



Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen

Faculté de technologie

Département de Génie Electrique et Electronique



Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master en Génie Industriel

Option : Chaine Logistique

Thème

**Développement d'un logiciel informatique pour la
résolution du problème de choix des fournisseurs**

Réalisé par :

DAHANE Abdelkrim
KORICHI Djelloul

Soutenu publiquement, le **26 juin 2018**, devant le jury composé de :

Président : - Mr. BENNEKROUF Mohammed.
Examineur : - Mr. BRAHAMI Mostafa Anwar.
Examineur : - Mr. KARAOUZEN Zoheir.
Encadrante : - Mme. BEKKAOUI Mokhtaria.

Année universitaire : 2017/2018

Dédicaces

Je commence par rendre grâce à dieu et à sa bonté, pour la patience, la compétence et le courage qu'il m'a donné pour arriver à ce stade ;

Je tiens à dédier ce travail aux Soldats invisibles, mes parents, mes frères et mes cousins avec tous mes sentiments du respect, d'amour et de reconnaissance pour tous les sacrifices déployés pour m'assurer une éducation dans les meilleures conditions.

A tout la famille KORICHI ;

A mes professeurs sans exception, pour leurs efforts afin de m'assurer une formation solide ;

A mon binôme DAHANE Abdelkrim, avec qui j'ai partagé les joies et les difficultés durant ce projet ;

A tous mes amis.

KORICHI Djelloul

Dédicaces

*À l'âme du martyr de la science « DAHANE Abderrahmane »,
ma source d'inspiration et mon professeur à l'école de la vie.
Merci pour votre confiance et tous les bons moments que tu m'as
donné, en espérant que je pourrai te rendre fière de moi mon
cousin.*

*À mes parents, pour leur amour, leur confiance et pour tous les
sacrifices qu'ils ont consacrés pour moi à tout moment de ma vie
pour devenir ce que je suis aujourd'hui. Merci de me
subventionner quotidiennement, en espérant que je pourrai vous
rendre fière de moi.*

*À mes deuxièmes parents DAHANE Abdelmadjid et GADIRI
Saliha, pour leur grande patience, leur sacrifices inestimables,
leur disponibilité et l'encouragement qu'ils m'ont offert.*

À mes frères, mes sœurs, ma famille et tous ceux qui m'aiment

Je dédie ce modeste travail.

DAHANE Abdelkrim.

Remerciements

Nous tenons à remercier d'abord Allah qui nous a adaptés à réaliser ce travail.

Comme le Prophète Mohammed (que la prière d'Allah et son salut soient sur lui) a dit : "celui qui ne remercie pas les gens, ne remercie pas le dieu". Alors, nous tenons à présenter nos profonds remerciements à :

Mme. MEKKAOUI Mokhtaria pour son encadrement, son assistance, son soutien, ses précieux conseils durant de l'élaboration de ce travail.

Mr. BENKROUF Mohammed pour nous avoir fait l'honneur d'accepté de présider le jury de ce mémoire.

Aux membres de jury Mr. BRAHAMI Mostafa Anwar, Mr. KARAOUZEN Zoheir d'avoir accepté d'examiner ce mémoire et de participer au jury.

Nos vifs remerciements à Mr. BENSMACHINE Abderrahmane qui nous a fourni des orientations lors de la réalisation de notre projet.

Finalement, C'est avec un grand plaisir que nous réservons ces quelques lignes en signe de gratitude et de profondes reconnaissances à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation et l'aboutissement de ce travail.

–Résumé–

Le présent travail s’inscrit dans le cadre du projet de fin d’études à l’université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen- pour l’obtention du diplôme de Master en Génie Industriel sous la spécialité chaîne logistique.

L’objectif principal de ce travail est de contribuer à la conception et le développement d’un logiciel informatique nommé « SS Pro » basé sur les principes de la méthode classique de décision multicritères TOPSIS couplée de la logique floue pour résoudre un problème d’actualité traitant de la sélection des fournisseurs dans une chaîne logistique dans un environnement dynamique et aléatoire. Le logiciel est conçu et développé pour être très utile et performant pour les chefs des entreprises et les responsables d’achat.

Mots clés : La gestion d’achat, problème du choix des fournisseurs, la méthode TOPSIS floue, langages de programmation, les bases de données.

–Abstract–

This work is part of the end of studies project at Abou Bekr Belkaid-Tlemcen- University for obtaining a Master's degree in Industrial Engineering under the specialty of supply chain management.

The main objective of this work is to contribute to the design and development of a software named "SS Pro" based on the principles of the classic TOPSIS multicriteria decision method coupled with fuzzy logic in order to solve a current problem dealing with the selection of suppliers in a dynamic and random supply chain environment. The software is designed and developed to be very useful and powerful for business leaders and purchasing managers.

Keywords: Purchasing management, supplier selection problem, fuzzy TOPSIS method, programming languages, databases.

–ملخص–

هذا العمل هو جزء من مشروع التخرج للحصول على درجة الماجستير في الهندسة الصناعية تحت تخصص إدارة سلاسل الإمدادات من جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان.

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو المساهمة في تصميم وتطوير برنامج مكتبي يحمل اسم "SS Pro" يعتمد أساسا على الطريقة الكلاسيكية في صنع القرار المبني على عدة معايير TOPSIS مقرونة بمفاهيم المنطق المصطب من أجل معالجة مشكلة اختيار الموردين لإمداد سلسلة التوريد في بيئة ديناميكية وعشوائية. تم تصميم البرنامج وتطويره ليكون مفيداً جداً وفعالا في مساعدة رؤساء المؤسسات ومسؤولي المشتريات من أجل اختيار أحسن الموردين

الكلمات المفتاحية: إدارة المشتريات ، مشكلة اختيار الموردين ، طريقة TOPSIS floue ، لغات البرمجة ، قواعد البيانات.

Table des Matières

Remerciements.....	4
Résumé.....	5
Liste des figures.....	9
Liste des tableaux.....	9
Liste des abréviations.....	10
Introduction générale.....	11
Chapitre 1 : État de l'art	16
1.1 Introduction	16
1.2 Conception et gestion d'une chaîne logistique	16
1.2.1 La logistique	16
1.2.2 La chaîne logistique	17
1.2.3 Conception d'une chaîne logistique.....	18
1.2.4 Structure des chaînes logistiques.....	19
1) La structure série	19
2) La structure dyadique	19
3) La structure divergente	19
4) La structure convergente	20
5) La structure réseau	20
1.2.5 Gestion d'une chaîne logistique.....	21
1) Décisions stratégiques (DS)	21
2) Décisions tactiques (DT)	22
3) Décisions opérationnelles (DO)	22
1.3 La fonction achat et logistique	23
1.3.1 Définition	23
1.3.2 La fonction achat	23
1.3.3 Rôle de la fonction achat dans l'entreprise	23
1.3.4 La procédure d'achat	25
1.4 Conclusion.....	25
Chapitre 2 : Étude du problème de sélection des fournisseurs.....	27
2.1 Introduction	27
2.2 Définition de la sélection des fournisseurs.....	27

2.3	État de l'art problème de choix des fournisseurs	27
2.4	Procédure de sélection des fournisseurs	29
2.5	Critères de sélection et d'évaluation des fournisseurs.....	29
2.6	Les méthodes de la sélection des fournisseurs	30
2.7	Quelques concepts théoriques	32
2.7.1	Ensemble floue	32
2.7.2	Agrégation des matrices	37
2.7.3	Les méthodes TOPSIS et TOPSIS floue	37
1)	Principes de la méthode TOPSIS	37
2)	La méthode TOPSIS floue	37
2.8	Problématique.....	41
2.9	Notre solution proposée	41
2.9.1	Description du contenu.....	41
2.10	Conclusion.....	42
Chapitre 3 : Conception et réalisation du logiciel « SS Pro »		44
3.1	Introduction	44
3.2	Définition du logiciel	44
3.3	Objectifs du logiciel « SS Pro »	44
3.4	Spécification des besoins	44
3.5	Architecture générale du logiciel	45
3.6	La phase de conception	46
3.6.1	Diagramme des cas d'utilisation.....	47
3.6.2	Diagramme de séquences	49
3.6.3	Diagramme de classe.....	51
3.7	Implémentation.....	51
3.7.1	Outils de développement.....	51
3.7.2	Présentation du logiciel développé.....	54
1)	Fenêtre d'authentification.....	55
2)	La fenêtre principale.....	56

3) Fenêtre : Gestion des fournisseurs.....	57
4) Fenêtre : Gestion des décideurs.....	57
5) Fenêtre : Gestion des critères du choix.....	58
6) Fenêtre : Critères du choix les plus répandus.....	58
7) Fenêtre : « Evaluate ».....	59
8) Fenêtre : Résultat d'évaluation.....	60
3.8 Conclusion.....	61
Conclusion générale	65
Perspectives	66
Références bibliographiques	67

Liste des figures

Figure 1 : Représentation d'une chaîne logistique	17
Figure 2 : Différents flux dans une chaîne logistique	18
Figure 3 : Différentes structures de la chaîne logistique	21
Figure 4 : Processus d'achat dans une entreprise.....	25
Figure 5 : Procédure de sélection des fournisseurs	29
Figure 6 : Comparaison de l'appartenance de la température en logique classique vs la logique floue.....	34
Figure 7 : Architecture générale du logiciel	45
Figure 8 : Diagramme global des cas d'utilisation.....	48
Figure 9 : Diagramme de cas d'utilisation « Gestion des fournisseurs ».....	49
Figure 10 : Diagramme de séquence « Authentification ».....	50
Figure 11 : Diagramme de séquence de l'ajout d'un fournisseur.....	50
Figure 12 : Diagramme de classe du logiciel « SS Pro »	51
Figure 13 : Vue globale sur notre base de données.....	53
Figure 14 : Vue sur la table des critères du choix	53
Figure 15 : Fenêtre d'authentification.....	54
Figure 16 : La fenêtre principale du logiciel « SS Pro »	55
Figure 17 : Fenêtre de Gestion des alternatifs.....	56
Figure 18 : Fenêtre de Gestion des décideurs.....	56
Figure 19 : Fenêtre -Gestion des critères du choix.....	57
Figure 20 : Fenêtre - Critères du choix les plus répandus	57
Figure 21 : Fenêtre du remplissage des matrices d'évaluation	58
Figure 22 : Fenêtre du remplissage de matrice réservée pour la détermination des poids des critères du choix	59
Figure 23 : Fenêtre du remplissage de matrice réservée pour la détermination des poids des alternatifs	60
Figure 24 : Fenêtre du résultat de sélection de fournisseur.....	61
Figure 25 : Exemple sur un rapport d'évaluation.....	62

Liste des tableaux

Tableau 1 : critères de sélection des fournisseurs et leurs poids selon Weber et Dickson.....	30
Tableau 2 : Variables linguistiques et les valeurs floues triangulaires correspondantes	35

Liste des abréviations :

- AHP : Analytical Hierarchical Process
- AMA : American Marketing Association
- ANP : Analytic Network Process
- API : Application Programming Interface
- CC : Closeness Coefficient
- CDDL: Common Development and Distribution License
- DEAHP: Data Envelopment Analytic Hierarchy
- DO : Décisions Opérationnelles
- DO : Donneur d'Ordres
- DS : Décisions Stratégiques
- DT : Décisions Tactiques
- FPIRP: Fuzzy Positive Ideal Reference Point
- IDE : Environnement de Développement Intégré
- IHM : Interfaces Homme/Machine
- JDBC: Java Data Base Connectivity
- MAUT : Multiple Attribute Utility Theory
- MCDM: Multi Criteria Decision-Making
- NIS : Negative Ideal Solution
- PIS : Positive Ideal Solution
- TCO: Total Cost of Ownership
- TOPSIS: Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
- UML : Langage de Modélisation Unifié

Introduction générale

Gérer la tâche d'achat dans la chaîne logistique a été un défi au cours de la dernière décennie pour de nombreuses entreprises. Face à des marchés fortement compétitifs, caractérisés par une demande de produits personnalisés, de bonne qualité, livrés dans des délais minimaux et le tout au moindre coût, les entreprises d'aujourd'hui réalisent qu'une gestion efficace de leurs achats locaux et/ou internationaux peut constituer un avantage concurrentiel substantiel dont la nécessité d'acquiescer ce dernier sur le plan de l'offre a considérablement augmenté. En particulier pour les entreprises qui dépensent un pourcentage élevé de leurs revenus de vente sur les pièces et les fournitures de matériel, et dont les coûts matériels représentent une plus grande partie des coûts totaux, les économies réalisées grâce aux fournitures sont particulièrement importantes. En effet, la part du poids des achats se situe fréquemment entre 40 % et 80 % du coût total du produit. De plus, l'accent mis sur la qualité et la rapidité de livraison dans le marché concurrentiel mondial d'aujourd'hui ajoute un nouveau niveau de complexité aux décisions d'externalisation et de sélection des fournisseurs. Ceux-ci préconisent fortement une méthode plus systématique et plus transparente pour la prise de décision en matière d'achat, notamment en ce qui concerne le choix du fournisseur. Choisir les bons fournisseurs réduit considérablement le coût d'achat et améliore la compétitivité de l'entreprise, c'est pourquoi de nombreux experts estiment que la sélection des fournisseurs est l'activité la plus importante d'un service des achats.

La sélection des fournisseurs devient une décision stratégique qui a un impact crucial sur la performance globale de l'entreprise. Cette décision vise à créer et maintenir un réseau de fournisseurs fiables et efficaces nécessaires au donneur d'ordres (DO) pour relever les défis concurrentiels croissants. Shin et al. (2000) soutiennent que plusieurs facteurs importants ont provoqué le passage à un approvisionnement unique ou une base de fournisseurs réduite. Premièrement, l'approvisionnement multiple empêche les fournisseurs de réaliser des économies d'échelle en fonction du volume de commandes et de l'effet de la courbe d'apprentissage. Deuxièmement, un système de fournisseurs multiples peut être plus coûteux qu'une base de fournisseurs réduite. Par exemple, gérer un grand nombre de fournisseurs pour un article particulier augmente directement les coûts, y compris les coûts de traitement de la main-d'œuvre et des commandes pour la gestion des stocks de sources multiples. Pendant ce temps, l'approvisionnement multiple diminue le niveau de qualité global en raison de la variation accrue de la qualité entrante chez les fournisseurs. Troisièmement, une base de fournisseurs réduite aide à éliminer la

méfiance entre acheteurs et fournisseur ; en raison d'un manque de communication. Quatrièmement, la concurrence mondiale oblige les entreprises à trouver les meilleurs fournisseurs au monde. Pour ces raisons, notre travail consiste à traiter l'aspect de sélectionner les meilleurs fournisseurs parmi les alternatives existantes du problème du choix des fournisseurs. Cela suppose que le nombre des fournisseurs à sélectionner est déjà déterminé afin d'avoir une relation de coopération forte avec les fournisseurs et pour pouvoir les gérer de manière performante.

Une approche stratégique pour le choix des fournisseurs aide les entreprises à maîtriser le processus de sélection en se basant sur des méthodes scientifiques et objectives qui prennent en considération l'expérience et les préférences des décideurs afin d'aboutir à la fin à une manière structurée et flexible pour la sélection des fournisseurs.

Néanmoins, le choix des facteurs décisifs appelés aussi les critères de sélection et leurs pondérations présentent un ensemble d'inconvénients qui vont influencer le bon déroulement du processus dont une grande subjectivité peut altérer le choix final.

En plus, la manière de calcul des évaluations finales des solutions jouent un rôle important sur la décision finale sachant que dans la littérature, il existe une panoplie de méthodes et démarches différentes pour faire un tel calcul.

Le présent mémoire traite la problématique de sélection des fournisseurs en tenant compte les différentes exigences des entreprises et en choisissant les meilleurs outils disponibles dans la littérature afin de répondre le plus adéquatement que possible à toutes ses exigences. Dans ce contexte en essayant en parallèle de trouver des réponses à plusieurs questions posées :

- Quelle est la meilleure démarche à suivre pour la sélection des fournisseurs en tenant compte de toutes les difficultés rencontrées dans ce processus ?
- Quelle est la manière de trouver une solution de compromis pour plusieurs décideurs ?
- Peut-on réduire la subjectivité des décideurs ainsi que les mauvaises pondérations de critères en utilisant des méthodes scientifiques assistées par un outil informatique afin de faciliter la tâche et la rendre plus performante ?

Le présent mémoire est structuré en cinq chapitres de la façon suivante :

Le premier chapitre, nous décrivons le cadre général du sujet traité à savoir, les notions liées à la gestion de chaîne logistique ainsi que la notion de fonction d'achat et son rôle au sein d'une entreprise en terminant ce chapitre par une description de

procédure d'achat et comment se déroule pour bien positionner notre problème.

Le deuxième chapitre présente un état de l'art sur les travaux de recherches dédiés au problème de choix des fournisseurs en premier lieu. Dans un deuxième lieu, nous présentons comment une opération de sélection des fournisseurs se déroule ainsi que les méthodes les plus répandues pour effectuer cette opération pour bien reformuler notre essentielle problématique en troisième lieu. Après, nous décrivons notre solution proposée suivie par quelques concepts théoriques fondamentaux pour réaliser le travail concerné tel que les notions des ensembles flous et la notion de méthode TOPSIS floue.

Le dernier chapitre détaille notre solution proposée ainsi que ses objectifs dans un premier part. Dans un deuxième part, nous présentons les différentes étapes de conception et de réalisation de cette solution suivie par quelques fenêtres de cette solution développée.

Enfin, nous clôturons ce mémoire par une conclusion dans laquelle nous résumons notre solution et exposant quelques perspectives futures.

Chapitre 1 :
État de l'art

1. Chapitre 1 : État de l'art

1.1 Introduction

Les activités logistiques sont en effet devenues un levier de compétitivité stratégique pour les entreprises. Sachant que le coût logistique peut représenter entre 10 % et 15 % du prix du produit, la maîtrise de la chaîne logistique doit permettre de réduire les coûts tout en respectant les objectifs de délais et de qualité de services, gages de satisfaction des clients. Avec la mondialisation des échanges et l'intensification de la concurrence, la notion logistique s'est étendue à celle de la supply chain. "La supply chain correspond aujourd'hui à la vision globale de l'ensemble des flux logistiques (physiques, financiers et d'informations) de l'entreprise mais aussi de ses fournisseurs et clients" (expose Florent Lebaupain, directeur chez Michael Page Division ADV, Achats & Logistique). "Elle recouvre toutes les fonctions liées à la vie du produit depuis sa conception jusqu'au consommateur final et même jusqu'à la gestion de la logistique des retours". Sa mission est de coordonner l'action d'un nombre accru d'acteurs évoluant sur les divers segments de la chaîne logistique, d'assurer la synchronisation des approvisionnements, de la logistique et de la distribution et surtout d'être capable à tout moment de repenser sa chaîne logistique, depuis les sources d'approvisionnement jusqu'aux points de vente.

Dans ce chapitre nous présentons l'état de l'art des différents domaines des recherches qui touchent aux problèmes étudiés dans ce mémoire. Nous présentons la fonction achat et sa place dans la stratégie d'entreprise et le management de la supply chain, par la définition de la fonction achat, sa relation avec la logistique et le rôle d'achat dans l'entreprise avec une conclusion à la fin.

1.2 Conception et gestion d'une chaîne logistique

1.2.1 La logistique :

"La logistique concerne le mouvement et la manutention de marchandises du point de production au point de consommation ou d'utilisation." Cette définition a été adoptée en 1948 par l'American Marketing Association (AMA).

1.2.2 La chaîne logistique :

Une chaîne logistique est « un réseau d'entités de production et de sites de distribution qui réalise les fonctions d'approvisionnement de matières, de transformation de ces matières en produits intermédiaires et finis, et de distribution de ces produits finis jusqu'aux clients » [1].

Nous trouvons la chaîne logistique dans les organisations de service que de production, bien que la complexité de la chaîne varie d'une industrie à l'autre et d'une entreprise à l'autre.

D'après la définition, la chaîne logistique englobe l'ensemble des opérations réalisées pour la fabrication d'un produit ou d'un service allant de l'extraction de la matière première à la livraison au client final, en passant par les étapes de transformation, de stockage, et de distribution. De nos jours, de plus en plus nous regardons la chaîne logistique comme une toile regroupant plusieurs des activités citées, cela est dû à la complexité des organisations actuelles et à leur dimension internationale. Ajoutés aux flux des matières, la chaîne logistique inclut les flux d'information et les flux financiers. Chaque étape de transformation ou de distribution peut impliquer de nouveaux acteurs, soit de nouveaux fournisseurs ou de nouveaux clients intermédiaires, avec également des nouveaux flux d'informations.

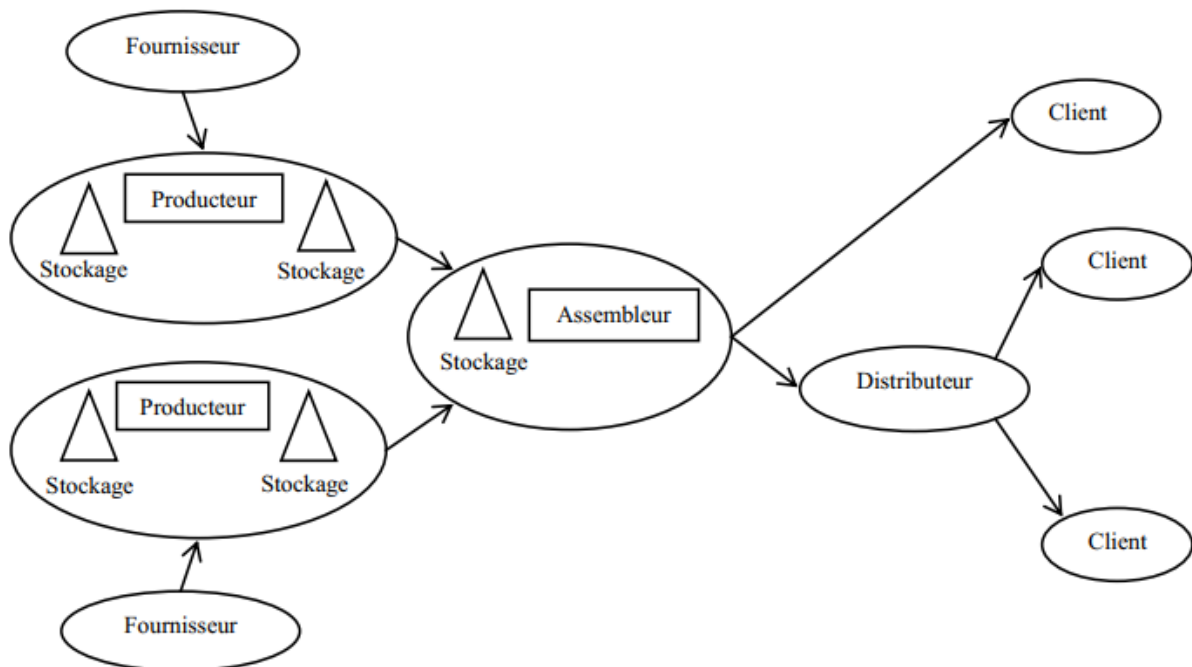


Figure 1 : Représentation d'une chaîne logistique [2]

En plus des flux de matières, une chaîne logistique compte deux autres flux respectivement d'informations et financiers. Chaque étape de transformation ou de distribution des produits peut impliquer des entrées venant de plusieurs fournisseurs et des sorties allant vers plusieurs clients intermédiaires, avec également différents flux d'informations. Une chaîne logistique est dite 'globale' si ses sites sont localisés ou peuvent être localisés dans différents pays lors de sa conception. Dans ce cas, des aspects relatifs à l'importation et l'exportation comme les taux de change, les taxes douanières, les assurances, les législations doivent être prises en compte.

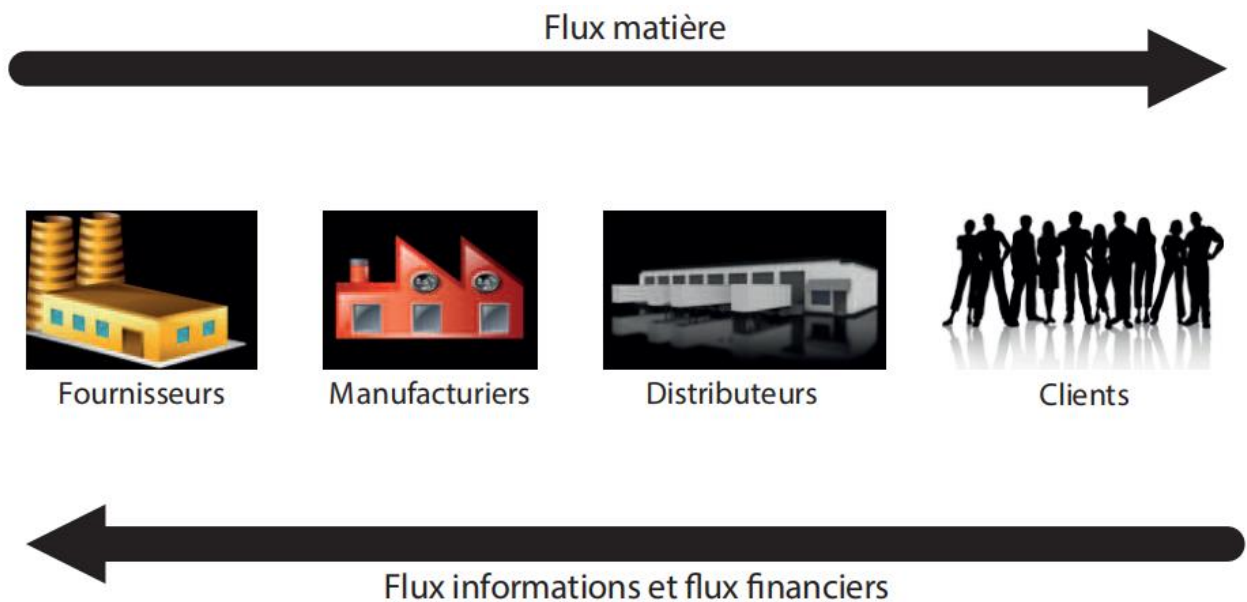


Figure 2 : Différents flux dans une chaîne logistique [3]

1.2.3 Conception d'une chaîne logistique

"La conception d'une chaîne logistique concerne la détermination de sa structure. En d'autres termes, la définition des liens entre les différents processus et activités d'approvisionnement, de production et de distribution" [4]

La Configuration de la chaîne logistique consiste donc, à déterminer la structure de la chaîne. Elle exige notamment :

- La définition des objectifs et de la politique de développement de la chaîne logistique.
- L'analyse de la contribution des objectifs et de la politique de la chaîne logistique dans l'amélioration des performances de la firme.
- La création ou la suppression de certaines installations de la chaîne.

- La localisation des sites de production, des entrepôts de stockage et des plateformes de distribution.
- La détermination des capacités des installations.
- La détermination des technologies au niveau de chaque site.

1.2.4 Structure des chaînes logistiques

Il est important d'identifier une structure qui permet de caractériser les entités qui interagissent pour former une chaîne logistique [5].

Toutefois et vu la grande variété des types de fabrication et des périmètres des chaînes, il est difficile de cerner l'ensemble des cas réels des structures des chaînes logistiques [6].

Dans la littérature scientifique, nous distinguons un ensemble de typologies usuelles, sur lesquelles sont fondées les modélisations existantes. Décomposent par exemple, ces structures en : série, dyadique, divergente, convergente et réseau [7]. Les structures de base (Figure 3) sont présentées ci-dessous :

1) La structure série :

Elle correspond à un procédé de fabrication linéaire et vertical. Cette structure peut être utilisée, par exemple, pour étudier l'influence de la propagation de l'information sur l'ensemble de la chaîne [8].

2) La structure dyadique :

Elle peut être vue comme un cas particulier d'une chaîne logistique en série, limitée à 2 étages. Elle peut servir de base à l'étude de relations client/fournisseur ou donneur d'ordre/sous-traitant [8].

3) La structure divergente :

Elle permet de représenter un réseau de distribution où la matière part d'un point unique et se distribue à travers la chaîne. L'industrie électronique est un bon exemple de ce type de chaîne. Un exemple de configuration possible sera composé par un fournisseur de cristaux de silicium, les clients de rang 1 sont des constructeurs de puces, les clients de rang 2 sont des constructeurs de circuits intégrés et des assembleurs de téléphones mobiles en ce qui concerne le rang 3. [9]

4) La structure convergente :

Elle permet de modéliser un processus d'assemblage. Dans une chaîne convergente, la matière qui circule entre les sites converge vers un seul et même site qui est logiquement le lieu d'assemblage final. L'industrie automobile est un bon exemple de ce type de chaîne. Une usine de construction de voitures aura des fournisseurs d'équipements (carrosserie, siège, pare-brise, ...) dans le rang 1, des fournisseurs de textile (pour les sièges, ...) dans le rang 2, etc. [9]

5) La structure réseau :

Elle est une combinaison des deux structures précédentes. Elle permet de considérer à la fois les aspects approvisionnements et distribution, mais peut s'avérer plus complexe par le nombre d'acteurs impliqués, en particulier pour des produits complexes. Lambert et Cooper proposent de classer les acteurs en deux catégories (membres essentiels et membres secondaires) tels que les membres essentiels sont ceux qui contribuent à l'élaboration du produit. Afin d'optimiser le réseau, ils proposent de se concentrer sur les membres essentiels et même sur certaines relations uniquement notamment les fournisseurs les plus critiques. La structure réseau concerne par exemple l'industrie automobile dont, la partie amont est plutôt convergente alors que la partie aval est divergente [10].

François indique que «la topologie d'une chaîne logistique est généralement de type « réseau », avec des ramifications plus ou moins grandes. En effet, une structure purement convergente signifie l'absence des réseaux de distribution pour la vente des produits. De même, une structure purement divergente est improbable, car cela signifierait que le produit fini ne découle que d'un fournisseur amont... » [9]

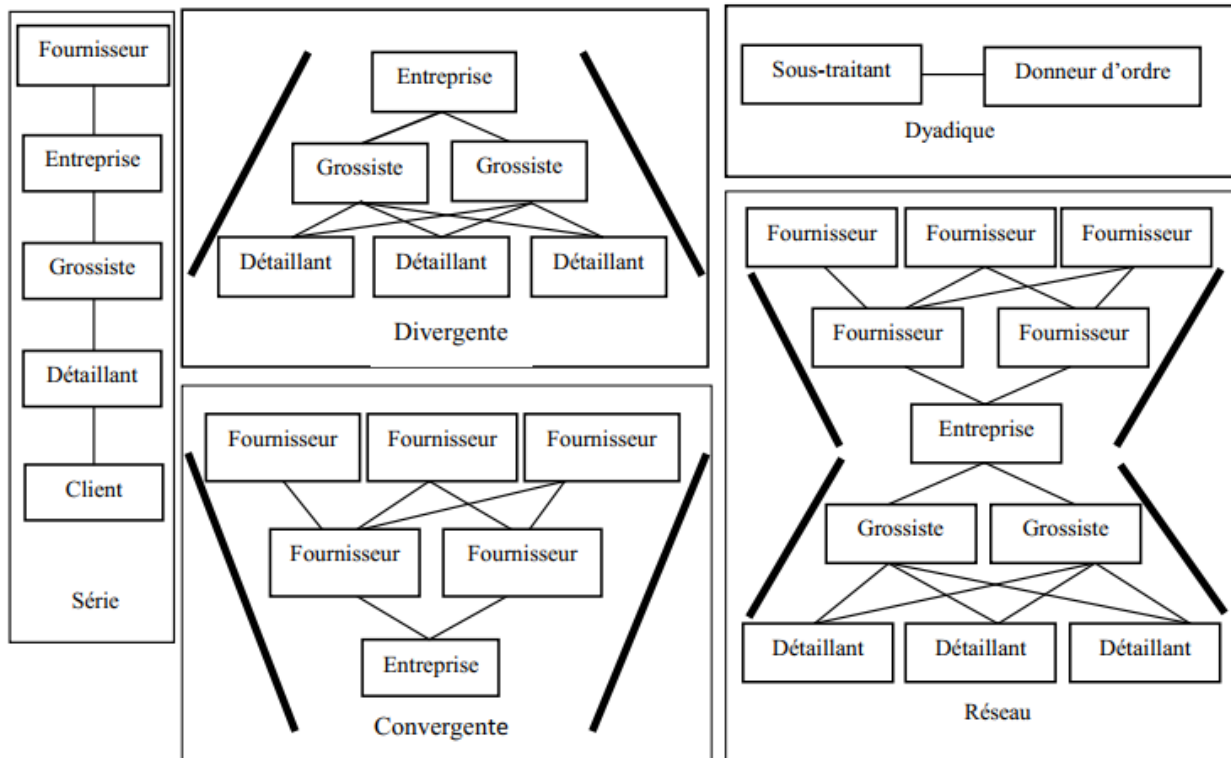


Figure 3 : Différentes structures de la chaîne logistique [11]

1.2.5 Gestion d'une chaîne logistique

La gestion de la chaîne logistique traite plusieurs types de problèmes, en fonction de l'horizon de décision considéré. Les décisions liées à la gestion des Chaînes logistiques sont classées en deux catégories. Les décisions structurelles, par exemple la localisation d'une nouvelle unité de production ou d'un centre de distribution, impactent sur les performances de la chaîne logistique à long terme. Les décisions opérationnelles, comme l'ordonnancement des tâches, le choix de niveau de stock d'un produit, l'impact de ces décisions est à court terme [12]

Pour situer les différents problèmes de gestion des chaînes logistiques, les décisions correspondantes sont généralement regroupées en trois niveaux hiérarchiques respectivement stratégique, tactique et opérationnel [13].

1) Décisions stratégiques (DS) :

Il s'agit de la politique à long terme de l'entreprise. Présent sur un horizon de plus de deux ans, ces décisions ont des impacts sur les performances et la durabilité de l'entreprise. La configuration de la chaîne, en particulier la localisation des différents sites (fournisseurs, usines, centres de stockage et de distribution) et le choix des différents modes de transport, sont des décisions stratégiques que les entreprises cherchent à optimiser en premier [14].

2) Décisions tactiques (DT) :

Les décisions du niveau tactique permettent de produire au moindre coût pour satisfaire les demandes prévisibles en s'inscrivant dans le cadre fixé par le plan stratégique de l'entreprise (donc à ressources matérielles et humaines connues). Elles sont prises sur un horizon de moins de 18 mois comme par exemple la détermination des quantités à approvisionnées, la définition d'un plan de distribution, etc.

3) Décisions opérationnelles (DO) :

Le niveau opérationnel traite avec les décisions de la chaîne logistique au jour le jour à court terme afin d'assurer le fonctionnement au quotidien de la chaîne. Des exemples de ces décisions sont la planification, la gestion des stocks, le routage et le chargement des camions. Également, les questions de contrôle physique des opérations de fabrication quotidiennes telles que l'usinage, l'expédition, le transfert, l'entretien, la manutention sont traitées au niveau opérationnel [12].

Ces trois niveaux de décisions de gestion de la chaîne logistique se différencient par au moins trois éléments :

- Par l'horizon de temps considéré. Les décisions opérationnelles sont prises au jour le jour. Les décisions tactiques concernent la planification à moyen terme. Les décisions stratégiques concernent la planification à long terme.
- Par le niveau d'agrégation. Les décisions opérationnelles sont prises au niveau de l'atelier, les décisions tactiques au niveau de l'usine et les décisions stratégiques au niveau de l'ensemble de l'entreprise.
- Par le niveau de responsabilité. Les décisions opérationnelles sont prises par les agents de maîtrise, les décisions tactiques par les cadres et les décisions stratégiques par la direction générale de l'entreprise.

De ce qui précède, la décision stratégique est concernée par la sélection des fournisseurs. Dans la suite, nous allons présenter la fonction achat qui traite le processus de sélection et sa relation avec la logistique.

1.3 La fonction achat et logistique

La mondialisation des marchés et des systèmes de production, couplée avec une évolution fulgurante des technologies de l'information, se traduit par une compétition féroce dans un environnement de plus en plus diversifié et complexe. Pour réussir dans un tel contexte, l'entreprise ne peut plus travailler seule en adoptant une vision à court terme. Elle doit, au contraire, se concentrer sur ses compétences de base et travailler en réseau avec des partenaires, de façon à développer un avantage concurrentiel durable. Les fonctions Achats & Logistique, c.-à-d. de l'ensemble des activités d'approvisionnement, de transport, de production et de distribution entre les sources de matières premières et le consommateur final, sont donc devenues des facteurs critiques de succès.

1.3.1 Définition :

L'achat est l'acte d'acheter les biens et les services dont une entreprise a besoin pour opérer et / ou fabriquer des produits. L'achat ne se résume pas uniquement aux marchandises, matières et fournitures ou services destinés à la production. Il couvre également tous les autres besoins d'exploitation de l'entreprise [16].

1.3.2 La fonction achat :

Pour beaucoup d'entreprise, l'amélioration de la compétitivité et de la création de valeur se joue dans la supply chain amont : le domaine des achats, cette fonction -en pleine mutation- est en effet devenue centrale et stratégique dans la plupart des secteurs industriels, de distribution ou de services [17].

Selon BAGLIN (Management industriel et logistique), la fonction achat, pour une entreprise, est responsable à chercher (sourcier) et d'acquérir des produits, services et prestations demandés par les clients internes de l'entreprise, dans les meilleures conditions économiques, de qualité, de délai et de service, tout en maîtrisant les divers risques encourus à court et moyen termes. Cette mission peut aussi l'amener à contribuer à la création de valeur par la recherche d'innovation externe.

1.3.3 Rôle de la fonction achat dans l'entreprise :

La fonction achat joue un rôle d'interface dans l'entreprise avec les fournisseurs externes.

Le rôle de la fonction achat est d'assurer la continuité et la fiabilité des flux de marchandises, depuis la conception du produit jusqu'à sa réception par le client, donc elle est en charge de :

- Le premier rôle de la fonction achat est de réaliser le processus d'achat avec des implications dans les tâches en amont (expression du besoin) et en aval (maintenance du produit acheté). Ces implications sont plus ou moins fortes selon les époques, les types d'économie les activités de l'entreprises mais elles sont très liées à la maturité du service achat [18].
- La fonction achat joue un rôle très important pour l'analyse des besoins de l'ensemble des composants de chaque service ou département de l'entreprise (non seulement les services techniques et de production mais également les autres, tels que les services généraux (location de voitures, photocopieurs...) et le service des ressources humaines (formation...) sont très concernés par de forts besoins d'achat).
- Viser un niveau de qualité « cible » dans des conditions d'assurance-qualité clairement définis et effectivement mises en place chez les fournisseurs [17].
- La fonction achat est en charge d'optimiser toute la chaîne logistique par l'amélioration des relations et de choix des fournisseurs et donc réduire, en particulier, les coûts liés :
 - À la consultation ;
 - À la passation de la commande ;
 - Au suivi (délais, contrôles, livraison, réception, paiement, ...)
- Recevoir les besoins exprimés par les services de production, commerciaux et/ou généraux.
- Consulter et sélectionner les fournisseurs.
- Négocier avec ces derniers les meilleures conditions commerciales à travers l'étude des offres et la mise en place de contrats (prix, délais, conditions de paiement...).
- Assurer le suivi des commandes jusqu'à la livraison au lieu convenu, en quantité exprimée et dans la qualité définie dans le cahier des charges.

Il est clair que le rôle des achats n'a pas recouvert uniquement les achats de la production mais également tous les autres achats de l'entreprise. La fonction achat doit répondre au mieux et au plus vite aux besoins de ses clients internes : elle est leur fournisseur. Et elle est également le client de ses nombreux fournisseurs externes, elle doit acquérir les biens et services dont ses clients ont besoin dans les meilleures conditions.

1.3.4 La procédure d'achat :

La procédure d'achat est spécifique à chaque entreprise et comprend toutes les opérations et démarches à effectuer : de l'identification d'un besoin d'achat à la validation de la facture.



Figure 4 : Processus d'achat dans une entreprise [19]

1.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons démontré que la fonction d'achat aujourd'hui, c'est une fonction essentielle, profitable et une source d'enrichissement pour les entreprises. En plus, nous avons pu voir l'importance primordiale du choix des fournisseurs dans la fonction achat. Choisir les bons fournisseurs réduit considérablement le coût d'achat et améliore la compétitivité de l'entreprise, c'est pourquoi de nombreux experts estiment que la sélection des fournisseurs est l'activité la plus importante d'un service des achats.

Le suivant chapitre présentera une étude détaillée sur le problème de sélection des fournisseurs pour bien reformuler notre problématique principale.

*Chapitre 2 : Étude du
problème de sélection
des fournisseurs*

2. Chapitre 2 : Étude du problème de sélection des fournisseurs

2.1 Introduction :

La sélection des fournisseurs est un levier fondamental dans le domaine de la chaîne logistique qui contribue fortement à la performance globale de la chaîne logistique

Ce chapitre présente un état de l'art sur les travaux de recherches dédiés au problème de choix des fournisseurs en premier lieu. Dans un deuxième lieu, nous présentons comment une opération de sélection des fournisseurs se déroule ainsi que les méthodes les plus répandues pour effectuer cette opération. Après, nous présentons quelques concepts théoriques fondamentaux pour la réalisation du travail en arrivant à la problématique principale. Enfin, nous décrivons notre solution proposée suivie par une description.

2.2 Définition de la sélection des fournisseurs :

La sélection des fournisseurs est un processus de prise de décision qui implique des compromis entre plusieurs critères, qui peuvent également être contradictoires, afin de sélectionner le fournisseur le plus approprié pour la poursuite de la performance de l'organisation. La sélection des fournisseurs est considérée comme l'une des responsabilités les plus importantes des professionnels de l'approvisionnement. La sélection des fournisseurs est un processus compliqué où les professionnels de l'approvisionnement doivent résoudre deux problèmes majeurs à savoir, comment choisir le bon ensemble de critères qui sont appropriés aux priorités et comment identifier les stratégies d'affaires pour évaluer efficacement les fournisseurs potentiels. [20].

2.3 État de l'art problème de choix des fournisseurs :

L'état de l'art est très riche de travaux dédiés au problème de choix des fournisseurs.

Dans cette section, Sevkli et *al.* (2008) commencent par donner une présentation du modèle de l'entreprise BOEING. Dans sa stratégie, BOEING adopte un programme de certification des fournisseurs privilégiés et un processus rigoureux de choix des fournisseurs pour avoir des relations à long terme. Les auteurs proposent une méthode dénommée DEAHP (Data Envelopment Analytic Hierarchy) un couplage de la méthode DEA avec la méthode AHP pour traiter le problème de choix de fournisseurs chez BOEING. Les étapes

principales de cette méthode DEAHP sont principalement : (i) définition des critères de décision pour l'implémentation de la structure hiérarchique ; (ii) calcul des poids des critères et (iii) calcul du poids global de chaque fournisseur. Les auteurs comparent les résultats obtenus par DEAHP et AHP en utilisant un cas d'étude de BOEING. Ils concluent que les résultats obtenus par DEAHP sont meilleurs que ceux obtenus par la méthode AHP [15].

Chan et *al.* (2007) s'intéressent à un problème de choix de fournisseurs à l'échelle internationale et justifient l'utilisation du critère 'situation politique et économique du pays d'origine du fournisseur candidat'. Les auteurs utilisent la méthode AHP floue pour résoudre le problème. Ils justifient le choix de la méthode AHP par sa nature pratique et systématique pour ce type de problème. De plus, la logique floue est utilisée en raison de sa capacité de représenter les informations incertaines. Un exemple numérique est présenté permettant de valider la méthode. Pour conclure, les auteurs constatent que la complexité du problème croît en fonction du nombre des critères et sous-critères utilisés dans une dimension internationale du problème [15].

Jain et *al.* (2007) présentent un état de l'art dédié aux méthodes utilisées pour la résolution du problème de choix des fournisseurs. Ils recensent l'ensemble des méthodes utilisées et lisent les avantages et les inconvénients de chacune. Les auteurs proposent une méthode basée sur « Association Rules Mining Algorithms » floue pour avoir plus de flexibilité dans l'évaluation des fournisseurs et les prises de décisions. Ils justifient le choix de la logique floue par la nature des informations utilisées qui ont une forme qualitative et non quantitative. Après la définition des différents critères, les auteurs utilisent une base de données qui contient certaines informations propres à chaque fournisseur par rapport aux critères de choix. Sur un exemple numérique, les auteurs montrent l'efficacité de la méthode développée et insistent sur le fait que les règles peuvent être exploitées via une base de données pour fournir aux décideurs une évaluation plus souple des fournisseurs potentiels [15].

2.4 Procédure de sélection des fournisseurs

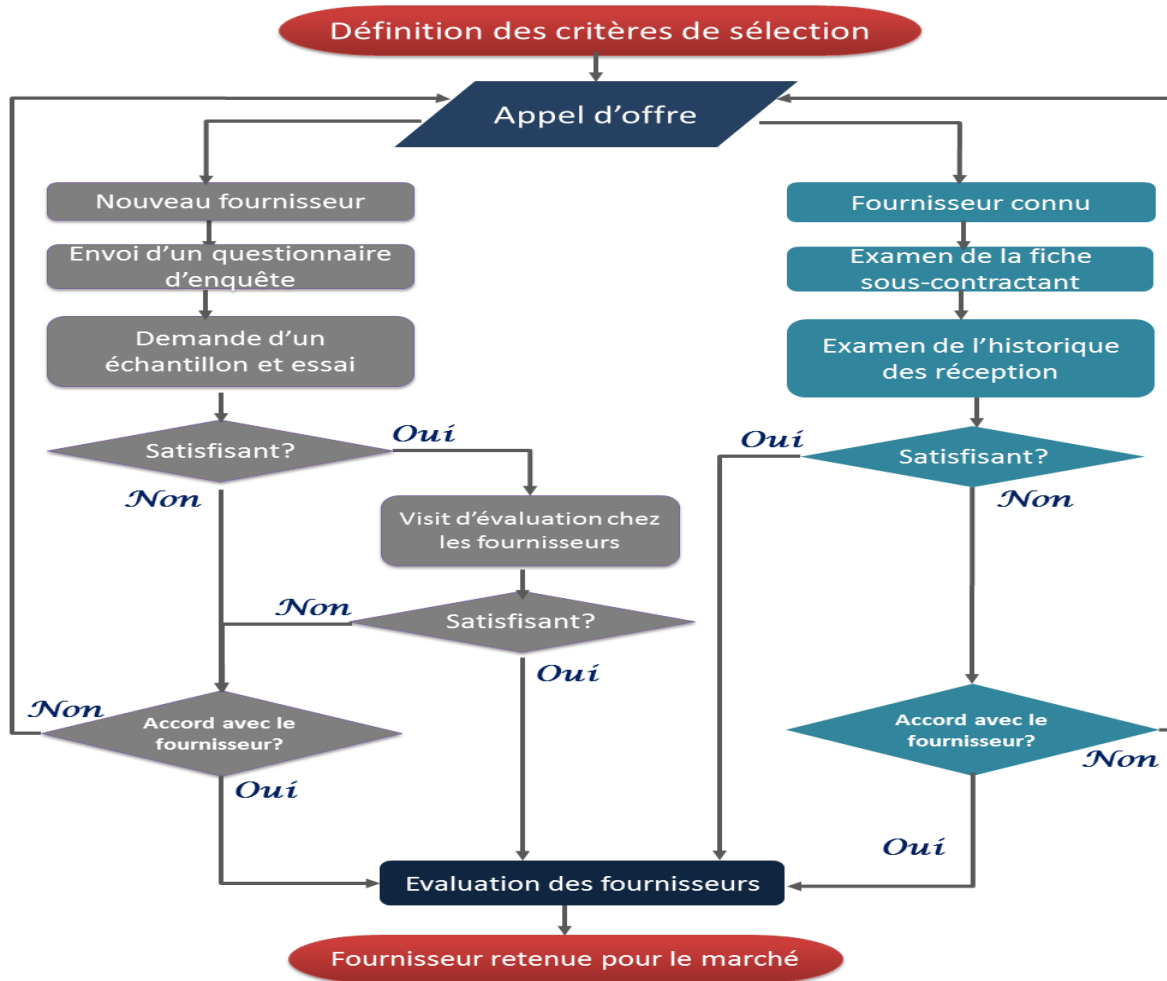


Figure 5 : Procédure de sélection des fournisseurs [22].

2.5 Critères de sélection et d'évaluation des fournisseurs

L'apparence de plusieurs études de type empirique et exploratoire dans la littérature sur ce qui concerne le problème de sélection et d'évaluation des fournisseurs montre l'importance stratégique de ce problème.

Il y a eu deux études importantes que se sont faites :

- Une classification pratique basée sur l'étude empirique réalisée auprès des entreprises de NAPM (Dickson 1966).

- Une classification théorique basée sur l'analyse des travaux des recherches publiés entre 1966 et 1990 (Weber et al. 1991).

Critères	Rang selon Dickson	Rang selon Weber
Prix	6	1
Livraison	2	2
Qualité	1	3
Capacité de production	5	4
Localisation géographique	20	5
Capacité technique	7	6
Gestion et organisation	13	7
Réputation et position dans l'industrie	11	8
Situation financière	8	9
Performance Passée	3	9
Services de réparation	15	9
Attitude	16	10
Habilité d'emballage	18	11
Contrôle des opérations	14	11
Formation et support	22	12
Conformité des processus	9	12
Relations sociales	19	12
Système de communication	10	12
Réciprocité de la relation	23	12
Impression	17	12
Désir de faire des affaires	12	13
Volume des achats dans le passé	21	13
Politique de garantie	4	14

Tableau 1 : critères de sélection des fournisseurs et leurs poids selon Weber et Dickson [21].

2.6 Les méthodes de la sélection des fournisseurs

Un problème de sélection des fournisseurs implique généralement plus d'un critère et ces critères sont souvent en conflit les uns avec les autres. Alors des techniques MCDM (MultiCriteria Decision-Making) sont mises en œuvre pour résoudre le problème. Certaines des techniques de MCDM sont les suivantes :

1) AHP (Analytical Hierarchical Process) :

Processus analytique hiérarchique (AHP) est une méthode de prise de décision mise au point pour établir les priorités d'alternatives lorsque plusieurs critères doivent être pris

en compte et permet au décideur de structurer des problèmes complexes sous forme d'une hiérarchie, ou un ensemble de niveaux intégré. Cette méthode incorpore des critères qualitatifs et des critères quantitatifs. La hiérarchie se compose généralement de trois différents niveaux, qui comprennent des objectifs, des critères et des solutions de rechange qui donne l'arrangement relatif des fournisseurs potentiels, parce que l'AHP utilise une échelle de rapport pour les jugements humains, les poids d'alternatifs reflètent l'importance relative aux critères pour atteindre l'objectif de la hiérarchie [23].

2) ANP (Analytic Network Process) :

Le processus de réseau analytique (ANP) est un programme technique complet de prise de décision qui saisit les résultats de la dépendance et des évaluations à l'intérieur et entre les groupes d'éléments. Le Processus Analytique hiérarchique (AHP) est un point de départ de l'ANP. L'ANP est une forme plus générale de AHP, incorporant les feedbacks et les relations d'interdépendance entre les attributs de décision et les alternatives. Il est un couplage de deux parties, dont la première se compose d'une hiérarchie de commande ou d'un réseau de critères et sous-critères qui commandent les interactions, tandis que la seconde partie est un réseau d'influences entre les éléments et les [23].

3) TCO (Total Cost of Ownership) Models:

TCO ou coût total d'acquisition pour le choix des fournisseurs se compose essentiellement de la récapitulation et la quantification de tout ou plusieurs coûts associés au choix des fournisseurs et par la suite ajuster ou pénaliser le prix unitaire cité par le fournisseur.

Coût total de possession (TCO) comme indiqué par Ellram est la méthodologie et la philosophie, qui va au-delà du prix d'un achat pour inclure plusieurs autres coûts liés à l'acquisition [24].

4) MAUT (Multiple Attribute Utility Theory) :

Le MAUT ou théorie de l'utilité multi-attributs est proposé par Min, H [Min, H, 1994, p : 24-33.]. Cette méthode est également considérée comme une technique de pondération linéaire. L'avantage de la méthode MAUT est de permettre l'achat professionnel pour

formuler une stratégie d'approvisionnement viable et capable de gérer plusieurs attributs contradictoires.

Cependant, cette méthode est utilisée uniquement pour la sélection des fournisseurs internationaux, où l'environnement est plus compliqué et risqué [26].

5) Méthodes de surclassement :

Les méthodes de surclassement sont des outils de décision utiles pour la résolution des problèmes multicritères. Ces méthodes ne sont que partiellement compensatoires et capables de faire face aux situations où l'imprécision est présente. Beaucoup d'attention a été accordée aux modèles de surclassement, principalement en Europe. Cependant, jusqu'à présent, dans la littérature d'achat il n'y a aucune évidence d'applications des modèles de surclassement dans les décisions d'achat [27].

2.7 Quelques concepts théoriques

Dans cette partie, nous présentons les concepts théoriques des ensembles flous et de la méthode d'agrégation des matrices, des méthodes TOPSIS et TOPSIS floue. Ces concepts sont indispensables pour le développement de notre solution.

2.7.1 Ensemble floue

1) Définition :

La logique floue est une extension de la logique booléenne créée par Lotfi Zadeh en 1965 en se basant sur sa théorie mathématique des ensembles flous, qui est une généralisation de la théorie des ensembles classiques [28].

En introduisant la notion de degré dans la vérification d'une condition, nous permettons à une condition d'être dans un autre état que vrai ou faux. La logique floue confère ainsi une flexibilité très appréciable aux raisonnements qui l'utilisent, ce qui rend possible la prise en compte des imprécisions et des incertitudes.

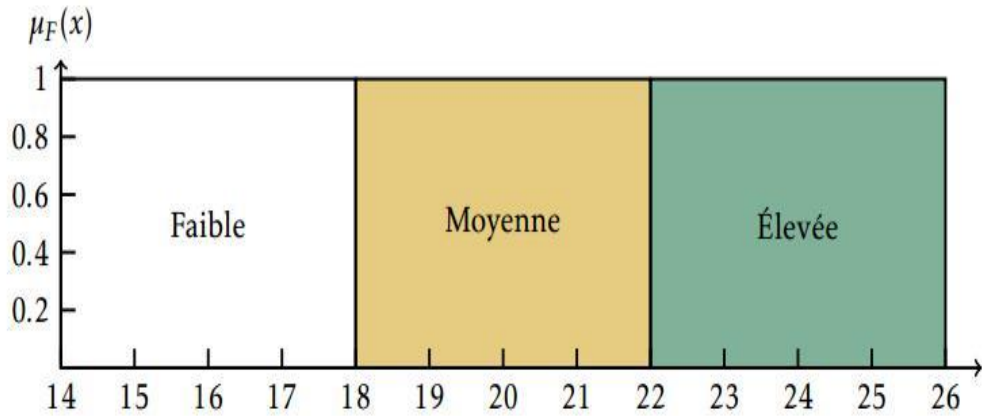
La logique floue permet de faire le lien entre la modélisation numérique et la modélisation symbolique. Ce qui a permis des développements industriels spectaculaires à partir d'algorithmes très simples assurant la transformation des connaissances symboliques en entités numériques et inversement. De plus, la théorie des ensembles flous a également donné naissance à un traitement original de l'incertitude fondé sur l'idée d'ordre. Cette idée d'ordre

permet de formaliser le traitement de l'ignorance partielle et de l'inconsistance dans les systèmes d'informations avancés. Les ensembles flous ont eu également un impact sur les techniques de classification automatique et ont contribué à un certain renouvellement des approches existantes de l'aide à la décision, ce qui permet à modéliser des imperfections des données et se rapproche dans une certaine mesure de la flexibilité du raisonnement humain.

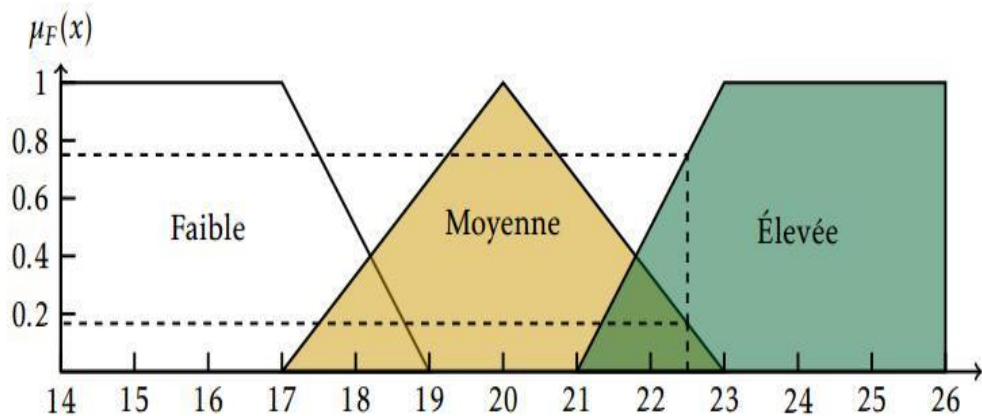
2) Variables linguistiques :

Contrairement à la logique booléenne que n'accepte plus de deux états (soit vrai ou faux), la logique floue autorise plus de deux valeurs de vérité pour une proposition. Une proposition peut être par exemple presque vraie, ou bien 70% vraie et donc fausse à 30%. Elle permet la prise en compte d'ensembles définis de manière imprécise. Prenons un exemple illustratif. Nous classons les degrés de température en trois catégories : "faible", "moyenne" et "élevée". Selon la figure 6, la classification des températures en trois catégories est bien claire mais différente.

En effet, en logique classique, tous les degrés de température avec un degré de moins de 18° sont considérées comme "faible" et celles de 22° ou plus appartiennent à la catégorie "élevée". Le passage du faible à l'élevée se fait progressivement et par cas, ce qui implique qu'une telle classification n'est pas logique.



a) Représentation classique



b) Représentation floue

Figure 6 : Comparaison de l'appartenance de la température en logique classique vs la logique floue

Cependant, en logique floue, la fonction d'appartenance f permet de tenir compte du fait qu'une température de 22.5° appartient au groupe "moyenne" avec un degré d'appartenance de 0.167, et appartient au groupe "élevée" avec un degré d'appartenance de 0.75. Pour décrire une certaine situation, nous utilisons souvent des expressions floues comme : rapide ; grand ; beaucoup ; petit ; chaud ; etc. Chaque variable linguistique a besoin d'une définition. Pour cela, la fonction d'appartenance f est définie et permet d'associer à chaque variable x (le degré de température) une valeur entre 0 et 1 représentant le degré d'appartenance de x aux variables linguistiques. D'après l'exemple précédent, si $x=15^\circ$ alors $f(x)=1$ pour la variable linguistique "faible". De même, si $x=22.5^\circ$, alors $f(x)$ peut prendre les valeurs 0.167 pour la valeur linguistique "moyenne" et 0.75 pour la valeur linguistique "élevée".

Chapitre 2 : Étude du problème de sélection des fournisseurs

Dans la théorie des ensembles flous, des échelles de conversion sont appliquées pour transformer les termes linguistiques en nombres flous. Dans ce travail, nous appliquerons une échelle de 1 à 9 pour évaluer les critères et les alternatives (selon les travaux du Balwinder Sodhi et Prabhakar T.V). Voici les variables linguistiques et les évaluation floues pour les alternatives et les critères :

Les valeurs des nombres flous triangulaires que nous avons choisis pour les variables linguistiques tiennent compte du flou et de la distance entre les variables (voir les équations (2.1) et (2.2)). Les intervalles sont choisis de manière à avoir une représentation uniforme de 1 à 9 pour les nombres triangulaires flous utilisés pour les cinq classements linguistiques. Par exemple, on peut aussi choisir (4,5,6) au lieu de (1,1,3) pour représenter « très bas » si on le souhaite, mais dans ce cas, l'échelle «1 à 9 » commencerait à 4 au lieu de 1. L'étape de normalisation prend en charge un tel déplacement de l'échelle de notation. La pratique courante en littérature est de commencer les échelles d'évaluation de 1.

Variable linguistique (poids des alternatifs) en anglais	Variable linguistique (poids des critères) en anglais	Variable linguistique équivalant en français	La valeur floue triangulaire équivalente
Very poor (VP)	Very low (VL)	Très mauvais (TM)	(1,1,3)
Poor (P)	Low (L)	Mauvais (Ma)	(1,3,5)
Fair (F)	Medium (M)	Moyenne (M)	(3,5,7)
Good (G)	High (H)	Elevé (E)	(5,7,9)
Very Good (VG)	Very high (VH)	Très élevé (TE)	(7,9,9)

Tableau 2 : Variables linguistiques et les valeurs floues triangulaires correspondantes

3) Concepts et formulation:

Les variables linguistiques sont liées entre elles au niveau des inférences, moyennant les opérateurs "ET", "OU" et "NON". Dans le cadre de ce travail, nous utilisons des nombres flous triangulaires. En général, un nombre flou triangulaire est défini par triplet $\tilde{a} = (l, m, u)$ où l , m et u sont des nombres réels [28].

La fonction d'appartenance f notée par $\mu_{\tilde{a}}(x)$ dans le cas des nombres flous triangulaires est définie par :

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x < l, \\ \frac{x-l}{m-l}, & \text{si } l \leq x \leq m, \\ \frac{u-x}{u-m}, & \text{si } m < x \leq u, \\ 0, & \text{si } x > u, \end{cases}$$

Equation 1 : (2.1)

- **Transformation d'une variable linguistique en variable floue triangulaire**

En théorie des ensembles flous triangulaires, à chaque variable linguistique correspond un triplé $\tilde{a}(l, m, u)$ où l, m et u sont des nombres réels le plus souvent.

- **Distance entre deux nombres flous**

En général la distance euclidienne entre deux sous-ensembles flous A et B est donnée par :

$$d(A, B) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\mu_A(x_i) - \mu_B(x_i))^2}$$

Equation 2 : (2.2)

Dans le cas de nombres flous triangulaires, $n=3$.

Chen (2000) a proposé l'utilisation de la distance entre deux nombre flous triangulaire définie par l'équation (2.3) [29].

Soient $\tilde{a}_1(l_1, m_1, u_1)$ et $\tilde{a}_2(l_2, m_2, u_2)$ deux nombres flous triangulaires. La distance \tilde{a}_1 entre et \tilde{a}_2 est donnée par :

$$d(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2) = \sqrt{\frac{1}{3} [(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]}$$

Equation 3 : (2.3)

- **Quelques opérations arithmétiques [30]**

Soient $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ et $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ deux nombres flous triangulaires, alors :

- $\tilde{A} + \tilde{B} = (a_1+b_1, a_2+b_2, a_3+b_3).$ (2.4)

- $\tilde{A} - \tilde{B} = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1).$ (2.5)

- $\tilde{A} * \tilde{B} = (\min (a_1b_1, a_1b_3, a_3b_1, a_3b_3), a_2b_2, \max (a_1b_1, a_1b_3, a_3b_1, a_3b_3)).$ (2.6)

- $\tilde{A} / \tilde{B} = (\min (a_1 \div b_1, a_1 \div b_3, a_3 \div b_1, a_3 \div b_3), a_2 \div b_2, \max (a_1 \div b_1, a_1 \div b_3, a_3 \div b_1, a_3 \div b_3)).$ (2.7)

2.7.2 Agrégation des matrices

Supposons que nous avons K décideurs, où chaque décideur $K \in \{1, \dots, k\}$ donne une matrice d'appréciation d'un ensemble d'objets sous forme linguistique. Un objet peut être un critère, un client, un fournisseur, etc. Après transformation de la matrice de la forme linguistique à la forme floue, nous cherchons à obtenir une matrice dite agrégée de l'ensemble des K matrices. Dans le cadre de ce mémoire et pour pouvoir obtenir une matrice agrégée floue triangulaire, nous utilisons les formules (2.10) et (2.11).

2.7.3 Les méthodes TOPSIS et TOPSIS floue

1) Principes de la méthode TOPSIS

TOPSIS est l'une des méthodes classiques de résolution des certains problèmes de décision multicritère MCDM (Multi-Criteria Decision-Making), proposée pour la première fois par (Hwang et Yoon, 1981). Elle se base sur la relation de dominance qui est représentée par les distances entre les poids et la solution idéale. Son principe consiste à choisir une solution qui se rapproche le plus de la solution idéale et de s'éloigner le plus possible de la pire solution pour tous les critères. En effet, la solution choisie par TOPSIS doit avoir la distance la plus courte de la solution idéale et la distance la plus long de la pire solution (Wang et Lee, 2007). Pour l'application de la méthode TOPSIS classique, les poids des critères sont connus avec précision. Toutefois, dans la pratique, une majorité des données n'est pas connue avec précision (Singh et Benyoucef, 2011a). La logique floue permet de traiter ce type de problème d'imprécision des données d'où l'application de la méthode TOPSIS floue avec succès.

2) La méthode TOPSIS floue

Dans la méthode TOPSIS floue tous les poids sont définis par des variables linguistiques. La méthode utilisée dans le cadre de notre travail de recherche consiste en 6 étapes :

Étape 1 : Construction de la matrice de décision floue

Supposons que nous avons m alternatifs $A_i (i=1, 2, \dots, m)$ qui doivent être évalués en utilisant n critères $C_j (j=1, 2, \dots, n)$.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ A_2 & \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \tilde{x}_{ij} & \dots \\ A_m & \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{matrix}$$

$$\tilde{W} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n)$$

Équation 4 : (2.8) & (2.9)

W : vecteur des poids des différents critères.

\tilde{x}_{ij} et \tilde{w}_j des nombres flous triangulaires avec $\tilde{w}_j = (\tilde{w}_{j1}, \tilde{w}_{j2}, \tilde{w}_{j3})$ sachant que:

$$w_{j1} = \min_k \{w_{jk1}\}, \quad w_{j2} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K w_{jk2}, \quad w_{j3} = \max_k \{w_{jk3}\}$$

Équation 5 : (2.10)

Et $\tilde{x}_{ij} = (\tilde{a}_{ij}, \tilde{b}_{ij}, \tilde{c}_{ij})$ sachant que:

$$a_{ij} = \min_k \{a_{ij}^k\}, \quad b_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K b_{ij}^k, \quad c_{ij} = \max_k \{c_{ij}^k\}$$

Équation 6 : (2.11)

\tilde{x}_{ij} : représente l'appréciation de l'alternatif A_i par rapport au critère C_j .

\tilde{w}_j : représente le poids du critère C_j .

K : représente le nombre des décideurs.

Étape 2 : Normalisation de la matrice de décision floue

Les données sont normalisées dans l'objectif d'éliminer les anomalies avec les différentes unités de mesure utilisées dans un problème MCDM. Les valeurs normalisées des nombres flous triangulaires sont incluses dans l'intervalle $[0, 1]$. La matrice de décision floue normalisée est donnée par \tilde{R} .

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Équation 7 : (2.12)

Pour des nombres flous triangulaires $\tilde{x}_{ij} = (\tilde{a}_{ij}, \tilde{b}_{ij}, \tilde{c}_{ij})$, les valeurs normalisées sont calculées comme suit:

1. Pour les critères de nature gain

$$\left. \begin{aligned} \tilde{r}_{ij} &= \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \text{ avec} \\ c_j^* &= \max_i c_{ij} \end{aligned} \right\}$$

Équation 8 : (2.13)

2. Pour les critères de type coût

$$\left. \begin{aligned} \tilde{r}_{ij} &= \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \text{ avec} \\ a_j^- &= \min_i a_{ij} \end{aligned} \right\}$$

Équation 9 : (2.14)

Étape 3 : Construction de la matrice de décision des poids flous

Compte tenu des différents poids pour chaque critère, la matrice de décision de poids normalisée est calculée en multipliant les poids d'importance des critères d'évaluation par les valeurs normalisées.

Les valeurs normalisées de la matrice de décision \tilde{V} sont définies comme suit :

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

avec $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{w}_j$

Équation 10 : (2.15)

Avec \tilde{w}_{ij} le poids en nombre flou du critère C_j .

Étape 4 : Calcul de la solution idéale positive et la solution idéale négative

La solution idéale positive FPIRP (fuzzy positive ideal reference point) notée A^* et la solution idéale négative FNIRP (fuzzy negative ideal reference point) notée A^- sont définies par :

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \text{ avec}$$

$$d_i^+ \quad \tilde{v}_j^* = \max_i \{v_{ij3}\}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

$$d_i^- \quad A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \text{ avec}$$

$$\tilde{v}_j^- = \min_i \{v_{ij1}\}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Équation 11 : (2.16) & (2.17)

Étape 5 : Calcul des distances entre chaque alternatif et FPIRP et FNIP

La distance (d_i^* et d_i^-) de chaque alternative pondérée $i = 1, 2, \dots, m$ du FPIS et du FNIS est calculé comme suit :

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d_v(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Équation 12 : (2.18) & (2.19)

Avec $d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*)$ la distance entre deux nombres flous calculée par l'équation (2.2). d_i^* la distance entre l'alternatif A_i et FPIRP, et d_i^- la distance entre l'alternatif A_i et FNIRP.

Étape 6 : Calcul des coefficients de proximité (closeness coefficient) notés CC_i et classement des alternatifs

Le coefficient de proximité CC_i représente les distances à solution idéale floue positive, A^* , et l'idéal négatif floue solution, A^- simultanément. Le coefficient de proximité de chaque alternative est calculé comme suit :

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Équation 13 : (2.20)

Les alternatifs sont classés par rapport à leurs CC. L'alternatif avec le plus grand CC, sera le meilleur alternatif.

2.8 Problématique

La sélection des fournisseurs (SS) est l'une des activités les plus importantes d'acquisition car ses résultats ont un grand impact sur la qualité des biens et la performance des organisations et des chaînes logistiques. Par SS, il est également possible d'anticiper l'évaluation du potentiel de fournisseurs pour établir une relation de collaboration.

Essentiellement, la sélection des fournisseurs est un processus de décision dans le but de réduire l'ensemble initial de fournisseurs potentiels aux choix finaux. Les décisions sont basées sur l'évaluation des fournisseurs sur plusieurs critères quantitatifs et qualitatifs. Selon la situation, la sélection de fournisseurs peut nécessiter la recherche de nouveaux fournisseurs ou le choix de fournisseurs parmi un groupe de fournisseurs existant.

En tout cas, il y a un degré d'incertitude dans le processus de décision, qui est causée par des maux pondérations de critères ou par l'évaluation subjective de critères qualitatifs ou quantitatifs, par de multiples décideurs. Cela peut conduire à prendre des décisions imprécises et par suite un mal service de sélection des fournisseurs, ce qui nous amène à poser la question suivante : Existe-il un concept qui nous donne des solutions plus précises et plus performante pour gagner un service de sélection des fournisseurs plus fort ?

2.9 Notre solution proposée

La théorie des ensembles flous associée à la prise de décision multicritère (MCDM) a été largement utilisé pour faire face à l'incertitude dans le processus de décision de sélection des fournisseurs, car il fournit un langage approprié pour gérer des critères imprécis, en pouvant intégrer l'analyse de facteurs qualitatifs et quantitatifs. Alors, notre solution consiste à concevoir et développer un logiciel informatique appelé « SS Pro » basé sur le concept de la méthode TOPSIS floue (Technique floue pour la préférence d'ordre par similarité à la solution idéale).

2.9.1 Description du contenu

Les travaux de recherche présentés dans ce mémoire abordent le problème de choix des fournisseurs. Notre principal défi est de concevoir et développer un logiciel informatique

couplant les notions de logique floue et la méthode classique TOPSIS afin de sélectionner des meilleurs fournisseurs parmi les alternatives existantes en se basant sur des critères d'évaluation quantitatifs et/ou qualitatifs prédéfinis à l'avance pour résoudre ce problème dans un environnement dynamique et aléatoire.

2.10 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté un état de l'art sur les travaux de recherches dédiés au problème de choix des fournisseurs en premier lieu. Dans un deuxième lieu, nous avons présenté comment une opération de sélection des fournisseurs se déroule ainsi que les méthodes les plus répandues pour effectuer cette opération. Ensuite, nous avons présenté quelques concepts théoriques fondamentaux pour réaliser le travail concerné tel que les notions des ensembles flous et la notion de méthode TOPSIS floue. Enfin, nous avons présenté notre problématique essentielle suivie d'une solution proposée.

Le suivant chapitre présentera une description détaillée de notre solution proposée ainsi que les différentes étapes de conception et réalisation de cette solution.

Chapitre 3 :
Conception et
réalisation du logiciel
« SS Pro »

3. Chapitre 3 : Conception et réalisation du logiciel « SS Pro »

3.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons présenter dans un premier lieu notre logiciel « **SS Pro** » que nous proposons comme une solution pour la sélection des fournisseurs dans un environnement aléatoire et complexe ainsi que ces objectifs. Dans un deuxième lieu, nous détaillerons la phase de conception en arrivant à l'implémentation où nous présenterons les différents outils du développement du programme ainsi que quelques fenêtres du logiciel.

3.2 Définition du logiciel :

Le logiciel « SS Pro » (Supplier Selection Pro) est un logiciel informatique permettant l'aide à la décision à la faveur du problème du choix des fournisseurs afin de choisir les meilleurs fournisseurs parmi les alternatives existants.

Ce logiciel se base sur les principes de la méthode TOPSIS floue. "SS Pro" est conçu et développé pour être très simple à utiliser et de fournir des résultats plus performants.

3.3 Objectifs du logiciel « SS Pro » :

- Avoir un logiciel performant
- Avoir un logiciel qui respecte les principes des interfaces Homme/Machine (IHM) tels que l'ergonomie et la fiabilité.
- Réduire les tâches manuelles qui nous permettraient de gagner en spatio-temporel.
- Avoir un logiciel évolutif et paramétrable.
- Améliorer le processus décisionnel et duplication d'effort.
- Procurer au client les bénéfices d'un meilleur rendement des fournisseurs.
- Création d'une valeur concurrentielle pour l'entreprise.

3.4 Spécification des besoins :

Avant de spécifier les besoins, nous commençons par présenter une description générique d'un problème de choix d'alternatives : Soient "n" alternatives (fournisseurs dans notre cas), "m" critères de choix et "k" décideurs qui sont en charge du choix des fournisseurs. Les

nombre et définitions des alternatives, des critères et des décideurs varient d'un problème à un autre. Le problème consiste à faire un choix entre les "n" alternatives. Pour cela, les décideurs fournissent des matrices d'appréciation entre les alternatives et les critères de choix. Afin de réaliser ces tâches d'une manière plus souple, le programme doit se composer de :

- Deux volets pour la gestion des fournisseurs et la gestion des décideurs, notamment, les opérations d'ajout, de suppression, et de modification de leurs informations personnelles.
- Un volet pour la gestion des critères, notamment, les opérations d'ajout, de suppression, et de modification des critères de choix.
- Deux volets pour le remplissage des matrices d'évaluation, un pour déterminer les poids des critères de choix et l'autre pour assigner des évaluations aux alternatives selon ces critères.
- Deux interfaces, un pour afficher les résultats et l'autre pour afficher le rapport d'évaluation.

3.5 Architecture générale du logiciel :

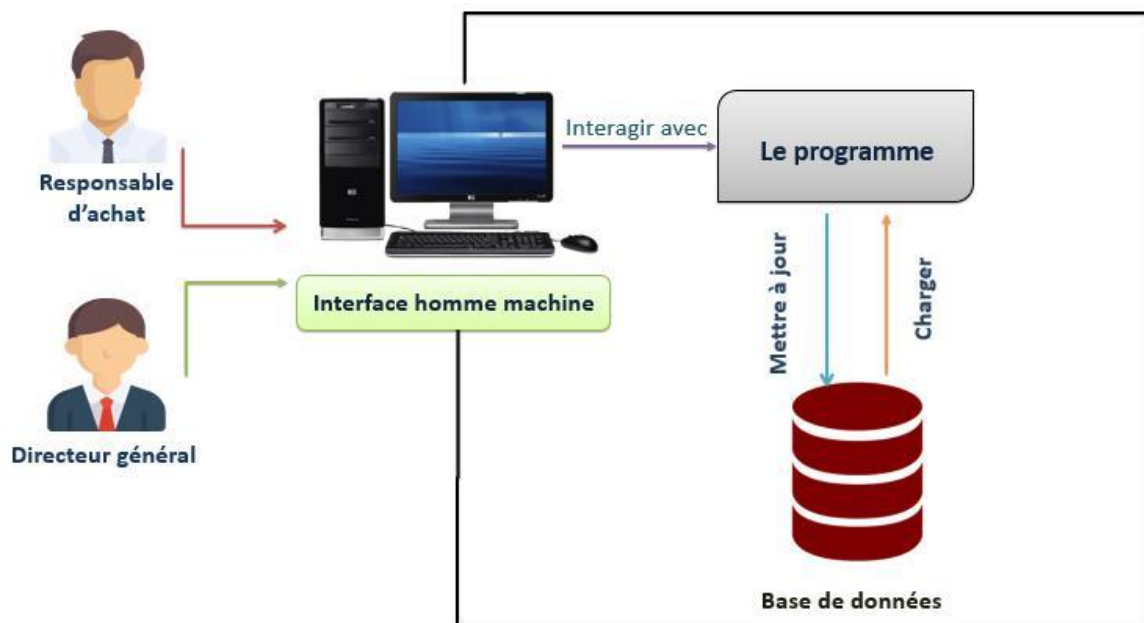


Figure 7 : Architecture générale du logiciel.

Notre système est défini par les composantes suivantes :

1) Niveau utilisateur

Nous avons dans ce niveau deux utilisateurs principaux respectivement le responsable d'achat et le directeur général d'où les tâches principales sont : introduire les données initiales tel que le nombre des fournisseurs, des décideurs et des critères de choix et leurs informations et fournir les matrices d'évaluation utilisées par TOPSIS floue.

2) L'interface du logiciel

Elle regroupe toutes les interfaces de communication entre les utilisateurs et le logiciel.

3) La base de données

La base de données permet d'enregistrer toutes les informations liées à la sélection des fournisseurs, à savoir les données sur les fournisseurs, les décideurs et les critères d'évaluation.

4) Le programme

Le programme est constitué d'un ensemble d'instructions destinées à être exécutées quand l'utilisateur effectue des manipulations sur l'interface. Il est réparti en plusieurs fragments, où chacun est appelé pour exécuter une opération faite par l'utilisateur. Il contient aussi un module flou pour traduire les valeurs d'appréciation linguistiques en des valeurs flous triangulaires et les utiliser pour le calcul.

3.6 La phase de conception :

La plupart des nouveaux langages sont orientés objet. Le passage de la programmation fonctionnelle à l'orienté objet n'était pas facile. L'un des soucis était d'avoir une idée globale en avance de ce qu'on doit programmer. L'algorithmique qui était utilisé dans la programmation fonctionnelle ne pourrait pas suffire à lui seul. Le besoin d'avoir des méthodes ou langages pour la modélisation des langages orientés objet se faisait sentir. Ainsi plusieurs méthodes ou langages ont vu le jour. En occurrence UML (langage de modélisation unifié) qui nous a permis de faire la conception de notre logiciel. De nos jours UML2 possède treize diagrammes qui sont classés en deux catégories (dynamique et statique). Pour ce faire nous avons commencé par les diagrammes de cas d'utilisation (Use Case) qui permettent de donner une vue globale du logiciel. En deuxième lieu nous avons présenté la chronologie

des opérations par les diagrammes de séquences. Enfin, nous avons terminé par l'utilisation du diagramme statique qui est le diagramme des classes.

3.6.1 Diagramme des cas d'utilisation :

Le but de ce diagramme est d'avoir une vision globale sur les interfaces du futur logiciel.

Ce diagramme est constitué d'un ensemble d'acteurs qui agissent sur des cas d'utilisation.

➤ Identification des acteurs

Les acteurs d'un système sont les entités externes à ce système qui interagissent avec lui. Suivant les besoins de notre système on peut présenter deux principaux acteurs. Il s'agit d'un responsable d'achat et le directeur général pour la société. La manière d'accéder aux services du logiciel pour l'un et pour l'autre est la même.

- **Le responsable d'achat** : c'est l'utilisateur principal du système. Cette unité extérieure interagit avec le système via une interface graphique. Son travail est de faire introduire dans le programme toutes les informations sur toutes les opérations effectuées dans la commission d'évaluation, notamment celles liées à la gestion des fournisseurs, la gestion des décideurs et la gestion des critères ainsi que les évaluations linguistiques et ensuite, il analyse les résultats obtenus.
- **Le directeur général** : il est considéré comme un super administrateur du service d'achat. Il contrôle toutes les opérations qui se passent dans la commission d'évaluation et vérifie leur conformité avec les données introduites dans le programme et enfin il analyse les résultats obtenus.

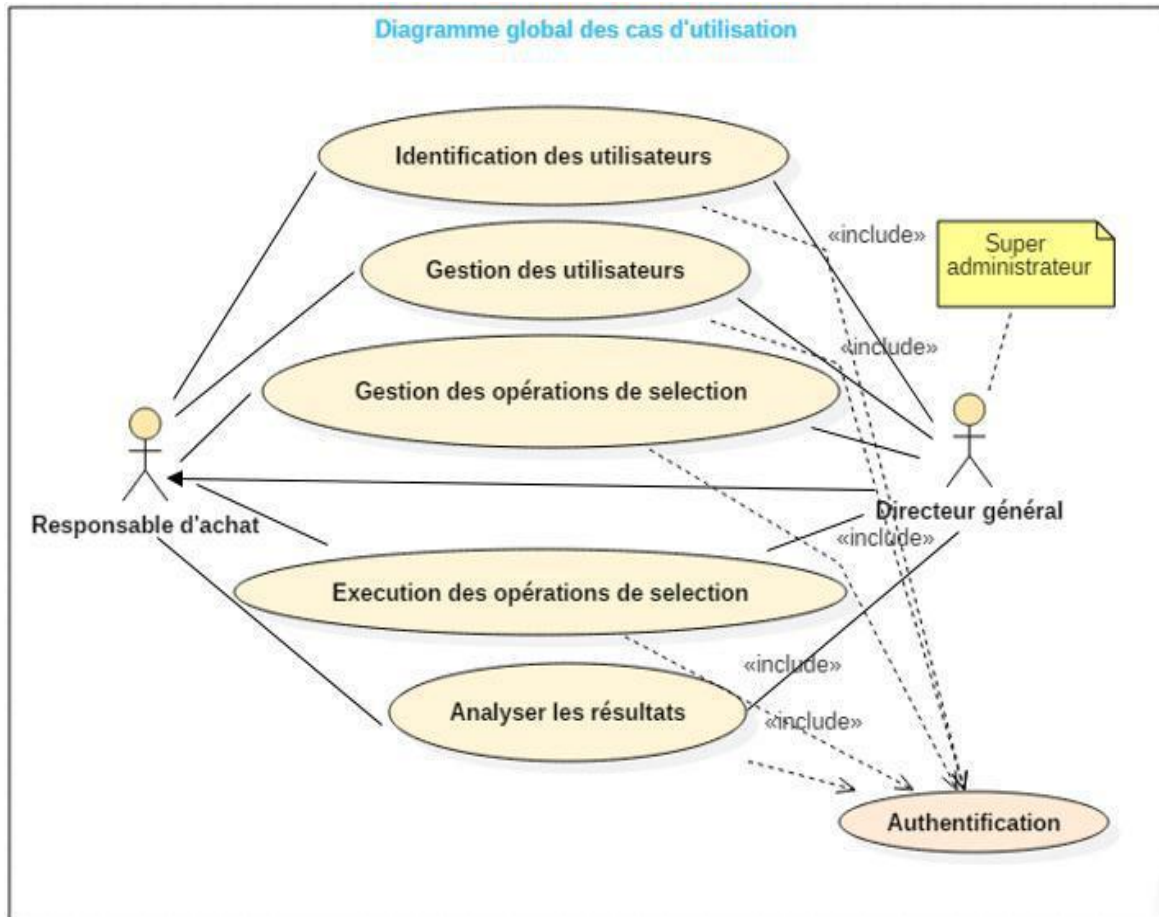


Figure 8 : Diagramme global des cas d'utilisation.

➤ **Gestion des fournisseurs**

Ce diagramme de cas d'utilisation (Figure 9) illustre les cas d'utilisation liés à la gestion des fournisseurs. Le responsable d'achat a la possibilité d'afficher la liste des fournisseurs avec toutes ses informations (Fournisseur id, nom d'entreprise, le téléphone, e-mail...), d'ajouter un nouveau alternatif, modifier ou supprimer un autre. Nous avons défini les deux types de relations de dépendance, la première se nomme « **extend** » et elle exprime la notion d'héritage entre le cas d'utilisation « gérer les fournisseurs » et les autres cas d'utilisation. La deuxième relation est appelée « **include** » et elle exprime la relation d'inclusion ou de dépendance entre le cas d'utilisation « gérer des fournisseurs » et le cas d'utilisation « authentification ». Cette dernière relation indique qu'aucune opération ne peut être effectuée qu'après une authentification de l'utilisateur au logiciel.

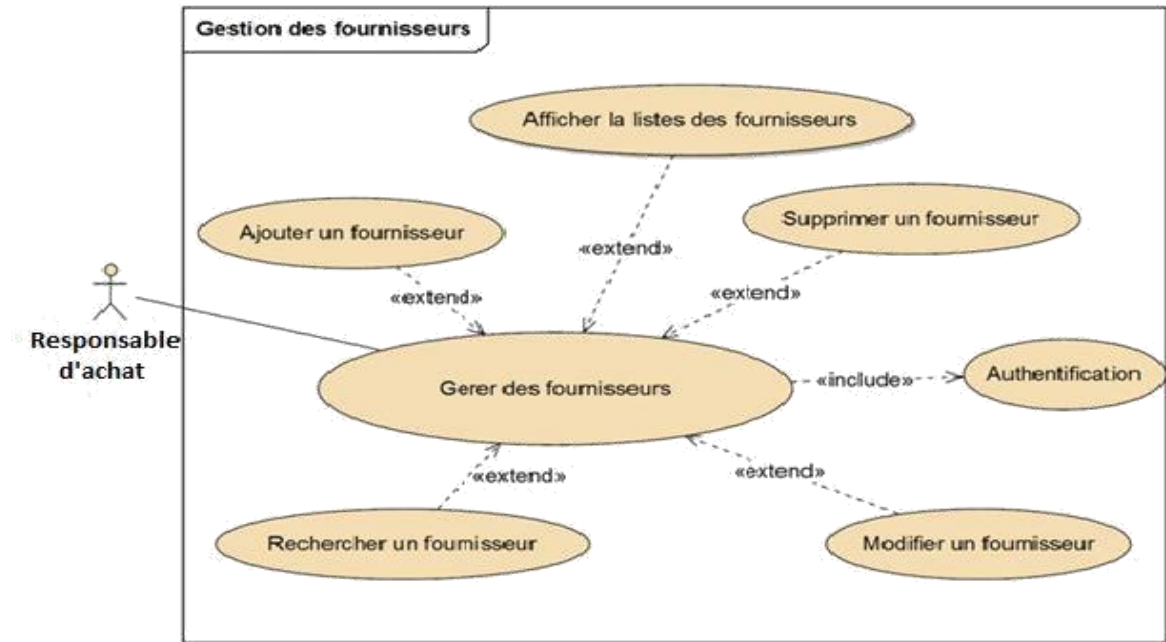


Figure 9 : Diagramme de cas d'utilisation « Gestion des fournisseurs ».

Cette richesse nous montre une vue globale du programme mais pour voir réellement la succession des actions des acteurs il nous faut un autre modèle (diagramme) qui nous détaille la séquence des opérations ce diagramme. Il s'agit du diagramme de séquences.

3.6.2 Diagramme de séquences :

Il s'agit d'une explication détaillée d'un cas d'utilisation. Les principales informations contenues dans un diagramme de séquences sont les messages échangés entre les lignes de vie, présentés dans un ordre chronologique.

➤ Responsable d'achat/Directeur général « Authentification »

La figure suivante représente le diagramme de séquences qui illustre le scénario d'authentification. Quand l'un des acteurs veut utiliser le système, il doit d'abord introduire son identifiant et son mot de passe. Si ces deux entrées sont correctes, le système affichera le menu principal du logiciel, sinon il affichera le message suivant : « Identifiant ou mot de passe incorrect ».

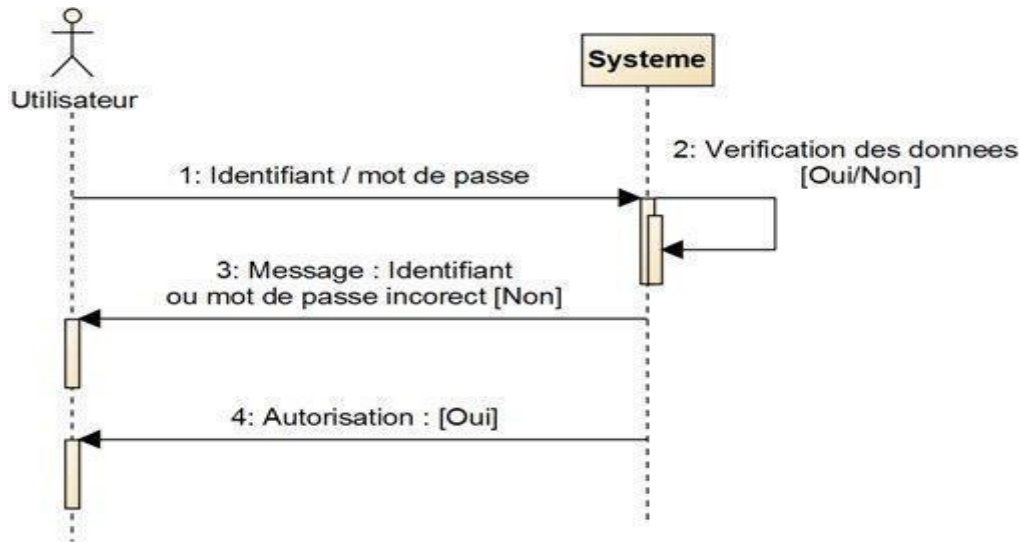


Figure 10 : Diagramme de séquence « Authentification ».

➤ **Responsable d'achat « Ajouter un fournisseur »**

Ce diagramme représente l'opération effectuée par le responsable d'achat dans le cas où le directeur général de l'entreprise décide d'effectuer des achats auprès des nouveaux fournisseurs.

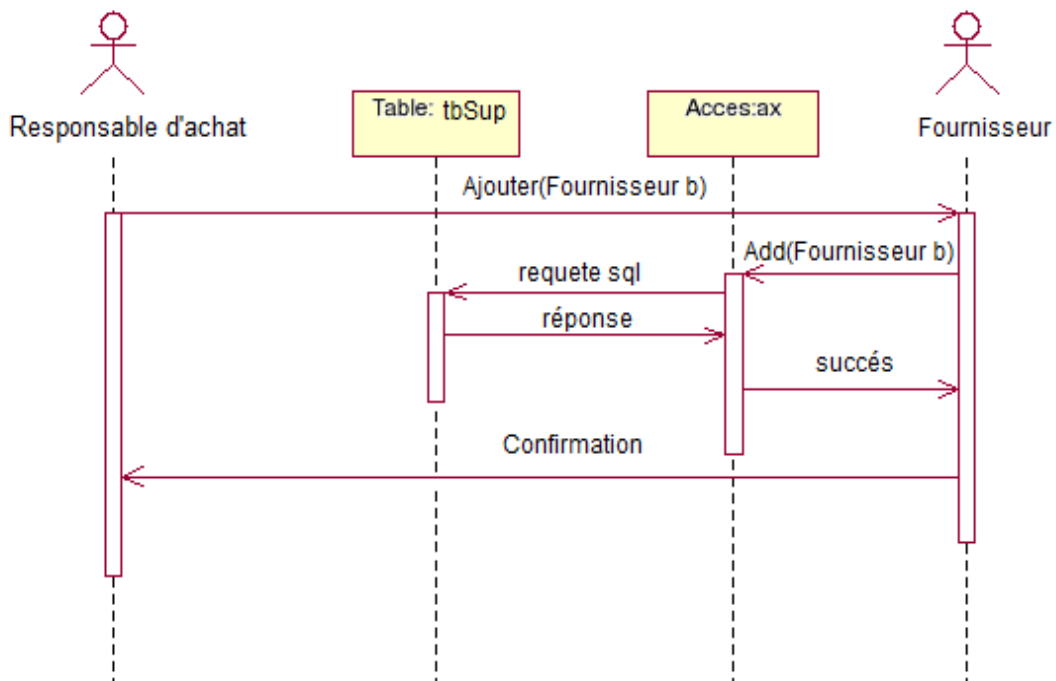


Figure 11 : Diagramme de séquence de l'ajout d'un fournisseur.

3.6.3 Diagramme de classe :

Ce modèle nous permet d'avoir une vue statique du programme. Il nous montre les relations entre les différentes entités (classes) composant notre logiciel. Il nous mène vers la solution finale. À partir de ce diagramme on retrouve les corps des différentes classes de notre logiciel.

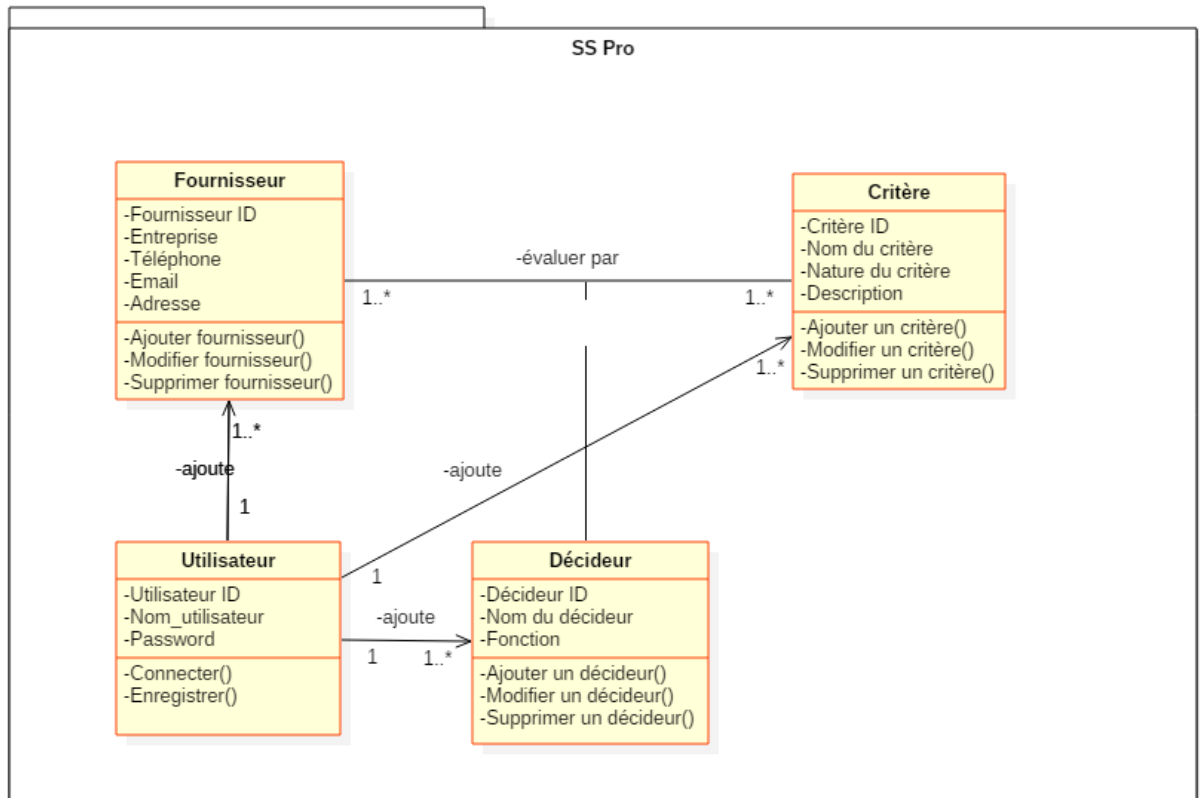


Figure 12 : Diagramme de classe du logiciel « SS Pro ».

3.7 Implémentation

3.7.1 Outils de développement

1) Outil de modélisation

Nous avons utilisé le logiciel « Star UML » pour modéliser notre programme. C'est un logiciel de modélisation UML, cédé comme open source par son éditeur, à la fin de son exploitation commerciale, sous une licence modifiée de « GNU GPL ». « Star UML » gère la plupart des diagrammes spécifiés dans la norme UML 2.0. [31]

IL permet d'aider les programmeurs, les concepteurs des systèmes informatiques, ou d'autres professionnels dans la création des diagrammes UML.

2) Outil de programmation

Pour l'implémentation du logiciel « SS Pro », nous avons utilisé l'atelier de génie logiciel NetBeans. C'est un environnement de développement intégré (IDE) pour Java, placé en open source par Sun en juin 2000 sous licence CDDL (Common Development and Distribution License). En plus de Java, NetBeans permet également de supporter différents autres langages, comme Python, C, C++, XML et HTML. Il comprend toutes les caractéristiques d'un IDE moderne (éditeur en couleur, projets multi-langage, refactoring, éditeur graphique d'interfaces et de pages web). [32]

3) Outil de traitement d'images

Comme tous systèmes cherchant à attirer les utilisateurs par leur interface graphique, nous avons utilisé « Adobe Illustrator » qui est l'un des outils les plus connues pour le traitement d'images. C'est un logiciel de création graphique vectorielle. Il fait partie de la gamme Adobe et peut être utilisé indépendamment ou en complément de Photoshop, il offre des outils de dessin vectoriel puissants. Les images vectorielles sont constituées de courbes générées par des formules mathématiques. L'un des outils principaux d'Illustrator étant « la plume » qui permet de tracer des courbes à l'aspect parfait grâce au placement de points d'ancrage et de tangentes qui vont en modifier la courbure. Un des avantages des images vectorielles est qu'elles sont indépendantes de la résolution, c'est-à-dire qu'elles ne perdent pas en qualité lorsqu'on les agrandit. Adapté aussi bien à la création de document papier qu'à celle d'illustrations pour Internet (logos, affiches, etc.) ce logiciel est orienté vers le marché professionnel, il intègre de nombreuses options propres à améliorer la productivité. [35]

4) Outil de la gestion de base de données

Une base de données permet d'enregistrer nos données de façon organisée et hiérarchisée. Pour créer notre base de données et ces tables qu'ils sont déjà modélisés dans notre diagramme de classe, nous avons dirigé vers l'utilisation de base données MySQL. Cette dernière est une base de données relationnelle libre qui a vu le jour en 1995 et très employée sur le Web, souvent en association avec PHP (langage) et Apache (serveur web). MySQL fonctionne indifféremment sur tous les systèmes d'exploitation (Windows, Linux,

Mac OS notamment). Le principe d'une base de données relationnelle est d'enregistrer les informations dans des tables, qui représentent des regroupements de données par sujets (table des clients, table des fournisseurs, table des produits, par exemple). Les tables sont reliées entre elles par des relations. [33]

Pour accéder à la base de données MySQL, nous avons utilisé le WAMP server comme un intermédiaire (WampServer est une plate-forme de développement Web sous Windows pour des applications Web dynamiques à l'aide du serveur Apache2, du langage de scripts PHP et d'une base de données MySQL. Il possède également PHPMyAdmin pour gérer plus facilement vos bases de données). [34]

Table	Action	Lignes	Type	Interclassement	Taille	Perte
criterions	Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	5	MyISAM	latin1_swedish_ci	2,4 kio	-
decisionmakers	Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	1	MyISAM	latin1_swedish_ci	2,1 kio	48 o
suppliers	Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	2	MyISAM	latin1_swedish_ci	2,3 kio	204 o
userdata	Parcourir Structure Rechercher Insérer Vider Supprimer	2	MyISAM	latin1_swedish_ci	2,1 kio	-

Figure 13 : Vue globale sur notre base de données

ID	Critereon	Nature	Description
81	Price	Cost	Unit price communicated by each supplier.
80	Quality	Benefit	Percentage of products that respect requirements i...
82	Environmental commitment	Benefit	Supplier profile percentage dedicated to environme...
83	Delivery time	Cost	Percentage of products delivered on the time gara...

Figure 14 : Vue sur la table des critères du choix

5) Outil de connexion entre la base de données et le programme

Pour la connexion entre le programme et la base de données, nous avons utilisé le JDBC (Java DataBase Connectivity). Ce dernier est une API (Application Programming Interface) Java disponible depuis la version 1.1 du JDK. Cette API est constituée d'un ensemble

d'interfaces et de classes qui permettent l'accès, à partir de programmes Java, à des données tabulaires (c.-à-d. triées sous forme de table ou de tableur). [36]

3.7.2 Présentation du logiciel développé :

Dans cette partie, nous présentons les principaux écrans du logiciel « SS Pro ».

1) Fenêtre d'authentification



Figure 15 : Fenêtre d'authentification.

Dans cette interface, le décideur doit saisir son nom d'utilisateur et son mot de passe pour accéder à la page principale. Ces informations (nom d'utilisateur et mot de passe) doivent figurer dans la base des données, sinon l'accès est impossible. Cette interface est une mesure de sécurité, elle est très nécessaire.

2) La fenêtre principale



Figure 16 : La fenêtre principale du logiciel « SS Pro ».

La fenêtre principale contient les différents boutons permettant d'accéder aux différents écrans du logiciel. Elle comprend cinq boutons principaux pour accéder aux fonctionnalités liées à la sélection des fournisseurs et deux autres pour afficher les informations concernant le logiciel et pour afficher le rapport d'évaluation.

3) Fenêtre : Gestion des fournisseurs

ID	Company Name	Phone/Mobile	E-mail	Adress
1	SARL Zaytoni	689752586	sarizaytoni@g...	Tlemcen-la zon...
2	SARL Juda	689752587	sarjuda@gmail...	Tlemcen-la zon...
3	Eurel Farid FO...	689752588	eurelfaridforsaf...	Tlemcen-Rue 1...

Figure 17 : Fenêtre de Gestion des alternatifs.

Cette fenêtre permet d'ajouter un nouveau fournisseur. Cette opération commence par saisir le nom d'entreprise, son téléphone, e-mail et son adresse. Aussi, elle permet de modifier les informations d'un fournisseur ou bien de le supprimer.

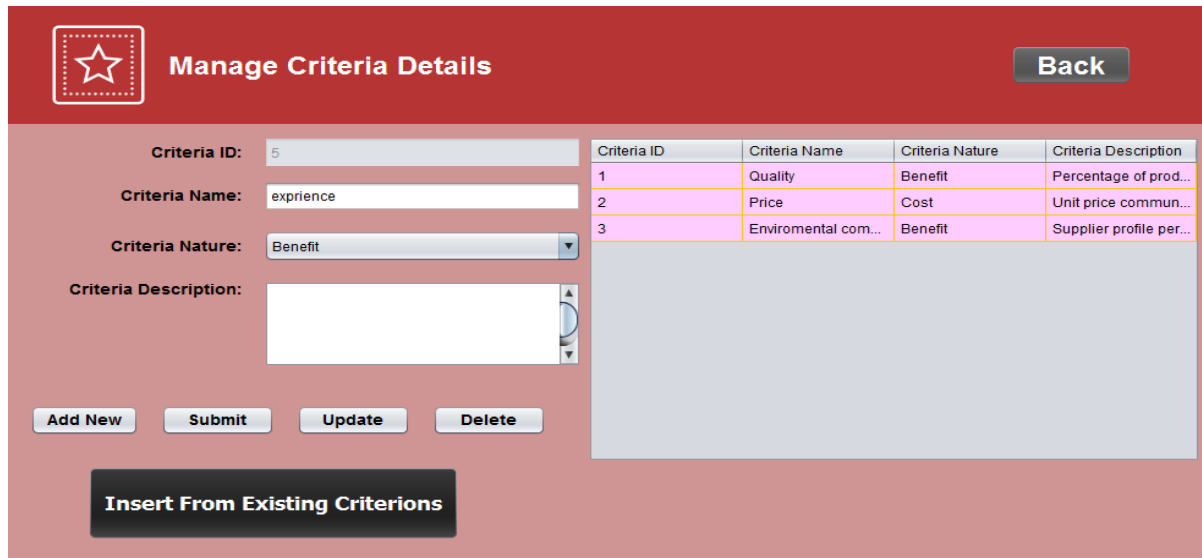
4) Fenêtre : Gestion des décideurs

ID	Full Name	Grade
1	Hani Said	Responsable d'achat
2	Said Ghanam	Directeur général
3	Karim Dahane	Ingénieur logistique

Figure 18 : Fenêtre de Gestion des décideurs.

Cette fenêtre permet d'ajouter un nouveau décideur. Cette opération commence par saisir le nom du décideur et son rôle au sein de l'entreprise. Aussi, elle permet de modifier les informations d'un décideur ou bien le supprimer.

5) Fenêtre : Gestion des critères du choix



The screenshot shows a web interface titled "Manage Criteria Details". On the left, there is a form with the following fields:

- Criteria ID: 5
- Criteria Name: experience
- Criteria Nature: Benefit (selected from a dropdown)
- Criteria Description: (empty text area)

Below the form are buttons for "Add New", "Submit", "Update", and "Delete". At the bottom left, there is a large button labeled "Insert From Existing Criteria". On the right, there is a table with the following data:

Criteria ID	Criteria Name	Criteria Nature	Criteria Description
1	Quality	Benefit	Percentage of prod...
2	Price	Cost	Unit price commun...
3	Enviromental com...	Benefit	Supplier profile per...

Figure 19 : Fenêtre -Gestion des critères du choix.

Cette fenêtre permet d'ajouter un nouveau critère. Cette opération commence par saisir le nom du critère, sa nature (bénéfique ou non) et sa description. Aussi, elle permet de modifier les informations d'un critère ou bien le supprimer.

6) Fenêtre : Critères du choix les plus répandus



The screenshot shows a window titled "Critères du choix les plus répandus" containing a table with the following data:

ID	Criteria Name	Criteria Nature	Description
1	Quality	Benefit	Percentage of products that respect requ...
2	Price	Cost	Unit price communicated by each suppli...
3	Enviromental com...	Benefit	Supplier profile percentage dedicated to ...
4	Delivery time	Cost	Percentage of products delivered on the t...
5	After sales service	Benefit	Response time for a service action after ...
6	Corrective mainte...	Benefit	The necessary measures defined and pl...

Below the table is an "Add" button.

Figure 20 : Fenêtre - Critères du choix les plus répandus

Cette interface contient les critères les plus répandus au sein de la sélection des fournisseurs comme le coût, la qualité et la date de livraison...etc. Si l'utilisateur veut travailler avec l'un de ces critères, il suffit de le sélectionner et presse le bouton « add » et il va introduire automatiquement avec les critères du choix.

7) Fenêtre : « Evaluate »

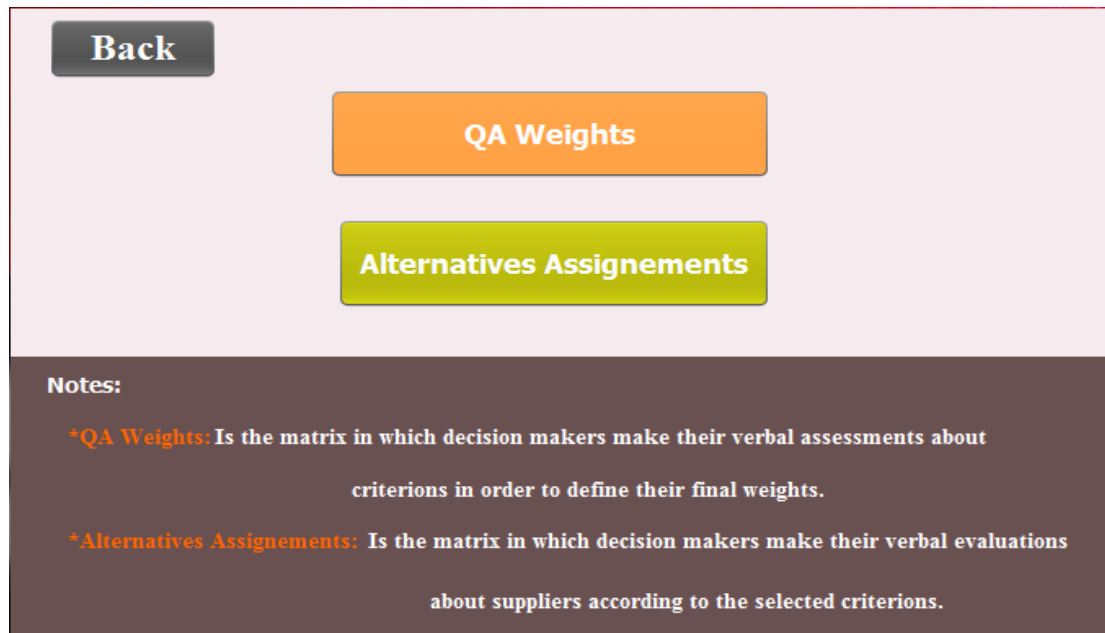


Figure 21 : Fenêtre du remplissage des matrices d'évaluation.

Cette fenêtre est juste une fenêtre d'accueil pour introduire au remplissage des matrices d'évaluations, une matrice pour déterminer les poids des critères de choix et l'autre pour assigner des évaluations aux alternatifs selon les critères choisis.

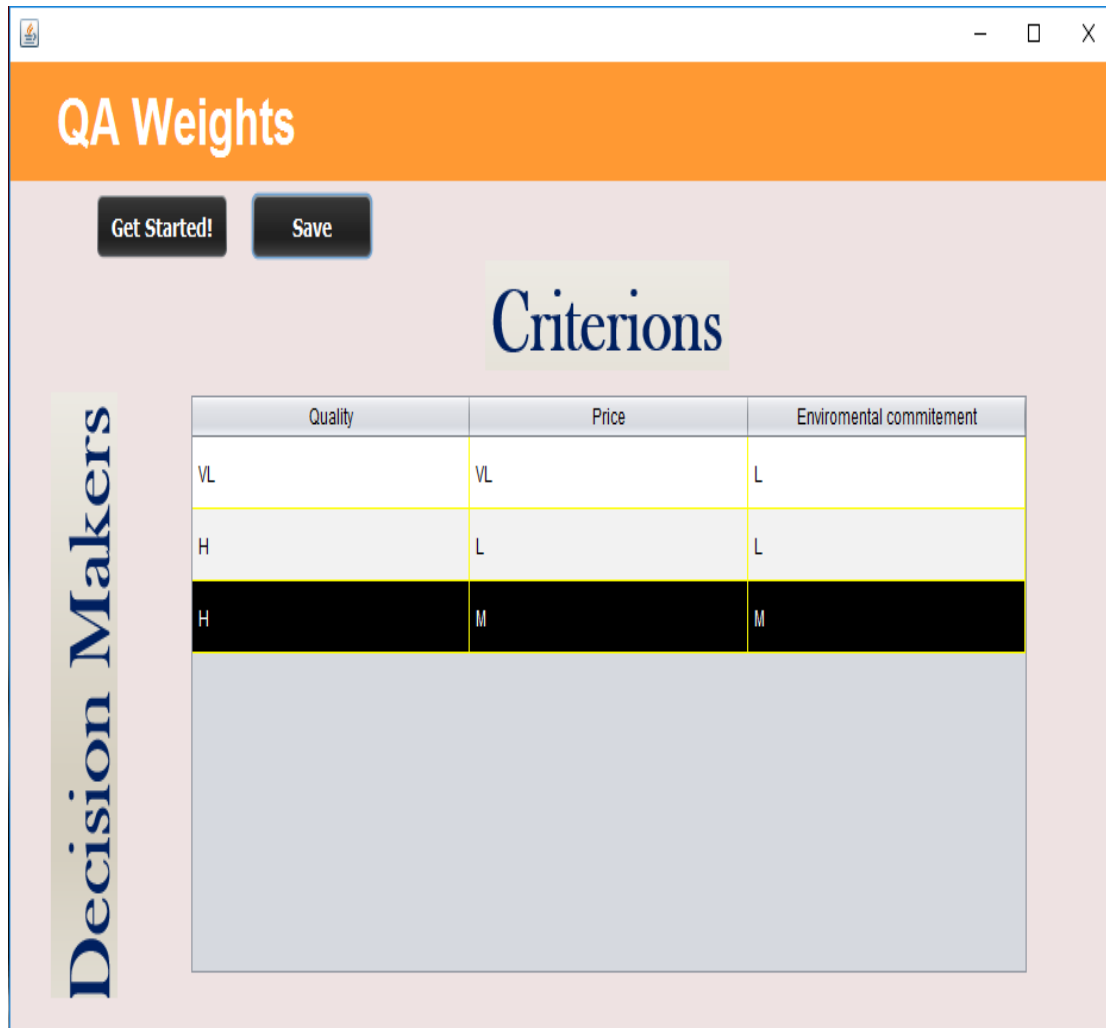


Figure 22 : Fenêtre du remplissage de matrice réservée pour la détermination des poids des critères du choix.

Quand l'utilisateur appuie sur le bouton «Get Started», le programme génère automatiquement une matrice avec un nombre de lignes du même nombre que celui des décideurs et avec un nombre des columens du même que celui des critères. Après que l'utilisateur remplit la matrice avec les évaluations linguistiques (voir le tableau 2, page 35), il faut appuyer sur le bouton « save » pour sauvegarder les valeurs.

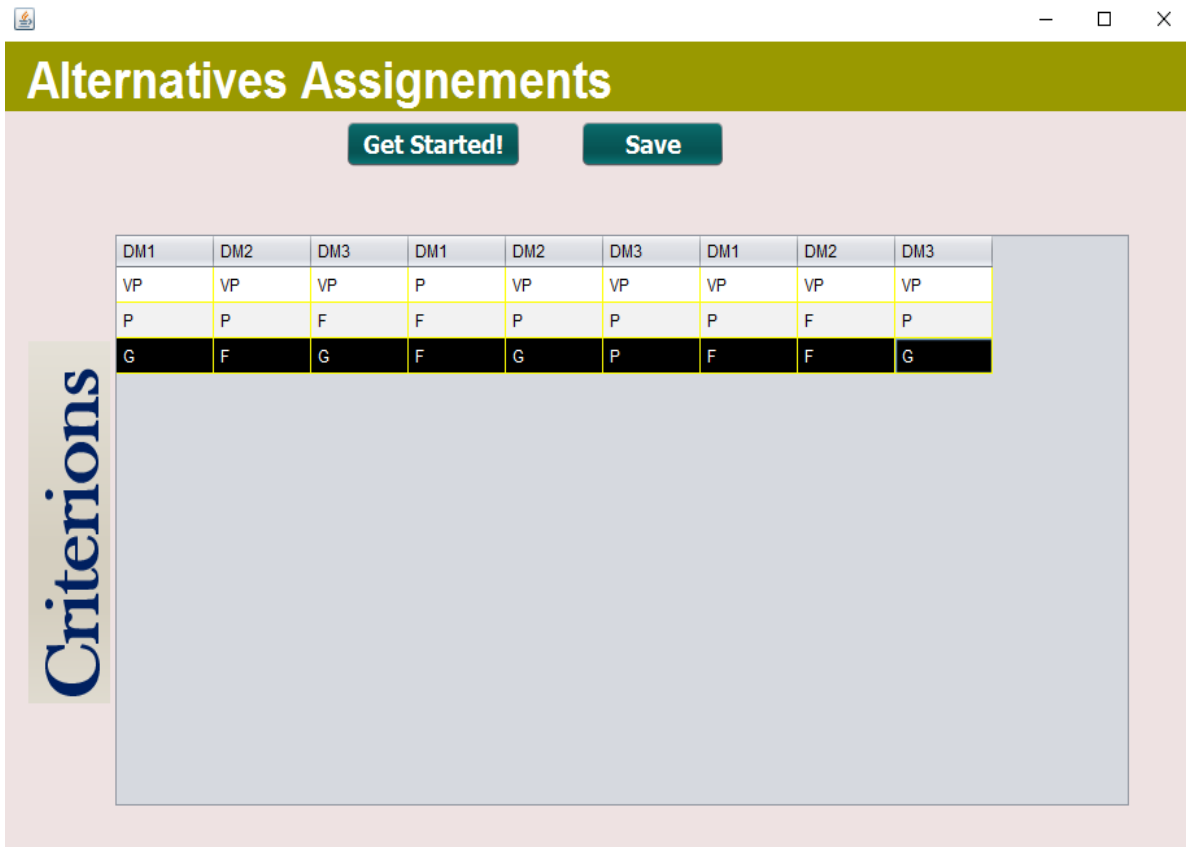


Figure 23 : Fenêtre du remplissage de matrice réservée pour la détermination des poids des alternatifs.

Quand l'utilisateur appuie sur le bouton « Get Started », le programme génère automatiquement une matrice avec un nombre de lignes du même nombre des critères et avec un nombre des colonnes égale au nombre des alternatifs produit du nombre des décideurs (chaque alternatif possède le même nombre des décideurs et chaque tournée des décideurs est équivalente à un alternatif). Après que l'utilisateur remplit la matrice avec les évaluations linguistiques (voir le tableau 2, page 35), il faut appuyer sur le bouton « save » pour sauvegarder les valeurs.

8) Fenêtre : Résultat d'évaluation

Les résultats générés du logiciel sont obtenus à l'aide de la méthode TOPSIS floue (voir le chapitre 2, page 37).

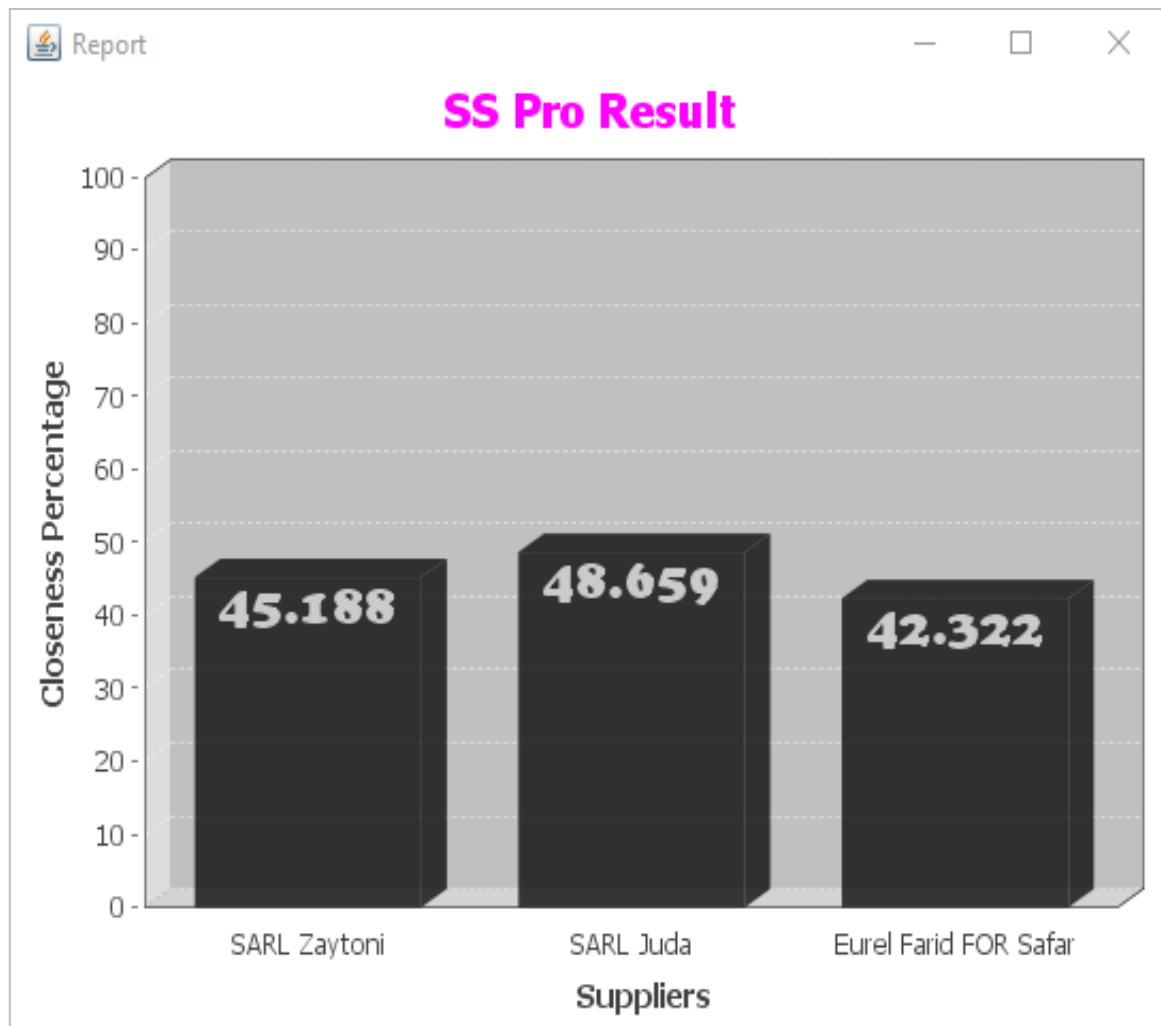


Figure 24 : Fenêtre du résultat de sélection de fournisseur

9) Un exemple sur un rapport d'évaluation

Le rapport d'évaluation se compose essentiellement du résultat de sélection des fournisseurs présenté dans un graphique à barres ainsi que les fournisseurs, les décideurs participés dans la sélection avec une date du rapport. Le rapport peut être enregistré ou imprimer.

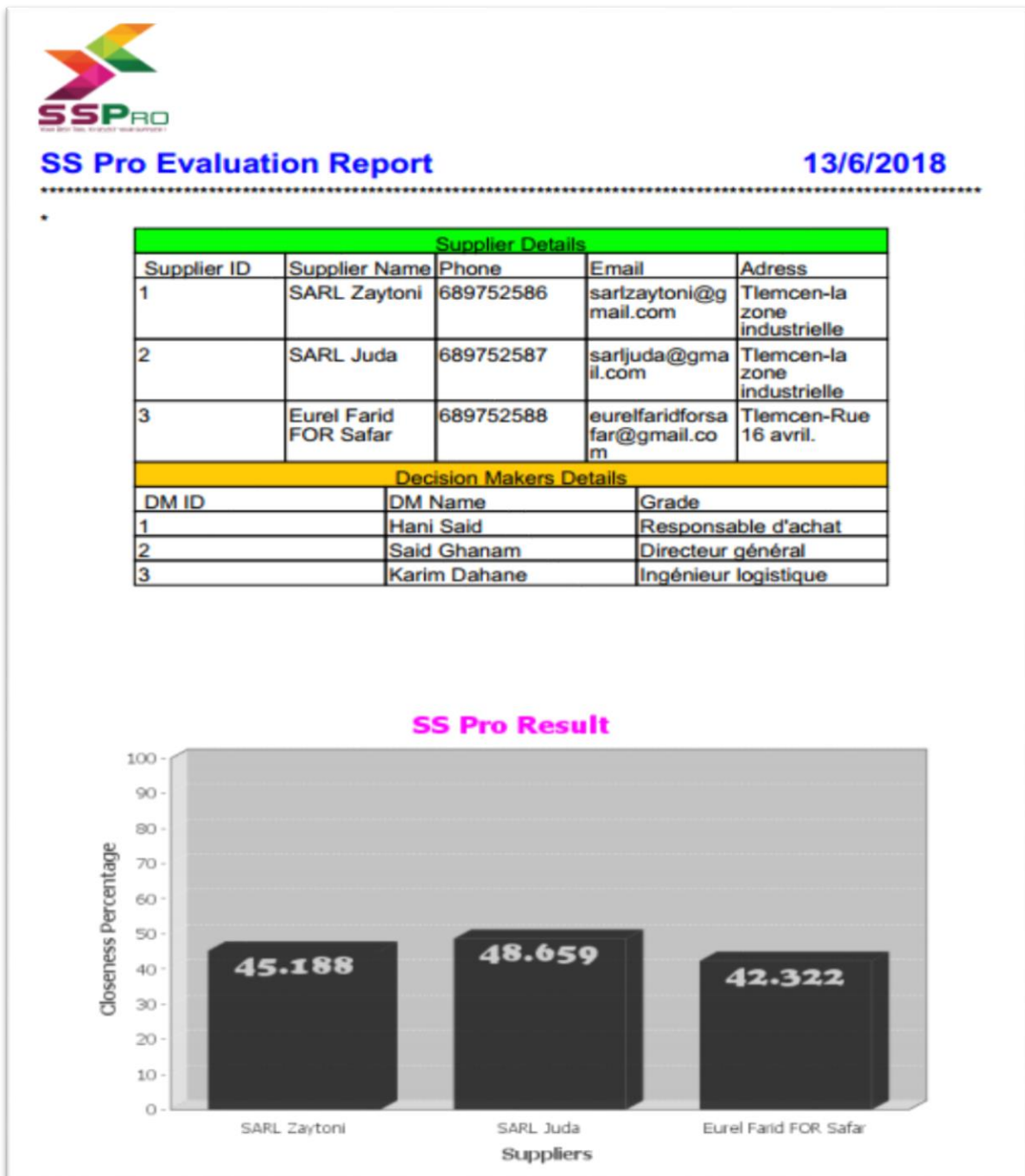


Figure 25 : Exemple sur un rapport d'évaluation.

3.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit l'aspect pratique de notre projet. Tout d'abord, nous avons présenté une description détaillée du logiciel « SS Pro ». Puis, nous avons listé l'ensemble diagrammes de la modélisation. Ensuite, nous avons listé les différents outils utilisés pour le développement du logiciel. Enfin, nous avons présenté les différentes interfaces de notre logiciel ainsi que leurs comportements. A travers cette réalisation, nous avons pu atteindre les objectifs fixés lors de la phase d'analyse des besoins à savoir, avoir un logiciel performant, réduire les taches manuelles qui nous permettraient de gagner en spatio-temporel ainsi que nous avons pu découvrir plusieurs outils informatiques. Lors du développement, nous avons essayé de fournir un ensemble d'interfaces intuitives et simples à utiliser.

*Conclusion et
perspectives*

Conclusion

L'évaluation et la sélection des fournisseurs sont des tâches fondamentales dans le processus de décision d'achat dans une chaîne logistique.

C'est dans ce sens que notre travail s'intéresse à donner des pistes d'amélioration de l'évaluation des fournisseurs par des techniques de la recherche opérationnelle, qui ont déjà fait leurs preuves théoriquement et pratiquement notamment, l'aide multicritères à la décision par le biais de la méthode TOPSIS floue (Fuzzy Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution).

Dans ce travail, nous sommes intéressés au développement d'un logiciel informatique pour la résolution de problème du choix des fournisseurs. Le logiciel réalisé « SS Pro » permet aux chefs des entreprises et les responsables d'achat de choisir les meilleurs fournisseurs parmi les alternatives existants. Ce logiciel se base sur les principes de la méthode TOPSIS floue. "SS Pro" est conçu et développé pour être très simple à utiliser et de fournir des résultats plus performants.

Dans le premier chapitre nous avons essayé de décrire le contexte général du sujet ; alors nous avons fourni une explication de conception et gestion d'une chaîne logistique. Ensuite, nous avons expliqué la fonction achat et logistique, et nous avons montré la relation entre eux. Dans le deuxième chapitre nous avons approfondi dans l'étude du problème principal à savoir, le problème de sélection des fournisseurs, par la présentation d'un état de l'art pour le problème. Ensuite, nous avons expliqué la procédure de sélection des fournisseurs et les différentes méthodes de résolution. Après la sélection de notre problématique principale, nous avons dirigé vers la présentation et la description de notre solution proposée . Enfin, nous avons rappelé par quelques concepts théoriques fondamentaux pour la réalisation de ce travail.

Dans le dernier chapitre, nous avons détaillé la phase de conception et de réalisation du logiciel « **SS Pro** » que nous avons proposé comme une solution. Ensuite, nous avons présenté les fenêtres du logiciel.

Les recherches et les études réalisées toute au long de ce projet de fin d'études, nous ont permis de consolider nos connaissances acquises le long de notre formation, mais aussi l'acquisition de nouvelles connaissances dans d'autres domaines variés comme : la modélisation UML, la programmation sous Netbeans et la gestion des bases données. Non seulement, les bénéfices ont été réalisés sur le plan technique mais aussi sur le plan social. L'intégration d'une équipe du travail a été une expérience qui marquera la période de réalisation du projet.

Perspectives

Comme perspectives, dans un premier temps, nous envisageons d'intégrer un historique des évaluations réalisées pour fournir une traçabilité des données. Aussi, nous ferons en sorte que logiciel soutienne d'autres théories importantes telles que AHP Flou, VIKOR floue et ANP floue. Plus tard, nous envisageons de développer le logiciel sous le plateforme Android.

Pour terminer, il est important de signaler que notre solution est générique et peut être adaptée à tout problème de choix ou sélection d'entités (fournisseurs, centre de distribution, usines, etc.), de technologies, de produits, etc. Toutefois, le passage d'une problématique à une autre nécessite un effort considérable d'analyse, de modélisation, de résolution et d'interprétation des résultats.

Références bibliographiques

- [1] Ganeshan, R. et Harrison, T.P. (1995). An introduction to supply chain management. Department of Management Science and Information Systems, 303.
- [2] Lee H.L. et Billington C., Material management in decentralized supply chain. Operations Research, 41(5), 1993.
- [3] Idris, IGOULALENE. (2014). Développement d'une approche floue multicritère d'aide à la coordination des décideurs pour la résolution des problèmes de sélection dans les chaînes logistiques. THESE DE DOCTORAT, 10.
- [4] Persson F, Olhager J. Performance Simulation of Supply Chain Designs. International Journal of Production Economics, Vol 77, pp. 231-245, 2002.
- [5] Mahmoudi J., Simulation et gestion des risques en planification distribuée de chaînes logistiques : Application au secteur de l'électronique et des télécommunications. Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et l'Espace, 2006.
- [6] Galasso F., Aide à la planification dans les chaînes logistiques en présence de demande flexible. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2007.
- [7] Huang G.Q., Lau J.S.K. et Mak K.L., The Impacts of Sharing Production Information on Supply Chain Dynamics: A Review of the Literature. International Journal of Production Research, 41(7): 1483-1517, 2003.
- [8] Galasso F., Aide à la planification dans les chaînes logistiques en présence de demande flexible. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2007.
- [9] François J., Planification des chaînes logistiques : Modélisation du système décisionnel et performance. Thèse de doctorat, Université Bordeaux 1, 2007.
- [10] Lambert D.M. et Cooper M.C., Issues in Supply Chain Management. Industrial Marketing Management, 29 : 65-83, 2000.
- [11] Mariem, Trojet. (2014). Planification d'une chaîne logistique : approche par satisfaction de contraintes dynamiques. THESE DE DOCTORAT, 38.
- [12] Thierry C., Thomas A. et Bel G. (2008). La simulation pour la gestion des chaînes logistiques, introduction. La simulation pour la gestion des chaînes logistiques. Edition Lavoisier, pp. 15-55.
- [13] Ballou R. H. (1999). Business Logistics Management. Prentice-Hall, Fourth edition.

- [14] Ding, H. (2004). Une approche d'optimisation basée sur la simulation pour la conception des chaînes logistiques : Application dans les industries automobile et textile. Rapport de thèse, université de Metz.
- [15] A, ZOUGGARI. (2011). Une approche couplant logique floue et capitalisation des connaissances pour la résolution du problème de choix des fournisseurs. THESE DE DOCTORAT, 21.
- [16] Article scientifique. A Simplified Description of Fuzzy TOPSIS, Balwinder Sodhi and Prabhakar T.V. Dept. of Computer Science and Engineering, IIT Kanpur, UP 208016 India {sodhi, tvp}@cse.iitk.ac.in
- [17] Article scientifique. A Simplified Description of Fuzzy TOPSIS, Balwinder Sodhi and Prabhakar T.V. Dept. of Computer Science and Engineering, IIT Kanpur, UP 208016 India {sodhi, tvp}@cse.iitk.ac.in
- [18] [Www.numelog.fr]
- [19] A, Moubarak. (2015). Le processus d'achat et approvisionnement. Mémoire de licence, Ecole supérieure de technologie de Fès.
- [20] <https://www.scribd.com/document/217201744/Definition-of-Supplier-Selection>. consulté le 15 mai 2018 à 13 :00.
- [21] Aicha Aguezoul, Pierre Ladet. Sélection et évaluation des fournisseurs : Critères et méthodes. Revue française de gestion industrielle, Paris-La-Défense : Association française de gestion industrielle ; Montrouge : Centrale des revues, 2006, 2, pp.5-27. <hal-00365301>
- [22] A, Moubarak. (2015). Le processus d'achat et approvisionnement. Mémoire de licence, Ecole supérieure de technologie de Fès.
- [23] T.L. Saaty, «Fundamentals of analytical process», University of Pittsburgh, Journal of Systems Science and Systems Engineering, 1999.
- [24] M.L. Ellram, «Total cost of ownership: An analysis approach for purchasing», International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 1995.
- [25] B. Vijaya Ramnath, C. Elanchezhian et Dr. R. Kesavan, «Vendor evaluation using multi criteria decision making», International Journal of Computer Applications, 2010.
- [26] G. Zhao et M.E. Bross, «Supplier selection process in emerging markets - The case study of volvo bus corporation in China», School of Economics and Commercial Law Göteborg University, 2004.

- [27] J. Telgen L. De Boer et L. Van Der Wegen, «Outranking methods in support of supplier selection», *European Journal of Purchasing and Supply Management* 1998.
- [28] Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), pp. 338-353.
- [29] Chen T. C. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making. *Fuzzy sets and systems*, 114(1) pp.1-9.
- [30] Article scientifique. A Simplified Description of Fuzzy TOPSIS, Balwinder Sodhi and Prabhakar T.V. Dept. of Computer Science and Engineering, IIT Kanpur, UP 208016 India {sodhi, tvp}@cse.iitk.ac.in
- [31] <https://fr.wikipedia.org/wiki/StarUML>. consulté le 2018/06/11 à 2:21 am.
- [32] <https://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=5346>. consulté le 2018-06-10 à 2:21 am.
- [33] <http://www.mosaique-info.fr/glossaire-web-referencement-infographie-multimedia-informatique/m-glossaire-informatique-et-multimedia/448-mysql-definition.html>. consulté le 2018/06/11 à 3:04 am.
- [34] <http://www.wampserver.com/>. consulté le 2018/06/11 3:11 am.
- [35] https://fr.wikipedia.org/wiki/Adobe_Illustrator. consulté le 2018/06/11 11:30 am.
- [36] <https://java.developpez.com/faq/jdbc?page=Generalites>. consulté le 2018/06/11 12:00 am.