17] sont à l'opposé l'un de l'autre. En effet, en augmentant la priorité d'un critère sur lequel un fournisseur est mieux noté, celui-ci se voit attribuer la première place, et vice et versa.

Remarque

Suite à l'analyse de sensibilité, le comportement du classement n'a donné lieu à aucune aberration.

Il convient de tester à présent l'influence des dépendances et interdépendances des critères sur les solutions obtenues en appliquant une deuxième méthode multicritère : la méthode ANP.

5. Application de la méthode ANP

Lors de la présentation de la méthode AHP, nous avons précisé que celle-ci ne prenait pas en compte les dépendances et interdépendances entre les différents critères et sous-critères.

Afin de tester l'importance de cette hypothèse dans le problème de sélection de fournisseurs, nous proposons de compléter notre étude par l'application de la méthode ANP, qui prend en compte ces dépendances.

Nous détaillerons les calculs relatifs à l'application de la méthode ANP à travers l'exemple de la Farine.

L'application de la méthode ANP s'effectue à travers les étapes suivantes :

Etape 1 : Construire le réseau de l'ANP

Etape 2 : Faire des comparaisons par paire

Etape 3 : Elaborer la supermatrice

Etape 4 : Pondérer la supermatrice initiale

Etape 5 : Calculer la supermatrice limite

5.1. Construction du réseau de l'ANP

Le modèle de l'ANP pour le problème de sélection de fournisseurs est donné dans la figure V-16.

Nous avons construit quatre groupes ;

- Le groupe Coût avec les éléments qui le constituent : prix d'achat, conditions de paiement et capacité de négociation ;
- Le groupe Qualité avec les éléments qui le constituent : conformité aux exigences techniques, qualité du produit, constance de la qualité, adaptation aux exigences techniques et capacité de production ;
- Le groupe Délai avec les éléments qui le constituent : délai proposé-rapidité, flexibilité, respect des délais ;
- Le groupe Alternatives avec les éléments qui le constituent : fournisseur AF, fournisseur BF...

Après la construction du réseau, nous devons déterminer les groupes (éléments) qui sont dépendants entre eux. Pour cela, nous avons fait appel aux différents responsables (qualité, approvisionnement, achats), à qui nous avons posé la question suivante, pour chaque élément (sous critère) :

« Étant donné un élément X dans un groupe donné, quels sont les éléments dans le même groupe (puis dans un autre groupe), qui influencent X ? »

Par exemple, pour l'élément *Prix d'achat*, les éléments qui l'influencent sont : *conditions de paiement, capacité de négociation, qualité du produit, conformité aux exigences techniques, capacité de production, fournisseur AF, fournisseur BF, fournisseur CF, fournisseur DF, fournisseur EF.*

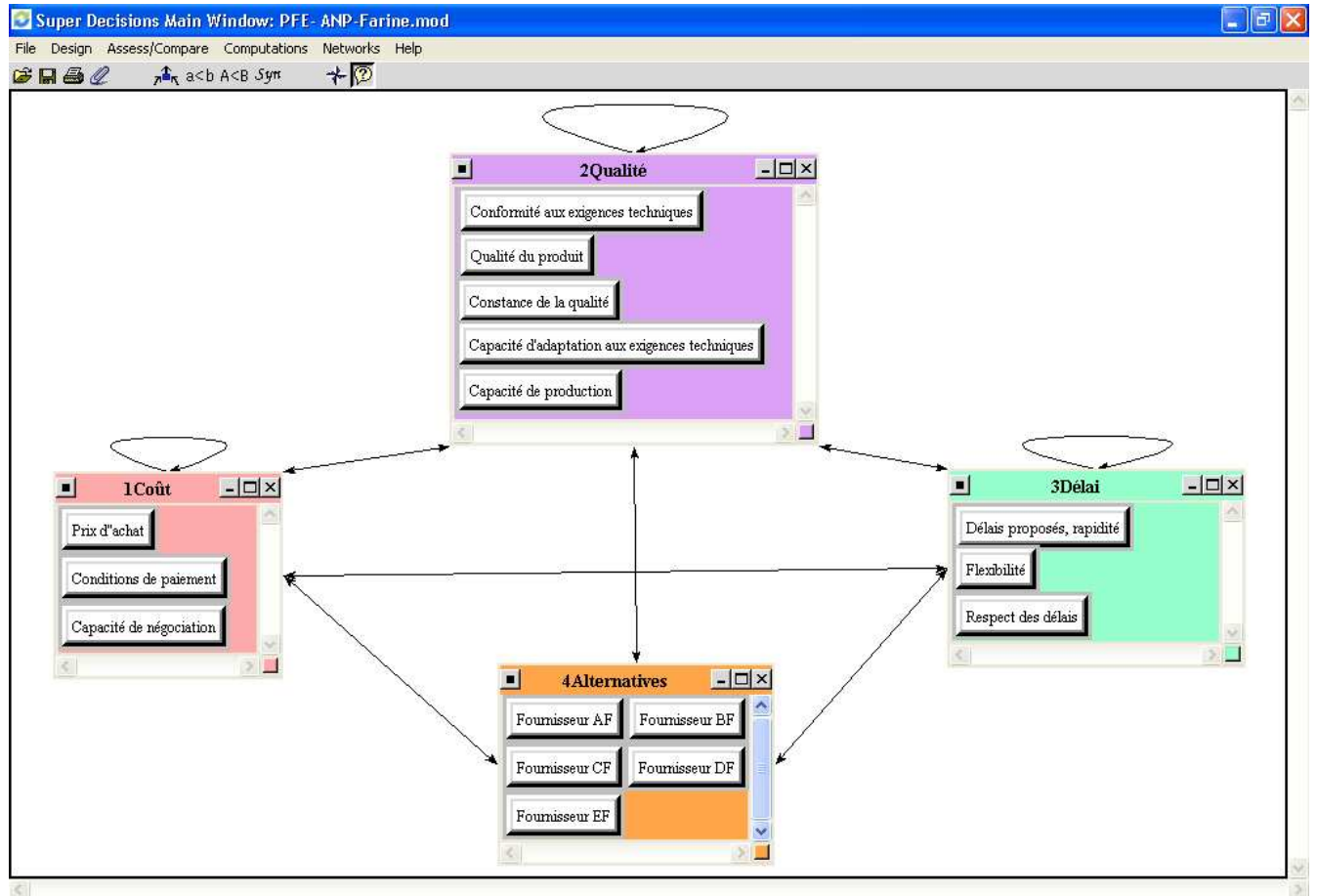


Figure V- 16: Le réseau ANP du problème de sélection de fournisseurs sous super decisions

5.2. Comparaisons par paire

Après avoir établi les interactions entre les éléments, nous devons maintenant procéder aux comparaisons par paire.

De la même manière que l’AHP, l’échelle de Saaty est utilisée lors des comparaisons pour construire la supermatrice. Un indice de cohérence est calculé pour chaque matrice des jugements relatifs.

5.2.1. Comparaisons par paire des éléments et priorités des éléments

Pour comparer les éléments au sein des groupes, nous avons posé les questions suivantes :

- Étant donné un élément (sous-critère), lequel des deux éléments dépendants de ce dernier, a le plus d’influence sur lui?
- Étant donné une alternative, lequel des deux critères ou propriétés est plus dominant à l’égard de cette alternative?

En ce qui concerne les comparaisons par paire des éléments, nous avons utilisé l’échelle verbale de Saaty. Pour illustrer cela, nous présentons les résultats de calcul pour les éléments du groupe **Coût**.

Comparaison par paire des éléments par rapport au groupe Coût

Le critère *Prix d'achat* dépend des critères *Conditions de paiement* et *Capacité de Négociation*.

Q : Lequel des deux éléments influence le plus l'élément *Prix d'achat (PA)*?

PA	CP	CN	Priorités
CP	1	4	0,800
CN	1/4	1	0,200

Le coefficient de cohérence est égal à $0 < 0.1$. Les jugements sont donc jugés cohérents.

Le critère *Conditions de paiement* ne dépend que du critère *Prix d'achat*, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Le critère *Capacité de négociation* ne dépend d'aucun critère du groupe Coût, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire

Comparaison par paire des éléments par rapport au groupe Qualité

Le critère *Prix d'achat* dépend des critères *Conformité aux exigences techniques*, *Qualité du produit*, et *capacité de production*.

Q : Lequel, parmi deux éléments, influence le plus l'élément *Prix d'achat*?

PA	CET	QP	CP	Priorités
CET	1	1	1/3	0,199
QP	1	1	1/3	0,199
CP	3	3	1	0,602

Le coefficient de cohérence est égal à $0 < 0,1$. Les jugements sont donc jugés cohérents.

Le critère *Conditions de paiement* dépend des critères *Conformité aux exigences techniques*, *Qualité du produit*, et *capacité de production*.

Q : Lequel, parmi deux éléments, influence le plus l'élément *Conditions de paiement*?

CP	CET	QP	CP	Priorités
CET	1	1	1/4	0,166
QP	1	1	1/4	0,166
CP	4	4	1	0,668

Le coefficient de cohérence est égal à $0 < 0.1$. Les jugements sont donc jugés cohérents.

Le critère *Conditions de paiement* dépend des critères *Conformité aux exigences techniques*, *Qualité du produit*, et *capacité de production*.

Q : Lequel, parmi deux éléments, influence le plus l'élément *Capacité de négociation*?

CN	CET	QP	CP	Priorités
CET	1	1	1/3	0,199
QP	1	1	1/3	0,199
CP	3	3	1	0,602

Le coefficient de cohérence est égal à $0 < 0.1$. Les jugements sont donc jugés cohérents.

Comparaison par paire des éléments par rapport au groupe **Délai**

Le critère *Prix d'achat* ne dépend d'aucun critère du groupe **Délai**, nous ne pouvons donc pas faire de comparaison par paire.

Le critère *Conditions de paiement* ne dépend que d'un seul critère du groupe **Délai** (*délais proposés*), nous ne pouvons donc pas faire de comparaison par paire.

Le critère *Capacité de négociation* ne dépend que d'un seul critère du groupe **Délai** (*délais proposés*), nous ne pouvons donc pas faire de comparaison par paire.

Comparaison par paire des éléments par rapport au groupe **Alternatives**

Il s'agit de comparer les fournisseurs par rapport aux éléments du groupe **Coût**.

Ces comparaisons ont déjà été établies lors de l'application de la méthode AHP (cf. § 2.2.3 page 86, et annexe E)

Une fois les comparaisons des éléments du groupe **Coût** terminées, nous procédons de la même manière pour les éléments des groupes **Qualité** et **Délai** (cf. ANNEXE I).

Pour les éléments du groupe **Alternatives**, nous avons suivi la démarche suivante :

Pour illustrer cela, prenons l'exemple du fournisseur AF. Nous devons déterminer dans quel critère ce fournisseur est dominant. Par exemple, entre le critère *Prix d'achat* et *Conditions de paiement*, où ce fournisseur est-il le plus performant ?

Nous avons considéré les priorités relatives du fournisseur, pour chacun des sous-critères du groupe Coût.

Critères	Priorités
Prix d'achat	0,213
Conditions de paiement	0,203
Capacité de négociation	0,372

Nous considérons ces priorités comme étant un taux de dominance du fournisseur AF pour les critères *Prix d'achat*, *Conditions de paiement* et *Capacité de négociation*.

Afin d'évaluer pour quel critère le fournisseur AF est prédominant, nous calculons des ratios de ces priorités (par exemple pour la comparaison entre le Prix d'achat et les Conditions de paiement : $0,213/0,203 = 1,073$), nous obtenons ainsi la matrice suivante :

Fournisseur AF	PA	CP	CN	Priorités
PA	1	1,073	0,586	0,275
CP	0,931	1	0,547	0,256
CN	1,703	1,828	1	0,469

Le coefficient de cohérence est égal à $0 < 0.1$. Les jugements sont donc jugés cohérents.

Nous procédons de la même manière pour les autres fournisseurs.

Les priorités obtenues à travers toutes ces comparaisons servent à implémenter la supermatrice.

5.3. Construction de la supermatrice

Dans cette étape la supermatrice est construite selon le réseau de la figure V-16 (page 103). La structure de la supermatrice est indiquée dans l'égalité (1).

$$W = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} & \left(\begin{array}{cccc} W_{11} & W_{12} & W_{13} & W_{14} \\ W_{21} & W_{22} & W_{23} & W_{24} \\ W_{31} & W_{32} & W_{33} & W_{34} \\ W_{41} & W_{42} & W_{43} & 0 \end{array} \right) \end{matrix} \quad (1)$$

Dans l'égalité (1), le numéro 1 désigne le groupe Coût, le numéro 2 désigne le groupe Qualité, le numéro 3 désigne le groupe Délai et le numéro 4 désigne le groupe Alternatives.

$W_{11}, W_{12}, W_{13}, W_{14}, W_{21}, W_{22}, W_{23}, W_{24}, W_{31}, W_{32}, W_{33}, W_{34}, W_{41}, W_{42}, W_{43}$ représentent les sous matrices. Ces sous matrices sont le résultat des comparaisons par paires faites à l'étape précédente. Elles sont présentées dans la supermatrice initiale.

Les groupes qui n'ont pas d'interactions, prennent la valeur 0 dans la supermatrice.

Dans notre cas, on considère qu'il n'y a pas d'interactions entre les éléments du groupe 4. Dans la supermatrice, W_{12} veut dire que le groupe 2 (Qualité) dépend du groupe 1 (Coût).

Tous les vecteurs de priorité ont été calculés par le logiciel super decisions.

Nous obtenons la supermatrice initiale suivante :

	Groupe 1 : Coût			Groupe 2 : Qualité					Groupe 3 : Délai			Groupe 4 : Alternatives					
	PA	CP	CN	CET	QP	CQ	CAET	CP	RD	FL	DP	AF	BF	CF	DF	EF	
Groupe 1	PA	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.275	0.818	0.262	0.327	0.326	
	CP	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.256	0.037	0.260	0.561	0.411	
	CN	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.468	0.143	0.476	0.111	0.262	
Groupe 2	CET	0.199	0.166	0.199	0.000	0.000	0.249	0.750	0.000	0.142	0.000	0.217	0.295	0.157	0.231	0.095	0.217
	QP	0.200	0.166	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.264	0.123	0.220	0.282	0.194
	CQ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.351	0.256	0.143	0.080
	CAET	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.750	0.000	0.000	0.714	0.166	0.690	0.364	0.193	0.098	0.047	0.267
Groupe 3	CP	0.600	0.666	0.600	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.142	0.833	0.094	0.027	0.174	0.192	0.430	0.240
	RD	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.077	0.333	0.230	0.479	0.458
	FL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.318	0.408	0.495	0.195	0.187
	DP	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.602	0.257	0.273	0.324	0.354
Groupe 4	AF	0.218	0.203	0.371	0.235	0.210	0.039	0.289	0.022	0.027	0.111	0.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	BF	0.183	0.008	0.032	0.235	0.184	0.532	0.289	0.260	0.272	0.333	0.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CF	0.205	0.203	0.371	0.235	0.223	0.236	0.100	0.195	0.155	0.333	0.184	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	DF	0.195	0.336	0.066	0.058	0.171	0.095	0.029	0.260	0.272	0.111	0.184	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	EF	0.196	0.247	0.157	0.235	0.210	0.095	0.289	0.260	0.272	0.111	0.210	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tableau V- 13: Supermatrice initiale

5.4. Pondération de la supermatrice

En général, la supermatrice obtenue n'est pas pondérée ; c'est-à-dire que la somme de chaque colonne de la matrice n'est pas égale à 1. Cela est due au fait, que chaque colonne est composé de plusieurs vecteurs propres normalisés (somme des éléments du vecteur est égale à 1) et donc la somme de toute la colonne peut être supérieur à 1.

La supermatrice doit être stochastique en colonne (somme de chaque colonne égale à 1) pour obtenir des priorités limites significatives. Ainsi, pour obtenir une supermatrice pondérée on établit une matrice des priorités relatives des groupes. Cette matrice est le résultat des comparaisons par paires des groupes, où les influences entre les groupes sont déterminées.

Nous avons comparé les groupes entre eux, en procédant comme suit.

Prenons par exemple le groupe **Coût**, nous posons la question suivante : entre les groupes Qualité, Délai et Alternatives (on entend par Alternatives, le nombre de fournisseurs potentiels présents sur le marché), lequel influence le plus le coût ?

Nous obtenons la matrice Groupe suivante :

	Coût	Qualité	Délai	Alternatives
Coût	0,174319	0,249930	0,240808	0,166250
Qualité	0,535312	0,104046	0,653653	0,761137
Délai	0,100750	0,581580	0,016826	0,072612
Alternatives	0,189619	0,064444	0,088714	0,000000

Tableau V- 14: La matrice groupe

Cette matrice servira à pondérer la supermatrice initiale obtenue précédemment.

En effet, la priorité de chaque groupe est multipliée par cette supermatrice qui est non pondérée, ce qui donne une supermatrice pondérée (stochastique).

Par exemple, dans la supermatrice, la sous matrice W_{11} , correspondant au groupe Coût, sera multipliée par la valeur 0,174319 qui correspond à la priorité du groupe Coût dans la matrice de groupe obtenue ci-dessous.

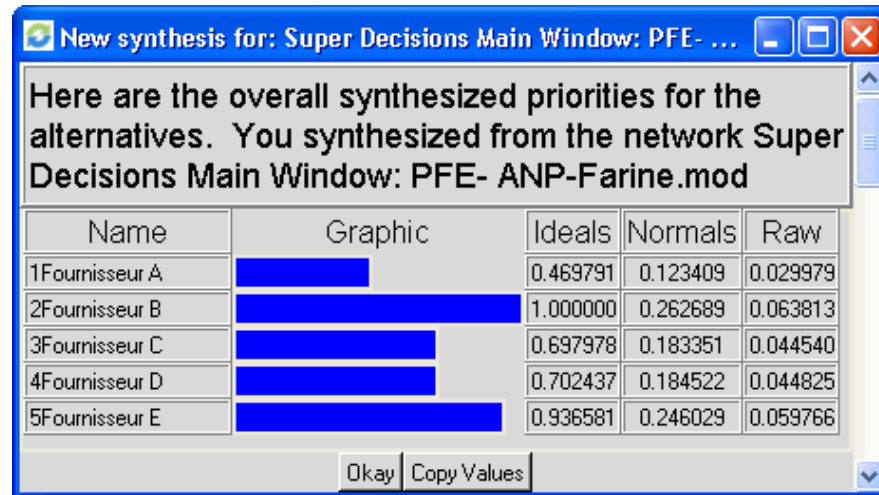
	PA	CP	CN	CET	QP	CQ	CAET	CP	RD	FL	DP	AF	BF	CF	DF	EF
PA	0.000	0.174	0.000	0.249	0.249	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.244	0.047	0.136	0.043	0.054	0.054
CP	0.155	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.006	0.043	0.093	0.068
CN	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.077	0.023	0.079	0.018	0.043
CET	0.119	0.089	0.129	0.000	0.000	0.154	0.463	0.000	0.123	0.000	0.144	0.225	0.119	0.176	0.072	0.165
QP	0.119	0.089	0.129	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.201	0.093	0.167	0.214	0.147
CQ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.267	0.195	0.109	0.061
CAET	0.000	0.000	0.000	0.104	0.104	0.463	0.000	0.000	0.614	0.146	0.459	0.277	0.147	0.075	0.036	0.203
CP	0.357	0.356	0.380	0.000	0.000	0.000	0.154	0.000	0.123	0.733	0.000	0.021	0.132	0.146	0.327	0.183
RD	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.024	0.016	0.034	0.033
FL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.029	0.035	0.014	0.013
DP	0.000	0.100	0.122	0.581	0.581	0.000	0.000	0.000	0.022	0.000	0.000	0.043	0.018	0.019	0.023	0.025
AF	0.046	0.038	0.085	0.015	0.013	0.015	0.110	0.022	0.003	0.013	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
BF	0.038	0.001	0.007	0.015	0.011	0.203	0.110	0.260	0.031	0.039	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CF	0.043	0.038	0.085	0.015	0.014	0.090	0.038	0.195	0.018	0.039	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DF	0.041	0.063	0.015	0.003	0.011	0.036	0.011	0.260	0.031	0.013	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
EF	0.041	0.046	0.036	0.015	0.013	0.036	0.110	0.260	0.031	0.013	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tableau V- 15: Supermatrice pondérée

5.5. Calcul de la supermatrice limite

Enfin, la supermatrice sera à l'état d'équilibre, en multipliant la supermatrice pondérée par elle-même jusqu'à ce que chaque ligne i de la matrice tende vers une constante α_i , la matrice a donc toutes ses colonnes égales. Selon ces valeurs, le fournisseur, qui a la plus haute priorité sera choisi. Cette supermatrice est présentée dans la figure suivante.

Nous obtenons les priorités suivantes pour chaque fournisseur :



Ainsi, les fournisseurs sont classés de la manière suivante :



	PA	CP	CN	CET	QP	CQ	CAET	CP	RD	FL	DP	AF	BF	CF	DF	EF
PA	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099
CP	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
CN	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
CET	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136	0.136
QP	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
CQ	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
CAET	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131	0.131
CP	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124	0.124
RD	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
FL	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
DP	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121	0.121
AF	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
BF	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063	0.063
CF	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044	0.044
DF	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045	0.045
EF	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059

Tableau V- 16: Supermatrice Limite

Interprétation des résultats

- Le fournisseur BF est en première position. En effet, ce fournisseur réalise les meilleurs scores sur les critères les plus importants tels que *Constance de la qualité*, *Respect des délais*, *Flexibilité*. Nous remarquons également que sa mauvaise note par rapport au critère *Prix d'achat* a été largement compensée par ses bonnes notes par rapport à ces critères, du fait de la dépendance entre certains de ces critères.
- Le fournisseur BF est suivi dans le classement par le fournisseur EF, dont les priorités sont proches (0,262 et 0,246). En effet, le fournisseur BF dépasse le fournisseur E uniquement sur le critère *Constance de la qualité* et *Flexibilité*, ce qui lui a valu cet avantage. Cet avantage est dû au fait que le fournisseur BF est l'actuel fournisseur de KFA, et donc l'entreprise peut connaître la constance de la qualité du fournisseur, ainsi que sa flexibilité. Quant au fournisseur E, l'entreprise a déjà effectué des essais, sans pour autant travailler avec son produit. L'information correspondant au critère *Flexibilité* n'existe pas.
- Pour les fournisseurs CF et DF, nous remarquons que leurs priorités sont très proches (0,183 et 0,184). Ceci s'explique par le fait que ces deux fournisseurs ont pratiquement les mêmes évaluations, sinon légèrement différentes, par rapport aux critères importants tels que *conformité aux exigences techniques*, *constance de la qualité*, *Respect des délais*.

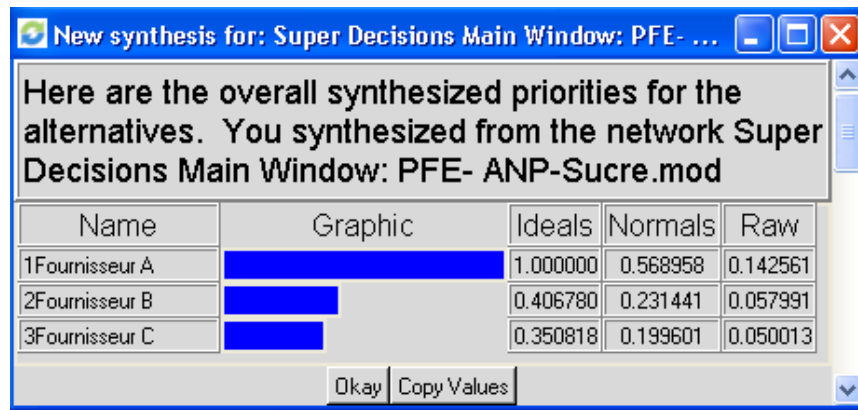
Le fournisseur DF est troisième dans le classement. Ceci s'explique par le fait, qu'il existe une dépendance entre les critères *conditions de paiement*, où il est premier, et *conformité aux exigences techniques* qui est l'un des critères les plus importants. Cet avantage sur le premier critère lui a permis de compenser certaines mauvaises notes notamment celle du *prix d'achat*, où le fournisseur CF est meilleur.

- Le fournisseur AF quant à lui, est un tout nouveau fournisseur, l'entreprise n'a aucune information sur les critères les plus importants ; *constance de la qualité*, *flexibilité*, *respect des délais*. Nous avons précisé précédemment que nous utilisons une approche pessimiste, en lui attribuant les plus mauvaises notes sur ces critères, afin de réduire le risque de le voir classer parmi les premiers, sans avoir d'information précise. Les dépendances entre les critères les plus importants, tels que la *constance de la qualité*, et la *conformité aux exigences techniques* justifient également son classement.

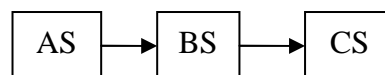
6. Présentation des résultats pour les autres matières premières

Pour les autres matières premières, les calculs ont été effectués de la même manière. Nous obtenons à l'issue de l'application de la méthode ANP les supermatrices présentées en annexe (cf. ANNEXE J). Nous allons donner pour chaque matière le vecteur d'importance relative des fournisseurs obtenu.

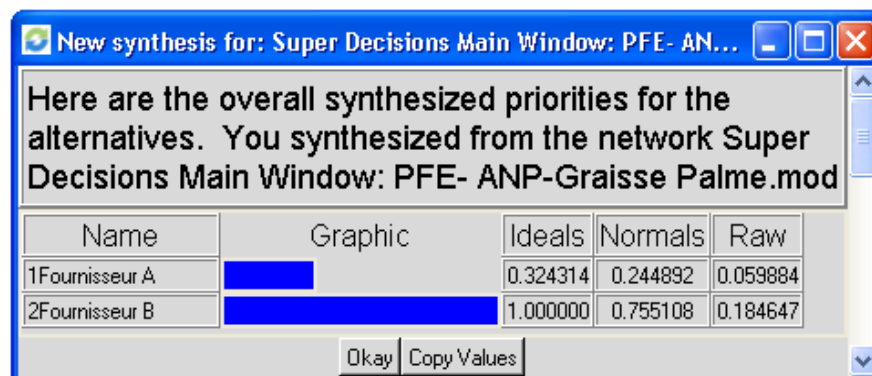
Pour le sucre, le vecteur des priorités relatives des fournisseurs est le suivant :



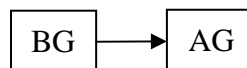
Nous aboutissons donc au classement suivant :



Pour la Graisse Palme, le vecteur des priorités relatives des fournisseurs est le suivant :



Nous aboutissons donc au classement suivant :



Interprétation des résultats

Sucre

Nous remarquons, comme pour la farine, que le classement n'est plus le même que celui obtenu par l'AHP.

Le fournisseur CS est classé dernier. Ceci s'explique par le fait que la prise en compte des dépendances entre les critères, notamment entre le *prix d'achat* et la *conformité aux exigences techniques*, a compensé sa bonne performance sur le critère *conformité aux exigences techniques*, par une mauvaise note sur le critère *prix d'achat*.

Nous remarquons également que la *qualité du produit* proposé par le fournisseur CS est largement supérieure à celle proposé par le fournisseur AS, ceci engendre un *prix d'achat* plus élevé. Comme le *prix d'achat* est un critère plus important que la *qualité du produit*, le fournisseur CS se voit donc perdre la première place au profit du fournisseur AS.

Nous pouvons également tenir le même raisonnement en ce qui concerne les fournisseurs BS et CS car, nous remarquons que pour l'application de l'AHP et l'ANP, les priorités des fournisseurs AS et BS sont légèrement différentes. Ceci est justifié par le fait que le fournisseur BS est un fournisseur inconnu de l'entreprise, nous lui avons donc attribué les plus mauvaises notes sur les critères *constance de la qualité*, *respect des délais*, et *flexibilité*.

Graisse Palme

Comme pour les autres matières premières, le classement est totalement différent.

Le fournisseur BG est classé premier, par l'application de la méthode ANP. En effet, la dépendance entre les critères *Flexibilité* et *Capacité d'adaptation aux exigences techniques*, lui a permis de compenser sa mauvaise note par rapport à la *flexibilité*, par une bonne note sur *Capacité d'adaptation aux exigences techniques*. Egalement, la dépendance entre *Respect des délais* et *Capacité de production* lui a permis de compenser sa mauvaise note par rapport au *Respect des délais* par une bonne note sur la *Capacité de production*.

7. Analyse de sensibilité

Rappelons que nous avons effectué une analyse de sensibilité des solutions obtenues via une variation des poids des critères sur une plage de variation de [0,000 ; 1,000]. Nous ne présentons que les résultats obtenus pour les critères utilisés dans l'AHP afin de pouvoir en comparer la signification.

Nous avons déterminé pour chaque matière les intervalles dans lesquels la solution de base est préservée. Nous résumons les résultats concernant ces intervalles de stabilité de la solution de base relativement à chaque matière.

En dehors de ces intervalles, les solutions de bases ne sont plus préservées. En effet, nous constatons l'apparition d'autres classements.

Nous rappelons également que les valeurs des priorités sont présentées sur un axe horizontal. Le résultat du classement de chaque intervalle est représenté par un nombre encadré. Le classement relatif à chaque nombre encadré est présenté en annexe. (cf. ANNEXE K)

7.1. Analyse de sensibilité pour la Farine

7.1.1. Analyse de Sensibilité du sous critère *Prix d'achat*

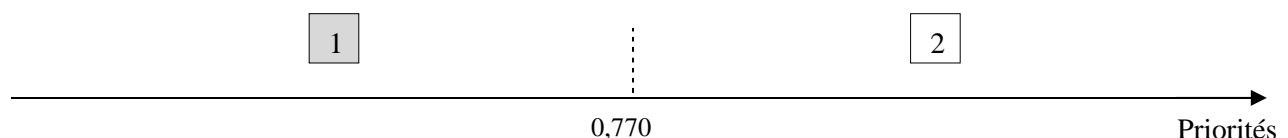


Figure V- 17 : Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère prix d'achat

Le classement initial est stable sur l'intervalle [0,000 ; 0,770].

En dehors de cet intervalle, les résultats du classement changent, nous obtenons le classement [2] (cf. ANNEXE K). Nous remarquons que le fournisseur AF, qui était en dernière position, prend la place du fournisseur DF, à savoir la troisième place. Nous interprétons cela par le fait qu'en augmentant la priorité du critère *Prix d'achat*, le fournisseur AF, qui a proposé le prix le plus bas, sera avantagé par rapport aux fournisseurs DF et CF.

7.1.2. Analyse de Sensibilité du sous critère *Conformité aux exigences techniques*

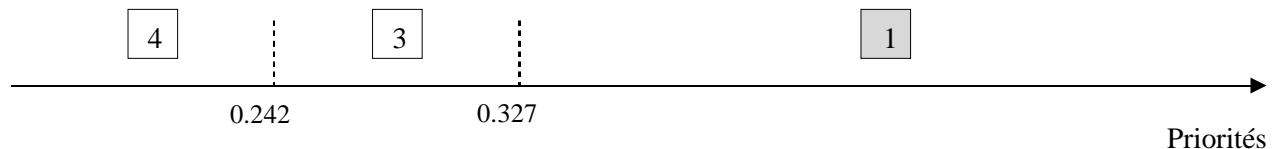


Figure V- 18 : Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère conformité aux exigences technique

Le classement initial est stable sur l'intervalle [0,328 ; 1.000].

En dehors de cet intervalle, les résultats du classement changent. Nous obtenons le classement [3] dans l'intervalle [0,242 ; 0,327], et le classement [4] dans l'intervalle [0,000 ; 0,241] (cf. ANNEXE K). Pour le classement initial, les priorités des fournisseurs CF et DF étaient très proches (0,183 et 0,184). En effet, le critère *Conformité aux exigences techniques* dépend des critères *Respect des délais* et *Conditions de paiement*, où le fournisseur DF est mieux noté que le fournisseur CF. En diminuant la priorité du critère *Conformité aux exigences techniques*, nous diminuons l'avantage que le fournisseur DF avait sur le fournisseur CF. Ce qui explique le résultat obtenu

7.1.3. Analyse de Sensibilité du sous critère *Flexibilité*

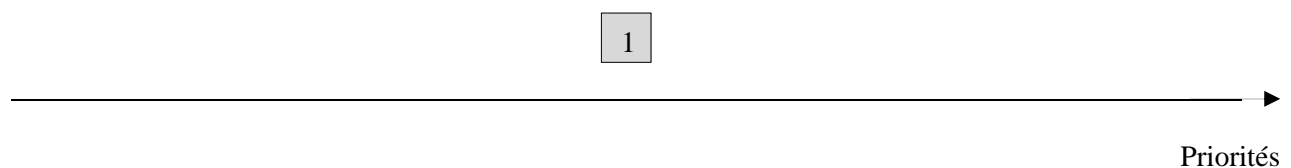


Figure V- 19: Résultats de l'analyse de sensibilité du sous critère flexibilité

Le résultat initial reste stable quelque soit la variation de la priorité du sous critère *flexibilité*.

7.2. Résultats de l'analyse de sensibilité des matières Sucre et Graisse Palme

Les résultats de l'analyse de sensibilité opérée pour le Sucre et la Graisse Palme sont présentés en annexe. (cf. ANNEXE L)

En ce qui concerne le sucre, nous remarquons que le classement est stable, quelque soit la variation effectuée sur les critères.

Pour la graisse palme, le classement initial est stable également, sur tout l'intervalle de variation des priorités.

Conclusion

Ainsi, au vu des résultats obtenus de l'analyse de sensibilité, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

La variation du poids des critères *Respect des délais*, *Flexibilité*, *Constance de la qualité*, ne déstabilise pas la solution de base. En effet, la solution initiale reste stable sur tout l'intervalle sur lequel nous avons fait varier le poids des critères, pour toutes les matières.

En ce qui concerne la farine, pour les critères *Prix d'achat* et *Conformité aux exigences techniques*, le classement obtenu varie :

- par rapport au critère *Prix d'achat*, le classement reste stable sur l'intervalle [0,000 ; 0,770], et change pour l'intervalle [0,770 ; 1,000].
- par rapport au critère *Conformité aux exigences techniques*, le classement est stable sur l'intervalle [0,328 ; 1,000]. Il n'est plus le même sur les intervalles [0,000 ; 0,241], et [0,242 ; 0,327].

8. Comparaisons des résultats des deux méthodes AHP et ANP

Après avoir appliqué les méthodes AHP et ANP, nous allons à présent comparer les résultats obtenus par chaque méthode.

▪ Farine

Les résultats obtenus pour cette matière première sont présentés dans la figure V-20.

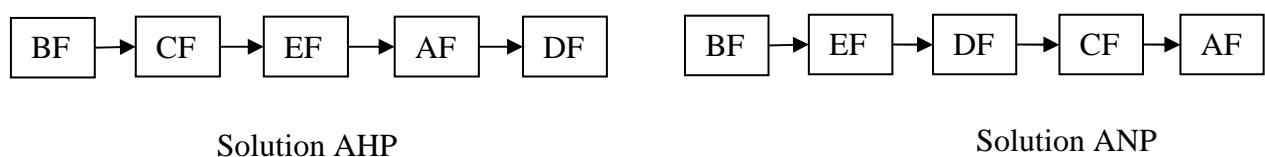


Figure V- 20: Résultats pour la matière première Farine

- Le fournisseur BF a été jugé comme étant le meilleur par les deux méthodes AHP et ANP. En effet, celui-ci est l'actuel fournisseur de l'entreprise KFA, nous avons donc pu l'évaluer par rapport aux critères *Constance de la qualité*, *Respect des délais* et *Flexibilité*.
- Le fournisseur EF, qui était classé troisième par l'AHP, se retrouve en deuxième position par l'ANP. Ceci peut être expliqué par le fait que, lors de l'application de la méthode AHP, ce fournisseur a obtenu les deuxièmes meilleures notes sur les critères les plus importants (**Qualité** et **Coût**) avec des priorités de 0,201 et 0,202. Néanmoins, étant donné la dépendance entre les critères *Flexibilité* et *Capacité d'adaptation aux exigences techniques*, la mauvaise note obtenue sur le premier critère a été compensée par une bonne note sur le deuxième.

- En ce qui concerne le fournisseur DF, qui était classé en dernière position par l'AHP, se retrouve à la troisième place. Lors de l'application de l'AHP, ce fournisseur a obtenu les notes 0,077 et 0,220 sur les critères qui ont les priorités les plus élevés ; *Qualité* et *Coût*. Pour l'ANP, l'existence de dépendance entre les critères *conditions de paiement*, où il est premier, et *conformité aux exigences techniques* qui est l'un des critères les plus importants, lui a permis de compenser la mauvaise note sur le deuxième critère par une bonne note sur le premier.
- Quant au fournisseur CF, il se trouve placé en quatrième position par l'ANP, alors qu'il était classé deuxième par l'AHP. Ceci s'explique par le fait que, lors de l'application de l'AHP, ce fournisseur a obtenu les deuxièmes meilleures notes sur les critères les plus importants (**Qualité** et **Coût**) avec des priorités de 0,220 et 0,217. Néanmoins, l'existence des dépendances pour l'ANP entre les critères *Flexibilité* et *Conformité aux exigences techniques* lui a permis de compenser la mauvaise note sur le premier critère par une bonne note sur le deuxième.
- Pour le fournisseur AF, il est classé dernier par l'ANP, et avant dernier par l'AHP. Ce fournisseur étant inconnu de l'entreprise, il lui a été attribué les plus mauvaises notes sur les critères *Flexibilité*, *Respect des délais* et *Constance de la qualité*.

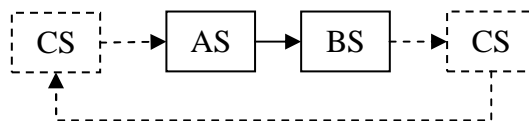
▪ **Sucre**



Figure V- 21: Résultats pour la matière première Sucre

Nous remarquons que les deux méthodes AHP et ANP ont présenté des résultats différents: la méthode AHP favorise le fournisseur CS alors que l'ANP favorise le fournisseur AS. Ceci est justifié par le fait que la prise en compte des dépendances entre critères, *Constance de la qualité* et *Conformité aux exigences techniques*, *Flexibilité* et *Capacité d'adaptation aux exigences techniques*, a compensé les bonnes notes obtenus sur les critères *Conformité aux exigences techniques* et *Capacité d'adaptation aux exigences*, par les mauvaises notes sur les critères *Constance de la qualité* et *Flexibilité*.

Pour les fournisseurs AS et BS, ils sont deuxième et troisième dans la méthode AHP et premier et deuxième dans la méthode ANP.

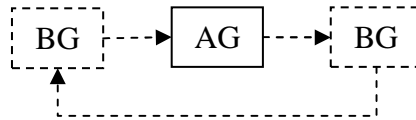


▪ **Graisse Palme**



Figure V- 22: Résultats pour la matière première Graisse palme

Nous remarquons que les deux méthodes AHP et ANP ont présenté des résultats différents: la méthode AHP favorise le fournisseur AG alors que ANP favorise le fournisseur BG. Lors de l'application de l'AHP, le fournisseur AG a été mieux classé que le fournisseur BG, car ses mauvaises notes sur certains critères, a été compensée par ses bonnes notes sur les critères *Constance de la qualité*, *Flexibilité*, et *Respect des délais*. Pour l'ANP, la dépendance entre *Respect des Délais* et *Capacité de production* a permis au fournisseur BG de compenser sa mauvaise note par rapport à *Respect des Délais* par une bonne note sur *Capacité de Production*.



Conclusion

Les deux méthodes d'analyse multicritères AHP et ANP présentent des classements différents.

En effet, les résultats ont montré que lorsque la dépendance entre les critères est prise en compte, les priorités ainsi que les classements des alternatives changent.

Bien que les méthodes AHP et ANP soient des méthodes d'aide à la décision multicritère qui traitent des critères à la fois quantitatifs et qualitatifs, l'ANP est en mesure de modéliser des situations du monde réel plus complexes par rapport à la méthode AHP. Sur la base des résultats obtenus par l'application de l'ANP, nous pouvons à présent formuler des recommandations pour l'entreprise.

Recommandations

Comme nous l'avons précisé au chapitre III § 4, la méthode ANP est une méthode plus générale que la méthode AHP. Les résultats obtenus reflètent plus la réalité, en prenant en considération les dépendances et interdépendances entre les critères. Nous nous basons donc, lors des recommandations, sur les résultats obtenus lors de l'application de la méthode ANP.

Pour la farine, le classement des fournisseurs obtenu est le suivant :



Sur la base de ce classement, nous formulons les recommandations suivantes :

Pour le fournisseur BF, qui est l'actuel fournisseur de l'entreprise, nous remarquons qu'il est classé premier quelque soit les variations faites lors de l'analyse de sensibilité. Il semble donc judicieux pour l'entreprise de continuer ses relations avec ce fournisseur, sans pour autant cesser toute prospection de nouveaux fournisseurs.

Le fournisseur EF est un fournisseur avec lequel l'entreprise n'a jamais travaillé, hormis des essais. Comme nous l'avons expliqué lors de l'évaluation des fournisseurs par rapport à certains critères, nous avons décidé d'adopter une approche pessimiste, en attribuant à ce fournisseur les plus mauvaises notes sur les critères par rapport auxquels on ne peut l'évaluer faute d'informations. Néanmoins, nous avons noté que, si nous avons attribué à ce fournisseur la moyenne par rapport aux critères cités précédemment, il se plaçait en 1^{ère} position avec une priorité de 0,259 (au lieu de 0,246).

De ce fait, nous recommandons à l'entreprise d'entamer de nouveaux essais avec ce fournisseur, jusqu'à ce que les exigences de l'entreprise et les caractéristiques du produit proposé par le fournisseur coïncident, et ainsi obtenir les informations sur le suivi du fournisseur en termes de qualité (*constance de la qualité*), et de délai (*flexibilité*).

Pour le fournisseur DF, à qui nous avons attribué les plus mauvaises notes sur les critères *Constance de la qualité* et *Flexibilité*, nous remarquons que même si nous lui avons attribué la moyenne, son classement n'aurait pas évolué. Nous recommandons toutefois de garder ce fournisseur dans le panel, et observer son évolution.

Le fournisseur CF, quant à lui, est un ancien fournisseur de l'entreprise. Lors de l'application de l'ANP, il a été classé 4^{ème}. Puis en faisant une analyse de sensibilité, nous avons remarqué que son classement pourrait atteindre la 3^{ème} place, sans jamais aller au-delà. Nous recommandons donc à l'entreprise de garder ce fournisseur dans le panel, et observer son évolution.

L'un des inconvénients du fournisseur AF, est que sa capacité de production est limitée (85 tonnes/jour). Or, les besoins de l'entreprise sont de l'ordre de 150 tonnes/jour. Ce fournisseur ne semble donc pas être apte à répondre à ses exigences en termes de quantité. Néanmoins, si l'entreprise décide de passer du mono-fournisseur au multifournisseur, en attribuant à chaque fournisseur une quantité à approvisionner, ce fournisseur pourrait être sélectionné.

Pour le sucre, nous avons obtenu le classement suivant :

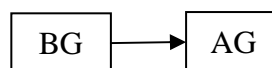


Nous remarquons que le fournisseur AS, qui est l'actuel fournisseur de l'entreprise, est premier. Nous recommandons donc à l'entreprise de continuer à travailler avec celui-ci, sans négliger les autres fournisseurs.

Les fournisseurs BS et CS sont des fournisseurs inconnus de l'entreprise. Nous leur avons donc attribué les plus mauvaises notes par rapport aux critères sur lesquels nous ne pouvions pas les évaluer, par manque de données. Si nous avons noté ces fournisseurs moyennement, le fournisseur CS se verrait atteindre la 2^{ème} place, à la défaveur du fournisseur BS.

Sur la base de ces résultats, nous recommandons à l'entreprise de garder les fournisseurs BS et CS dans le panel des fournisseurs de sucre. Toutefois, il serait judicieux d'effectuer des essais avec le fournisseur CS qui présente des avantages en termes de *qualité du produit*, de *rapidité de livraison*, et de *capacité de négociation* (afin de revoir le prix à la baisse).

Pour la graisse palme, le classement des fournisseurs obtenu est le suivant :



Compte tenu des résultats obtenus, nous recommandons à l'entreprise de changer de fournisseur de graisse palme. Le fournisseur actuel étant le fournisseur AG, il serait judicieux que l'entreprise travaille avec le fournisseur BG, sans toutefois éliminer le fournisseur A de son panel fournisseur. En effet, ce changement de fournisseur pourrait créer une concurrence entre les fournisseurs AG et BG, ce qui engendrerait des avantages pour l'entreprise (*baisse des prix*, *rapidité de livraison*, *augmentation de la qualité*, etc.).

Conclusion Générale

Dans ce travail, nous nous sommes intéressées à l'étude du problème de choix de fournisseurs, qui est un processus important au sein des entreprises. Ce type de problème nécessite la prise en considération de plusieurs critères tant qualitatifs que quantitatifs. Notre étude s'est alors fixée comme objectif de proposer une démarche d'aide à la décision, pour le choix de fournisseurs.

La décision étant de nature multicritère, nous nous sommes tout naturellement tournées vers les méthodes d'aide multicritère à la décision. Nous avons retenu la méthode d'aide à la décision multicritère AHP. Cette méthode facile à comprendre et à mettre en œuvre, est utilisée très fréquemment par les chercheurs et les praticiens afin de comparer plusieurs alternatives et de faciliter la prise de décision.

La méthode AHP se distingue par sa façon de déterminer les poids des critères. Plusieurs comparaisons par paires sont effectuées afin de trouver les priorités relatives de chaque critère. Grâce à cette méthode nous avons quantifié les critères du problème et défini les priorités relatives de chaque élément de la hiérarchie.

Nous avons complété notre étude par l'application de la méthode ANP, qui est une extension de l'AHP. Cette méthode, à l'inverse de l'AHP, permet de prendre en compte les différentes interactions qui peuvent exister entre les éléments. La mise en œuvre de ces méthodes a été facilitée par l'utilisation du logiciel Super Decisions.

Pour conforter notre démarche, nous nous sommes proposé d'appliquer les deux méthodes à un cas réel : Kraft Foods Algérie.

Cette dernière achète plus de 50 types de produits. Parmi ceux-ci, nous avons identifié les plus critiques, par une analyse ABC. Nous avons donc retenu les matières premières Farine, Sucre, Graisse Palme.

L'application des méthodes multicritères retenus AHP et ANP nécessite de modéliser le problème étudié. Pour cela, les critères intervenant dans le processus de choix de fournisseurs ont été identifiés, en prenant en compte l'avis des responsables, ainsi que les études menées dans ce sens. A l'issue de cette étape, nous avons identifié 3 sous critères du critère **Coût**, 5 sous critères du critère **Qualité**, et 3 sous critères du critère **Délai**.

L'ensemble des fournisseurs potentiels a été déterminé à l'aide des bases de données et de rencontres avec des fournisseurs.

A ce stade de l'étude, nous avons rassemblé toutes les données nécessaires à l'implémentation des méthodes AHP et ANP.

Lors de l'application des méthodes, une fois les comparaisons par paires effectuées, nous avons obtenus des classements différents, pour chacune des trois matières premières. Une comparaison des résultats obtenus par chaque de chaque méthode nous a permis d'établir l'importance de la prise en compte des dépendances entre les différents critères.

A l'issue de l'application de ces méthodes, nous avons pu formuler des recommandations sur la base des résultats obtenus.

Le présent travail nous a permis de nous familiariser avec les méthodes utilisées pour la résolution des problèmes multicritères. En effet, cela nous a permis de nous documenter sur les différentes méthodes utilisées pour le choix de fournisseur, afin de retenir les meilleures.

Plusieurs perspectives sont envisagées tant sur les aspects recherche qu'applicatifs :

- Lors de l'application des méthodes, nous avons rencontré des difficultés pour évaluer les fournisseurs par rapport à certains critères. Nous avons décidé d'adopter une démarche pessimiste. Il serait utile d'un point de vue théorique de tester la pertinence de l'approche adoptée. Aussi, nous laissons la voie ouverte à d'éventuelles recherches pour remédier à ce problème.
- Il serait également intéressant d'un point de vue pratique d'étudier le problème de choix de fournisseur en appliquant la méthode ANP – BOCR (Benefits, Opportunities, Costs, Risks). En effet, l'utilisation de cette méthode permettrait d'intégrer les notions de risques et d'opportunités pour l'entreprise.
- Au cours de notre stage au sein de l'entreprise Kraft Foods Algérie, nous avons pu relever l'absence d'indicateurs de performance de la fonction achats. Nous suggérons de mettre en œuvre un tableau de bord de suivi de la performance achats.
- Les modèles que nous avons établis pour l'AHP et l'ANP intègrent 11 critères qualitatifs et quantitatifs. Il serait intéressant d'observer l'impact de l'ajout de critères sur les résultats obtenus.

Références Bibliographiques

A

[AKB 2001] Akbari Jokar M.R, Décembre 2001, "*Sur la conception d'une chaîne logistique (Une approche globale d'aide à la décision)*", Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble.

[AZN 2006] Aznar-Bellverb J., Ferrís-Oñate J., García-Melón M., Poveda-Bautista R., 2006, "*Farmland appraisal: An Analytic Network Process (ANP) approach*", Polytechnic University of Valencia, Valence.

B

[BAR 1997] Barbarosoglu G., Yazgac T., 1997, "*An application of the Analytic Hierarchy Process to the supplier selection problem*", Production and Inventory Management Journal, first quarter, Vol. 38, p 14-21.

[BAY 2005] Bayazit O., Karpak B., 2005, "*An AHP application in vendor selection*", The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Hawaii.

[BOL 1999] Bollinger D., Pictet J., 1999, "*Aide multicritère à la décision –Aspects mathématiques du droit suisse sur les marchés publics*", Revue Droit de la construction, Vol.2, pp. 63-65. Article disponible sur : <http://www.aide-decision.ch/art mp.pdf>.

[BOU 1993] Bouyssou D., Roy B., 1993, "*Aide multicritère à la décision : méthode et cas*", Edition Economica, Paris.

[BRU 1996] Bruel O., 1996, "*Politique d'achat et gestion des approvisionnements*", Éditions Dunod, 2e édition, Paris.

[BUR 2003] Burlat P., Campagne J.P., Hammami A., 2003, "*Evaluating orders allocation within networks of firms*", International Journal of Production Economics, Vol. 86, pp. 233-249.

[BUS 1963] Busch G. E, 1963, "*A new twist on supplier evaluation*", Journal of Purchasing, Vol. 55, pp. 102-103.

C

[CEG 1992] Selon une étude CEGOS réalisée à partir de leur base de données d'entreprises Roger Perrotin, 1992, "*Le marketing achats*", Editions d'organisation, Paris.

[CRO 1980] Crow L. E., Olshavsky R.W., Summers J.O., 1980, "*Industrial buyer choice strategies: a protocol analysis*", Journal of Marketing Research, Vol. 17, pp. 34-44.

D

[DIC 1966] Dickson G.W., 1966, "*An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions*", Journal of Purchasing, Vol. 1, pp. 5-17.

[DUR 1995] Durand J.P., 1995, "*Le langage des Achats*", Editions Méthodes et Stratégies, Paris.

E

[ELL 1990] Ellram L.M., 1990, "*The supplier selection decision in strategic partnerships*", International Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 26, pp. 8-14.

G

[GHO 1998] Ghodypour S.H., O'Brien C., 1998, "*A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming*", International Journal of Production Economics, Vol. 56-57, pp. 199-212.

H

[HAM 2003] Hammami A., Septembre 2003, "*Modélisation technico-économique d'une chaîne logistique dans une entreprise réseau*", thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, Saint-Etienne.

[HAN 2002] Handfield R., Walton S.V., Sroufe R., Melnyk S.A., 2002, "*Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process*", European Journal of Operational Research, Vol. 141, pp.70-87.

[HOS 1992] Hoshyar A., Lyth D., 1992, "*A systematic supplier selection procedure*", Computer and Industrial Engineering, Vol. 23, pp. 173-176.

[HWA 1995], Hwang C. R., Yoon K., "*Multi attribute decision making, An Introduction*", Sage Publications, United State of America.

J

[JAZ 2004] Jaziri W., Juillet 2004, "*Modélisation et gestion des contraintes pour un problème d'optimisation sur-contraint : Application à l'aide à la décision pour la gestion du risque de ruissellement*", Thèse de Doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Rouen, Rouen.

K

[KOR 1996] Korpela J., Tuominen M., 1996, "*A decision support system for strategic issues management of logistics*", International Journal of Production Economics, No. 46-47, pp. 605 620.

M

[MAY 1994] Maystre L.Y., Pictet J., Simos J., 1994, "*Méthodes Multicritères ELECTRE : Descriptions, Conseils Pratiques et cas d'applications à la gestion environnementale*", Edition Presses Polytechnique et Universitaires Romandes, Lausanne.

[MEK 2007] Mekaouche L., 2007, "*Pilotage holonique auto-organisé de réseaux logistiques : validation par modélisation et simulation distribuée*", Thèse de Doctorat, Université Paul Cézanne Aix-Marseille III, Marseille.

[MOO 1973] Moore D. L., Fearon H. E., 1973, "*Computer-assisted decision making in purchasing*", Journal of Purchasing, Vol. 9, pp. 5-25.

[MOU 2004] Mousseau V., Diasyz L.C., Figueira J., 2004, "*Dealing with inconsistent judgments in multiple criteria sorting models*". Cahier du LAMSADE n°221, Paris. Article disponible sur : <http://www.lamsade.dauphine.fr/>

[MOU 2003] Mousseau V., 2003, "*Elicitation des préférences pour l'aide multicritère à la décision*", Mémoire présenté en vue de l'obtention de l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris Dauphine, Paris.

[MOU 2005] Mousseau V., 2005, "*A general framework for constructive learning preference elicitation in multiple criteria decision aid*", Cahier du LAMSADE n°229, Paris. Article disponible sur: <http://www.lamsade.dauphine.fr/>

N

[NAR 1983] Narasymhan R., 1983, "*An Analytical Approach to Supplier Selection*", Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 19, pp. 27-32.

[NOO 2006] Noorul A., Kannan G., 2006, "*Fuzzy analytical hierarchy process for evaluating and selecting a vendor in a supply chain model*", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 29, pp. 826-835.

P

[PER 2000] Person H., 2000, "*Guide pratique de la fonction achats et approvisionnements en PME/PMI*", éditions Maxima, Paris.

[PER 2007] Perrotin R., SOULET de Brugière F., "*Le Manuel des Achats*", Editions d'Organisation, Paris.

[PUL 1998] Pullmann M.E., Verma R., 1998, "*An analysis of the supplier selection process*", Editions Omega, Chicago.

R

[RAB 2006] Rabeau R., 2006, "*Proposition d'une démarche de validation des simulations technico-opérationnelles utilisées comme aides à la décision*", Thèse de doctorat, Université de Versailles, Yvelines.

[ROU 2007] Rouibi S., 2007, "*Sélection multicritère du fournisseur en vue d'une coordination dans une chaîne logistique*", Thèse de master recherche, Institut National Polytechnique de Grenoble, Grenoble.

[ROY 1985] Roy B., 1985, "*Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision*", Economica, Paris.

[ROY 2000] Roy B., 2000, "*Réflexions sur le thème : quête de l'optimum et aide à la décision*", Cahier du Lamsade n° 167, Université Paris Dauphine.

S

[SAA 1980] Saaty T.L., 1980, "*The Analytic Hierarchy Process*", McGraw Hill, New York.

[SAA 1984] Saaty T.L., 1984, traduit par Dahan L., "*Décider face à la complexité : une approche analytique multicritère d'aide à la décision*", Entreprise moderne d'édition, Paris.

[SAA 1996] Saaty T.L., 1996, "*Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*", RWS Publications, Pittsburgh, Pennsylvania.

[SAA 2001] Saaty T.L., 2001, "*Decision Making with Dependence and Feed Back the Analytical Network Process*", second edition, University of Pittsburg, Pittsburg.

[SCH 1985] Schärliq A., 1985, "*Décider sur Plusieurs Critères : Panorama de l'aide à la décision multicritère*", Collection Diriger l'Entreprise, Edition Presses Polytechnique et Universitaires Romandes, Lausanne.

[SHY 2006] Shyura H.J, Shihb H.S., 2006, "*A hybrid MCDM model for strategic vendor selection*", Journal of Mathematical and Computer Modelling, Vol.44, pp. 749-761.

[SOU 1987] Soukup W., 1987, "*Supplier selection strategies*", Journal of Purchasing and Materials Management. Vol. 23, pp. 7-12.

[STR 1993] Strategor, 1993, "*Stratégie, structure, décision, identité : politique générale de l'entreprise*", 2^{ème} édition, InterEdition, Paris.

T

[TIM 1986] Timmerman E., 1986, "*An approach to Vendor Performance Evaluation*", Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 22, pp. 2-8.

[TRI 1999] Trimbach T., Bruel O., Daros J-L., Leberre J-C., Legendre D., Pautrat C., Ros Guezet M., 1999, "*Fonction achats, la communication au service de la performance*", Editions d'organisation, Paris.

U

[UYA 2005] UYANIK ERSEK E., Mai 2005, "*L'application des méthodes de prise de décision multicritère au problème de sélection du fournisseur*", Université Galatasaray, Istanbul.

V

[VIN 1989] Vincke Ph., 1989, "*L'Aide Multicritère à la Décision* ", Editions de l'Université de Bruxelles, Bruxelles.

W

[WEB 1991] Weber C.A., Current J.R., Benton W.C., 1991, "*Vendor selection criteria and methods*", European Journal of Operational Research, Vol. 50, pp. 2-18.

[WEB 1993] Weber C.A., Current J.R., 1993, "*A multiobjective approach to vendor selection*", European Journal of Operational Research, Vol. 68, pp. 173-184.

[WRI 1975] Wright P.L., 1975, "*Consumer choice strategies/ simplifying vs. Optimizing*", Journal of Marketing Research, Vol. 12, pp. 60-67.

Webographie

[WEB 1] <http://www.memoireonline.free.fr/>

[WEB 2] http://www.numilog.com/package/extraits_pdf/e226060.pdf

[WEB 3] <http://www.wikipédia.fr/>

[WEB 4] <http://www.superdecisions.com/>

[WEB 5] [http://www.e-achatsolutions.com/newsletter/EACHATSINFOS10JUILAOUT07\(2\).pdf](http://www.e-achatsolutions.com/newsletter/EACHATSINFOS10JUILAOUT07(2).pdf)

Autres ouvrages consultés

Aguezzoul A. (2005), *"Prise en compte des politiques de transport dans le choix des fournisseurs"*, Thèse de doctorat, l'Institut National Polytechnique de Grenoble. Disponible sur internet: <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00168637/en/>.

Belmechri H., Hammachi K. (2006), *"Aide à la Décision pour le Projet d'Hybridation Diesel – Photovoltaïque des Centrales Diesel Sud par une Analyse Multicritère"*, Projet de Fin d'études, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, Alger.

Burnaz S., Topcu I. (2005), *"A multi-criteria decision model for Turkish Soft Drink industry"*, The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Hawaii.

Caillet R. (2003), *"Analyse multicritère : Etude et comparaison des méthodes existantes en vue d'une application en analyse de cycle de vie"*, Série scientifique, Montréal. Disponible sur internet: <http://www.cirano.qc.ca/pdf/publication/2003s-53.pdf>

Güngör A., Ören N., Topcu I., Tosun O.K., Uysal K. (2006), *"ANP application for evaluating Turkish Mobile Comunication operators"*, The International Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Greece.

Jharkhariaa S., Shankarb R. (2005), *"Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach"*, The International Journal Of Management Science, India.

Lee Y.T., Wu W.W. (2007), *"Selecting knowledge management strategies by using the analytic network process"*, Expert systems with applications, Vol.32, pp. 841-847.

Suárez Bello M.J. (2003), *" A case study approach to the supplier selection process, Master of engineering in Management Systems Engineering"*, thèse de master recherche, Université de Porto Rico. Disponible sur internet: <http://grad.uprm.edu/tesis/suarezbello.pdf>.

ANNEXES

Liste des annexes

ANNEXE A : Présentation de l'échelle de LIKERT.....	129
ANNEXE B : Questionnaire pour la sélection des critères d'évaluation des fournisseurs ...	130
ANNEXE C : Résultats combinés des jugements pour le choix des critères de sélection de fournisseurs	132
ANNEXE D : Fiche présentation fournisseur.....	134
Fiche évaluation fournisseur	135
ANNEXE E : Tableaux des performances – Farine	136
Résultats des comparaisons par paire des fournisseurs – Farine.....	137
ANNEXE F : Tableaux des performances – Sucre	140
Résultats des comparaisons par paire des fournisseurs – Sucre.....	141
Tableaux des performances – Graisse Palme	144
Résultats des comparaisons par paires des fournisseurs – Graisse Palme	145
ANNEXE G : Différents classements obtenus par l'analyse de sensibilité AHP - Farine ...	148
ANNEXE H : Résultats de l'analyse de sensibilité AHP - Sucre	149
Résultats de l'analyse de sensibilité AHP – Graisse Palme	150
ANNEXE I : Résultats des comparaisons par paire des éléments – ANP.....	152
ANNEXE J : Résultats de l'ANP - Supermatrices - Sucre	155
Résultats de l'ANP - Supermatrices - Graisse Palme	157
ANNEXE K : Différents classements obtenus par l'analyse de sensibilité ANP - Farine	159
ANNEXE L : Résultats de l'analyse de sensibilité ANP - Sucre	160
Résultats de l'analyse de sensibilité ANP - Graisse Palme	160

ANNEXE A

Présentation de l'échelle de LIKERT [WEB 4]

Ce principe d'évaluation a été décrit pour la première fois par le psychologue américain Rensis Likert en 1932. L'échelle de Likert est une échelle rependue dans les questionnaires psychométriques. La personne interrogée exprime son degré d'accord ou de désaccord avec une affirmation. L'échelle contient en général 5 ou 7 niveaux qui permettent de nuancer le degré d'accord :

- Pas du tout d'accord
- Pas d'accord
- Ni en désaccord ni d'accord
- D'accord
- Tout à fait d'accord

Pour les échelles impaires, le niveau central permet de n'exprimer aucun avis, tandis que les échelles paires (par exemple à 4 niveaux) sont dites "à choix forcé". A chaque réponse est attribuée une note positive ou négative, ce qui permet un traitement des données avec moyenne et écart-type.

Pour construire une échelle selon la méthode de LIKERT, on réunit d'abord un grand nombre de propositions exprimant une attitude tantôt favorable, tantôt défavorable. Il est recommandé de ne placer, dans cet ensemble qu'un petit nombre d'items neutres ou exprimant des opinions extrêmes.

Les propositions ne sont pas ordonnées en fonction de leur charge de préférence. On obtient le score des préférences de chaque proposition en additionnant les scores partiels ; parfois on fait la moyenne de ces scores.

On ne retient pour l'échelle définitive que les items à propos desquels le plus fort consensus se manifeste dans les réponses. L'échelle définitive ne demande pas des juges, mais elle s'applique aux individus dont on veut connaître l'attitude.

L'échelle de LIKERT mesure l'intensité ou le degré d'accord par le répondant à une affirmation qui décrit un phénomène, un item ou un traitement.

Cette échelle a trouvé faveur auprès des chercheurs et semble être la plus utilisée à cause de ses nombreux avantages :

- Elle transforme facilement les sentiments dans une échelle d'intervalle qui puissent conduire à l'analyse statistique.
- Elle est flexible et par conséquent, peut être utilisée pour mesurer le degré d'intensité d'un sentiment ou des attitudes.
- Par dessus tout, cette échelle peut être très facile à construire et à interpréter, comparativement à d'autres.

ANNEXE B

Questionnaire pour la sélection des critères d'évaluation des fournisseurs

Département :

Méthode : Pour chaque critère, donner une évaluation de son importance en utilisant l'échelle de LIKERT définie comme suit :

- 1 : Critère le moins important
- 2 : Critère peu important
- 3 : Indifférence
- 4 : Critère important
- 5 : Critère le plus important

Critères	Appréciation				
	Pas important	Peu important	Indifférence	Important	Très important
	1	2	3	4	5
Qualité (Produit et fournisseur)					
Qualité du produit					
Constance de la qualité					
Emballage et conditionnement					
Conformité aux spécifications techniques					
Certification					
Capacité d'innovation					
Capacité de production					
Pourcentage de défauts					
Capacité d'adaptation aux exigences techniques					
Technologie utilisée					
Conditions de stockage					
Réputation du fournisseur					
Disponibilité du fournisseur					
Expérience du fournisseur					
Position concurrentielle du fournisseur					
Performance du fournisseur					
Délai					

Délais proposés, rapidité					
Respect des délais					
Adaptation des livraisons aux programmes de production					
Flexibilité					
Délai de réalisation du produit					
Position géographique					
Prix					
Prix d'achat					
Conditions de paiement					
Capacité de réduction de coûts à terme					
Frais de livraison					
Capacité de négociation					
Variabilité des alternatives de paiements					
Envoi des factures à temps					
Facturation sans faute					
Rapidité de réponse à une demande de tarifs					
Autres					
Qualité du service après vente					
Accès à l'information					
Ancienneté de la relation					
Degré de privilège					
Rigueur dans l'établissement des documents administratifs (confirmation de commande, bons de livraison, factures...)					
Fréquence de visite aux clients					
Management et organisation					
Diversification des produits					
Situation financière					

ANNEXE C

Résultats combinés des jugements pour le choix des critères de sélection de fournisseurs

Résultats combinés des jugements des personnes interrogées pour le choix des critères de sélection de fournisseurs.

Critères		
Qualité du produit	Cr 1	4,83
Constance de la qualité	Cr 2	4,83
Emballage et conditionnement	Cr 3	4,00
Conformité aux spécifications techniques	Cr 4	5,00
Certification	Cr 5	3,00
Capacité d'innovation	Cr 6	2,83
Capacité de production	Cr 7	4,17
Pourcentage de défauts	Cr 8	4,00
Capacité d'adaptation aux exigences techniques	Cr 9	3,67
Technologie utilisée	Cr 10	2,67
Conditions de stockage	Cr 11	3,50
Réputation du fournisseur	Cr 12	3,83
Disponibilité du fournisseur	Cr 13	3,83
Expérience du fournisseur	Cr 14	3,00
Position concurrentielle du fournisseur	Cr 15	3,17
Performance du fournisseur	Cr 16	3,00
Délais proposés, rapidité	Cr 17	4,50
Respect des délais	Cr 18	4,67
Adaptation des livraisons aux programmes de production	Cr 19	3,67
Flexibilité	Cr 20	4,00
Délai de réalisation du produit	Cr 21	3,33
Position géographique	Cr 22	3,50
Prix d'achat	Cr 23	4,17
Conditions de paiement	Cr 24	3,83
Capacité de réduction de coûts à terme	Cr 25	4,17
Frais de livraison	Cr 26	4,00

Capacité de négociation	Cr 27	4,00
Variabilité des alternatives de paiements	Cr 28	2,83
Envoi des factures à temps	Cr 29	2,50
Facturation sans faute	Cr 30	3,00
Rapidité de réponse à une demande de tarifs	Cr 31	3,67
Qualité du SAV	Cr 32	3,33
Accès à l'information	Cr 33	3,83
Ancienneté de la relation	Cr 34	2,83
Degré de privilège	Cr 35	2,83
Rigueur dans l'établissement des documents administratifs (confirmation de commande, bons de livraison, factures...)	Cr 36	3,67
Fréquence de visite aux clients	Cr 37	2,83
Management et organisation	Cr 38	3,67
Diversification des produits	Cr 39	3,00
Situation financière	Cr 40	3,50

ANNEXE D

FICHE PRESENTATION FOURNISSEUR – FICHE EVALUATION FOURNISSEUR

FICHE FOURNISSEUR POTENTIEL		
Date du rendez-vous :		
Désignation de l'entreprise :		
Nom de l'interlocuteur :		
Fonction :		
Code fournisseur :		
CONTACT		
Adresse :	Téléphone :	Fax :
INFORMATIONS CONCERNANT LE FOURNISSEUR		
Raison sociale :	Capacité de production :	
Métier :	Certification (s) :	
Date de création de l'entreprise :	Ancienneté de la relation :	
PRODUIT/SERVICE PROPOSE		
Produit/service :	Prix :	Délai de réalisation du produit :
Caractéristiques :	Mode de paiement :	Délai de livraison :
Fiche technique reçue :	Délai de paiement :	Frais de livraison :
Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>	Remises :	
OBSERVATION		

Nom du fournisseur :					
Code Fournisseur :			Essai/Approvisionnement N° :		
Date :					
EVALUATION DU FOURNISSEUR					
Grille d'évaluation	Très bon	Bon	Moyen	Mauvais	Très Mauvais
Critères de suivi	5	4	3	2	1
Constance de la qualité Respect des délais Flexibilité Capacité de négociation Capacité de réduction des prix A compléter					
EVALUATION DES PRODUITS PROPOSES					
Désignation	Produits fournis	Indice qualité	Observations		

ANNEXE E

Tableaux des performances – Farine

	Conformité aux exigences techniques	Qualité du produit (%)	Constance de la qualité	Capacité d'adaptation aux exigences techniques	Capacité de production (tonnes/jours)
Fournisseur AF	4	80	1	4	85
Fournisseur BF	4	70	4	4	1000
Fournisseur CF	4	85	3	3	750
Fournisseur DF	3	65	2	1	1000
Fournisseur EF	4	80	2	4	1000

	Délais proposés, Rapidité (heures)	Flexibilité	Respect des délais
Fournisseur AF	168	1	1
Fournisseur BF	168	2	5
Fournisseur CF	192	2	4
Fournisseur DF	192	1	5
Fournisseur EF	168	1	5

Résultats des comparaisons par paire des fournisseurs – Farine

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF	Priorités
Fournisseur AF	1	1	1	4	1	0,235294
Fournisseur BF	1	1	1	4	1	0,235294
Fournisseur CF	1	1	1	4	1	0,235294
Fournisseur DF	1/4	1/4	1/4	1	1/4	0,058824
Fournisseur EF	1	1	1	4	1	0,235294
						RC = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Conformité aux exigences techniques et leurs priorités**

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF	Priorités
Fournisseur AF	1	80/70	80/85	80/65	1	0,210522
Fournisseur BF	70/80	1	70/85	70/65	70/80	0,184210
Fournisseur CF	85/80	85/70	1	85/65	85/80	0,223685
Fournisseur DF	65/80	65/70	65/85	1	65/80	0,171054
Fournisseur EF	1	80/70	80/85	80/65	1	0,210529
						RC = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Qualité du produit et leurs priorités**

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF	Priorités
Fournisseur AF	1	1/8	1/7	1/3	1/3	0,038143
Fournisseur BF	8	1	4	5	5	0,525624
Fournisseur CF	7	1/4	1	4	4	0,260271
Fournisseur DF	3	1/5	1/4	1	1	0,087981
Fournisseur EF	3	1/5	1/4	1	1	0,087981
						RC = 0,0525

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Constance de la qualité et leurs priorités***

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF	Priorités
Fournisseur AF	1	1	4	8	1	0,289988
Fournisseur BF	1	1	4	8	1	0,289988
Fournisseur CF	1/4	1/4	1	7	1/4	0,100708
Fournisseur DF	1/8	1/8	1/7	1	1/8	0,029329
Fournisseur EF	1	1	4	8	1	0,289988
						RC = 0,0443

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Capacité d'adaptation aux exigences techniques et leurs priorités***

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF	Priorités
Fournisseur AF	1	85/1000	85/750	85/1000	85/1000	0,022164
Fournisseur BF	1000/85	1	1000/750	1	1	0,260755
Fournisseur CF	750/85	0,7500	1	750/1000	750/1000	0,195570
Fournisseur DF	1000/85	1	1000/750	1	1	0,260755
Fournisseur EF	1000/85	1	1000/750	1	1	0,260755
						RC = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Capacité de production et leurs priorités***

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF	Priorités
Fournisseur AF	1	1	192/168	192/168	1	0,210522
Fournisseur BF	1	1	192/168	192/168	1	0,210522
Fournisseur CF	168/192	168/192	1	1	168/192	0,184216
Fournisseur DF	168/192	168/192	1	1	168/192	0,184216
Fournisseur EF	1	1	192/168	192/168	1	0,210522
						RC = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Délais proposés, rapidité et leurs priorités

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF	Priorités
Fournisseur AF	1	1/3	1/3	1	1	0,1111
Fournisseur BF	3	1	1	3	3	0,3333
Fournisseur CF	3	1	1	3	3	0,3333
Fournisseur DF	1	1/3	1/3	1	1	0,1111
Fournisseur EF	1	1/3	1/3	1	1	0,1111
						RC = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Flexibilité et leurs priorités

	Fournisseur AF	Fournisseur BF	Fournisseur CF	Fournisseur DF	Fournisseur EF	Priorités
Fournisseur AF	1	1/9	1/8	1/9	1/9	0,027285
Fournisseur BF	9	1	2	1	1	0,272505
Fournisseur CF	8	1/2	1	1/2	1/2	0,155200
Fournisseur DF	9	1	2	1	1	0,272505
Fournisseur EF	9	1	2	1	1	0,272505
						RC = 0,0090

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Respect des délais et leurs priorités

ANNEXE F

Tableaux des performances – Sucre

	Prix d'achat (DA)	Conditions de paiement (jours)	Capacité de négociation
Fournisseur AS	33900	-7	1
Fournisseur BS	37286	-1	4
Fournisseur CS	39100	15	5

	Conformité aux exigences techniques	Qualité du produit (%)	Constance de la qualité	Capacité d'adaptation aux exigences techniques	Capacité de production (tonne/jours)
Fournisseur AS	3	20	5	4	1800
Fournisseur BS	4	40	1	5	280
Fournisseur CS	5	80	1	4	200

	Délais proposés, Rapidité (heures)	Flexibilité	Respect des délais
Fournisseur AS	72	4	3
Fournisseur BS	48	1	1
Fournisseur CS	24	1	1

Résultats des comparaisons par paire des fournisseurs – Sucre

Les pondérations des critères et sous-critère étant la même pour chaque matière première, nous allons nous contenter de présenter uniquement les comparaisons par paire des fournisseurs par rapport à chaque sous-critère.

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	37286/33900	39100/33900	0,360187
Fournisseur BS	33900/37286	1	39100/37286	0,327498
Fournisseur CS	33900/39100	37286/39100	1	0,312315
				CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère *Prix d'achat*

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	1/7	1/23	0,032257
Fournisseur BS	7	1	7/23	0,225790
Fournisseur CS	23	23/7	1	0,741953
				CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère *Conditions de paiement*

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	1/8	1/9	0,054035
Fournisseur BS	8	1	1/2	0,356838
Fournisseur CS	9	2	1	0,589127
				CR = 0,0355

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère *Capacité de négociation*

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	1/4	1/5	0,097390
Fournisseur BS	4	1	1/2	0,333069
Fournisseur CS	5	2	1	0,569541
				CR = 0,0237

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Conformité aux exigences techniques***

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	20/40	20/80	0,142857
Fournisseur BS	40/20	1	40/80	0,285714
Fournisseur CS	80/20	80/40	1	0,571429
				CR = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Qualité du produit***

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	9	9	0,818182
Fournisseur BS	1/9	1	1	0,090909
Fournisseur CS	1/9	1	1	0,090909
				CR = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Constance de la qualité***

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	1/2	1	0,250000
Fournisseur BS	2	1	2	0,500000
Fournisseur CS	1	1/2	1	0,250000
				CR = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Capacité d'adaptation aux exigences techniques***

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	1800/280	1800/200	0,789473
Fournisseur BS	280/1800	1	280/200	0,122808
Fournisseur CS	200/1800	200/280	1	0,087720
				CR = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Capacité de production***

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	48/72	24/72	0,181818
Fournisseur BS	72/48	1	24/48	0,272727
Fournisseur CS	72/24	48/24	1	0,545455
				CR = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Délais proposés, rapidité***

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	8	8	0,800000
Fournisseur BS	1/8	1	1	0,100000
Fournisseur CS	1/8	1	1	0,100000
				CR = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Flexibilité***

	Fournisseur AS	Fournisseur BS	Fournisseur CS	Priorités
Fournisseur AS	1	7	7	0,777778
Fournisseur BS	1/7	1	1	0,111111
Fournisseur CS	1/7	1	1	0,111111
				CR = 0,0000

**Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
*Respect des délais***

Tableaux des performances – Graisse Palme

	Prix d'achat (DA)	Conditions de paiement (jours)	Capacité de négociation
Fournisseur AG	116,2	10	1
Fournisseur BG	114	20	3

	Conformité aux exigences techniques	Qualité du produit (%)	Constance de la qualité	Capacité d'adaptation aux exigences techniques	Capacité de production (tonne/jours)
Fournisseur AG	4	65	5	4	800
Fournisseur BG	4	80	1	5	2400

	Délais proposés, Rapidité (heures)	Flexibilité	Respect des délais
Fournisseur AG	168	1	2
Fournisseur BG	168	1	1

Résultats des comparaisons par paire des fournisseurs – Graisse Palme

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	114/116,2	0,495221
Fournisseur BG	116,2/114	1	0,504779
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Prix d'achat

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	1/2	0,333333
Fournisseur BG	2	1	0,666666
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Conditions de paiement

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	1/7	0,125000
Fournisseur BG	7	1	0,875000
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Capacité de négociation

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	1	0,500000
Fournisseur BG	1	1	0,500000
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Conformité aux exigences techniques

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	65/80	0,448290
Fournisseur BG	80/65	1	0,551710
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Qualité du produit

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	9	0,900000
Fournisseur BG	1/9	1	0,100000
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Constance de la qualité

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	1/2	0,333333
Fournisseur BG	2	1	0,666666
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Capacité d'adaptation aux exigences techniques

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	800/2400	0,250000
Fournisseur BG	2400/800	1	0,750000
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Capacité de production

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	1	0,500000
Fournisseur BG	1	1	0,500000
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Délais proposés

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	1	0,500000
Fournisseur BG	1	1	0,500000
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Flexibilité

	Fournisseur AG	Fournisseur BG	Priorités
Fournisseur AG	1	3	0,750000
Fournisseur BG	1/3	1	0,250000
			CR = 0,0000

Matrice des jugements relatifs des fournisseurs selon le sous critère
Respect des délais

ANNEXE G

Différents classements obtenus par l'analyse de sensibilité AHP - Farine -

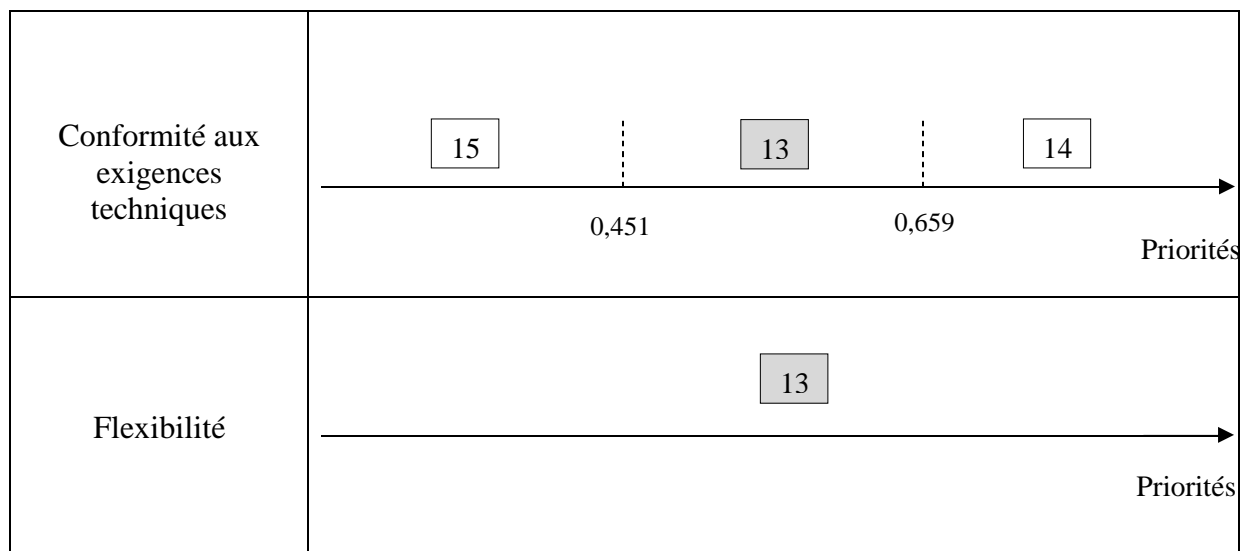
N°	Classement
1 (Solution initiale)	BF → CF → EF → AF → DF
2	BF → CF → AF → EF → DF
3	CF → BF → AF → EF → DF
4	CF → AF → BF → EF → DF
5	CF → AF → EF → BF → DF
6	CF → AF → EF → DF → BF
7	AF → CF → EF → DF → BF
8	CF → DF → BF → EF → AF
9	CF → BF → DF → EF → AF
10	CF → BF → EF → DF → AF
11	CF → BF → EF → AF → DF
12	BF → CF → EF → DF → AF

ANNEXE H

Résultats de l'analyse de sensibilité AHP – Sucre -

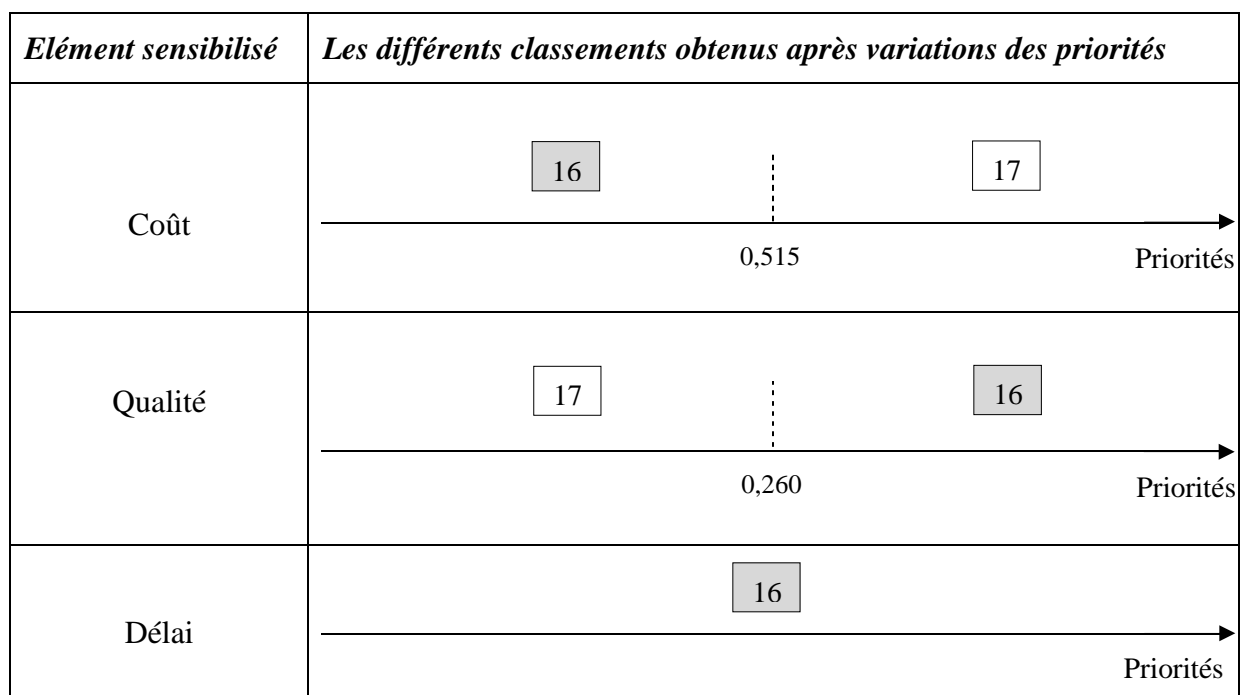
N°	Classement
13 (Solution initiale)	CS → AS → BS
14	CS → BS → AS
15	AS → CS → BS

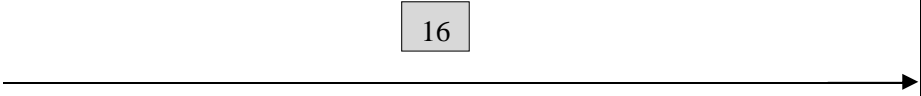
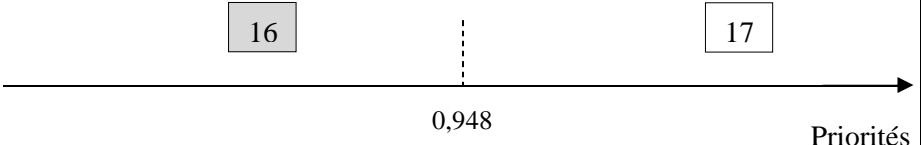
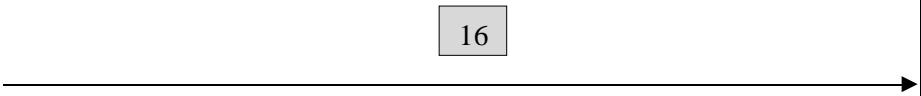
<i>Elément sensibilisé</i>	<i>Les différents classements obtenus après variations des priorités</i>
Coût	<p>A horizontal axis labeled 'Priorités' with an arrow pointing right. A vertical dashed line is drawn at 0,721. To the left of this line is a box containing '13' (shaded grey). To the right of the line is a box containing '14' (white).</p>
Qualité	<p>A horizontal axis labeled 'Priorités' with an arrow pointing right. A vertical dashed line is drawn at 0,628. To the left of this line is a box containing '15' (white). To the right of the line is a box containing '13' (shaded grey).</p>
Délai	<p>A horizontal axis labeled 'Priorités' with an arrow pointing right. A vertical dashed line is drawn at 0,097. To the left of this line is a box containing '13' (shaded grey). To the right of the line is a box containing '15' (white).</p>
Prix d'achat	<p>A horizontal axis labeled 'Priorités' with an arrow pointing right. A vertical dashed line is drawn at 0,935. To the left of this line is a box containing '13' (shaded grey). To the right of the line is a box containing '15' (white).</p>



Résultats de l'analyse de sensibilité AHP – Graisse Palme -

N°	Classement
16 (Solution initiale)	AG → BG
17	BG → AG



<p>Prix d'achat</p>	
<p>Conformité aux exigences techniques</p>	
<p>Flexibilité</p>	

ANNEXE I

Résultats des comparaisons par paire des éléments – ANP

Comparaison des éléments du groupe Qualité par rapport au groupe Coût

Le critère *Conformité aux exigences techniques* ne dépend que du critère *Prix d'achat*, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Le critère *Qualité du produit* ne dépend que du critère *Prix d'achat*, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Les critères *Constance de la qualité*, *Capacité d'adaptation aux exigences techniques et capacité de production* ne dépendent d'aucun critère du groupe **Coût**, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Comparaison des éléments du groupe Qualité par rapport au groupe Qualité

Les critères *Conformité aux exigences techniques* et *Qualité du produit* ne dépendent que du critère *Capacité d'adaptations aux exigences techniques*, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Le critère *Capacité de production* ne dépend d'aucun critère du groupe **Qualité**, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Le critère *Constance de la qualité* dépend des critères *Conformité aux exigences techniques* et *Capacité d'adaptation aux exigences techniques*.

CQ	CET	CAE	Priorités
CET	1	1/3	0,250
CAE	3	1	0,750
			RC = 0,000

Le critère *Capacité d'adaptations aux exigences techniques* dépend des critères *Conformité aux exigences techniques* et *Capacité de production*.

CAE	CET	CP	Priorités
CET	1	3	0,750
CP	1/3	1	0,250
			RC = 0,000

Comparaison des éléments du groupe Qualité par rapport au groupe Délai

Les critères *Conformité aux exigences techniques* et *Qualité du produit* ne dépendent que du critère *Délais proposés*, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Les critères *Constance de la qualité*, *Capacité d'adaptation aux exigences techniques* et *capacité de production* ne dépendent d'aucun critère du groupe **Délai**, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Comparaison des éléments du groupe Délai par rapport au groupe Coût

Le critère *Délai proposé* ne dépend que du critère *Prix d'achat* on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Les critères *Respect des délais* et *Flexibilité* ne dépendent d'aucun critère du groupe **Coût**, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Comparaison des éléments du groupe Délai par rapport au groupe Qualité

Le critère *Respect des délais* dépend des critères *Conformité aux exigences techniques*, *Capacité d'adaptation aux exigences techniques* et *Capacité de production*.

RD	CET	CAE	CP	Priorités
CET	1	1/5	1	0,143
CAE	5	1	5	0,714
CP	1	1/5	1	0,143
				RC = 0,0000

Le critère *Délais Proposés* dépend des critères *Conformité aux exigences techniques*, *Capacité d'adaptation aux exigences techniques* et *Capacité de production*.

DP	CET	CAE	CP	Priorités
CET	1	1/4	3	0,218
CAE	4	1	6	0,691
CP	1/3	1/6	1	0,091
				RC = 0,0000

Le critère *Flexibilité* dépend des critères *Capacité d'adaptation aux exigences techniques* et *Capacité de production*.

FL	CAE	CP	Priorités
CAE	1	1/5	0,166
CP	5	1	0,834
			RC = 0,000

Comparaison des éléments du groupe Délai par rapport au groupe Délai

Le critère *Respect des délais* ne dépend que du critère *Délais proposés* on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

Les critères *Délai proposé* et *Flexibilité* ne dépendent d'aucun critère du groupe **Délai**, on ne peut donc pas faire de comparaison par paire.

ANNEXE J

Résultats de l'ANP – Supermatrice obtenues par le logiciel Super Decisions - Sucre -

	PA	CP	CN	CET	QP	CQ	CAET	CP	RD	FL	DP	AS	BS	CS
PA	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.806	0.360	0.189
CP	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.248	0.451
CN	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.123	0.391	0.358
CET	0.199	0.166	0.199	0.000	0.000	0.249	0.750	0.000	0.142	0.000	0.217	0.046	0.236	0.363
QP	0.200	0.166	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.067	0.228	0.364
CQ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.390	0.067	0.057
CAET	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.750	0.000	0.000	0.714	0.166	0.690	0.119	0.375	0.159
CP	0.600	0.666	0.600	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.142	0.833	0.091	0.376	0.091	0.055
RD	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.166	0.800	0.818
FL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.666	0.100	0.090
DP	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.166	0.100	0.090
AS	0.360	0.032	0.044	0.097	0.142	0.818	0.250	0.789	0.777	0.800	0.181	0.000	0.000	0.000
BS	0.327	0.225	0.185	0.333	0.285	0.090	0.500	0.122	0.111	0.100	0.272	0.000	0.000	0.000
CS	0.312	0.741	0.770	0.569	0.571	0.090	0.250	0.087	0.111	0.100	0.545	0.000	0.000	0.000

Super matrice initiale - Sucre

	PA	CP	CN	CET	QP	CQ	CAET	CP	RD	FL	DP	AS	BS	CS
PA	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099
CP	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
CN	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
CET	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
QP	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046
CQ	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
CAET	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132	0.132
CP	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129
RD	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
FL	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
DP	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
AS	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142
BS	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057	0.057
CS	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050

Super matrice limite - Sucre

Résultats de l'ANP – Supermatrices obtenues par le logiciel Super Decisions – Graisse Palme -

	PA	CP	CN	CET	QP	CQ	CAET	CP	RD	FL	DP	AG	BG
PA	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.519	0.246
CP	0.800	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.349	0.325
CN	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.131	0.427
CET	0.199	0.166	0.199	0.000	0.000	0.249	0.750	0.000	0.142	0.000	0.217	0.205	0.194
QP	0.200	0.166	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.184	0.214
CQ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.370	0.038
CAET	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.750	0.000	0.000	0.714	0.166	0.690	0.136	0.259
CP	0.600	0.666	0.600	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.142	0.833	0.091	0.102	0.292
RD	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.428	0.428
FL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.285	0.285
DP	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.285	0.285
AG	0.495	0.333	0.125	0.500	0.448	0.900	0.333	0.078	0.750	0.500	0.500	0.000	0.000
BG	0.504	0.666	0.874	0.500	0.551	0.100	0.666	0.921	0.250	0.500	0.500	0.000	0.000



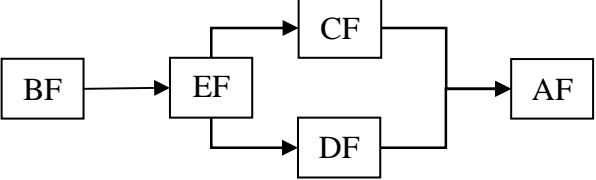

Super matrice initiale – Graisse Palme

	PA	CP	CN	CET	QP	CQ	CAET	CP	RD	FL	DP	AG	BG
PA	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
CP	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
CN	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
CET	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137	0.137
QP	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
CQ	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022	0.022
CAET	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134	0.134
CP	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129
RD	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
FL	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
DP	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119
AG	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
BG	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184	0.184

Super matrice limite – Graisse Palme

ANNEXE K

Différents classements obtenus par l'analyse de sensibilité ANP - Farine -

N°	Classement
1 (Solution initiale)	 <pre> graph LR BF[BF] --> EF[EF] EF --> DF[DF] DF --> CF[CF] CF --> AF[AF] </pre>
2	 <pre> graph LR BF[BF] --> EF[EF] EF --> AF[AF] AF --> DF[DF] DF --> CF[CF] </pre>
3	 <pre> graph LR BF[BF] --> EF[EF] EF --> CF[CF] EF --> DF[DF] CF --> AF[AF] DF --> AF </pre>
4	 <pre> graph LR BF[BF] --> EF[EF] EF --> CF[CF] CF --> DF[DF] DF --> AF[AF] </pre>

ANNEXE L

Résultats de l'analyse de sensibilité ANP - Sucre -

N°	Classement
1 (Solution initiale)	<pre> graph LR AS[AS] --> BS[BS] BS --> CS[CS] </pre>

<i>Elément sensibilisé</i>	<i>Les différents classements obtenus après variations des priorités</i>
Prix d'achat	
Conformité aux exigences techniques	
Flexibilité	

Résultats de l'analyse de sensibilité ANP - Graisse Palme -

N°	Classement
1 (Solution initiale)	<pre> graph LR BG[BG] --> AG[AG] </pre>

<i>Élément sensibilisé</i>	<i>Les différents classements obtenus après variations des priorités</i>
Prix d'achat	<div style="text-align: center;">1</div> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <div style="text-align: right;">→ Priorités</div>
Conformité aux exigences techniques	<div style="text-align: center;">1</div> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <div style="text-align: right;">→ Priorités</div>
Flexibilité	<div style="text-align: center;">1</div> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <div style="text-align: right;">→ Priorités</div>