



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Khider – BISKRA

Faculté des Sciences Exactes, des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'informatique

N° d'ordre :SIOD 18 /M2/2022

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de master académique en

Informatique

Parcours : Systèmes d'information, Optimisation et Décision (SIOD)

Localisation des centres de distribution par une méthode d'aide à la décision multi-critere

Par :

MERZOUGUI OUARDA

Soutenu le 27/06/2022 devant le jury composé de :

GUERROUF Faycel

MCB

Président

TOUIL Keltoum

MAA

Encadrant

CHIGHOUB Fouzia

MAA

Examinateur

Année universitaire 2021-2022

Remerciements

*Je tiens tout d'abord à remercier Dieu qui m'a donnée
courage et patience à réaliser ce modeste travail.*

*Je remercie mon encadreur madame Touil Keltoum pour
ses conseils et ses orientations*

Les jurys pour leurs efforts et leur soin apporté à notre travail.

Aux Enseignants de notre département d'informatique.

*Je remercie également mon mari, qui a été le principal soutien pour
moi dans mon parcours académique*

*Enfin, Je remercie également tous ceux qui m'ont soutenu et aidé à
la réalisation de ce modeste travail.*

DEDICACES

Je dédie ce travail

A mes parents, qui ont toujours étaient là pour m'encourager.

A mon marie Achour Miloudi et mes enfants : Chems, Amir et Imadeddine

A mes chères sœurs : fatima, Amel et Hannane

Je dédie aussi ce travail à Mes frères : Said, Ahmed, Youcef,

Hamza et fodel

et mes collègues et tous ceux qui

m'estiment.

Merzougui Ouarda

Résumé

Les méthodes d'aide à la décision multi-critère sont largement utilisées pour résoudre les problèmes de la sélection dans la plupart des domaines.

Elles aident les décideurs ayant différents intérêts à considérer tous les critères des problèmes en utilisant un processus décisionnel rationnel et efficace.

L'objectif de ce projet est l'utilisation de la méthode MAADM pour une décision multi-attribut et multi-acteur pour résoudre le problème de localisation des centres de distribution dans les organisations.

Mots Clés : système d'aide à la décision, aide à la décision multi-critère, multi-attribut, multi-acteur.

Abstract

Multi-criteria decision support methods are widely used to solve selection problems in most fields. They help decision-makers with different interests to consider all the criteria of the problem using a rational and effective decision-making process.

The objective of this project is the use of the MAADM method for a multi-attribute and multi-actor decision to solve the problem of location of distribution centers in organizations.

Keywords: decision support system, multi-criteria, multi-attribute, multi-actor decision support.

ملخص

تستخدم طرق دعم القرار متعددة المعايير على نطاق واسع لحل مشاكل الاختيار في معظم المجالات. إنها تساعد صانعي القرار ذوي الاهتمامات المختلفة على النظر في جميع معايير المشكلات باستخدام عملية صنع قرار عقلانية وفعالة. الهدف من هذا المشروع هو استخدام طريقة MAADM لقرار متعدد السمات والجهات الفاعلة المتعددة لحل مشكلة موقع مراكز التوزيع في المنظمات.

الكلمات الرئيسية: نظام دعم القرار ، متعدد المعايير ، متعدد السمات ، دعم القرار متعدد الفاعلين.

Table des matières

Listes des figures	VI
Listes des tables	VII
Introduction générale	1
Chapitre I : Décision et aide à la décision multicritère.	
I.1. Introduction	4
I.2. Décision et aide à la décision	4
I.2.1. La décision.....	4
I.2.2. Classement des approches d'aide à la décision.....	5
I.2.3. Processus de décision	6
I.3. Les systèmes d'aide à la décision (SAD).....	7
I.4. Aide à la décision multi-critère	8
I.4.1 Typologie des problématiques de décisionnelles	10
I.4.2. Processus d'aide à la décision multi-critère	11
I.5. Classification des méthodes d'aide à la décision multi-critère	11
I.5.1. Etude des méthodes d'aide à la décision multi-objectif	12
I.5.2. Etude des méthodes d'aide à la décision multiattribut	17
I.6. Conclusion	17
Chapitre II : Les Méthodes de sélection de la localisation des centres de distribution	
II.1. Introduction.....	19
II.2. Classification des méthodes de sélection de la localisation des centres de distribution.....	19
II.2.1. Méthodes d'aide à la décision multi-critère	19
II.2.2. Métaheuristiques pour l'aide à la décision multi-objectif.....	20
II.2.3. Méthodes d'optimisation combinatoire multi-objectif.....	20
II.3. Comparaison des méthodes existantes.....	21
II.4. Critères d'évaluation.....	21
II.4.1. Les critères qualitatifs.....	23
II.4.2. Les critères quantitatifs.....	24
II.5. Méthode d'aide à la décision multi- attribut et multi-acteur.....	24

II.5.1. La méthode ELECTRE I.....	24
II.5.2. L'algorithme de fonctionnement de la méthode MAADM.....	27
II.6. Conclusion.....	33
Chapitre III : Conception du système	
III.1. Introduction.....	35
III.2. La conception générale du système.....	36
III.2.1.La conception détailler du système.....	42
III.4. Conclusion.....	48
Chapitre IV : Implémentation	
IV.1. Introduction.....	50
IV.2. L'environnement matériel/logiciel.....	50
IV. 2.1. Matériel.....	50
IV. 2.2. Logiciel.....	50
IV. 2.2.1. Système d'exploitation utilisé.....	51
IV. 2.2.2. Langage de Programmation utilisé.....	51
IV. 2.2.3. L'environnement utilisé.....	52
IV.2.2.4. Les SGBDS utilisé.....	52
IV.3. L'implémentation.....	64
IV.4.Conclusion.....	64
Conclusion générale et perspectives.....	69
Bibliographie.....	70

Listes des figures

Figure I.1. Processus de décision multicritère.....	10
Figure I.2. Classification des problèmes d'aide à la décision.....	11
Figure II.1 Algorithme de fonctionnement d'Electre I.....	26
Figure II.2 L'algorithmme de fonctionnement de la méthode MAADM.....	32
Figure III.1 L'architecture de système.....	36
Figure III.2 Parametages.....	37
Figure III.3 Evaluation poid criteres.....	38
Figure III.4 Evaluation Importance alternatives.....	39
Figure III.5 Matrice Decision et le Test concordance et Test discordance.....	40
Figure III.6 Architecture du la problématique.....	42
Figure III.7 Diagramme de cas d'utilisation Vue Administrateur.....	43
Figure III.8 Diagramme de cas d'utilisation Vue Décideur.....	44
Figure III.9 Diagramme de classes.....	45
Figure III.10 L'évaluation des critères et des alternatives.....	46
Figure III.11 L'exécution du processus de sélection.....	47
Figure. IV.1 Environnement de développement.....	51
Figure. IV.2 Le SGBD.....	52
Figure. IV.3 Structure de la base.....	53
Figure IV.4 Login administrateur.....	58
Figure IV.5 Nouvel décision.....	58
Figure IV.6 Processus de décision.....	59
Figure IV.7 Résultat.....	60
Figure IV.8 Login décideur.....	61
Figure IV.9 Evaluer poids critères.....	61
Figure IV. 10 Evaluer notes alternatives.....	62
Figure IV.11 Consulter décision.....	62
Figure IV. 12 Modification mot de passe administrateur.....	63
Figure IV.13 Information général concernant l'application.....	63

Listes des tables

Table I.1: Typologie de problématiques décisionnelles.....	9
Table I.2 : Les avantages et les inconvénients des méthodes d'aide à la décision multi-attribut...	16
Table II.1: Comparaison entre les différentes familles des méthodes.....	21
Table III.1 Les critères d'évaluation.....	41
Table IV.1 Termes Linguistiques d'évaluation Poids Critères.....	62
Table IV.2 récapitule l'importance attribuée à chaque critère par décideur	62
Table IV.3. Matrice d'importance des critères d'évaluation (W)	63
Table IV.4 Termes Linguistiques d'évaluation Poids Notes d'alternatives	41
Table IV.5. Evaluations linguistiques des alternatives par décideur.....	64
Table IV.6 Matrice de décision (D).....	65
Table IV.7 les relations $J=(A_i, A_k)$	65
Table IV.8 les relations $J+(A_i, A_k)$	66
Table IV.9 les relations $J-(A_i, A_k)$	66
Table IV.10 la somme de poids $P+(A_i, A_k)$	66
Table IV.11 la somme de poids $P=(A_i, A_k)$	67
Table IV.12 la somme de poids $P-(A_i, A_k)$	67
Table IV.13: Résumé concernant les coefficients de concordance CI_{ik}	67
Table IV.14: Résumé concernant les coefficients de discordance DI_{ik}	68

Introduction générale

Contexte et problématique

Aujourd'hui, le trafic urbain devient de plus en plus dense. Ceci peut être expliqué, en partie, par l'énorme augmentation du transport routier des marchandises. Ce dernier représente environ 10% à 30% de la circulation routière mais aussi environ 40% de la pollution atmosphérique et sonore dans diverses villes. De ce fait, l'organisation de la circulation des marchandises est considérée comme l'un des problèmes stratégiques importants cherchant à mieux faire circuler les marchandises, et par conséquent, à améliorer voire optimiser le transport et la distribution des marchandises [20].

Concrètement, la circulation des marchandises s'appuie, essentiellement, sur des centres de distribution considérés comme des véritables pilotes du système de la logistique urbaine. En terme de conception des systèmes logistiques, un centre de distribution urbain est défini comme une plate forme de groupage/dégroupage des marchandises, généralement situé à quelques kilomètres du centre ville. Son objectif est la gestion du trafic des marchandises dans les zones denses. Aussi, il est considéré comme l'installation logistique liant l'usine à ses clients pour faciliter la circulation des marchandises. L'avantage principal d'un centre de distribution est la réduction du nombre de déplacements des véhicules et de kilomètres parcourus. Face à ces raisons, le choix d'une meilleure localisation des centres de distribution, sous divers critères (souvent conflictuels et contradictoires) paraît une nécessité majeure en logistique urbaine.

De ce fait, l'application de l'aide à la décision pour ce problème de localisation face à un ensemble de critères au sein des organisations, nécessite une synergie d'efforts de plusieurs décideurs ayant différents intérêts, compétences et expériences afin que chaque un d'eux mette à contribution son savoir faire. D'ailleurs, c'est grâce à cette synergie que les décideurs peuvent atteindre des résultats supérieurs à ceux qu'ils auraient pu réaliser individuellement.

C'est dans le contexte d'aide à la décision multicritère. Nous utilisons une méthode d'aide à la décision multicritère pour résoudre la problématique de sélection de la localisation des centres de distribution face à différents critères. D'une manière générale, prendre la décision de choisir une alternative parmi l'ensemble des alternatives potentielles par un groupe de décideurs en tient en considération les vues des différents décideurs dans un environnement certain.

Plan de la mémoire

La mémoire est structurée autour de quatre chapitres comme suit : Décision et aide à la décision multi-critère : notions et méthodes dans le premier chapitre nous présentons une étude de la littérature concernant les notions et les méthodes d'aide à la décision multi-critère. Aussi, nous citons les avantages et les inconvénients de certaines méthodes d'aide à la décision multi-attribut, dans le deuxième chapitre quelques méthodes et critères d'évaluation liés à la sélection de la localisation des centres de distribution, classification des méthodes existantes, un détail sur la méthode d'aide à la décision multi-attribut et multi-acteur (MAADM) pour résoudre le problème de sélection, un troisième chapitre conception de notre système SAD. Dans le quatrième chapitre détaille démonstration expérimentale et opérationnelle de notre SAD.

Nous terminons cette mémoire par une conclusion générale et des perspectives pour des travaux futurs .

Chapitre I

Décision et Aide à la Décision

Multi-critère

Sommaire :

I.1. Introduction	4
I.2. Décision et aide à la décision	4
I.2.1. La décision.....	4
I.2.2. Classement des approches d'aide à la décision.....	5
I.2.3. Processus de décision	6
I.3. Les systèmes d'aide à la décision (SAD).....	7
I.4. Aide à la décision multi-critère	8
I.4.1 Typologie des problématiques de décisionnelles	10
I.4.2. Processus d'aide à la décision multi-critère	11
I.5. Classification des méthodes d'aide à la décision multi-critère	11
I.5.1. Etude des méthodes d'aide à la décision multi-objectif	12
I.5.2. Etude des méthodes d'aide à la décision multiattribut	17
I.6. Conclusion	17

I.1 Introduction

Lorsqu' il s'agit d'un problème simple à résoudre la décision est prise par réflexion basée sur l'expérience du décideur, bien qu'il existe toute une démarche ou un processus décisionnel à suivre, donc la présence d'un modèle est nécessaire.

Un système d'aide à la décision est un système d'information qui supporte la prise de décision .Cet outil est utile pour les décideurs qui sont confrontés à des circonstances complexes, exigent des décisions fondées sur de nombreux objectifs qui se chevauchent sur de grandes superficies et sur un long horizon de temps.

I.2 Décision et aide à la décision

L'aide à la décision est généralement sollicitée par les industriels et les chercheurs dans le cas où ils sont confrontés à des problèmes complexes. Nous pouvons citer ici l'exemple des responsables d'une entreprise qui sont face à un problème de sélection de la localisation d'un nouveau centre de distribution parmi un ensemble de localisations potentielles.

I.2.1 la décision

On considère souvent la décision comme étant un individu isolé appliquant son choix parmi plusieurs alternatives sans donner une importance au modèle, procédure, méthode et suivi pour aboutir à un tel ou tel résultat.

La décision est le fait qu'un individu isolé (le décideur) exerce librement un choix entre plusieurs possibilités d'actions à un moment donné dans le temps. Sans nier toute pertinence à cette conception de la décision, il faut admettre qu'elle ne rend que très imparfaitement compte de la façon dont sont prises les décisions dans la plupart des organisations [1].

Dans la vue de plusieurs chercheurs, la décision est définie comme un choix entre plusieurs alternatives. Pour d'autres, la décision concerne aussi le processus de sélection de buts et d'alternatives [2].

I.2.2 Classement des approches de l'aide à la décision :

L'aide à la décision est une activité fondée sur des modèles d'évaluation représentant, de manière explicite ou formelle, la réalité. Dans la littérature, il existe plusieurs approches basées sur ces modèles on va citer trois modèles [3] :

Approche normative :

Etant donné les préférences du décideur, quelle décision est optimale ? Quelles règles devraient suivre ? Quels modèles de décision permettent de suivre ces règles ?

Approche descriptive :

Comment les décideurs réels se comportent-ils ? Comment utilisent-ils leurs préférences lorsqu'ils prennent une décision ? Comment construisent-ils un modèle tenant compte de ces observations ?

Approche perspective : Comment aider un décideur qui aspire à faire un choix rationnel malgré ses limitations cognitives ? Comment recueillir ses préférences ? Comment bâtir des recommandations pour qu'il prenne une décision conforme à ses points de vue ?

I.2.3 Processus de décision

Selon Roy le concept de décision est difficilement séparable de celui du processus de décision. Dans la littérature, il est défini comme étant un espace d'interaction, pouvant évoluer dans les points de vue, dans lequel tous les intervenants partagent des préoccupations qui sont parfois contradictoires [1]. L'existence d'un tel espace d'interaction est justifiée par la présence d'un objectif (préoccupation) final. Dans ce sens, Mammeri ajoute qu'un processus de décision est évolutif. Ceci suppose que la préoccupation finale peut l'être également. Le processus d'aide à la décision est élaboré par l'analyste et par au moins un intervenant (décideur) qui ont pour objectif de répondre, de manière formelle par le biais d'un modèle de décision, aux préoccupations correspondant à un problème posé [3]. Selon Tsoukiàs, ce modèle dépend d'une part des connaissances de l'analyste et d'autre part des connaissances et des informations fournies par le décideur [4]. Le processus d'aide à la décision se décompose, généralement, selon les quatre étapes suivantes [3] :

1. Représentation du problème :

Cette étape vise à identifier les décideurs et les analystes concernés par la décision, leurs rôles au sein du processus, les préoccupations de chaque décideur par rapport au problème posé, l'importance de chaque préoccupation ainsi que les éventuels liens entre elles.

2. Formulation du problème :

Au niveau de cette étape, le décideur va identifier l'ensemble des actions possibles ou l'objet de la décision. D'après Collette, une action désigne un objet, une décision, un candidat ou autre chose encore. C'est sur cette action que va s'opérer un traitement de sélection, du tri ou bien du classement [5]. Selon Tsoukiàs, trois types de traitement pouvant être effectués sur l'ensemble des alternatives [4] :

- chercher uniquement à définir l'ensemble des alternatives de manière formelle sans évaluation.
- construire un modèle pour décrire un sous-ensemble d'alternatives dans un ensemble de points de vue dans le cas d'une approche descriptive.

- partitionner l'ensemble des alternatives selon la problématique à traiter (la sélection, le tri, le rangement ou bien la description).

3. Construction du modèle d'évaluation :

Lors de cette troisième étape, le décideur cherche à construire le modèle d'évaluation sur lequel il va se baser pour répondre au problème identifié et construire sa recommandation.

4. Construction de la recommandation finale :

Bien que la méthode d'évaluation puisse fournir un résultat cohérent avec le modèle d'évaluation, cela ne veut pas dire qu'il l'est avec les préoccupations des décideurs. Ceci oblige, avant de fournir une telle recommandation, de faire appel à l'analyste afin de s'assurer, via une analyse de sensibilité, que le résultat fourni n'est pas trop sensible à des variations jugées non significatives des données utilisées pour la construction du modèle d'évaluation, ensuite interpréter le résultat en prenant en considération des hypothèses sur les données, le modèle d'évaluation et l'évolution du processus de décision. Kamissoko distingue trois catégories du processus d'aide à la décision selon la succession des phases de décision,

- Processus de décision linéaire : ce processus se base sur des étapes séquentielles.
- Processus de décision cyclique : ce processus est présenté sous forme de cycle. Dans ce processus, il est possible de revenir à la phase précédente.
- Processus de décision mixte : ce processus est une combinaison du processus de décision linéaire et cyclique[6].

I.3 Les systèmes d'aide à la décision (SAD)

En raison de la complexité et de l'importance des conséquences engendrées par une décision, il faut déterminer des informations pertinentes pour garantir une meilleure prise de décision tout en minimisant les coûts d'erreurs, et en suivant une stratégie de changement de l'environnement qui nous entoure. L'utilisation des systèmes d'aide à la décision (SAD), permet d'évaluer de telles situations relativement à diverses alternatives et leurs impacts [7].

Les SAD constituent des solutions très adaptées et très avancées dans ce domaine. Ces derniers permettent au décideur d'améliorer sa capacité de prise de décision en tenant compte des différentes contraintes [2].

Le concept de système d'aide à la décision (DSS, *Décision Support System*) est extrêmement vaste et ses définitions dépendent du point de vue de l'auteur. Un DSS peut prendre de nombreuses formes et peut s'utiliser de diverses manières. Certains définissent un DSS d'une façon générale comme étant Un système informatique qui facilite le processus de prise de décision [8]. D'une manière plus précise, d'autres définissent un DSS comme étant , Un

ystème d'information informatique, interactif, flexible et adaptable, spécialement développé pour aider à trouver une solution à un problème de gestion non structuré, en vue d'une meilleure prise de décision. Il utilise des données, offre une interface conviviale et permet au décideur d'apporter ses propres idées [9].

I.4 Aide à la décision multi-critère

L'aide à la décision multi-critère est une analyse ayant pour but d'explicitier une famille cohérente de critères permettant d'appréhender les différentes conséquences d'une alternative, d'après [10]. On peut dire aussi que l'aide à la décision multi-critère vise à fournir à un décideur des outils lui permettant de progresser dans la résolution du problème de décision où plusieurs points de vue, souvent contradictoires, doivent être pris en compte [11]. Pohekar ajoutent que l'aide multi-critère à la décision est développée pour traiter différentes problématiques de décision (choix, tri, description et rangement) tout en tenant compte d'un ensemble de critères (attributs), souvent conflictuels et non commensurables et cherchant à modéliser au mieux les préférences et les valeurs du ou des décideurs [12]. Selon [3], un critère est défini comme une dimension ou plus généralement une agrégation de dimensions traduisant un même point de vue et permettant d'évaluer l'ensemble des alternatives sur ce point de vue. [13] ajoutent qu'un critère est une fonction sur l'ensemble des alternatives qui prend ses valeurs dans un ensemble totalement ordonné et qui représente les préférences de l'utilisateur selon un point de vue. Dans le cas d'une décision multi-critère, l'objet de la décision fait référence à un ensemble d'alternatives. [14]

En général, dans l'aide à la décision multi-critère, il n'existe pas une décision qui soit la meilleure, simultanément, pour tous les points de vue, autrement dit pour tous les critères. Le mot « optimisation » n'a donc plus de sens dans un contexte multi-critère. Contrairement aux techniques classiques de la Recherche Opérationnelle, les méthodes multi-critère ne fournissent pas de solutions « objectivement les meilleures » [13].

I.4.1 La typologie des problématiques décisionnelles

Les problématiques de décision peuvent être perçues comme étant une orientation de l'investigation que nous adoptée pour un problème donné. Selon Roy quatre problématiques : la problématique du choix, du tri, du rangement et de prescription [15]. La table I.1 illustre les différents types de problèmes décisionnels.

I.4.1.1 Problématique du choix ($P\alpha$)

	Procédure d'investigation	Prescription	Objectif	Résultat
--	----------------------------------	---------------------	-----------------	-----------------

Cette problématique consiste à sélectionner un sous ensemble aussi restreint que possible de l'ensemble des alternatives. Ce sous ensemble contient les meilleures alternatives et les alternatives qui sont équivalentes ou incomparables entre elles. La procédure de sélection utilisée consiste donc à éliminer les mauvaises alternatives [16]. L'idéal est d'obtenir une seule et meilleure alternative. Mais à cause de la nature conflictuelle des critères, il est préférable de fournir au décideur quelques alternatives qui représentent différentes variantes de la meilleure alternative [17].

I.4.1.2 Problématique du tri ($P\beta$)

Elle consiste à affecter chaque alternative à une catégorie jugée appropriée parmi un ensemble de catégories prédéfinies.

I.4.1.3 Problématique du rangement ($P\gamma$)

Cette problématique vise à ranger l'ensemble d'alternatives lorsqu'elles sont à différencier selon leur intérêt relatif en allant de la meilleure alternative à la moins bonne.

I.4.1.4 Problématique de description ($P\sigma$)

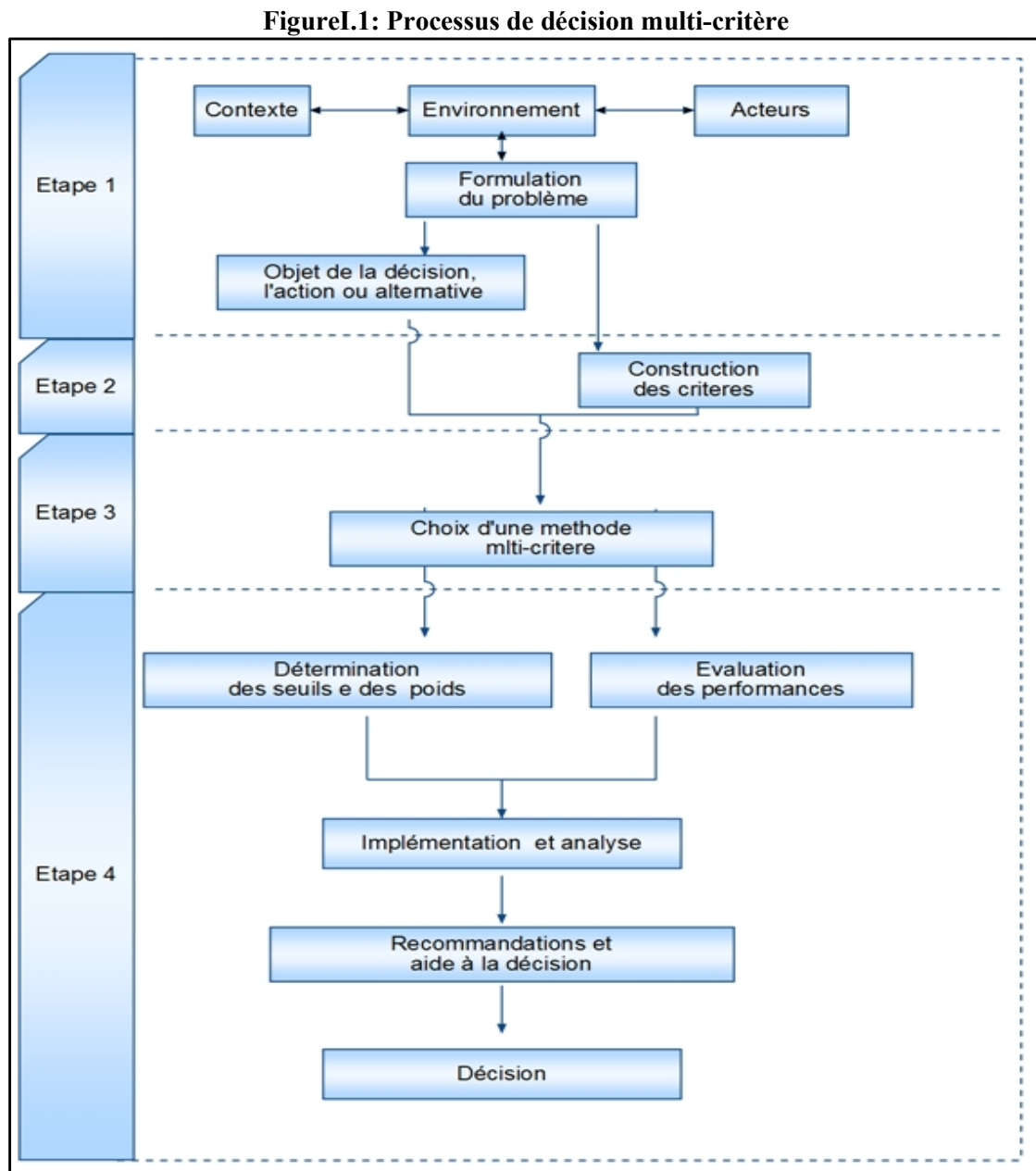
Cette problématique consiste à décrire les alternatives et leurs conséquences et non pas à les prescrire comme c'est le cas avec les trois autres problématiques précédentes. La procédure d'investigation est alors cognitive [14].

<i>Pα</i>	Sélection	Sous-ensemble d'alternatives	Sélectionner un sous-ensemble, contenant les meilleures alternatives, aussi restreint que possible en vue d'un choix final d'une seule action	Un choix ou une procédure de sélection
<i>Pβ</i>	Segmentation	Partition d'alternative	Affecter chaque alternative à une et une seule des catégories. Ces dernières sont définies selon de normes ayant trait à la suite à donner aux alternatives qu'elles sont destinées à recevoir	Un tri ou une procédure d'affectation
<i>Pγ</i>	Classement	Ordre partiel sur l'ensemble des alternatives	Ranger les alternatives en les regroupant toutes ou en partie (les plus satisfaisantes) des alternatives en classes d'équivalence. Ces classes sont ordonnées, de façon complète ou partielle, conformément aux préférences	Un rangement ou une procédure de classement
<i>Pδ</i>	Cognitive	Aucune prescription	Décrire les alternatives et leurs conséquences dans un langage approprié	Une description ou une procédure cognitive

Table I.1: Typologie de problématiques décisionnelles.

I.4.2 Processus d'aide à la décision multi-critère

La figure I.1 présente le processus d'aide à la décision multi-critère, ce dernier compose de quatre étapes fondamentales qui sont les suivantes [18] :



Etape 1 définition du problème et de l'objet de la décision : La définition du problème repose sur la définition de la nature du problème à traiter en le formulant soit en une problématique du

choix, du tri, du rangement ou bien de description. Pour la détermination de l'objet de la décision, cela consiste à identifier les alternatives potentielles sur lesquelles va porter la décision.

Etape2 analyse des conséquences et détermination des critères : Lors de cette étape, il faut identifier et mesurer les conséquences des alternatives. Une alternative A, le plus souvent, engendre plusieurs conséquences en fonction d'un critère donné. Pour la construction des critères, il s'agit d'identifier les enjeux et la nature des conséquences possibles sur les alternatives potentielles. Ces critères nécessitent une évaluation de la contribution et l'influence de chaque critère dans la décision finale. Ceci est traduit par la pondération des critères.

Etape3 choix d'une méthode d'aide à la décision multi-critère : Le choix d'une méthode d'aide à la décision multi-critère dépend du type du problème posé.

Etape4 performance des alternatives : Quand l'analyse des conséquences des alternatives potentielles est basée sur plusieurs critères, c'est l'analyse multi-critère qui donne une réponse au problème posé par l'utilisation par exemple du seuil de préférence, d'indifférence et de veto dans certaines méthodes.

I.5 Classification des méthodes d'aide à la décision multi-critère

L'aide à la décision multi-critère est une combinaison de deux familles d'aide à la décision, notamment l'aide à la décision multi-attribut et l'aide à la décision multi-objectif[19]. Cette classification est présentée dans la figure I.2.

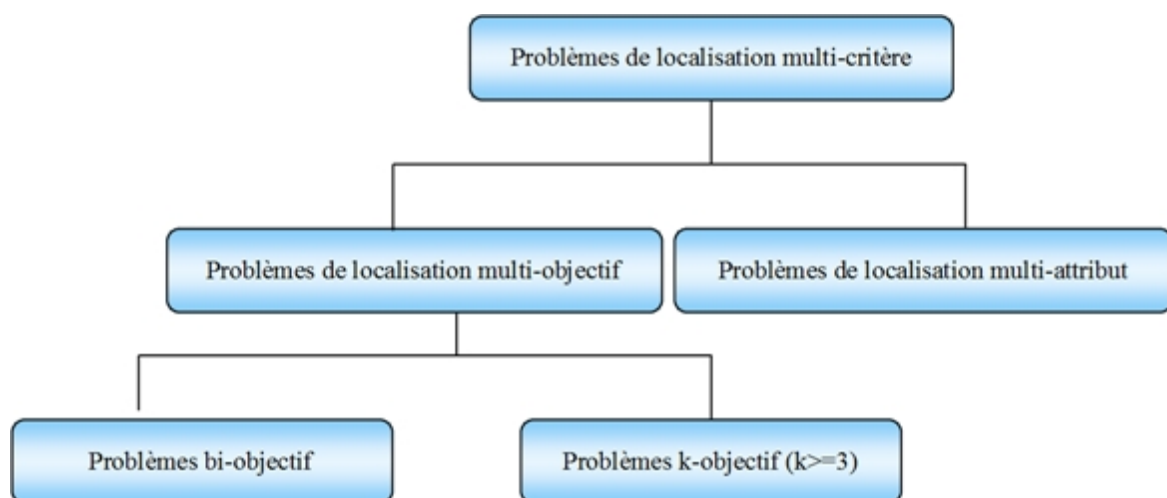


Figure I.2: Classification des problèmes d'aide à la décision multi-critère

I.5.1 Etude des méthodes d'aide à la décision multi-objectif

Les méthodes d'aide à la décision multi-objectif visent à trouver la meilleure alternative en considérant les différentes interactions entre les contraintes du problème posé. Cette alternative est celle qui satisfait aux mieux l'ensemble des objectifs. Les méthodes appartenant à cette famille d'aide à la décision multi objectif ont diverses caractéristiques dont les caractéristiques communes entre elles sont les suivantes : un ensemble d'objectifs quantifiables et un ensemble de contraintes bien définies. Les méthodes proposées pour résoudre les problèmes d'aide à la décision multi objectif sont nombreuses dans la littérature. A titre d'exemple, nous citons le Goal programming, la méthode Lexicographique, les métriques L-P, la méthode de Geoffrion, le Goal programming STEM et la méthode de recherche adaptative [20].

I.5.2 Etude des méthodes d'aide à la décision multi-attribut

Dans cette famille de méthodes, habituellement, le problème à traiter comporte un nombre limité d'alternatifs prés déterminés. Ces alternatives satisfont chaque objectif à un niveau déterminé. Le décideur choisit la ou les meilleures solutions parmi toutes les alternatives en fonction de la priorité de chaque objectif et de l'interaction entre celles-ci. Il existe plusieurs méthodes pour résoudre les problèmes d'aide à la décision multi-attribut. Nous présentons les particularités des méthodes suivantes : le Processus d'Analyse Hiérarchique (AHP), la Technique pour l'Ordre de Préférence par similarité de Solution Idéale (TOPSIS) et les méthodes de sur classement y compris la Préférence Ranking Organisation METHod for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) et l'ELimination Et Choix Traduisant la Réalité(ELECTRE) [20].

I.5.2.1 Processus d'Analyse Hiérarchique (AHP)

La méthode AHP est développée par Saaty, 1980. Cette méthode tient son avantage de sa similitude au raisonnement de l'être humain, notamment la décomposition, le jugement et la synthèse. Elle se différencie par sa capacité à gérer différentes classes de critères qualitatifs et quantitatifs. L'application de cette méthode se fait à deux niveaux : la structure hiérarchique et l'évaluation. L'inconvénient de cette méthode est l'instabilité du classement des différentes alternatives dans le cas où le problème à traiter contient un grand nombre d'alternatives [20].

I.5.2.2 Technique pour l'Ordre de Préférence par similarité de Solution Idéale (TOPSIS)

La méthode TOPSIS est proposée par Yoon et Hwang, 1981. L'objectif de cette méthode est de choisir une alternative, parmi un ensemble d'alternatives, qui a d'une part, la plus courte distance à l'alternative idéale (la meilleure alternative sur tous les critères), et d'autre part, qui a la plus grande distance à l'alternative négative idéale (celle qui dégrade tous les critères). Pour cela, la méthode TOPSIS vise, dans un premier temps, à réduire le nombre de scénarios de désambiguïsation en écartant les scénarios dominés et, en deuxième temps, à classer les scénarios efficaces selon leurs scores globaux calculés [20].

I.5.2.3 Méthodes de surclassement

L'intérêt des méthodes de surclassement est d'assurer la comparaison des alternatives par paires au moyen d'une relation de surclassement S . Nous rappelons la définition de Roy soulignant qu'une alternative a surclasse une alternative b (aSb) si, étant donné de ce que l'on sait des préférences du décideur, de la qualité des évaluations et de la nature du problème, il y a suffisamment d'arguments pour admettre que a est au moins aussi bonne que b et qu'il n'y a pas d'arguments importants prétendant le contraire (vétos). Cette relation de surclassement est exploitée dans le but de répondre aux différentes problématiques notamment le choix, le tri, le rangement et la description [13]. Du point de vue pratique, l'avantage de ces méthodes de surclassement est qu'elles nécessitent une information moins riche et des hypothèses moins restrictives [3] :

- les critères ne sont pas totalement compensatoires,
- la transitivité des préférences n'est pas imposée,
- l'hétérogénéité des échelles n'est pas un problème lors de l'agrégation des critères,
- l'incomparabilité, l'hésitation et l'indétermination sont prises en compte.

Cela permet de prendre en considération en plus de celles de préférence et d'indifférence, la situation d'incomparabilité aRb et de préférence faible aQb , le modèle de surclassement peut s'appuyer à la fois sur l'information qualitative et quantitative. Parmi les méthodes de surclassement, il existe deux grandes familles de méthodes : l'Élimination Et Choix Traduisant la Réalité (ELECTRE) et la Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations (PROMETHEE) avec ses différentes versions.

➤ **Les méthodes d'Élimination Et Choix Traduisant la Réalité**

Pour les méthodes ELECTRE, le surclassement de a sur b (aSb) (a et b sont deux alternatives) repose sur deux principes, en particulier, la concordance et la discordance.

(a) La concordance

Ce principe assure l'obligation qu'une majorité suffisante de critères, représentés par leurs poids, soient en faveur de l'affirmation a et b .

L'importance de la coalition de critères qui sont en faveur de l'affirmation en question est représentée par un indice de concordance [1].

(b) La discordance

Après l'application de la condition de concordance, le principe de discordance fonctionne comme un veto dans une sélection. Ce principe assure le respect des minorités, où il ne faut pas qu'il y ait un critère qui s'oppose fortement au surclassement de a sur b . Cela signifie qu'il ne doit pas exister de critère où l'avantage de b sur a contredit fortement l'affirmation aSb . Dans ce principe, il existe un indice de discordance. Celui-ci indique l'existence d'un critère émettant un veto sur l'affirmation [15].

La méthode ELECTRE I

La méthode ELECTRE I est développée pour traiter le problème du choix ($P\alpha$). Le but est d'obtenir comme résultat un choix ou une procédure de sélection selon un groupe de critères, précisément vrais-critères, dont le pouvoir discriminant est caractérisé par la relation de préférence stricte ou d'indifférence (sans seuil). Pour atteindre cet objectif, la méthode ELECTRE I vise à sélectionner un sous ensemble d'alternatives contenant les bonnes alternatives, y compris certainement le meilleur compromis cherché qui sera choisi par le décideur [10].

➤ **Les méthodes de PreferenceRanking Organisation METHod for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)**

PROMETHEE I

La méthode PROMETHEE I vise à utiliser une relation de surclassement évaluée afin de construire un pré ordre partiel des alternatives. L'objectif est de trouver une solution au problème du choix ($P\alpha$). Cette méthode n'assure pas forcément le classement de toutes les alternatives. Par conséquent, certaines alternatives peuvent rester incomparables. Cela peut être très utile pour la prise de décision du point de vue pré ordre partiel qui peut contenir plus d'informations. PROMETHEE I s'applique au cas où les critères sont des pseudo-critères et repose exclusivement sur une analyse de concordance [21].

I.5.2.4 Discussion des avantages et des inconvénients des méthodes d'aide à la décision multi-attribut

Les méthodes d'aide à la décision multi-attribut, permettent d'aider le décideur à faire un choix cohérent. Cependant, cela ne veut pas dire qu'il l'est avec ses préoccupations par rapport à la problématique posée [22]. Récapitule les avantages et les inconvénients de chaque méthode comme le présente la table I.2.

Méthodes	Avantages	Inconvénients
AHP	<ul style="list-style-type: none"> - La structure hiérarchique du problème de décision. -L'échelle sémantique utilisée pour exprimer les préférences du décideur. 	<ul style="list-style-type: none"> -L'explosion du nombre de comparaison par paires au cas du traitement d'un grand nombre d'éléments. -Le renversement de rang des alternatives suite à la suppression/ajout d'une ou de plusieurs alternatives. -L'association d'une échelle numérique à l'échelle sémantique est restrictive.
TOPSIS	<ul style="list-style-type: none"> -L'introduction des notions d'idéales et d'anti-idéales. 	<ul style="list-style-type: none"> -L'obligation que les attributs doivent être de nature cardinale.
		<ul style="list-style-type: none"> -Au cas où toutes les alternatives sont mauvaises, TOPSIS propose la meilleure alternative parmi les mauvaises.
	<ul style="list-style-type: none"> -Facile à appliquer. 	<ul style="list-style-type: none"> -Le caractère arbitraire du choix de la distance au point idéal et au point anti-idéal.
ELECTRE I et IS	<ul style="list-style-type: none"> L'introduction de la notion de noyau permet de restreindre le domaine de l'étude pour s'intéresser uniquement aux meilleures alternatives. 	<ul style="list-style-type: none"> L'exigence de traduire les performances des alternatives en notes peut conduire à une perte de maîtrise des données.
ELECTRE II	<ul style="list-style-type: none"> -Le classement des alternatives des meilleures aux moins bonnes. 	<ul style="list-style-type: none"> -L'exigence des évaluations cardinales et l'articulation a priori des préférences.

ELECTRE III	-Le classement d'alternatives des meilleures aux moins bonnes. -L'admission de la notion floue dans les choix du décideur et l'introduction du seuil veto	-La nécessité d'un grand nombre de paramètres techniques. - Trop complexe et parfois difficile à interpréter.
ELECTRE IV	-L'association à chaque critère des seuils de préférences et la suppression de la pondération des critères.	-La nécessité d'un grand nombre de paramètres techniques.
ELECTRE TRI	-La capacité du traitement d'un grand nombre d'alternatives.	-La nécessité d'un grand nombre de paramètres techniques. -L'impossibilité dans certain cas de comparer chaque alternative avec les alternatives bornant les différentes catégories. -La définition des catégories liées aux choix des alternatives de référence.
PROMETHEE I	-La construction de la relation de surclassement évaluée traduisant une intensité de préférence.	-L'indifférence est en pratique très rare vu les nombreux calculs pour obtenir les flux.
PROMETHEE II	-La construction d'un pré-ordre total excluant l'in-comparabilité et réduisant fortement l'indifférence.	-Les comparaisons deux à deux ne servent qu'à masquer le calcul du score final de chaque alternative.
PROMETHEE III	-L'introduction des seuils d'indifférence sur les flux, ce qui minimise les nombreux calculs pour l'obtention de ces flux.	-Les seuils d'indifférences n'ayant pas d'interprétation concrète pour le décideur. Ces seuils font l'objet des calculs statistiques qui rendent PROMETHEE III moins accessible.
PROMETHEE IV	-L'intérêt théorique apporté et le traitement des ensembles infinis d'alternatives.	-La nécessité du calcul des intégrales au lieu des sommes.

TableI.2 : Les avantages et les inconvénients des méthodes d'aide à la décision multi-attribut

I.6 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons passé en revue l'aide à la décision multicritère. D'abord, nous avons cité la décision et l'aide à la décision, les approches et le processus d'aide à la

décision. Ensuite, nous nous sommes intéressés à l'aide à la décision multi-critère, en termes de définitions, de classification des problématiques et du processus d'aide à la décision multi-critère. Enfin, nous avons détaillé certaines des méthodes d'aide à la décision multi-attribut et, nous avons présenté les principaux avantages et inconvénients de chaque méthode.

Dans le prochain chapitre, nous présenterons les travaux dédiés au problème de sélection de la localisation des centres de distribution dans un environnement certain. Aussi, nous citerons la plupart des critères d'évaluation utilisés dans la littérature pour résoudre le problème de la sélection de la location des centres de distribution.

Chapitre II

Méthode de sélection de localisation des centre de distribution

Sommaire :

II.1. Introduction.....	19
II.2. Classification des méthodes de sélection de la localisation des centres de distribution.....	19
II.2.1. Méthodes d'aide à la décision multi-critère	19
II.2.2. Métaheuristiques pour l'aide à la décision multi-objectif.....	20
II.2.3. Méthodes d'optimisation combinatoire multi-objecif.....	20
II.3. Comparaison des méthodes existantes.....	21
II.4. Critères d'évaluation.....	21
II.4.1. Les critères qualitatifs.....	23
II.4.2. Les critères quantitatifs.....	24
II.5. Méthode d'aide à la décision multi- attribut et multi-acteur.....	24
II.5.1. La méthode ELECTRE I.....	24
II.5.2. L'algorithme de fonctionnement de la méthode MAADM.....	27
II.6. Conclusion.....	33

II.1 Introduction :

On peut dire que la décision de choisir une localisation des centres de distribution est une des décisions stratégiques qui a un impact considérable sur l'optimisation du système logistique et sa performance. Avec la croissance du transport des marchandises, cette décision devient de plus en plus critique. A comme but la sélection de la meilleure localisation des centres de distribution parmi des localisations potentielles, tout en tenant compte des préférences des décideurs impliqués dans le processus de décision et des contraintes existantes (l'impact environnemental, la proximité aux clients et la qualité du service, etc.).

Plusieurs travaux dédiés au problème de sélection de la localisation des centres de distribution de la littérature. Dans ce chapitre, nous présentons la classification des méthodes de sélection de la localisation des centres de distribution dans un environnement certain. Ainsi, nous décrivons les principaux critères d'évaluation utilisés au fil de la littérature.

II.2 Classification des méthodes de sélection de la localisation des centres de distribution dans un environnement certain

Dans cette section, nous classifions les méthodes existantes, dans la littérature pour traiter le problème de sélection de la localisation des centres de distribution dans un environnement certain (dans lequel les informations liées à la résolution du problème en question sont connues et fixes) selon une classification en trois familles de méthodes : les méthodes d'aide à la décision multicritère, les métaheuristiques pour l'aide à la décision multi-objectif, et les méthodes d'optimisation combinatoire multi-objectif.

II.2.1 Méthodes d'aide à la décision multi-critère

Ces méthodes sont utilisées dans la mesure où le nombre d'alternatives prédéterminées est limité. Selon Wolf, ces alternatives répondent à chaque objectif à un niveau spécifié. Parmi ces alternatives, les décideurs sélectionnent la meilleure solution en fonction de la priorité de chaque objectif et l'interaction entre les objectifs fixés [23]. Les méthodes d'aide à la décision multi-critère se catégorisent selon deux sous familles des méthodes qui sont : les méthodes d'aide à la décision multi-attribut (MADM) et les méthodes d'aide à la décision multi-objectif (MODM). En pratique, les méthodes d'aide à la décision multi-objectif sont incapables d'inclure des critères qualitatifs dans le processus de décision [24]. En outre, elles sont assez complexes pour être utilisées facilement par les décideurs [25]. Cependant, les méthodes d'aide à la décision multi-attribut considèrent à la fois les critères quantitatifs et qualitatifs [24].

II.2.2 Métaheuristiques pour l'aide à la décision multi-objectif

Dans cette catégorie (MMODM), les méthodes existantes convertissent le problème multi-objectif en un problème à objectif unique et l'optimisent. D'après [23], cela génère une solution unique. Cette dernière ne répond pas forcément aux attentes des décideurs qui ont besoin parfois d'un ensemble de solutions. La même référence souligne l'existence des méthodes classiques ayant la capacité de trouver la solution optimale de chaque objectif. Mais, avoir ce résultat coûte très cher et prend énormément du temps. En outre, il est difficile, en particulier dans le cas d'une situation non déterministe, de choisir les poids pour lesquels ces méthodes dépendent.

II.2.3 Méthodes d'optimisation combinatoire multi-objectif

L'utilisation des méthodes appartenant à cette troisième catégorie (MMOCO) a comme but la résolution des problèmes discrets multi-critère. Les alternatives dans ce type de problème ne sont pas explicitement connues et ont un nombre très important si elles sont dénombrables. Bien que l'état de l'art est très riche des méthodes dédiées au problème de sélection de la localisation des centres de distribution, ces méthodes présentent encore des limites. Elles peuvent encore être améliorées afin de satisfaire au mieux les exigences du problème en question ainsi que les attentes des décideurs. Nous citons ci-après cinq principales limites [20]:

1. L'aspect multicritère pour la sélection de la localisation des centres de distribution est important. Toutefois, la plupart des méthodes existantes cherchent à convertir les critères qualitatifs et, parfois, même les critères quantitatifs vers le coût.

2. La majorité des méthodes ne considèrent pas les répercussions de la stratégie globale de l'entreprise sur les décisions en tenant compte des critères qualitatifs tels que les caractéristiques du produit, l'environnement politique et la concurrence, etc.

3. La décision de sélection de la localisation des centres de distribution nécessite la participation de plusieurs services de l'entreprise notamment le service de la distribution, de la qualité et du développement durable, etc. Cependant, le plus grand nombre des méthodes développées repose sur un seul décideur et par conséquent uniquement sur ses préférences.

4. La localisation des centres de distribution repose sur la maximisation de certains critères et la minimisation d'autres. Cependant, beaucoup de méthodes ne considèrent pas ces deux aspects à la fois, par exemple maximiser la qualité de service et minimiser la congestion en même temps.

II.3 Comparaison des méthodes existantes

Dans la littérature, les études traitant le problème de sélection de la localisation des centres de distribution reposent sur trois familles de méthodes, notamment : (1) les méthodes d'aide à la décision multi-critère (MCDM), y compris les méthodes d'aide à la décision multi-attribut (MADM) et les méthodes d'aide à la décision multi-objectif (MODM), (2) les métaheuristiques pour l'aide à la décision multiobjectif (MMODM) et (3) les méthodes d'optimisation combinatoire multi-objectif (MMOCO). La table II.1 présente la classification de ces méthodes existantes pour résoudre le problème de sélection de la localisation des centres de distribution du point de vue alternatives, critères et solutions [26].

	MCDM		MMODM	MMOCO
	MADM	MODM		
Alternatives	Limitées	Limitées	Illimitées	Illimitées
Solution(s)	Une ou plus	Une ou plus	Une	Une
Critères	Qualitatifs et/ou quantitatifs	Quantitatifs	Quantitatifs	Quantitatifs

Table II.1: Comparaison entre les différentes familles des méthodes

II.4 Critères d'évaluation

Pour résoudre le problème de sélection de la localisation des centres de distribution, plusieurs critères d'évaluation sont inclus dans le processus d'aide à la décision pour évaluer les localisations des centres de distribution. Dans cette section, nous décrivons à partir de la littérature, les principaux critères d'évaluation utilisés. Pour faire face au problème en question et dans le but d'évaluer les différentes alternatives, Chen et Chu, se basent sur cinq critères qui sont :

- le coût d'investissement,
- la possibilité d'expansion,
- la disponibilité du matériel d'acquisition,
- les ressources humaines et la proximité du marché des demandes [27].

Chu et Lai regroupent ces critères en deux catégories de critères qui sont :

- les critères objectifs, où ces critères peuvent être évalués quantitativement (par exemple le coût d'investissement),
- (2) les critères subjectifs, où les critères ont des définitions qualitatives (comme exemple la possibilité d'expansion, les ressources humaines et la proximité du marché des demandes, etc.)[28].

Dans le processus de prise de décision d'une meilleure localisation pour implanter un centre de distribution, Ou et Chou examinent les différentes alternatives selon six critères qualitatifs et quantitatifs (discutés par des experts du domaine de la logistique), notamment [29] :

1. **Le service** : ce sont les services offerts par les centres de distribution, à savoir l'étiquetage, le traitement du fret et le codage à barres, les services de stockage (principalement le stockage sous douane et les services spéciaux de stockage de marchandises), et les services de soutien, tels que le dédouanement, l'assurance et la reconnaissance de codes à barres.
2. **Le système de distribution et du transport** : il s'agit de la distribution des importations et des exportations, la distribution multi nationale, la transmission électronique et le transport intérieur.
3. **Les marchés potentiels** : ce critère est axé sur la question de savoir les tendances de consommation des produits sur le marché d'exportation, la concurrence interne et externe sur le marché d'exportation et la position actuelle sur le marché.
4. **Les questions culturelles** : ce sont la nature des modes de vie internes et externes, les coutumes et les relations sociales, le degré d'unité culturelle, l'intégration nationale, l'étendue des différences éthiques culturelles sur le marché étranger et les différences culturelles entre le marché d'exportation et le marché intérieur.
5. **Les facteurs environnementaux** : se sont les principaux domaines d'intérêt comprenant les facteurs politiques tels que la politique interne d'un gouvernement étranger, les attitudes et actions envers l'entreprise privée et l'environnement juridique telles que les réglementations gouvernementales ou bien les restrictions qui peuvent affecter les opérations. Il peut y avoir aussi les facteurs économiques, les facteurs sociaux, les facteurs physiques, les facteurs techniques et les facteurs liés à l'environnement du travail.
6. **L'infrastructure** : ce sont l'infrastructure de distribution physique, l'infrastructure de communication, l'infrastructure informatique et les infrastructures d'approvisionnement en eau et en électricité. Kuo définit dix critères qualitatifs pertinents pour évaluer les alternatives des localisations des centres de distribution [30] :
 - Le taux du port : ce taux comporte les frais portuaires (remorquage et approvisionnement

en eau et impuretés) et les frais d'exploitation des terminaux (port dû et frais de quai et de manutention). Ces frais influencent sur le coût du transport des cargaisons.

- Le volume d'importation/exportation : ce volume est défini comme le volume d'importation et d'exportation des matières premières, produits finis et semi-finis dans un pays.
- La résistance de l'emplacement : c'est la distance entre l'emplacement du centre de distribution et le marché principal de fabrication et de consommation. Cela affecte le coût de la distribution et le temps des cargaisons.
- La commodité du transport : la commodité du transport entre l'emplacement du centre et l'emplacement de retraitement a un impact sur l'efficacité du temps/coût.
- Le temps de transbordement : c'est le temps nécessaire pour préparer les marchandises dans le port (par exemple le temps nécessaire pour faire passer les marchandises des quais d'arrivée aux quais du départ). Ce temps influe sur le temps total du transport.
- Le service à guichet unique : il fournit la commodité de l'administration et le service opérationnel dans les ports.
- La capacité d'information : elle fournit la commodité du service d'information sur la logistique, les entreprises et les activités de financement.
- Les installations portuaires et des entrepôts : ceux-ci ont un impact sur le coût d'exploitation et la qualité du stockage.
- Le système d'exploitation portuaire : le temps de préparation des marchandises dans le port est également effectué par le système d'exploitation portuaire.
- La densité de la ligne d'expédition : c'est la fréquence de la ligne d'expédition du centre de distribution à la fabrication et à la consommation. Cela affecte le temps de réponse.

À partir de la littérature et des discussions avec des experts du transport et des membres d'un groupe du transport urbain, Awasthi et al choisissent, pour évaluer les différentes alternatives des localisations des centres de distribution, onze critères classés en deux catégories qui sont [31]:

II.4.1. Les critères qualitatifs

- l'accessibilité : l'accès par les modes du transport public et privé au centre de distribution,
- la sécurité : la sécurité du centre de distribution contre les accidents, le vol et le vandalisme,

- la connectivité au transport multi-modal : la connectivité du centre de distribution avec d'autres modes du transport (autoroutes, chemins de fer et aéroport, etc.),
- la proximité des clients : la distance entre le centre de distribution et les clients,
- la proximité des fournisseurs : la distance du centre de distribution aux fournisseurs,
- la disponibilité des ressources : la disponibilité de matières premières et main d'œuvre dans le centre de distribution choisi,
- la conformité aux règles du transport durable : la possibilité de se conformer aux règles du transport durable imposées par les administrations municipales,
- la possibilité d'expansion : la possibilité d'augmenter la taille du centre pour répondre aux demandes croissantes,
- la qualité du service : la possibilité d'assurer un service rapide et fiable aux clients.

II.4.2 Les critères quantitatifs

- Les coûts : les coûts d'acquisition du terrain, des moyens du transport, des chauffeurs et des taxes, etc.,
- l'impact environnemental : l'impact du centre de distribution sur l'environnement (la pollution de l'air et le bruit).

II.5 Méthode d'aide à la décision MAADM

Cette méthode est basée sur la méthode ELimination Et Choix Traduisant laREalité I (ELECTRE I). Son rôle est de résoudre le problème de sélection dans un environnement certain où les paramètres sont fixes. L'apport de cette méthode, par rapport à la version classique de la méthode ELECTRE I, est sa capacité à partager la prise de décision entre plusieurs décideurs, où chacun défend les intérêts du service de l'entreprise qui le représente. Par conséquent, chaque décideur est invité à exprimer ses préférences, d'une part, sur l'importance des critères d'évaluation et, d'autre part, au regard de l'ensemble des alternatives potentielles [32].

II.5.1 La méthode Electre I

Cette méthode proposée par Roy, permet de résoudre les problèmes multicritère de choix. Elle permet aussi d'identifier le sous-ensemble d'actions offrant le meilleur compromis possible. Souvent utilisée dans le choix de projets concurrents, afin d'identifier le sous-ensemble de projets le plus performant sur la base des critères considérés. Dans le cas de la méthode Electre I, on définit de vrai-critères, on retrouve également une notion de concours dans cette méthode; retenir les meilleurs.

On considère un ensemble A de m actions, qui représentent l'objet de la décision, dont le but est d'identifier un sous-ensemble d'actions offrant un meilleur compromis parmi l'ensemble de départ. On définit pour chaque critère :

- une fonction d'évaluation g_j (où $j=1$ à n , n est le nombre de critères),
- on évalue un poids k_j qui augmente avec l'importance du critère.

L'indice de concordance pour deux actions a et b est noté par $C(a,b)$, compris entre 1 et 0, il mesure la pertinence de l'assertion « a surclasse b », comme suit :

$$C(a,b) = \frac{\sum_{\forall j: g_j(a) \geq g_j(b)} k_j}{K} \text{ avec } K = \sum_{j=1}^n k_j$$

L'indice de discordance $D(a,b)$ est défini par :

$$D(a,b) = 0 \text{ si } \forall j, g_j(a) \geq g_j(b)$$

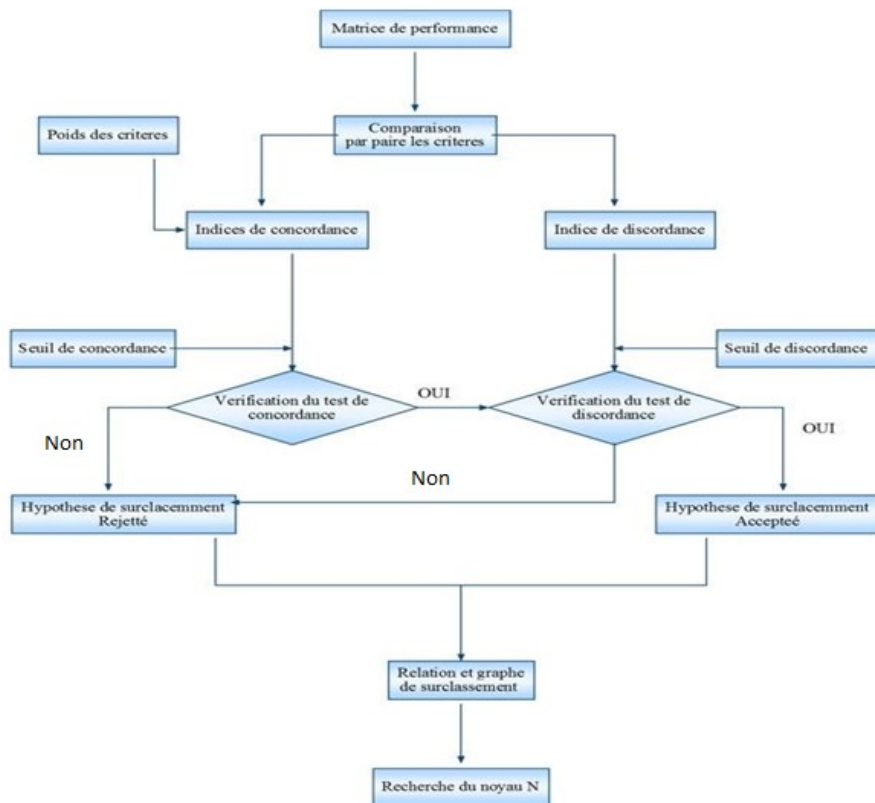
Sinon

$$D(a,b) = \frac{1}{\delta} \max_j [g_j(b) - g_j(a)]$$

Avec δ c'est la différence maximale entre le même critère pour deux actions données. Cet indice, compris entre 0 et 1 est d'autant plus grand que la préférence de b sur a est forte sur au moins un critère. Enfin, un seuil de concordance " c " (relativement grand) et un seuil de discordance " d " (relativement petit) sont définis et permettent de définir la relation de sur-classement S .

$$a S b \text{ si et seulement si } = \left\{ \begin{array}{l} C(a,b) \geq c \\ D(a,b) \leq d \end{array} \right\}$$

a et b deux actions donnée. Toutes ces étapes de fonctionnement d'Electre I sont illustrées dans la figure II.1.



FigureII.1 Algorithme de fonctionnement d’Electre I

II.5.2 L'algorithme de fonctionnement de la méthode MAADM

La méthode multi-attribut multi-acteur (MAADM) selon [5] cette méthode proposée pour résoudre, en général, le problème de sélection multi-critère dans un environnement certain et, en particulier, le problème de sélection de la localisation des centres de distribution, repose sur les neuf étapes décrites ci-après et illustrées dans la figure II.2.

- **Étape 1** : Constitution du comité des décideurs,
- **Étape 2** : Identification des localisations potentielles,
- **Étape 3** : Identification des critères d'évaluation,
- **Étape 4** : Attribution des poids aux critères d'évaluation,
- **Étape 5** : Évaluation des alternatives,
- **Étape 6** : Détermination des relations entre les alternatives,
- **Étape 7** : Conversion des relations entre les alternatives,
- **Étape 8** : Fusion des valeurs numériques,
- **Étape 9** : Filtrage des alternatives.

Étape 1. Constitution du comité des décideurs :

Cette étape consiste à constituer un comité des décideurs impliqués dans le processus décisionnel. Au sein de ce comité, chaque décideur représente un service parmi les différents services de l'entreprise (de la distribution, de la qualité et du développement durable, etc.).

Le but est de défendre les objectifs du service qui le représente. Ces objectifs pourraient être une source de conflits dans le processus de décision. À titre d'exemple, un centre de distribution qui se situe dans un endroit proche des fournisseurs et des clients constitue un bon choix du point de vue du transport, alors que du point de vue de la production, un bon centre de distribution devrait aussi se situer dans un endroit près de la main d'œuvre et les matières premières.

Étape 2. Identification des localisations potentielles :

Les emplacements potentiels sont ceux qui répondent à l'intérêt de tous les acteurs de la ville, y compris les résidents de la ville, les opérateurs logistiques et les administrations municipales, etc. [31]. L'identification de ces localisations est basée sur la réglementation de la logistique durable, des préférences des décideurs et des conditions du transport des marchandises.

Étape 3. Identification des critères d'évaluation :

Les critères (C_j où $j = 1, \dots, n$) à identifier, à l'instar du coût de distribution, la sécurité et la congestion, etc., sont définis par l'entreprise selon sa stratégie du transport et de distribution.

Étape 4. Détermination de poids des critères : Cette étape consiste, premièrement, à attribuer l'importance de n critères par K décideurs et, deuxièmement, à calculer le poids (w_j) de chaque critère (C_j où $j = 1, \dots, n$). En se basant sur l'équation II.1, ceci permet d'établir la matrice d'importance des critères (W) exprimée comme suit :

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

$$w_j = \frac{1}{K} [w_j^1 + w_j^2 + \dots + w_j^K],$$

Equation II.1

où w_j ($j=1,2,\dots,n$) est le poids du critère C_j .

Étape 5. Évaluation des alternatives : Cette étape permet, d'abord, d'évaluer m alternatives par K décideurs. Elle permet, ensuite, de calculer la note (x_{ij}) de chaque alternative (A_i , $i = 1, \dots, m$), en se basant sur l'équation II.2 d'où résulte la matrice de décision (D) exprimée comme suit :

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

$$x_{ij} = \frac{1}{K} [x_{ij}^1 + x_{ij}^2 + \dots + x_{ij}^K],$$

Equation II.2

où x_{ij} , $\forall i, j$ est la note A_i ($i=1,2,\dots,m$) tout en respectant le critère C_j .

Étape 6. Détermination des relations entre les alternatives :

Au niveau de cette étape, les relations (J^+ , $J^=$ et J^-) entre les alternatives se déterminent par rapport à chaque critère (C_j où $j = 1, \dots, n$). La comparaison par paire des alternatives (A_i et A_k où k dans $[i, \dots, m]$ et $k \neq i$) est établie sur la base des équations II.3, II.4, II.5.

$$J^+_{(A_i, A_k)} = \{j \mid C_j(A_i) > C_j(A_k)\},$$

Equation II.3

Où $J^+_{(A_i, A_k)}$ l'ensemble de critères pour lequel l'alternative A_i est préférée à l'alternative A_k

$$J^=_{(A_i, A_k)} = \{j \mid C_j(A_i) = C_j(A_k)\},$$

Equation II.4

Où $J^=_{(A_i, A_k)}$ l'ensemble de critères pour lequel l'alternative A_i ne présente pas de différence face à l'alternative A_k .

$$J^-_{(A_i, A_k)} = \{j \mid C_j(A_i) < C_j(A_k)\},$$

Equation II.5

Où $J^-_{(A_i, A_k)}$ l'ensemble de critères pour lequel l'alternative A_k est préférée à l'alternative A_i .

Étape 7. Conversion des relations entre les alternatives : Cette étape consiste à déterminer la somme des pondérations (P^+ , $P^=$ et P^-) des critères pour chaque ensemble de comparaison (J^+ , $J^=$ et J^-) :

$$P^+_{(A_i, A_k)} = \sum_j w_j, \forall j \in J^+_{(A_i, A_k)},$$

Equation II.6

$$P^=_{(A_i, A_m)} = \sum_j w_j, \forall j \in J^=_{(A_i, A_k)},$$

Equation II.7

$$P^-(a_i, A_m) = \sum_j w_j, \quad \forall j \in J^-(A_i, A_k).$$

Equation II.8

Étape 8. Fusion des valeurs numériques : La fusion des valeurs numériques se fait par le calcul de l'indice de concordance (CI) et de discordance (DI).

— Indice de concordance (CI) : Cet indice exprime combien l'hypothèse (A_i Surclasse A_k) est conforme à la réalité représentée par l'évaluation des alternatives (A_i , où $i = 1, \dots, m$). Nous notons que $0 \leq CI_{ik} \leq 1$.

$$CI_{ik} = \frac{P^+(A_i, A_k) + P^=(A_i, A_k)}{P(A_i, A_k)},$$

Equation II.9

$$\text{où } P_{(A_i, A_k)} = P^+_{(A_i, A_k)} + P^=_{(A_i, A_k)} + P^-_{(A_i, A_k)}.$$

— Indice de discordance (DI) :

$$DI_{ik} = \begin{cases} 0 & \text{si } J^-(A_i, A_k) = \emptyset \\ \frac{1}{\partial_j} \times \max(C_j(A_k) - C_j(A_i)) & \text{où } j \in J^-(A_i, A_k), \text{ sinon} \end{cases}$$

Equation II.10

Où ∂_j est l'amplitude de l'échelle associée au critère C_j . Nous notons que $0 \leq DI_{ik} \leq 1$.

Étape 9. Filtrage des alternatives : Cette étape permet d'extraire, à partir des alternatives potentielles A_i où $i = 1, \dots, m$, l'ensemble des alternatives qui respectent l'équation II.11. À partir de cet ensemble, une alternative sera finalement retenue. C'est l'alternative qui surclasse le plus d'alternatives. Nous notons que S est la relation de surclassement ($A_i S A_k$ signifie que A_i est au moins aussi bonne que A_k).

$$\left. \begin{array}{l} CI_{ik} \geq ct \\ DI_{ik} \leq dt \end{array} \right\} \Leftrightarrow A_i S A_k$$

Equation II.11

où :

- ct est le seuil de concordance au de là duquel l'hypothèse $A_i S A_k$ sera considérée comme valable,
- dt est le seuil de discordance au de là duquel l'hypothèse $A_i S A_k$ ne sera plus valable.

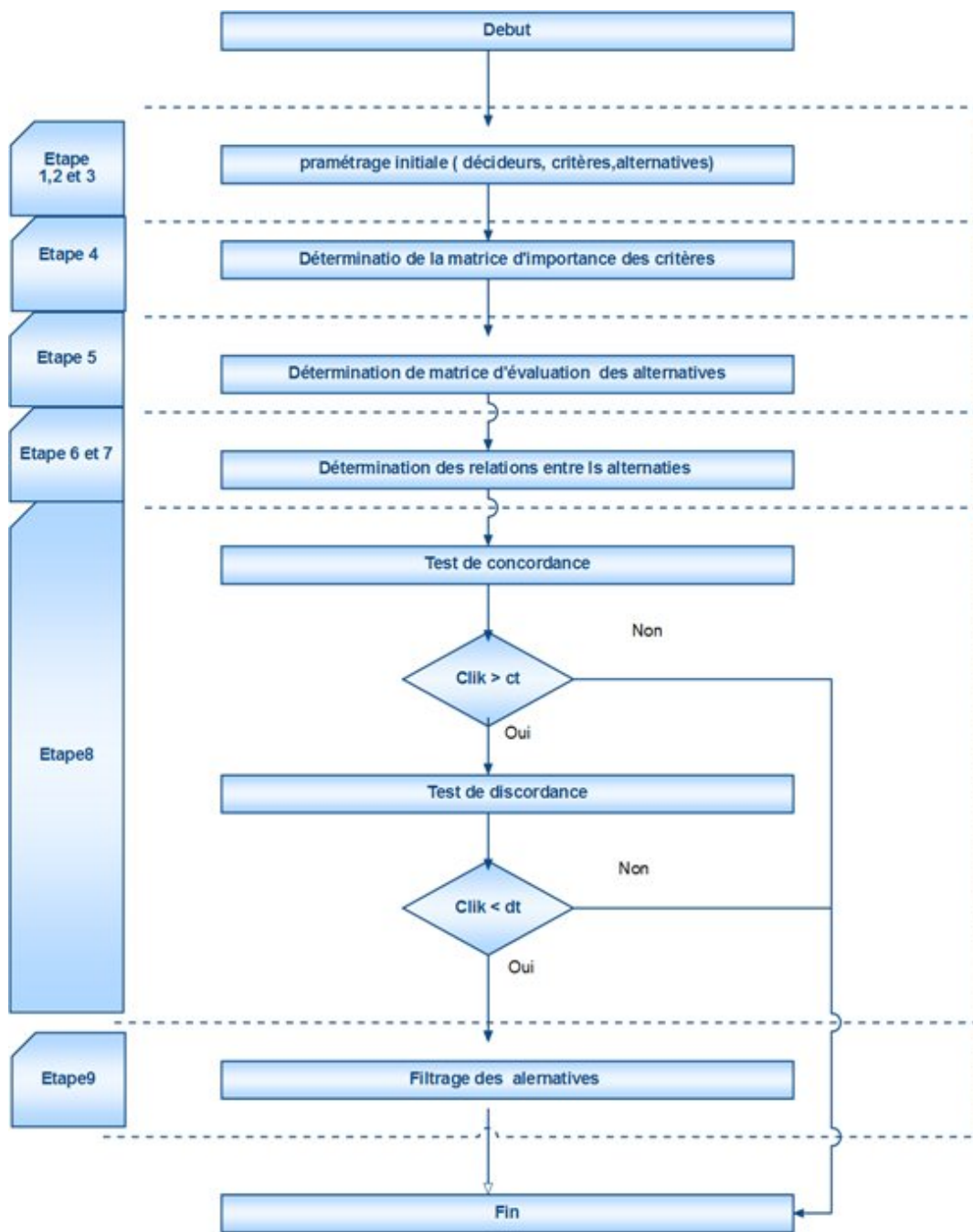


Figure II.2 L'algorithme de fonctionnement de la méthode MAADM

II.6 Conclusion :

Dans le cadre du faire une réalisation d'un système d'aide à la décision pour résoudre notre problématique nous avons entamé dans ce chapitre les méthodes de sélection de localisation des centre de distribution on vue la classification et la comparaison de ces méthodes, aussi , les critères d'évaluation le détaille de la méthode MAADM qui satisfait notre besoin pour faire une conception d'un SAD dans le prochaine chapitre.

Chapitre III

Modélisation conceptuelle du SAD

Sommaire :

III.1. Introduction.....	35
III.2. La conception générale du système.....	36
III.2.1.La conception détailler du système.....	42
III.4. Conclusion.....	48

III.1 Introduction

L'application de l'aide à la décision face à un ensemble de critères au sein des organisations, nécessite une synergie d'efforts de plusieurs décideurs ayant différents intérêts, compétences et expériences afin que chacun d'eux mette à contribution son savoir-faire. Par conséquent, chaque décideur impliqué dans le processus de décision est invité à exprimer ses préférences, d'une part, sur l'importance des critères d'évaluation et, d'autre part, au regard de l'ensemble des alternatives potentielles, afin de défendre les intérêts du service de l'entreprise qui le représente, à savoir le service de la distribution, de la qualité et du développement durable, etc.

D'ailleurs, c'est grâce à cette synergie que les décideurs peuvent atteindre des résultats supérieurs à ceux qu'ils auraient pu réaliser individuellement [22].

III.2. La conception générale du système

Pour résoudre le problème de la gestion localisation des centres de distribution en conçue un system d'aide à la décision SAD en détaille les étapes de conception dans ce chapitre, notre système d'aide à la décision constitue un environnement pour les différentes étapes du processus de décision de la sélection. L'architecture de ce système est présentée dans la figure III.1

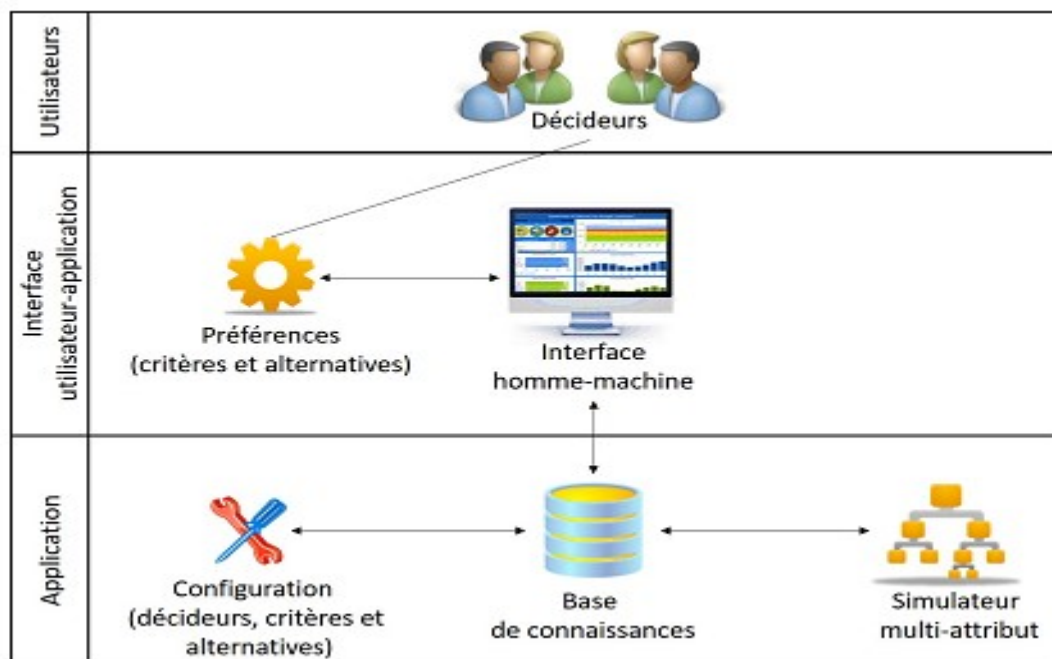


Figure III.1 L'architecture de système

. Niveau utilisateur

Dans ce niveau, les utilisateurs se sont les décideurs impliqués dans le processus de décision. Ils sont invités à exprimer leurs préférences au regard de l'importance de chaque critère d'évaluation et des alternatives potentielles. À partir de ces préférences, la matrice d'importance des critères (W) et la matrice de décision (D) se déterminent. Ces matrices seront stockées dans la base de connaissances et serviront à la sélection de la meilleure alternative.

. Niveau interface utilisateur-application

Ce niveau regroupe les interfaces de communication entre les décideurs et l'application. Les figures suivantes présentent ces interfaces :

— la figure III.2 illustre l'interface du paramétrage de l'application : le nombre des décideurs participant dans le processus de décision, le nombre des critères d'évaluation et l'ensemble d'alternatives potentielles. Elle permet aussi

The screenshot displays a web application window titled "gestion localisation centre de distribution". The user is identified as "warda merzougui" with a profile picture. The system time is 10:39:31... on dim. 19-06-2022. The navigation menu includes: Alternative, SeuilTests, Echelles de Mesure, Critere, Decideur, ProcessDecision, Tous Decision, **NouvelDecision**, and DetailleResultat. The main content area is titled "Nouvel decision" and contains the following configuration fields:

Critere1	<input type="text"/>	SeuilTestConcordance	<input type="checkbox"/>
Critere2	<input type="text"/>	SeuilTestDiscordance	<input type="checkbox"/>
Critere3	<input type="text"/>	Alternative1	<input type="text"/>
Critere4	<input type="text"/>	Alternative2	<input type="text"/>
Critere5	<input type="text"/>	Alternative3	<input type="text"/>
Critere6	<input type="text"/>		
Decideur1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
Decideur2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
decideur3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

An "Activer Windows" watermark is visible in the bottom right corner of the application window. The Windows taskbar at the bottom shows the search bar with the text "Taper ici pour rechercher", several application icons, and system tray information including 30°C, FRA, and the date 19/06/2022.

Figure III.2Parametages.

la saisie des poids des critères par rapport aux préférences de chaque décideur et déclenche la détermination de la matrice d'importance des critères d'évaluation. La figure III.3, III.4 montre l'interface d'évaluation des alternatives face aux critères d'évaluation par rapport aux préférences de chaque décideur.

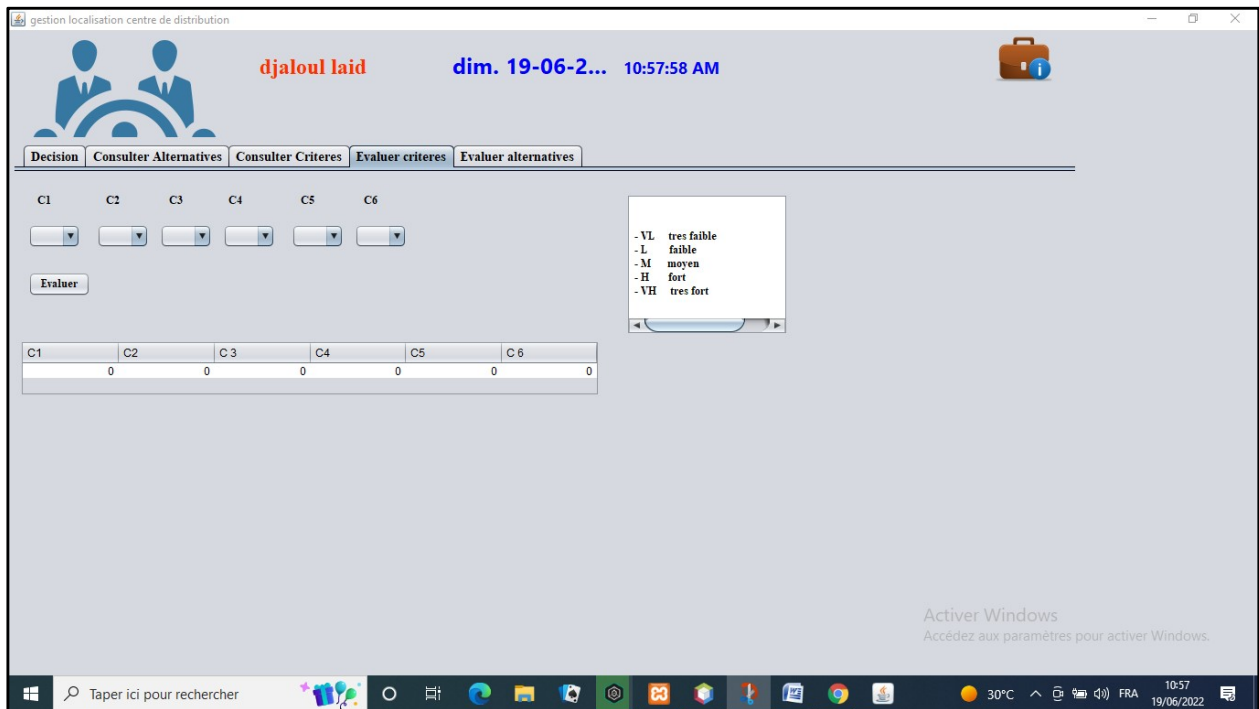


Figure III.3 Evaluation poid criteres.

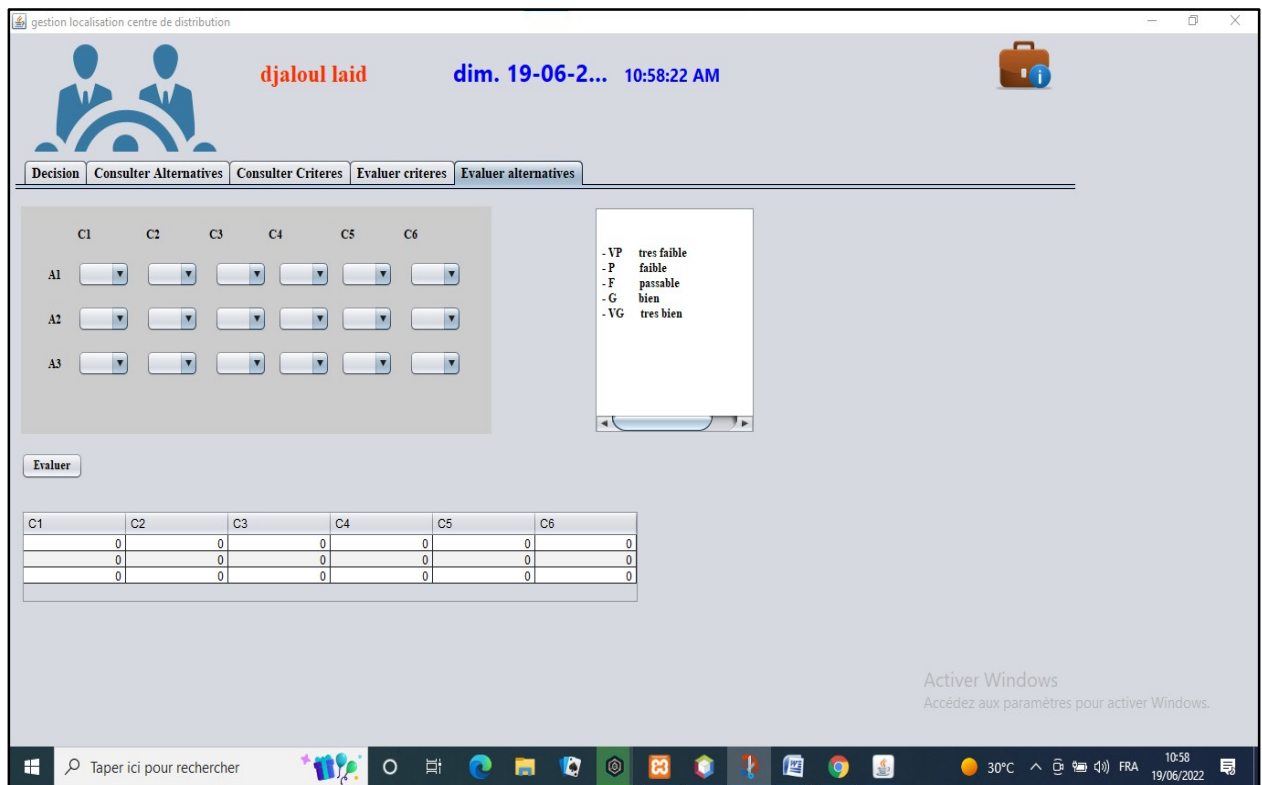


Figure III.4 Evaluation Importance alternatives.

— la figure III.5, la matrice de décision (D), le test de concordance et le test de discordance.

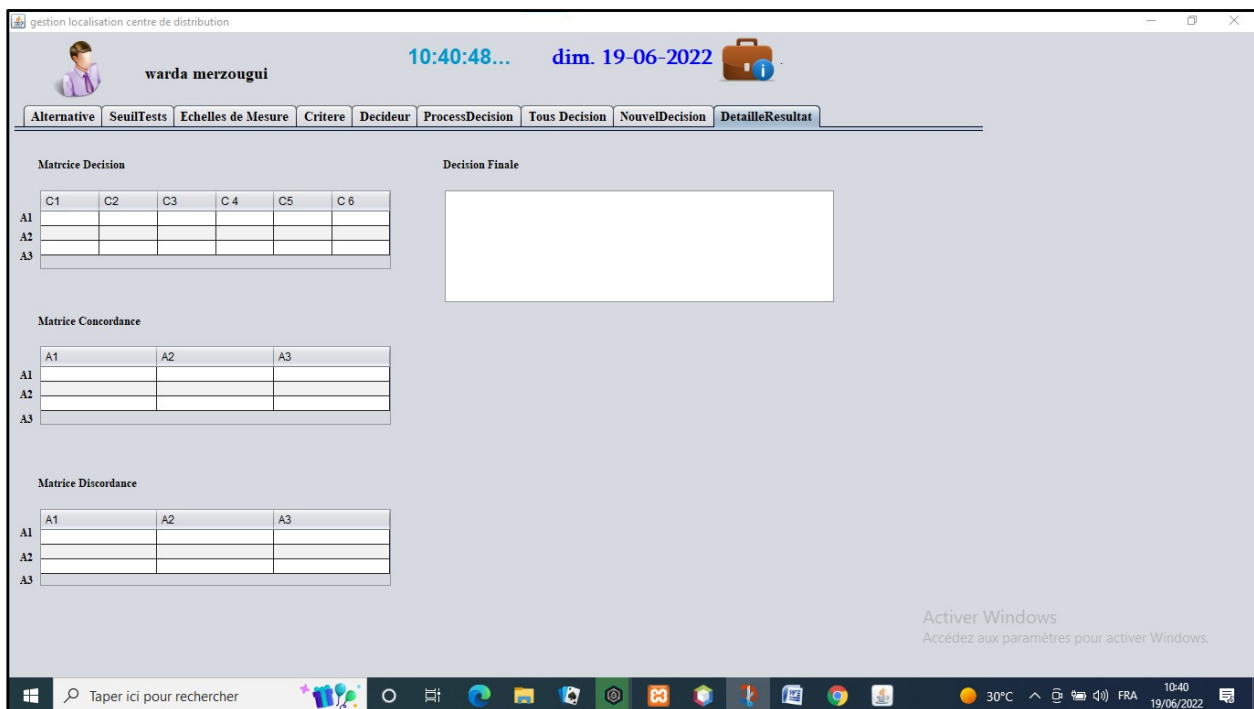


Figure III.5 Matrice Decision et le Test concordance et Test discordance.

Niveau d'application

Ce niveau implémente la méthode MAADM. Il regroupe deux modules pour assurer le processus de sélection de la meilleure alternative. Ces modules sont le module de configuration et le simulateur multi-attribut.

— *Module de configuration* : ce module assure la configuration du processus de décision conformément à la politique de sélection de l'entreprise : le nombre d'alternatives à choisir, les décideurs intervenant dans la prise de décision, l'ensemble des alternatives potentielles et les critères d'évaluation.

— *Simulateur multi-attribut* : le simulateur est basé sur la méthode MAADM. Il génère la matrice d'importance des critères (W) et la matrice de décision (D) afin de sélectionner la meilleure alternative parmi l'ensemble des alternatives potentielles.

Application de la méthode MAADM

On doit fixer les paramètres pour appliquer la méthode, MAADM, sur notre simulateur de notre application, on a 3 alternatives potentielles (A1, A2 et A3). La décision est prise par trois décideurs (D1, D2 et D3) qui exercent leur choix sur la base des six critères d'évaluation suivants :

- (C1) la sécurité
- (C2) la connectivité au transport multimodal,
- (C3) les coûts,
- (C4) la proximité des clients,
- (C5) la proximité des fournisseurs,
- (C6) la conformité aux règles du transport durable.

La figure III.6 présente notre problématique avec la fixation des paramètres de la méthode MAADM, les définitions des critères d'évaluation sont données dans la table III.1. Cette table montre l'ensemble des critères du type bénéfique et des critères du type coût qui sont :

Critère	Définition	Unité	Type
Sécurité(C1)	Sécurité contre les accidents	Qualitatif	Bénéfice
Connectivité au transport multimodal(C2)	Connectivité de l'emplacement avec les modes de transport	Quantitatif	Bénéfice
Coûts(C3)	e.g. coût des ressources des véhicules et coûts fonciers	Quantitatif	Coût
Proximité des clients (C4)	Distance entre le centre de distribution et le client	Quantitatif	Bénéfice
Proximité des fournisseurs(C5)	Distance entre le centre de distribution et les fournisseurs	Quantitatif	Bénéfice
Conformité aux règles du transport durable (C6)	Capacité de se conformer aux restrictions de transport durable imposées par les autorités publiques.	Qualitatif	Bénéfice

Table III.1 Les critères d'évaluation

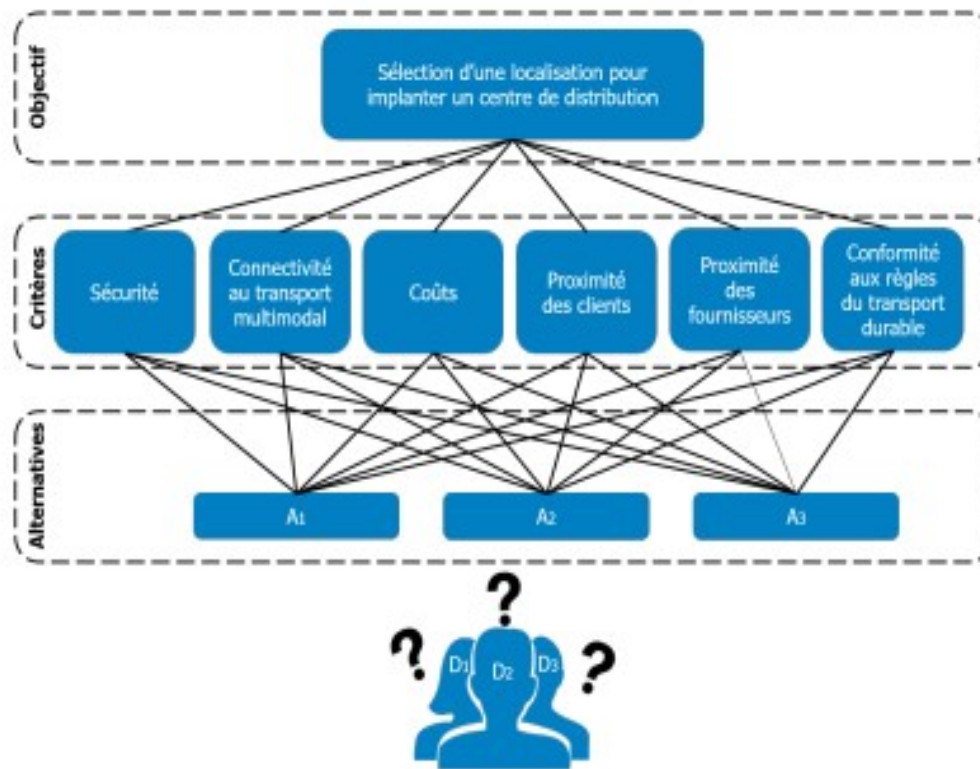


Figure III.6 Architecture de la problématique

III.2.1. La conception détaillée du système

En effet, les utilisateurs que ce soit administrateur ou décideur peuvent accéder au système SAD, mais l'utilisation varie de l'administrateur au décideur. Dans ce qui suit nous apportons plus de détails au système SAD. Pour se faire, nous présentons sa conception modélisée avec le Langage de Modélisation Unifié (UML).

— **Diagramme de cas d'utilisation** :

La figure III.7 illustre les différentes opérations pouvant être réalisées par l'administrateur. La figure III.8 schématise les opérations accessibles par le décideur.

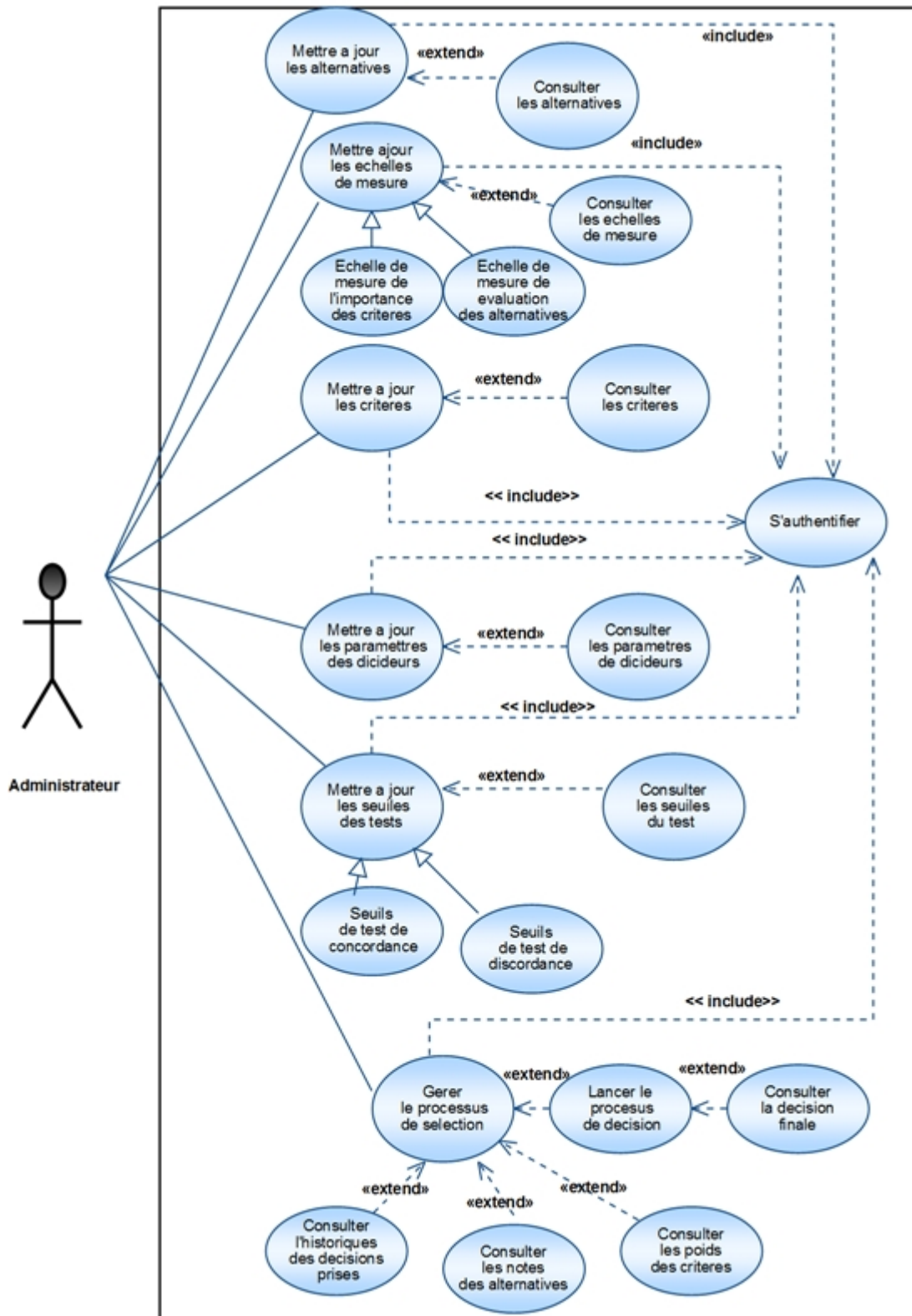


Figure III.7 Diagramme de cas d'utilisation Vue Administrateur

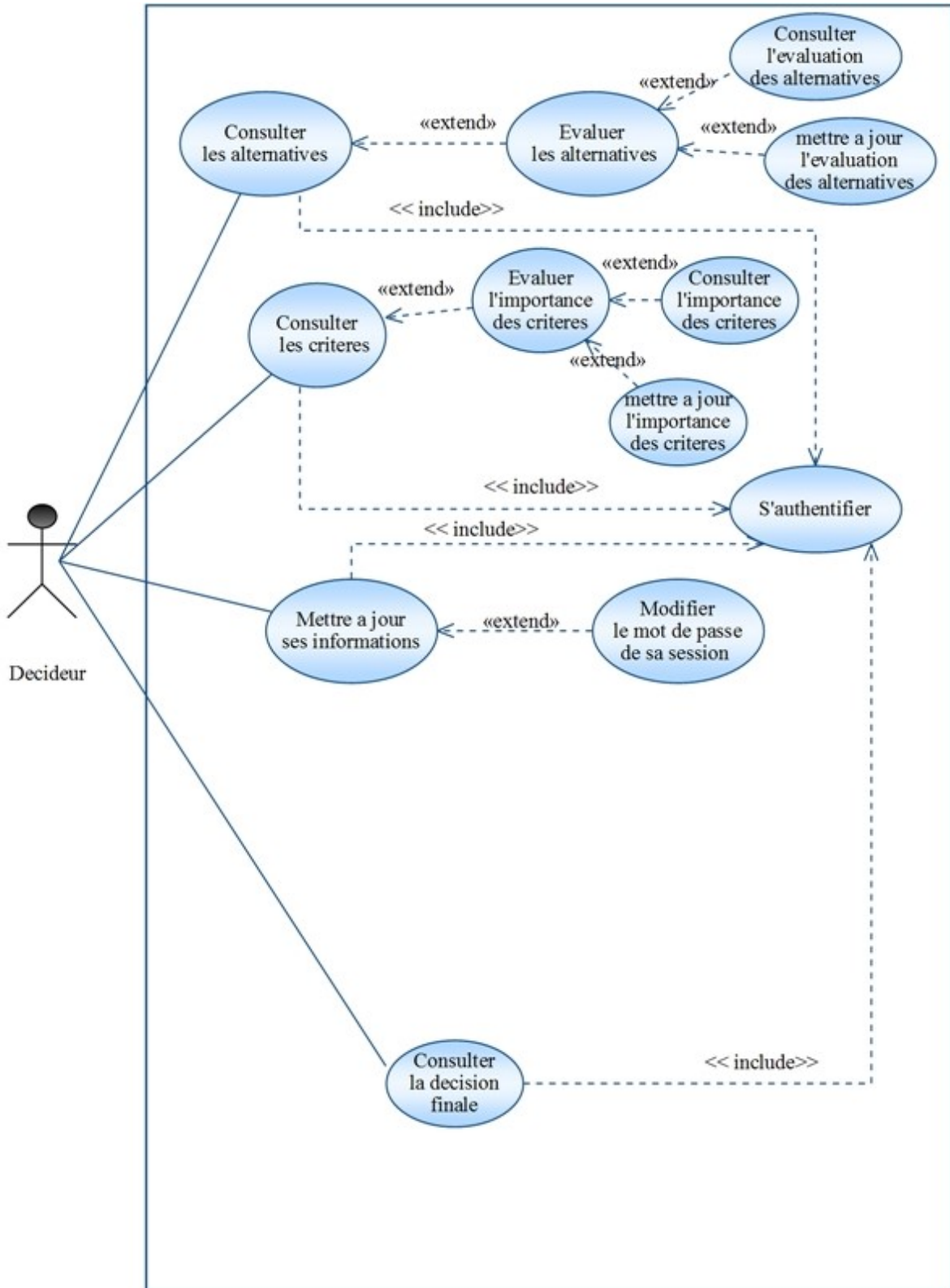


Figure III.8 Diagramme de cas d'utilisation Vue Décideur

— **Diagramme de classes :**

Le diagramme des classes du SAD figure III.9 Il modélise les différentes classes utilisées ainsi que les différentes relations entre celles-ci.

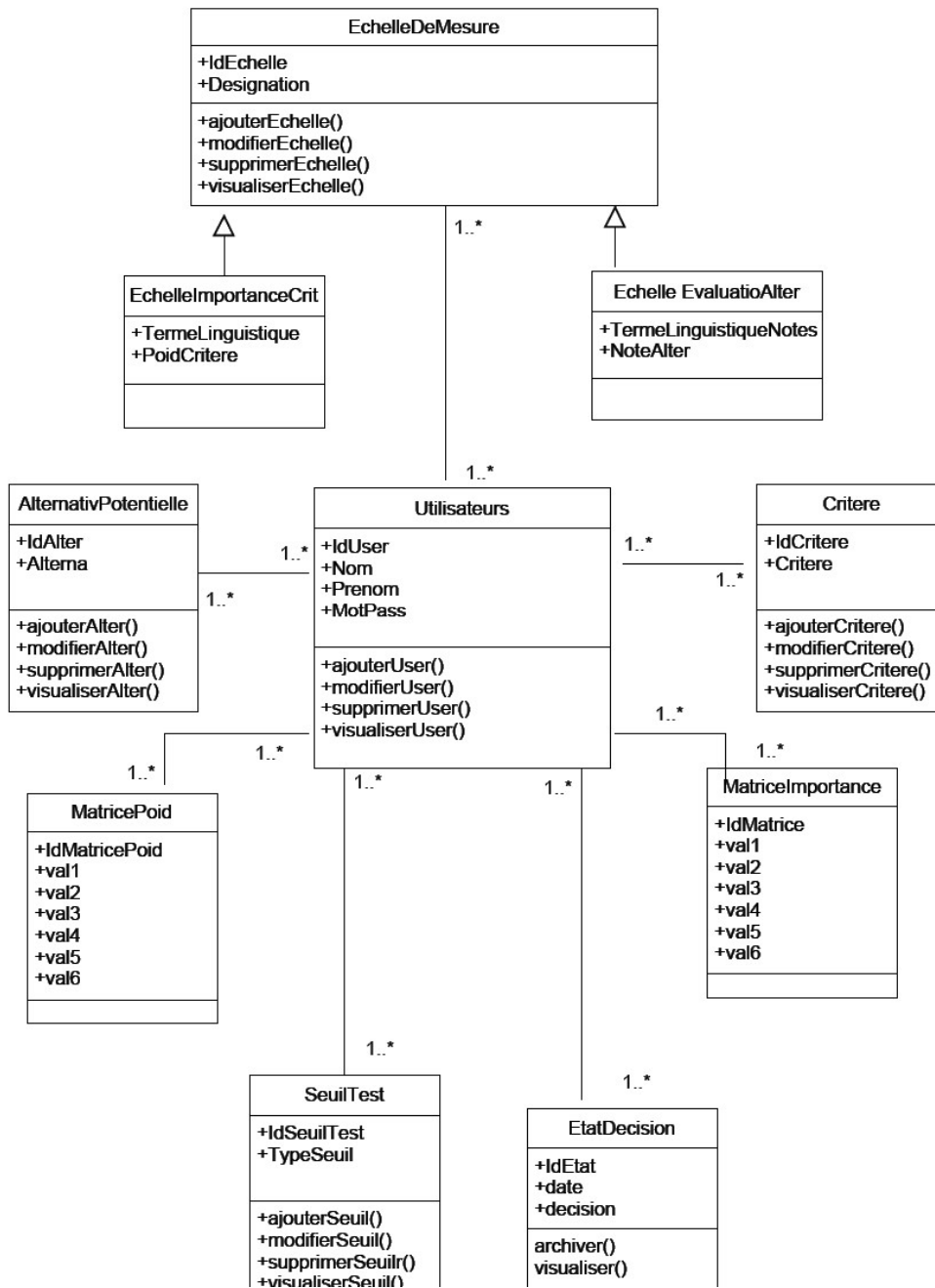


Figure III.9 Diagramme de classes

— **Diagramme de séquence :**

Étant donné que le diagramme de séquence met en œuvre l'enchaînement chronologique des échanges de messages entre les objets, nous nous limitons à représenter deux cas : l'évaluation des critères et des alternatives présentée à la figure III.10 et l'exécution du processus de sélection illustrée par la figure III.11

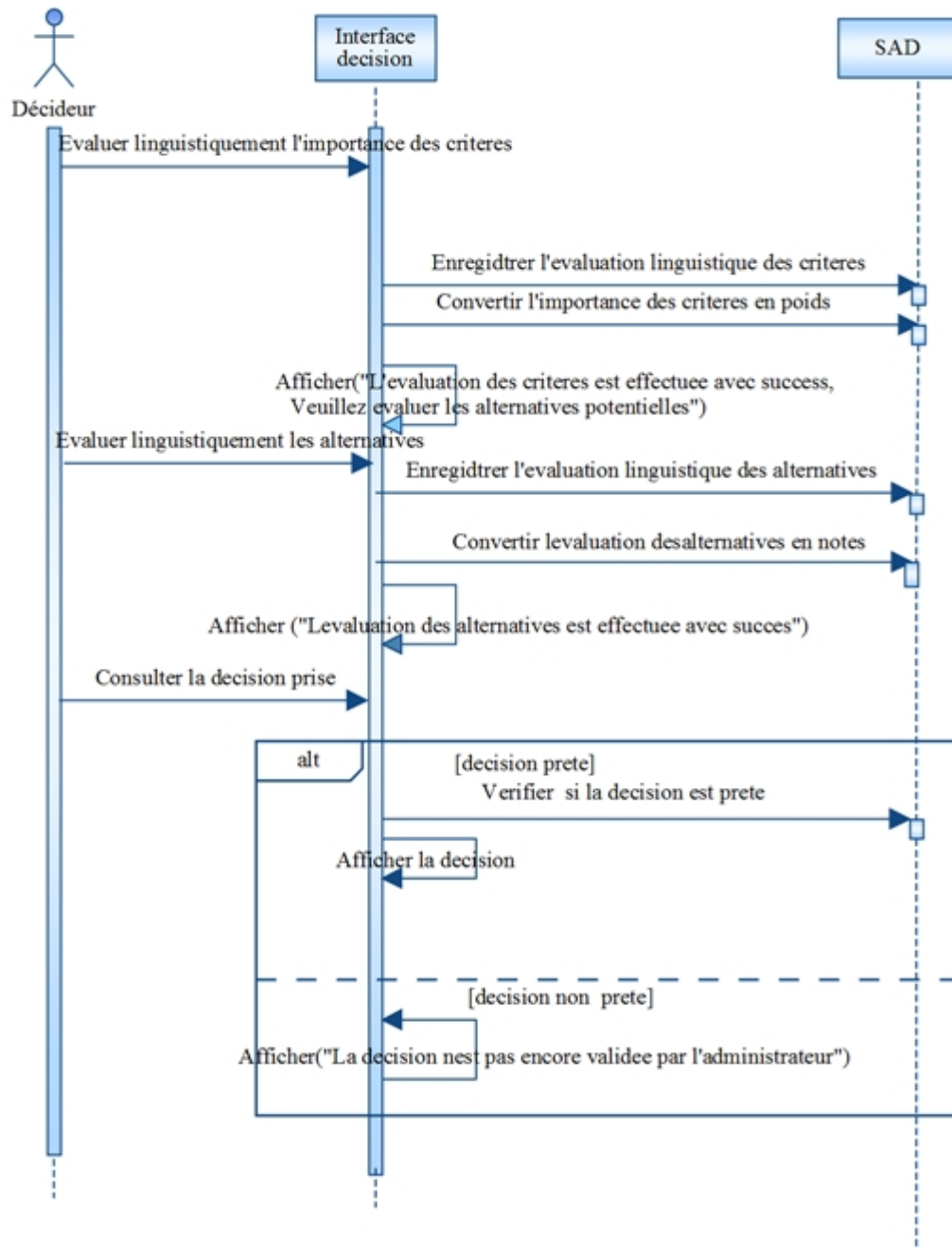


Figure III.10 L'évaluation des critères et des alternatives

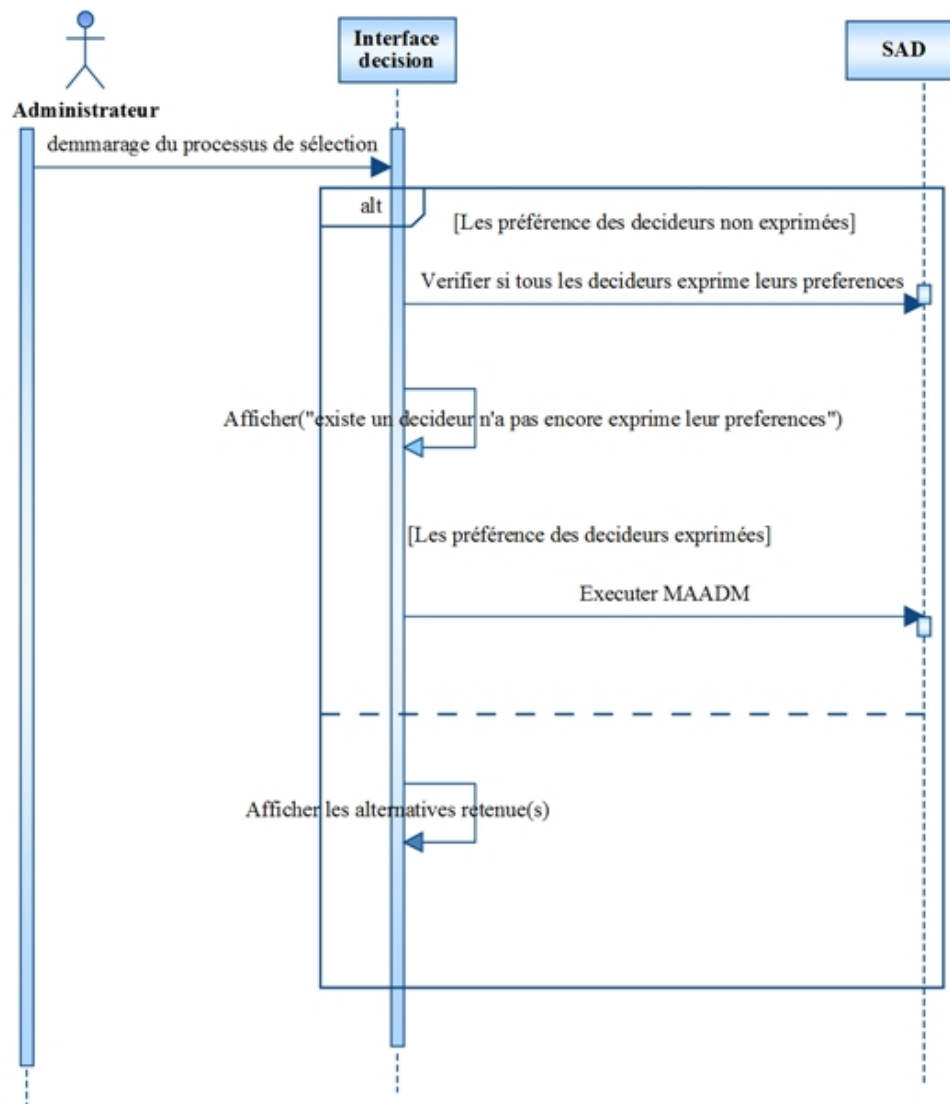


Figure III.11L'exécution du processus de sélection.

III.4 Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons vu une conception du système d'aide à la décision qui se base sur la méthode multi-critères et multi acteur MAADM

Nous avons déterminé la meilleure localisation des centres de distribution parmi trois localisations potentielles face à six critères d'évaluation. La décision est prise dans un environnement certain par trois décideurs. Dans le prochain chapitre on aura l'exécution de notre application ou bien SAD et présente les résultats en détails.

Chapitre IV

Implémentation

Sommaire :

IV.1. Introduction.....	50
IV.2. L'environnement matériel/logiciel.....	50
IV. 2.1. Matériel.....	50
IV. 2.2. Logiciel.....	50
IV. 2.2.1. Système d'exploitation utilisé.....	51
IV. 2.2.2. Langage de Programmation utilisé.....	51
IV. 2.2.3. L'environnement utilisé.....	52
IV.2.2.4. Les SGBDS utilisé.....	52
IV.3. L'implémentation.....	64
IV.4. Conclusion.....	64

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons décrire la mise en œuvre des différents algorithmes et interfaces de notre système. On commence par la description de l'environnement matériel/logiciel, le choix du langage, les outils de programmation, le code des différents modules et on termine par quelques résultats. L'environnement de développement choisit est le NETBEANS.

IV.2. L'environnement matériel/logiciel

IV. 2.1. Matériel

On a développé notre système sur un ordinateur portable ACER avec les caractéristiques suivantes :

- Modèle : PACKARD BELL P5WS0
- Processeur : Intel(R) Celeron(R) CPU B815 @ 1.60GHz 1.60 GHz
- Mémoire : 8,00 Go RAM et 500 Go Disque
- Ecran/Poids : 15.6 pouces .

IV. 2.2. Logiciel

IV. 2.2.1. Système d'exploitation utilisé

On a un utilisé un système d'exploitation Microsoft Windows 10 professionnel 64Bits sur notre machine.

IV. 2.2.2. Langage de Programmation utilisé

Pour l'implantation du notre Système on a choisi le langage de programmation orienté objet « JAVA » développée par Sun Microsystems.

IV. 2.2.3. L'environnement utilisé

Notre systeme est implémenté avec JAVA Netbeans13 a été sélectionné comme l'environnement de développement approprié. La figure IV.1 présente l'environnement de développement choisi.

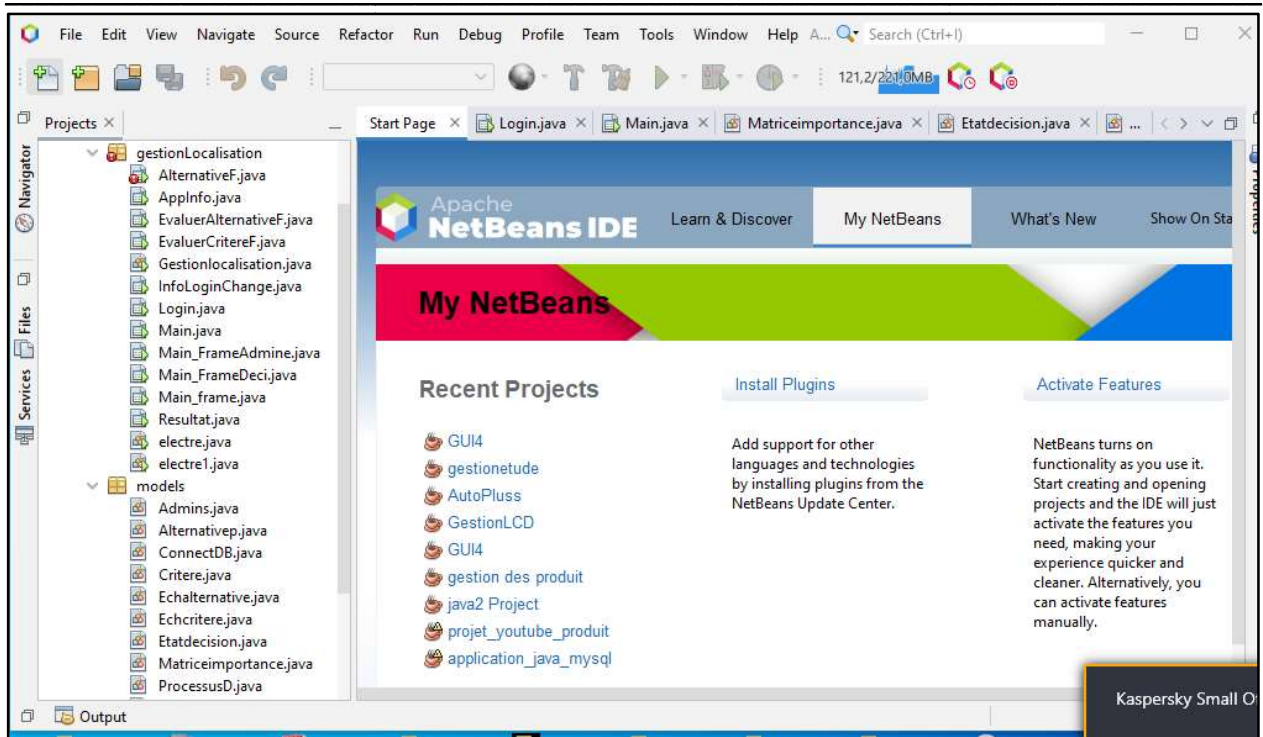
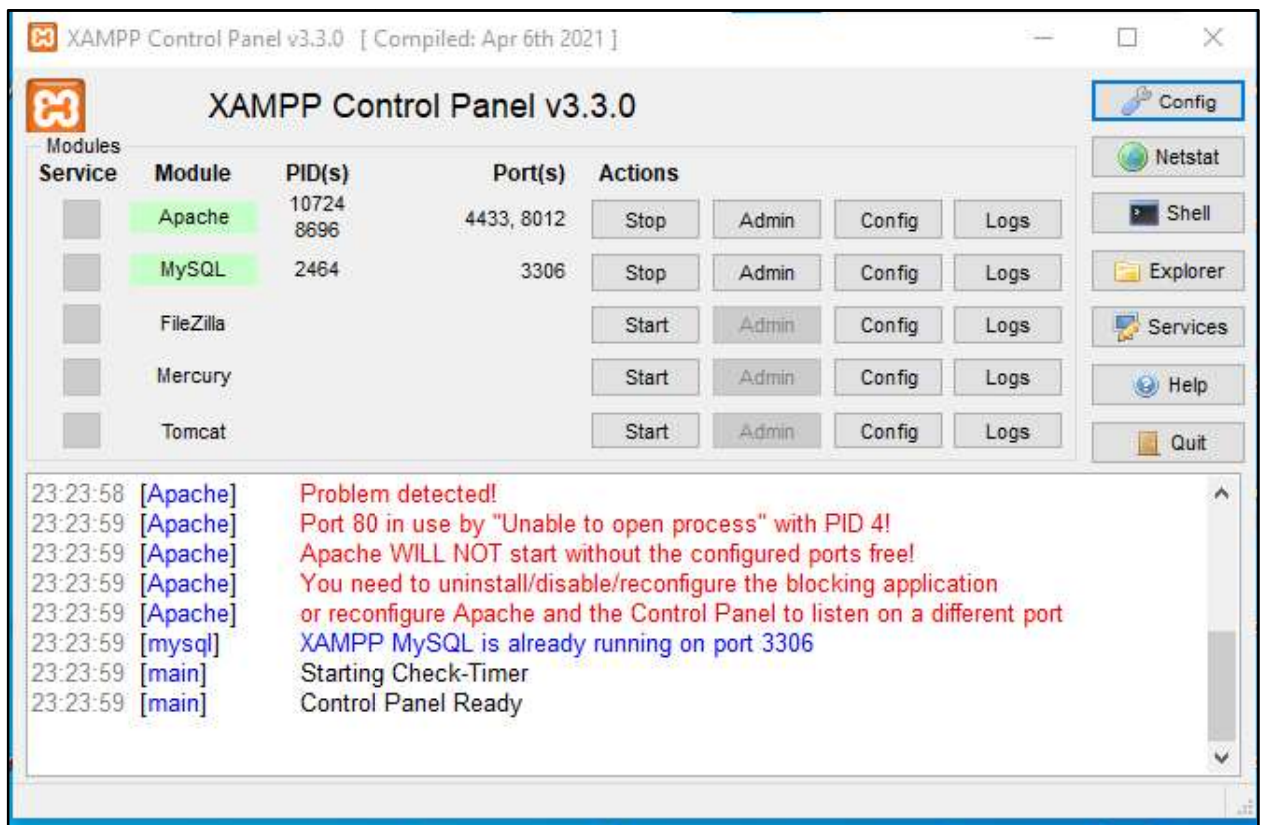


Figure .IV.1 Environnement de développement

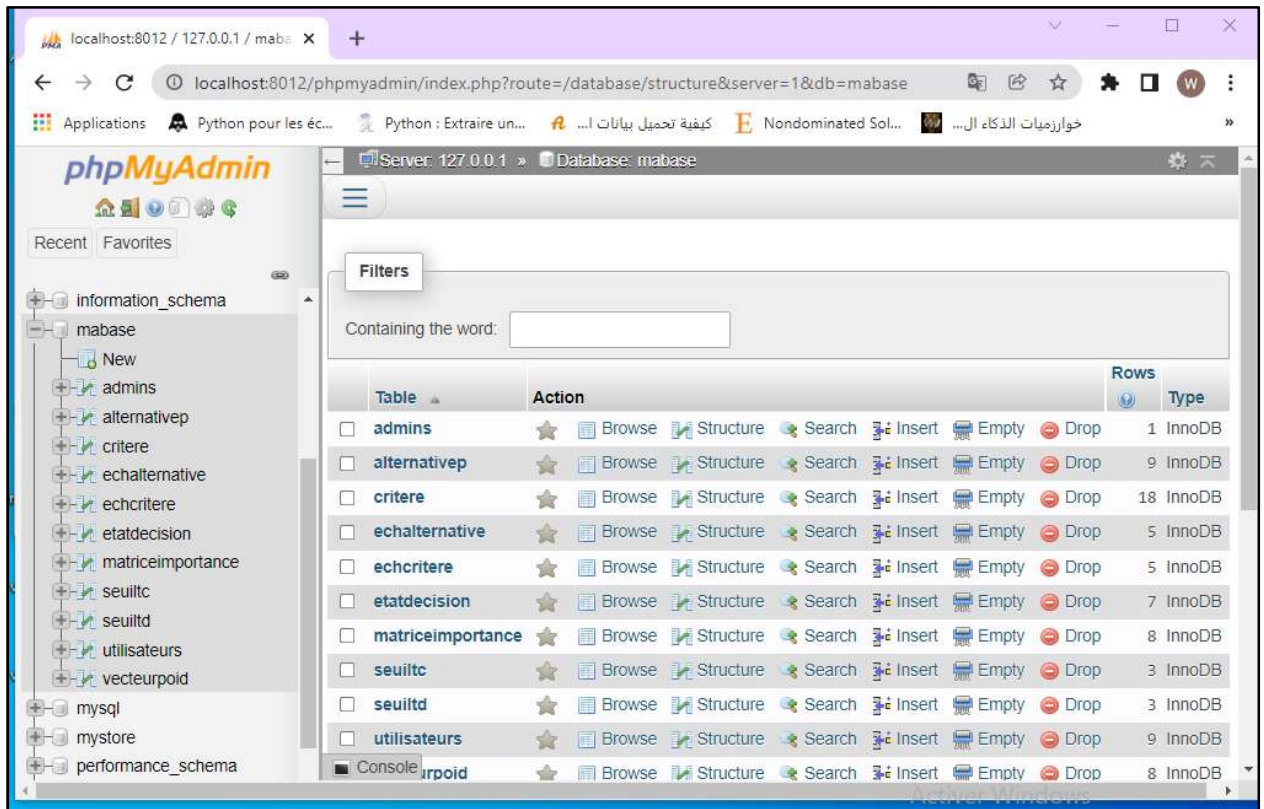
IV. 2.2.4. Les SGBDS utilisé

La figure IV.2 présente le système de gestion de base de données utilisée pour réaliser notre base de données



FigureIV.2Le SGBD

Notre base de données est présentée dans la figure IV.3.



FigureIV.3 Structure de la base

IV. 3.L'implémentation :

Premièrement on vous présente le module principal Electre1 la base de l'application de la méthode MAADM dans notre système.

```

public class electre1 {
public static Scanner lire = new Scanner(System.in);// lire un nombre depuis clavier
    public static void main(String[] args) {
int nbC,nbA,nbD;
System.out.println("===== phase 01 initiation des parametres =====");
System.out.println("donner le nombre de criteres");
nbC = integer();// integermethodereurn un nombre entier
System.out.println("donner le nombre d' Alternatives");
nbA = integer();
System.out.println("donner le nombre de Dicideurs");
nbD = integer();
float[] vecteur = new float[nbC]; // vecteur du poid des criteres du dimension le nombre de
criteres
float[][] matp = new float[nbA][nbC]; // a matrice de performances des alternatives de dimension
nbA*nbC
System.out.println("notre probleme a resoudre contient : " +nbC+ " Critres avec " +nbA+ "
Alternatives juger par " +nbD+ " Dicideurs");
for (int i = 0; i <nbD; i++) {
System.out.println("donner le vecteur poid donner par ce decideur "+(i+1));
for (int j = 0; j <nbC; j++) {
System.out.println("donner le poid pour la critere" + (j+1));
    vecteur[j] = vecteur[j] + flot();// flot methode return un nombre reel
    }}

System.out.println("le vecteur du poid globale est :");
floattotP=0;
for (int j = 0; j <nbC; ++j) {
vecteur[j] =vecteur[j]/nbD;
totP=totP+vecteur[j];
System.out.println(vecteur[j]+" ");

    }
System.out.println("le totale de vecteur de poid est some= "+totP);
System.out.println(" ===== phase 02 lires les matrices de perfemonces ===== ");
for (int i = 0; i <nbD; ++i) {
System.out.println("lire la matrice de performance donner par ce decideur "+(i+1));
for(int a=0; a<nbA;a++){
System.out.println("lire les valeurs d'importance sur alternative : "+ (a+1));

```

```

for (int j = 0; j <nbC; ++j) {
System.out.println("donner le valeur pour la critere"+(j+1));
matp[a][j] =matp[a][j]+ flot();

    }}}

System.out.println(" notre matrice de decision : ");
System.out.println("=====");
for(int a=0; a<nbA;a++){
for (int j = 0; j <nbC; ++j) {
matp[a][j]= matp[a][j]/nbD;
System.out.print("  " + matp[a][j]);
    }
System.out.println(" ");
}
System.out.println("=====");
System.out.println("calcul delta: ");
floatdelta,def;
delta=0;
for(int a=0; a<nbA-2;a++) { // parcourir les alternatives 0 jusqu a nbA-2
for (int j = 0; j <nbC; j++) {
def = 0;
def = matp[a][j] - matp[a + 1][j]; // calcule la defference des deux valeur de imporatncematp[a][j]
et matp[a+1][j]
    if (Math.abs(def) > delta) {
delta = def;
    }

    }
}
System.out.println("le coefficientDeltat = " + delta);
System.out.println("=====phase 03 evaluation des aletrnatives
=====");

System.out.println("calcul de matrice de concordance :");
float[][] matC = new float[nbA][nbA];
floattotC=0;

for(int a=0 ; a<nbA;a++){
for(int a1=0;a1<nbA;a1++){
totC=0;
for (int j = 0; j <nbC; j++) {
if(matp[a][j] >= matp[a1][j]) {
totC=totC+vecteur[j];
    }
}
}
}

```



```

    }
    matC[a][a1]=totC/totP;
    }}

System.out.println("affichage notre matrice de concordance : ");
for(int a=0; a<nbA;a++){
for (int j = 0; j <nbA; j++) {
if(a==j) {
System.out.print("-- ");
    }
else {
System.out.print(matC[a][j] + " ");
    }
}
System.out.println("");
}
//-----
float[][] matD = new float[nbA][nbA];
System.out.println("calcul de matrice de discordance : " );
float max=0,valeur=0;
for(int a=0; a<nbA;a++){
for(int a1=0;a1<nbA;a1++){
    max=0;
valeur=0;
delta=0;
for (int j = 0; j <nbC; j++) {
if(matp[a][j] <matp[a1][j]) {
if(delta<matp[a1][j]) {
    delta=matp[a1][j];
    }
    valeur= matp[a1][j]-matp[a][j];
}
if(max<valeur) {
max=valeur;
    }
}
}
matD[a][a1]=max/delta;

    }}

//----- affichage-----
System.out.println("notre matrice de discordance : ");
for(int a=0; a<nbA;a++){
for (int j = 0; j <nbA; j++) {
if(a==j) {

```

```

System.out.print("-- ");
    }
else {
System.out.print(matD[a][j] + " ");
    }
}
System.out.println("");
}
intreponse=0;
while(reponse==0){
System.out.println("==== phase 04 comparaison avec seuil concordance et discordance
====");
System.out.println("donner de seuil de concordance");
floatsC=0,sD=0;
sC=flot();
System.out.println("donner le seuil de discordance");
sD=flot();
for(int a=0; a<nbA;a++){// parcourir les deux matrice pour extere les alternative surlass
for (int j = 0; j <nbA; j++) {
if(a!=j) {
if((matC[a][j]>=sC)&&(matD[a][j]<=sD)){
System.out.println("A "+(a+1)+" $ A "+(j+1));
        }
    }
}
}
}
System.out.println("vous voulez re-exécuter le processus");

```

On vous présente aussi les différentes interfaces concernant l'administrateur et les décideurs

- L'administrateur : leur interfaces sont présentées dans les figures IV.4,IV.5,IV.6,IV.7,IV.12



Figure IV.4 Login administrateur.

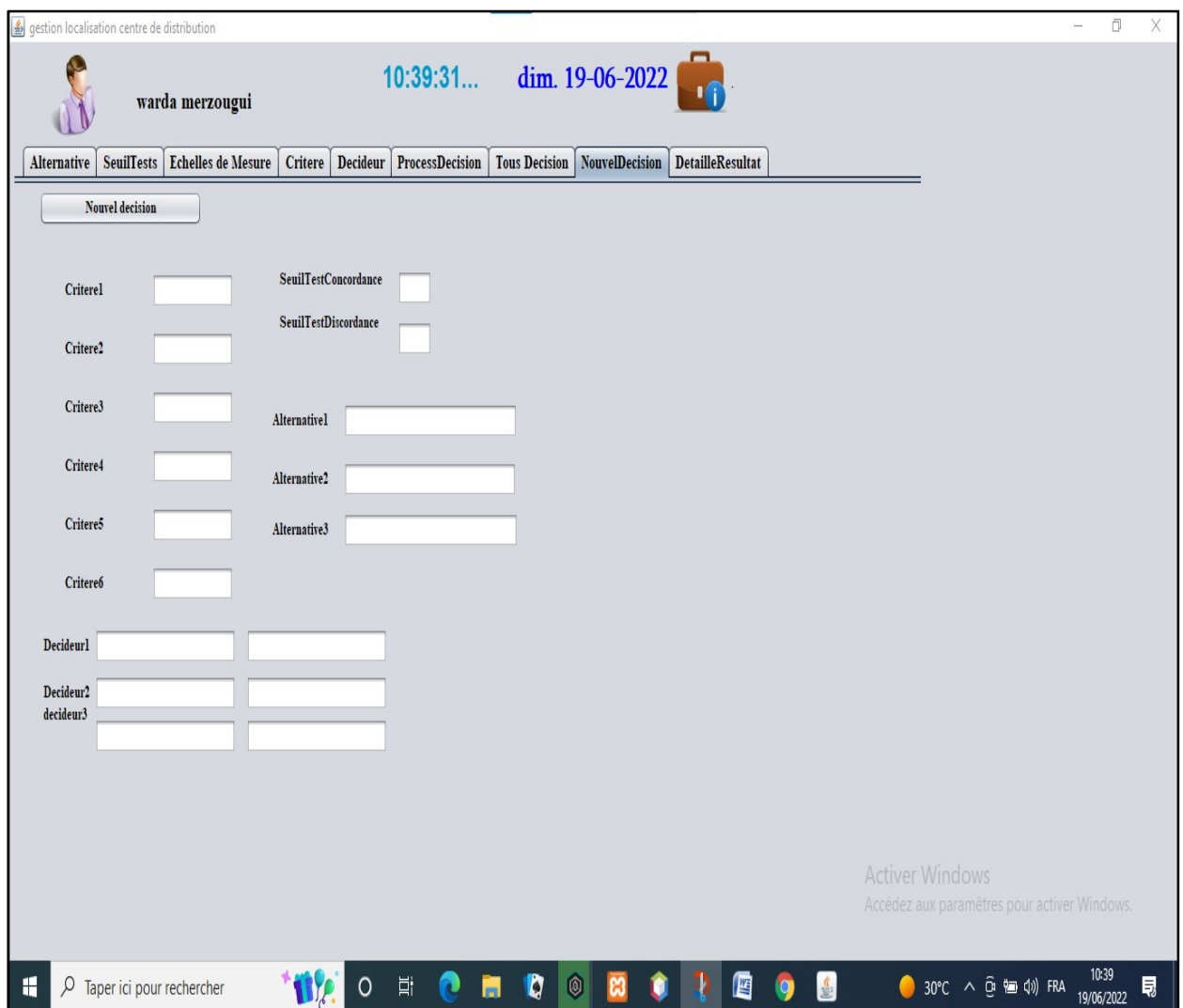


Figure IV.5 Nouvelle décision

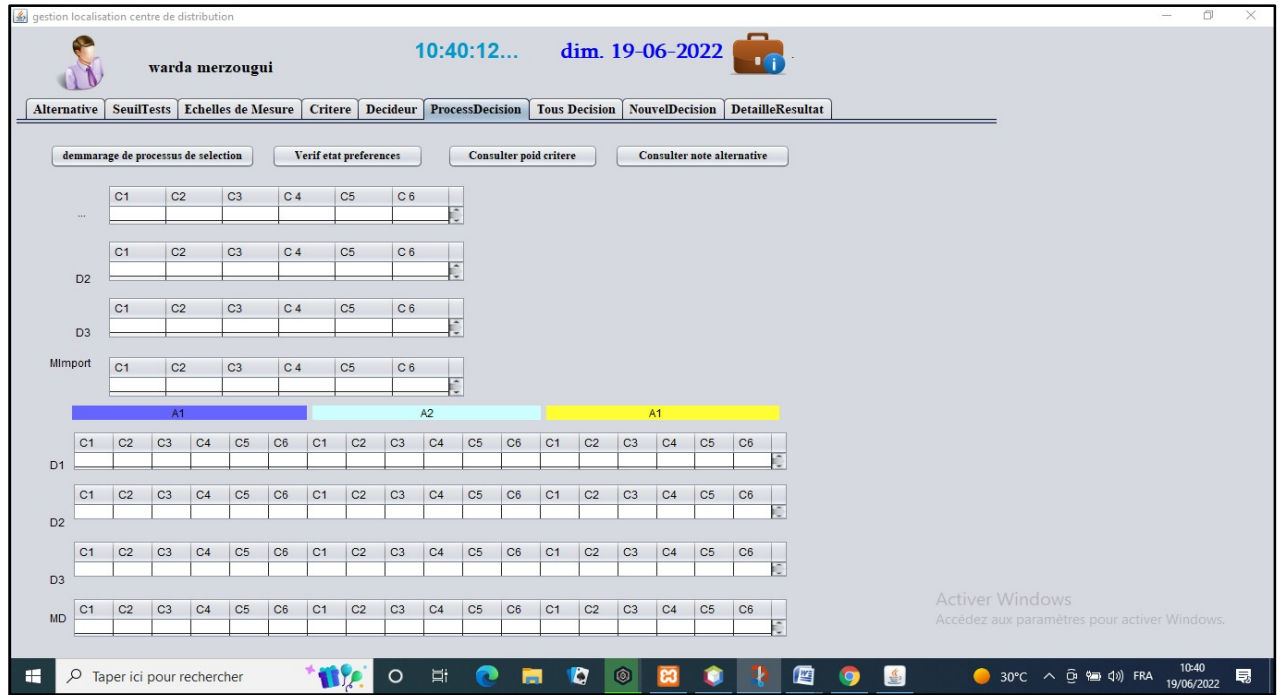


Figure IV.6 Processus de décision

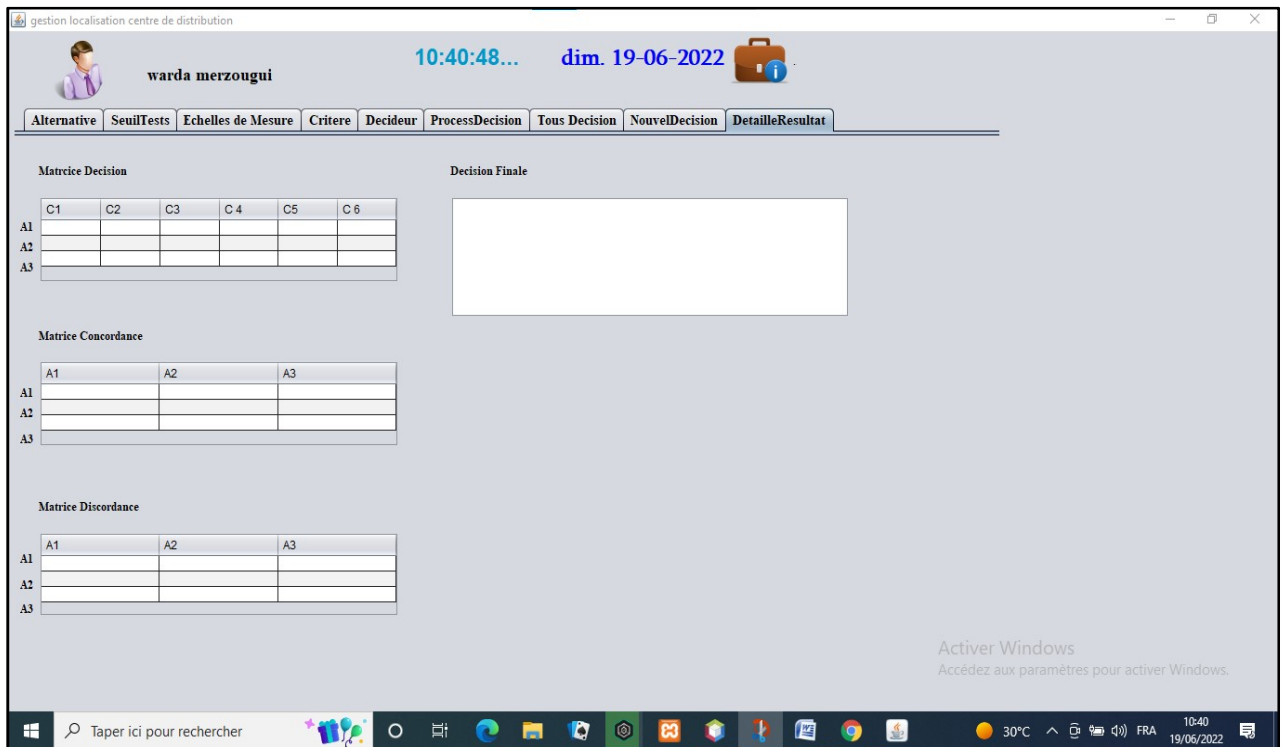


Figure IV.7 Résultat

- Décideur : leur interfaces sont présentées dans les figures IV.8,IV.9,IV.10,IV.11.



Figure IV.8 Login décideur.

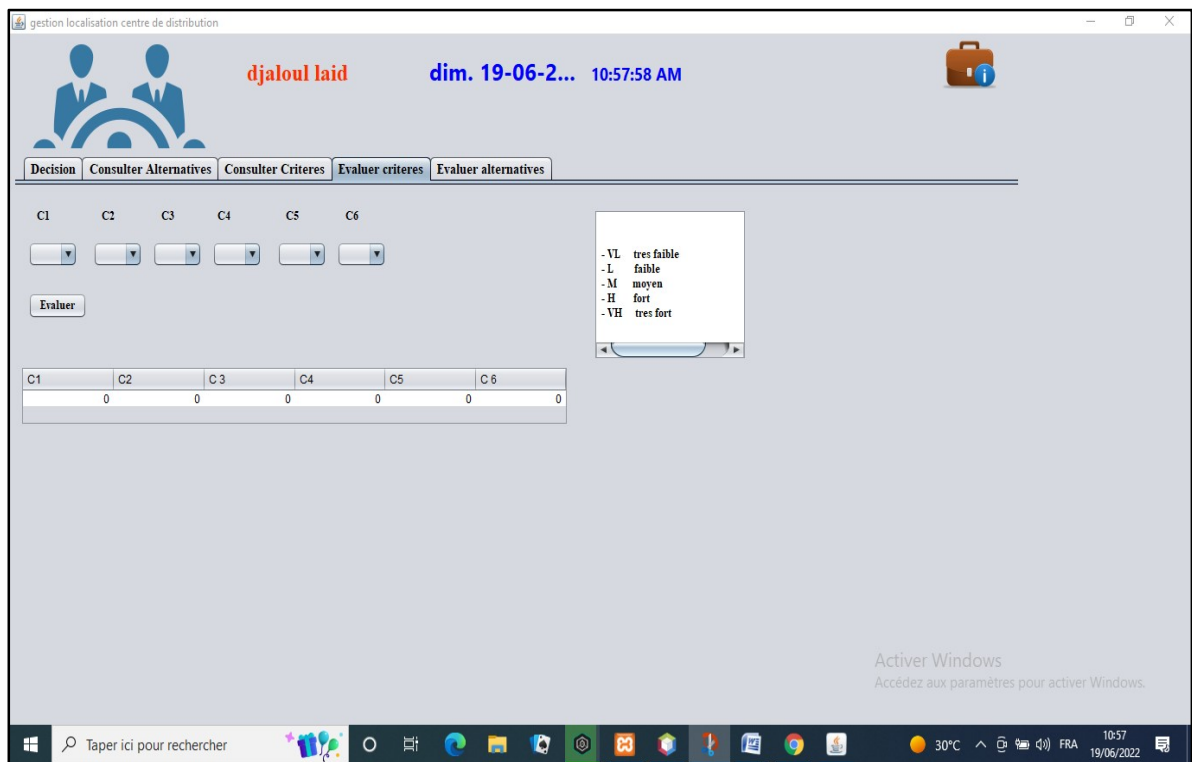


Figure IV.9 Evaluer poids critères

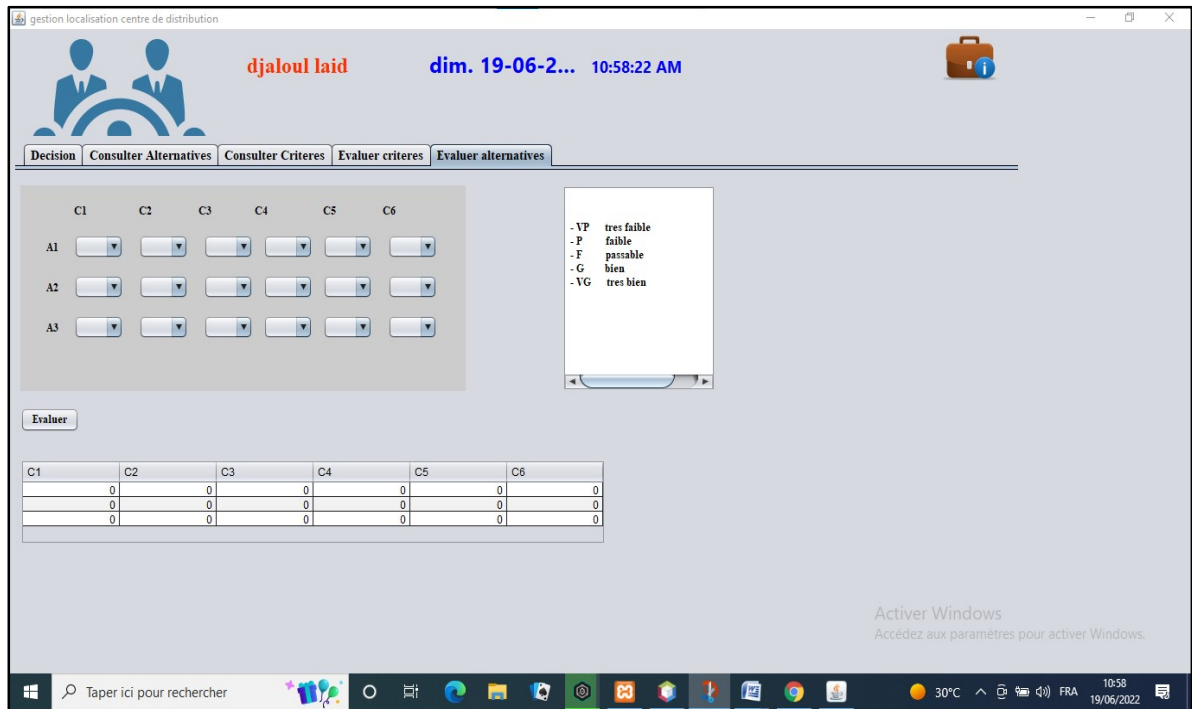


Figure IV. 10 Evaluer notes alternatives.

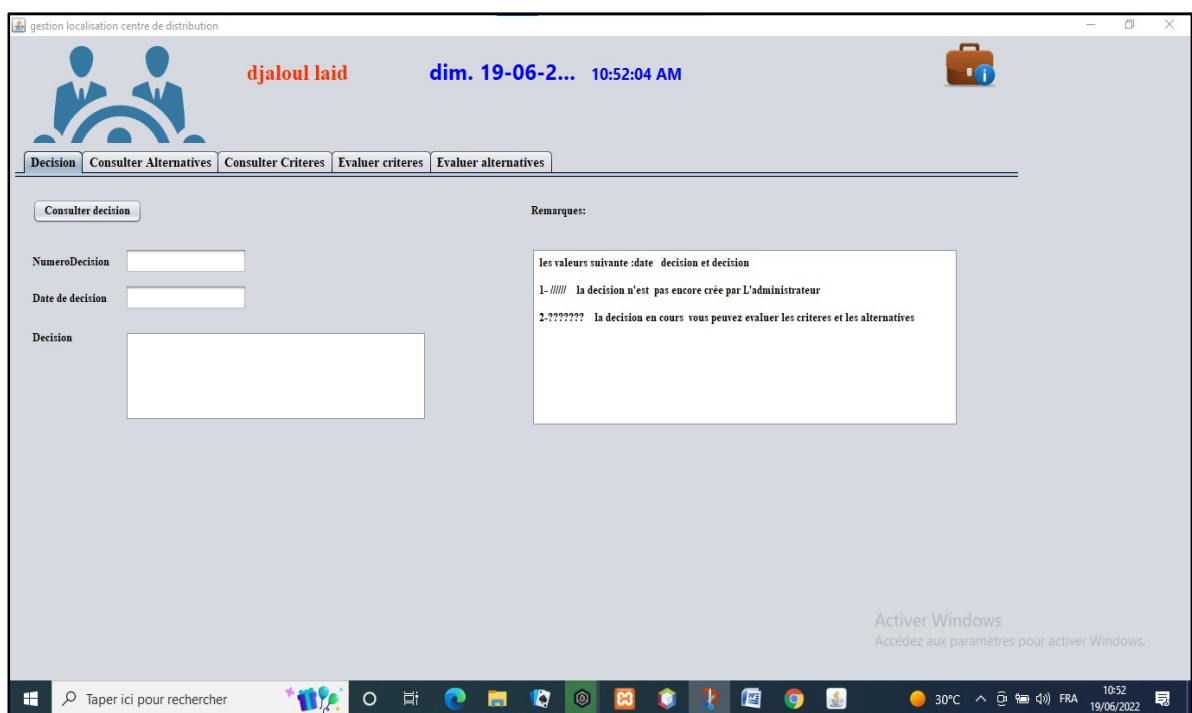


Figure IV.11 Consulter décision .

modifier les info

change info

utilisateur

mot de passe

Confirmer n...

Confirmer Motp

modifier annuler

Figure IV. 12 Modification mot passe administrateur.

La figure IV.13 représente l'interface d'à-propos de notre application.

gestion localisation centre de distribution

warda merzougui 03:41:21... dim. 19-06-2022

Alternative SeuilTests Echelles de Mesure Critere Decideur ProcessDecision Tous Decision NouvelDecision DetailleResultat

Matrice information de l'application

notre systeme d'information decisionnel
 a pour but d'aide à prendre une decision strategique concernat
 la creation dun nouveau centre de distribution
 facilite la cooperation des vision dun groupe de decideurs
 a choisir la meilleur localisation
 realiser par: Merzougui ouarda *** Biskra 2022
 pour plus d'information sur ce systeme vous pouvez nous contact
 OUARDA.MERZOUGUI@yahoo.com

Matrice

	A1	A2	A3
A1			
A2	0,4		
A3	0,4	0,083	

Matrice Discordance

	A1	A2	A3
A1			0,455
A2			0,125
A3			

Taper ici pour rechercher 36°C 15:41 19/06/2022

Figure IV.13 Information général concernant l'application.

Exemple applicatif:

Pour aider les décideurs (D_1 , D_2 et D_3) à trouver la meilleure localisation des centres de distribution parmi les trois alternatives (A_1 , A_2 et A_3) face aux six critères (C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_5 et C_6).

— Construction de la matrice d'importance des critères (W) :

Tout d'abord, chaque décideur ($K = 1, 2, 3$), selon ses préférences, estime linguistiquement l'importance de chaque critère d'évaluation (C_j où $j = 1, \dots, 6$). Les estimations sont, ensuite, converties en poids (W_1 , W_2 , W_3). L'échelle de mesure d'évaluation d'importance des critères figurée dans la table IV.1.

Termes Linguistiques	Poids
Très faible (VL)	1
Faible (L)	2
Moyen (M)	3
Fort (H)	4
Très fort (VH)	5

Table IV.1 Termes Linguistiques d'évaluation Poids Critères.

Critères	Décideurs		
	D_1	D_2	D_3
C_1	(VL) 1	(L) 2	(L) 2
C_2	(VL) 1	(VL) 1	(L) 2
C_3	(L) 2	(L) 2	(VL) 1
C_4	(VL) 1	(VL) 1	(L) 2
C_5	(VL) 1	(L) 2	(VL) 1
C_6	(L) 2	(L) 2	(L) 2

Table IV.2 récapitule l'importance attribuée à chaque critère par décideur.

Par la suite, le poids final de chaque critère d'évaluation est calculé par l'équation II.1. De ce calcul résulte la matrice d'importance des critères d'évaluation (W) présentée dans la table IV.3.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
D1	1	1	2	1	1	2
D2	2	1	2	1	2	2
D3	2	2	1	2	1	2
MImport	1,667	1,333	1,667	1,333	1,333	2

Table IV.3. Matrice d'importance des critères d'évaluation (W)

— **Construction de la matrice de décision (D) :**

De même, l'évaluation linguistique des trois alternatives ($A1$, $A2$ et $A3$) face aux critères ($C1$, ..., $C6$) s'effectue par décideur ($K = 1, 2, 3$) en utilisant l'échelle de mesure présentée dans la table IV.4.

Termes Linguistiques	Notes
Très faible (VP)	1
Faible (P)	2
Passable (F)	3
Bien (G)	4
Très bien (VG)	5

Table IV.4 Termes Linguistiques d'évaluation Poids Notes d'alternatives

A l'aide de cette échelle, les évaluations linguistiques des alternatives par décideur face à un critère donné sont converties en notes Cette évaluation est résumée à la table IV.5.

Critères	Alternatives	Décideurs		
		<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>
<i>C1</i>	<i>A1</i>	(F) 3	(F) 3	(P) 2
	<i>A2</i>	(G) 4	(VP) 1	(VP) 1
	<i>A3</i>	(VP) 1	(F) 3	(F) 3
<i>C2</i>	<i>A1</i>	(G) 4	(G) 4	(P) 2
	<i>A2</i>	(VP) 1	(P) 2	(F) 3
	<i>A3</i>	(F) 3	(VP) 1	(P) 2
<i>C3</i>	<i>A1</i>	(G) 4	(P) 2	(F) 3
	<i>A2</i>	(VP) 1	(G) 4	(P) 2
	<i>A3</i>	(P) 2	(G) 4	(P) 2
<i>C4</i>	<i>A1</i>	(F) 3	(VP) 1	(VP) 1
	<i>A2</i>	(VP) 1	(VP) 1	(G) 4
	<i>A3</i>	(VP) 1	(G) 4	(VP) 1
<i>C5</i>	<i>A1</i>	(G) 4	(VP) 1	(VP) 1
	<i>A2</i>	(G) 4	(G) 4	(G) 4
	<i>A3</i>	(G) 4	(G) 4	(F) 3
<i>C6</i>	<i>A1</i>	(P) 2	(F) 3	(G) 4
	<i>A2</i>	(VP) 1	(P) 2	(F) 3
	<i>A3</i>	(F) 3	(VP) 1	(P) 2

Table IV.5. Evaluations linguistiques des alternatives par décideur.

La matrice de décision (D) résulte par du calcul de la note finale (x_{ij}) de chaque alternative face à un critère en utilisant l'équation II.2 et est données dans la table IV.6

	C1	C2	C3	C 4	C5	C 6
A1	2,667	3,333	3	1,667	2	3
A2	2	2	2,333	2	4	2
A3	2,333	2	2,667	2	3,667	2

Table IV.6 Matrice de décision (D)

— **Détermination des relations entre les alternatives :**

Une fois la matrice de décision (D) est construite, en utilisant les équations II.3, II.4 et II.5, nous effectuons des comparaisons par paires entre couples d'alternatives A_i et A_k en fonction de leur note finale (x_{ij}) face à un critère donné (C_j où $j = 1, \dots, 6$). Ces comparaisons sont décomposées en fonction des relations de préférence, notamment $J=(A_i, A_k)$, $J+(A_i, A_k)$ et $J-(A_i, A_k)$. Le résultat obtenu à la fin de cette étape est un ensemble d'indices représentant les critères qui devraient vérifier les relations de préférence pour un couple d'alternative donné comme le présentent les tables IV.7, IV.8 et IV.9.

Alternatives	A_1	A_2	A_3
A_1	-	{1, 2, 3, 6}	{1, 2, 3, 6}
A_2	{4, 5}	-	{5}
A_3	{4, 5}	{1, 3}	-

Table IV.7 les relations $J+(A_i, A_k)$,

Alternatives	A_1	A_2	A_3
A_1	-	{4, 5}	{4, 5}
A_2	{1, 2, 3, 6}	-	{1, 3}
A_3	{1, 2, 3, 6}	{5}	-

Table IV.8 les relations $J-(A_i, A_k)$

Alternatives	A_1	A_2	A_3
A_1	-	\emptyset	\emptyset
A_2	\emptyset	-	{2, 4, 6}
A_3		{2, 4, 6}	-

Table IV.9 les relations $J=(A_i, A_k)$.

— **Conversion des relations entre les alternatives en valeurs numériques:** à la suite de l'obtention des ensembles d'indices représentant les critères vérifiant les relations de préférence pour un couple d'alternative donné, nous convertissons ces ensembles en valeurs numériques en utilisant les équations II.6, II.7 et II.8. Pour chaque ensemble, nous déterminons la somme de poids des critères appartenant à chaque famille $P^+(A_i, A_k)$, $P^-(A_i, A_k)$ et $P=(A_i, A_k)$ comme les indiquent les tables IV.10, IV.11 et IV.12.

Alternatives	A1	A2	A3
A1	-	6,65	6,65
A2	2,66	-	1,33
A3	2,66	2,99	-

Table IV.10 la somme de poids $P^+(A_i, A_k)$

Alternatives	A1	A2	A3
A1	-	2,66	2,66
A2	6,65	-	2,99
A3	6,65	1,33	-

Table IV.11 la somme de poids $P^-(A_i, A_k)$

Alternatives	A1	A2	A3
A1	-	∅	∅
A2	∅	-	4,66
A3		4,66	-

Table IV.12 la somme de poids $P=(A_i, A_k)$

— **Fusion des valeurs numériques :**

La fusion des valeurs numériques est obtenue en déterminant les indices de concordance CI_{ik} , et les indices de discordance DI_{ik} afin d'obtenir les matrices de concordance CI et de discordance DI présentées dans les tables IV.13 et IV.14. Pour cette étape, nous utilisons les équations II.9 et II.10. Table IV.13: Résumé concernant les coefficients de concordance CI_{ik}

Matrice Concordance

	A1	A2	A3
A1			0,7
A2	0,3		0,65
A3	0,3	0,85	

Table IV.13: Résumé concernant les coefficients de concordance CI_{ik}

Matrice Discordance

	A1	A2	A3
A1		0,5	0,455
A2	0,4		0,125
A3	0,4	0,083	

Table IV.14: Résumé concernant les coefficients de discordance DI_{ik}

 — Filtrage des alternatives :

A partir des résultats obtenus précédemment, il devient ainsi possible de déterminer la meilleure alternative. Pour se faire, nous réalisons un test de concordance et un test de discordance en utilisant l'équation II.11. Pour le premier test, le test de concordance, nous prenons le seuil « ct » égale à 0, 7. Ce test est satisfait si $CI_{(ik)} \geq 0, 7$. À partir de la table IV.13, les $CI_{(ik)}$ qui satisfont le test de concordance sont $CI_{(1,2)}$, $CI_{(1,3)}$ et $CI_{(3,2)}$.

Pour le deuxième test, le test de discordance, nous prenons le seuil « dt » égale à Ce test est satisfait si $DI_{(ik)} \leq 0, 3$. À partir de la table IV.14, seuils DI_{23} et DI_{32} satisfont ce test. Sur la base de ces deux tests, nous pouvons conclure que l'alternative A_3 surclasse A_2 , étant donné la relation $CI_{(3,2)}$ et la relation de discordance $DI_{(3,2)}$ sont les deux vérifiées. Contrairement à la relation de surclassement du couple d'alternatives (A_1, A_2) et la relation de surclassement du couple d'alternative (A_1, A_3) qui ne sont pas vérifiées, étant donné $CI_{(1,2)}$ et $CI_{(1,3)}$ satisfont le test de concordance et $DI_{(1,2)}$ et $DI_{(1,3)}$ ne satisfont pas les test de discordance. Cela signifie que la relation (A_3, A_2) est la seule relation de surclassement valable, car elle est suffisamment concordante et aussi suffisamment discordante avec l'hypothèse « A_3 surclasse A_2 ». De ce fait, la meilleure alternative est bien l'alternative A_3 .

IV. 4. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons vu une brève vision sur notre système réalisé avec le module principal pour résoudre le problème de la sélection qui se base sur application de la méthode choisie MAADM une méthode d'analyse multi-critères et multi-acteurs pour extraire la meilleure localisation d'un nouveau centre de distribution, aussi nous avons présenté les différentes interfaces point de vue administrateur et décideur. Finalement nous concéderons que cette application est l'un des essais pour faciliter la décision dans le domaine de localisation des centres de distribution. Elle peut être évoluée simplement et exploitée avec d'autres paramètres pour d'autres travaux futurs.

Conclusion générale

Les centres de distribution jouent un rôle important non seulement dans la fluidification du trafic routier et la réduction de la pollution atmosphérique et sonore, mais aussi dans la diminution des coûts du transport. En outre, ils contribuent à la satisfaction des clients, ainsi qu'à la satisfaction des habitants mécontents qui vivent à proximité des centres de distribution impactés par la circulation des véhicules. Face à ces raisons, la prise d'une bonne décision pour sélectionner une meilleure localisation des centres de distribution, sous divers critères, est devenue, de plus en plus, un atout stratégique primordial pour la logistique urbaine. Les travaux entamant ce sujet conduisent à l'application des méthodes de l'analyse multi-critères pour atteindre notre objectif, nous avons essayé dans ce mémoire de master de développer un système d'aide à la décision multi-critères qui gère la localisation des centres de distribution en se basant sur une méthode multi-attribut et multi-acteur (MAADM). Cette dernière est basée sur la méthode ELECTRE I, issue de l'aide à la décision multi-attribut, pour sélectionner la meilleure localisation d'un nouveau centre de distribution. Le module principal réalisé en java retient une meilleure alternative parmi un ensemble d'alternatives potentielles. Le processus MAADM évalue les différentes alternatives non seulement en fonction de divers critères, mais aussi en prenant en compte l'adéquation des préférences de plusieurs décideurs impliqués dans le processus de décision. Dans ce dernier, chaque décideur est invité à exprimer ses préférences, d'une part, sur l'importance des critères d'évaluation et, d'autre part, au regard de l'ensemble des alternatives potentielles. Le but est de défendre les intérêts du service de l'entreprise qui 'il représente, à savoir le service de la distribution, de la qualité et du développement durable, etc. Dans l'implémentation nous avons fixé les paramètres de la méthode MAADM à trois localisations potentielles. Ces alternatives sont évaluées par trois décideurs par rapport à six critères. Les différentes tâches peuvent être réalisées par l'administrateur de ce système et pour les membres de groupe décideurs aussi les différentes interfaces interactives, ceci est illustré par un exemple applicatif expliquant comment le système sélectionne la meilleure alternative. A la fin on obtient des résultats très satisfaisants aux groupes (décideurs et administrateur) pour la sélection de la meilleure localisation d'un nouveau centre de distribution. Finalement on peut

dire que notre système est simple et facile à exploiter et leur module principal peut être exploité avec autres paramètres dans des travaux futurs.

Perspectives

Le travail réalisé a abouti à un niveau de satisfaction dans le gain du temps et d'efforts par apport au processus traditionnel de décision, mais il n'exclue pas le fait que tout travail présente des limites permettant de tracer des perspectives. Les résultats obtenus inspirent les idées suivantes pour d'autres travaux futurs :

- Proposer l'intégration des techniques du data mining des données stockées dans notre base de données afin d'extraire les critères les plus influençantes sur le processus de décision, et améliorer la stratégie de choisir les critères d'évaluation et les alternatives potentiels.
- Proposer d'intégrer le traitement du langage naturel pour extraire les préférences données par les décideurs sous forme de textes dans un simple email.

Bibliographie

- [1] Roy, B. et Bouyssou, D. (1993). *Aide multicritère à la décision : Méthodes et cas*. Economica .
- [2] D.Hamdadou un modele d'aide a la decision en AT, une approche de negociation et une approche multicriteres These de doctorat .Universite Oran Ahmed ben Bellah 2008.
- [3] Mammeri, M. (2013). *Une approche d'aide multicritère à la décision pour l'évaluation du confort dans les trains : construction d'un modèle d'évaluation*. Thèse de doctorat, Université Paris Dauphine-Paris IX.
- [4] Awasthi, A., Adetiloye, T. et Crainic, T. G. (2016). Collaboration partner selection for city logistics planning under municipal freight regulations. *Applied Mathematical Modelling*, 40(1):510–525.
- [5] Collette, Y. et Siarry, P. (2011). *Optimisation multiobjectif : Algorithmes*. Editions Eyrolles.
- [6] Kamissoko, D. (2013). *Aide à la décision pour l'analyse de la vulnérabilité des réseaux d'infrastructure face à une crise de catastrophe naturelle*. Thèse de doctorat, École Doctorale Systèmes (Toulouse) ; 154236462.
- [7] S.Holtzman , « intelligent Decision System » Eddison Wesle,1989.
- [8] S Trentesaux « Conception d'un système de pilotage distribue supervise et multicritere pour système de production These Doctorat ,France,1996.
- [9] Bai, S.-z., Meng, R.-z. et Zhang, S.-t. (2010). Research on location selection of dairy distribution center. *In International Conference on Logistics Systems and Intelligent Management*, volume 2, pages 898–901. IEEE.
- [10] Maystre, L. Y., Pictet, J. et Simos, J. (1994). *Méthodes multicritères ELECTRE : description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale*, volume 8. PPUR presses polytechniques.
- [11] Tsoukiàs, A. (2008). From decision theory to decision aiding methodology. *European Journal of Operational Research*, 187(1):138–161.
- [12] Pohekar, S. et Ramachandran, M. (2006). Multi-criteria evaluation of cooking devices with special reference to utility of parabolic solar cooker (PSC) in India. *Energy*, 31(8):1215–1227.

- [13] Roy, B. (1985). *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*. Economica.
- [14] Roy, B. (2013). *Multicriteria methodology for decision aiding*, volume 12. Springer Science & Business Media.
- [15] Mousseau, V. (1993). *Problèmes liés à l'évaluation de l'importance relative des critères en aide multicritère à la décision : Réflexions théoriques, expérimentations et implémentations informatiques*. Thèse de doctorat, Paris 9.
- [16] Costa, C. A. B. E. (1996). Les problématiques de l'aide à la décision : vers l'enrichissement de la trilogie choix-tri-rangement. *RAIRO-Operations Research*, 30(2):191–216
- [17] Nafi, A. et Wery, C. (2009). Aide à la décision multicritère : introduction aux méthodes d'analyse multicritère de type ELECTRE I. *Module d'ingénierie financière, ENGEES*, 2010.
- [18] Farahani, R. Z., Steadie Seifi, M. et Asgari, N. (2010). Multiple criteria facility location problems : A survey. *Applied Mathematical Modelling*, 34(7):1689–1709
- [19] Yu, X., Zhang, X. et Mu, L. (2009). A fuzzy decision making model to select the location of the distribution center in logistics. In *IEEE International Conference on Automation and Logistics (ICAL)*, pages 1144–1147. IEEE
- [20] Tomic, V., Memet, A., Milosavljevic, M. et Milisavljevic, S. (2013). Decision on the logistics centers location, case of the balkan peninsula. *Ann. Oradea Univ. Fascicle Manage. Technol. Eng.*, (2):330–338.
- [21] Yoon, K. et Hwang, C. (1981). Topsis (technique for order preference by similarity to ideal solution)—a multiple attribute decision making, w : Multiple attribute decision making—methods and applications, a state-of-the-art survey
- [22] Ayadi, D. (2010). *Optimisation multicritère de la fiabilité : application du modèle de goal programming avec les fonctions de satisfactions dans l'industrie de traitement de gaz*. Thèse de doctorat, Université d'Angers
- [23] Wolf, G. W. (2011). Facility location : concepts, models, algorithms and case studies. Series : Contributions to Management Science : edited by Zanjirani Farahani, Reza and Hekmatfar, Masoud, Heidelberg, Germany, Physica-Verlag, 2009, 549 pp.
- [24] Sanayei, A., Mousavi, S. F. et Yazdankhah, A. (2010). Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 37(1):24–30
- [25] Zhang, M., Pang, H., Zhang, S. et Meng, R. (2013). Selection of location for book distribution center based on genetic algorithm. *Journal of Convergence Information Technology*, 8(7).

- [26] Agrebi, M., Abed, M. et Omri, M. N. (2018). MAADM and FMAADM methods for solving the selection problem under multiple attribute group decision making : Case of distribution center location. *In Mardi des Chercheurs (MdC2018)*. UPHF & Polytech Mons
- [27] Chen, C.-T. (2001). A fuzzy approach to select the location of the distribution center. *Fuzzy sets and systems*, 118(1):65–73.
- [28] Chu, T.-C. et Lai, M.-T. (2005). Selecting distribution centre location using an improved fuzzy MCDM approach. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 26(3):293–299.
- [29] Chou, C.-C. et Chang, P.-C. (2009). A fuzzy multiple criteria decision making model for selecting the distribution center location in china : a Taiwanese manufacturer's perspective. *Human Interface and the Management of Information. Information and Interaction*, pages 140–148.
- [30] Kuo, M.-S. (2011). Optimal location selection for an international distribution center by using a new hybrid method. *Expert Systems with Applications*, 38(6):7208–7221.
- [31] Awasthi, A., Chauhan, S. S. et Goyal, S. K. (2011). A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. *Mathematical and Computer Modelling*, 53(1):98–109.
- [32] Roy, B. (1968). Classement et choix en présence de points de vue multiples. *Revue française d'informatique et de recherche opérationnelle*, 2(8):57–75