

MA-004-394-1

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**Université Saad Dahlab Blida**

N° D'ordre : 02



Faculté des sciences

**Département d'informatique**

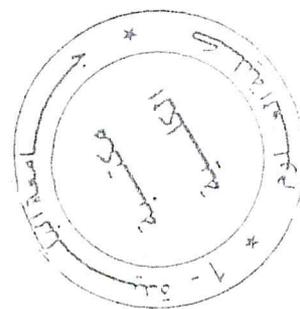
Mémoire Présenté par :

ARBI AOUA Imene

BESSADI Fatma zohra

**En vue d'obtenir le diplôme de master**

Domaine : Mathématique et informatique



Filière : Informatique

Spécialité : Informatique

Option : Ingénierie de logiciel

**Sujet : Conception et réalisation d'un SIAD basé sur la méthode multicritère  
dédié a la bourse de l'emploi à Sonatrach**

*Thème*

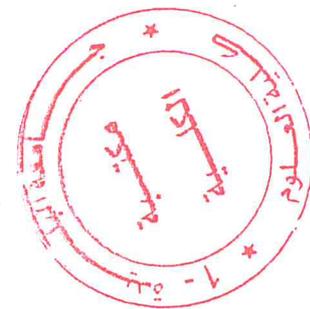
Soutenu le : 11/ 06/2017

M. ABED  
M. AUKID S  
Mme. BOUMAHDI F  
Mme. TOUMI W

Présidente  
Examinatrice  
Promotrice  
Encadreur

MA-004-394-1

Promotion 2016/2017



## *Remerciements*

*C'est avec l'aide de Dieu que ce travail a vu le jour,*

*Il n'aurait pu être achevé sans le soutien, les conseils et les encouragements de certaines personnes auxquelles nous tenons à exprimer ici nos sincères remerciements.*

*En premier lieu, nous exprimons toute notre gratitude pour notre Promoteur, Mme Boumahdi pour ces précieux conseils, sa disponibilité, la confiance qu'il nous a toujours témoigné et la sollicitude dont il nous a entouré, et ce tout au long de l'élaboration du présent travail. Nous n'oublions pas non plus le chef de département support applicatif et tous qui nous ont transmis leur savoir tout au long du cycle de stage dans Sonatrach.*

*Nous adressons une pensée particulièrement affective à nos Amis qui ont rendu agréables nos longues années d'études.*

*Nous tenons enfin à remercier tous ceux qui ont collaborés de près ou de loin à l'élaboration de ce travail. Qu'ils acceptent nos humbles remerciements.*

# Dédicaces

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

*Avec tout mon amour éternel et avec l'intensité de mes émotions, je dédie ce mémoire :*

*A ma très chère mère Aicha BOUHAFER affable, honorable, aimable, tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*A mon cher père que j'aime beaucoup Mohammed ARBIAOUDA, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous*

*A mes chères sœurs et ses petites familles: Souad, Soumia, Karima et Manel*

*A mon cher frère Mustapha et sa petite famille*

*A mes neveux et mes nièces :ZineYassmine, Mustapha , Akram,Billel , Kawthar, Chakib ,MohamedAdem, HalimaAllae , Nour , Eliyes, et haithem*

*A ma grande mère, et toute ma famille*

*A mes ami(e)s*

*Imene*

# Dédicaces

*Je dédie ce mémoire à :*

*Mon cher père et Ma chère mère pris-en pour leurs soutiens et l'amour*

*Mes frères : Mohamaed et Souhiab*

*Mes sœurs : Salma et Yasmine avec son mari et ses enfants Rahef et Mohamed  
monsif*

*Mon marie : Abd Elhakim et Ma belle mère et mon beau Père et mes belles sœurs  
dans*

*Ma chère amie : Tamaoucht Hadjira*

*Ma princesse, ma fille et mon trésor, inchaa allah Tasnim*

*Fatma zohra*

## Résumé

L'informatique décisionnelle est un processus technologique sert à analyser les données pour structurer et représenter les informations d'une manière exploitables par les dirigeants (décideurs) afin de leur permettre de prendre des décisions plus avisées. Afin de bénéficier ce ces technologies, nous avons exploité les technologies de l'informatique décisionnelle dans le cadre du sélection des meilleures candidats lors de lancement d'une bourse interne au sein de « sonatrach », En effet, la diversités des critères de sélection du meilleure candidat lors de ce processus rendre cette tâche délicate pour faire face à ce problème nous avons utilisé une méthode multicritères de choix nommée ELECTRE I, ainsi nous avons automatisé l'attribution des poids de chaque critère par l'utilisation de la méthode AHP.

### Mots clés:

**AHP:** Processus hiérarchique analytique

**ELECTRE I:** élimination et choix traduisant la réalité

**Sonatrach:** Société Nationale pour le Transport la Recherche et la Commercialisation des Hydrocarbures

## **Abstract**

Business Intelligence Is a technological process used to analyze data to structure and represent information in a way that can be exploited by decision-makers to enable them to make good decisions. In order to benefits from these technologies, we have exploited decision-making technologies in the selection of the best candidates when launching an internal scholarship within "sonatrach". Indeed, the diversity of the criteria for selecting the best candidate of this process make this task difficult to establish only by the decision-makers, to deal with this problem we used a multi-criteria method of choice named ELECTRE I, therefore, we automated also the attribution of the weights of each criterion by the use of The AHP.

## **Keywords**

**AHP:** Analytic hierarchy process

**ELECTRE I:** Elimination and choice reflecting reality

**Sonatrach:** National Hydrocarbons Research and Commercialization Company

## **Lexique :**

**SIAD :** Système Informatique d'Aide a la Décision

**BPMN:** Business Process Model and Notation

**DMN:** Decision Model and Notation

**AHP:** Analytic hierarchy process

**ELECTRE 1: Élimination Et Choix Traduisant la Réalité**

**SAATY:** L'échelle de Saaty

**DRH:** Direction Ressource Humains

**CEC:** Commissions d'Evaluations Compétents

**CEA:** Commissions d'Evaluations Activités

**CE/AST:** Commissions d'Evaluations Associations

**USE CASÉ:** Diagramme de Cas d'Utilisation

**SD\_BE:** Architecture Globale du Système Proposé

**BDD:** Base de Données

**DPL:** Diplome Universitaire

**EXP:** L'expérience dans l'entreprise

**ECS:** Encadrement supérieur

**CAT:** Catégorie

**JAVA:** Langage de programmation

**SQL:** Langage de requêtes structures

## Liste des figures

Figure 1 : Schéma des typologies de la décision .....	21
Figure 2 : Processus décisionnel [11].....	23
Figure 3 : Matrice des performances [28] .....	30
Figure 4 : le processus de décision multicritère [31] .....	33
Figure 5 : problématique de choix [37].....	40
Figure 6 : La relation du sur-classement [39] .....	39
Figure 7 : Démarche d'utilisation de la méthode ELECTRE1 [39].....	40
Figure 8 : Analyse Hiérarchique d'un projet [40].....	41
Figure 9 : Le sous processus « evaluations des candidatures » [14].....	41
Figure 10 : Architecture décisionnelle proposé SD_BE .....	43
Figure 11 : Les modules de système proposé SD_BE .....	60
Figure 12 : Architecture fonctionelles de SIAD SD_BE .....	61
Figure 13 : Algorithme AHP.....	64
Figure 14 : Morceau de code SQL .....	69
Figure 15 : Menu demarrer .....	80
Figure 16 : Menu Fichier.....	80
Figure 17 : Menu Traitements.....	81
Figure 18 : Menu Affichage.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Figure 19 : Menu Apropos de .....	82
Figure 20 : Entrer le nombre de critère .....	82
Figure 21 : Saisi les noms des critères .....	82
Figure 22 : Remplir valeurs des critères.....	83
Figure 23 : Matrice d'évaluations .....	83
Figure 24 : Les poids des critères.....	84
Figure 25 : Paramètres d'entrées.....	84
Figure 26 : Remplir les poids .....	84
Figure 27 : Matrice de performance.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## Liste des Diagrammes

Diagramme 1: Diagramme BPMN.....	47
Diagramme 2: Diagramme Use case.....	49
Diagramme 3 : <i>Diagramme DMN(calcul des poids)</i> .....	50
Diagramme 4 : Diagramme DMN(Analyse multicritère).....	51
Diagramme 5 : Diagramme d'Activité(calcul des poids).....	58
Diagramme 6 : Diagramme d'Activité(choix des candidats).....	68
Diagramme 7 : Diagramme de classe.....	72

## Sommaire

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>12</b>
▪ <b>PREMIERE PARTIE Présentation des concepts de base Erreur ! Signet non défini.</b>	
▪ <b>CHAPITRE I :AIDE A LA DECISION</b>	
1. Introduction : .....	18
2. L'aide à la décision :Concepts fondamentaux.....	19
2.1 Les typologies de la décision :.....	20
2.2 L'aide a la décision:.....	21
2.3 les acteurs de l'aide à la décision :.....	22
2.4 Processus décisionnel: .....	23
3 :Les systèmes interactifs d'aide à la décision(SIAD) .....	24
3.1 les différents types de SIAD :.....	25
3.2 La notion d'interactivité :.....	25
3.3 classification des SIAD :.....	25
3.3.1 En fonction du niveau de décision .....	25
3.3.1 En fonction de l'envergure de la décision.....	26
4. Conclusion :.....	27
▪ <b>CHAPITRE II : ANALYSE MULTICRITERE .....</b>	<b>28</b>
1. Introduction : .....	28
2. L'analyse multicritère : .....	28
2.1 Concept et terminologie :.....	29
2.2 La démarche générale multicritère : .....	32
2.3 Une approche monocritère ou multicritère : .....	33
2.4 Le problème multicritères :.....	34
2.5 formulation multicritère d'un problem de décision :.....	34
2.6 Les avantages et les limites de l'analyse multicritères : .....	35
3. La méthode ELECTRE 11 .....	36
3.1 Démarche d'utilisation :.....	37
3.2 Critique de la méthode ELECTRE1 : .....	40

2.1	Concept et terminologie :.....	29
2.2	La démarche générale multicritère : .....	32
2.3	Une approche monocritère ou multicritère : .....	33
2.4	Le problème multicritères :.....	34
2.5	formulation multicritère d'un problem de décision : .....	34
2.6	Les avantages et les limites de l'analyse multicritères : .....	35
3.	La méthode ELECTRE 11 .....	36
3.1	Démarche d'utilisation :.....	37
3.2	Critique de la méthode ELECTRE1 : .....	40
4. :	La méthode AHP.....	41
4.1	Principe fondamentaux de la méthode AHP :.....	41
4.2	Démarche d'utilisation :.....	41
4.3	Avantage de la méthode AHP :.....	44
5.	Conclusion : .....	44
	<b>DEUXIEME PARTIE Conception de la solution.....</b>	<b>45</b>
	▪ <b>CHAPITRE I : ANALYSE.....</b>	<b>47</b>
1.	Introduction :.....	47
2.	Processus de la bourse de l'emploi actuel:.....	47
2.1	Déclaration de la vacance d'un poste : .....	47
2.2	Annonce interne : .....	47
2.3	Candidature au poste vacant :.....	48
2.4	Evaluation des candidatures :.....	48
2.5	Reporting :.....	48
3.	Modélisation :.....	49
3.1	Modélisation métier(BPMN):.....	49
3.2	Modélisation informationnel(use case) :.....	49
3.3	Modélisation décisionnel(DMN) :.....	50
4.	Architecture globale du système proposé SD_BE.....	52
4.1	Les modules du SD_BE :.....	54
4.2	L'architecture fonctionnelle de notre SIAD SD_BE:.....	55
5.	Conclusion:.....	57
	▪ <b>CHAPITRE II : CONCEPTION DETAILLE.....</b>	<b>58</b>

1.	Introduction :	58
2.	Conception de la solution proposé :	58
2.1	Module calcul des poids des critères :	58
2.2	Module Analyse multicritère.....	65
2.3	Module BDD:.....	69
3	Conclusion:.....	72
	▪ TROISIEME PARTIE MISE EN OEUVRE	73
1.	Introduction :	74
2.	Présentation des outils utilisés :	74
2.1	Microsoft SQL Server Entreprise 2014 :	74
2.2	Langage JAVA:	77
2.3	Eclipse:	78
3.	Présentation de l'application:.....	79
	Menu démarrer :	79
	Menu fichier :.....	79
	Menu traitements :.....	80
	Menu affichage :.....	80
	Menu A propos de : .....	80
	Fenetre Entrer le nombre de critère :.....	81
	Fenetre saisir les noms des critères :.....	81
	Fenetre remplir les valeurs des critères : .....	82
	Fenetre matrice d'évaluation : .....	83
	Fenetre les poids des critères : .....	83
	Fenetre Paramètres d'entrées :.....	84
	Fenetre remplir les poids :.....	85
	Fenetre matrice de performance :.....	85
	Fenetre matrice de concordance :.....	86
	Fenetre matrice de discordance :.....	86
	Fenetre graphe : .....	86
	Fenetre solution :.....	87
	Fenetre ajouter nouveau candidat : .....	87
4	Conclusion :.....	87

# 1. INTRODUCTION GENERALE

L'informatique décisionnelle est l'informatique à l'usage des décideurs et des dirigeants d'entreprises[1]. Elle désigne les moyens, les outils et les méthodes qui permettent de collecter, consolider, modéliser et restituer les données matérielles ou immatérielles d'une entreprise en vue d'offrir une aide à la décision et de permettre à un décideur d'avoir une vue d'ensemble de l'activité traitée.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le travail proposé par Sonatrach (la direction générale Hydra) dans le cadre de notre projet de fin d'étude (PFE) et qui s'intitule « Conception et réalisation d'un SIAD basé sur la méthode multicritère dédié à la bourse de l'emploi à sonatrach ». Il s'agit de modéliser le processus de décision pour le choix d'un sous groupe à partir d'un groupe des candidats postuler pour une annonce de la bourse d'emploi. La bourse de l'emploi, initiée en 1992, se voulait être, du moins dans sa philosophie initiale, un instrument d'organisation et de fonctionnement du marché interne de l'emploi. Elle ambitionnait d'établir des échanges entre les cadres de l'entreprise, les gestionnaires de personnel et la hiérarchie, pour le pourvoi des emplois nouveaux, vacants ou libérés pour différents motifs (cessation de la relation de travail, départ à la retraite, mobilité professionnelle, promotion, ...).

## 2. Problématique

L'évaluation de la compétence passe inévitablement par la définition des composantes de cette dernière qui, dans les modèles normalisés, est représentée par la formation initiale, la formation professionnelle, le savoir-faire et l'expérience. « Cependant, les candidats potentiels aux postes ne peuvent objectivement répondre à des exigences qui ne sont pas clairement formalisés dans le profil requis des postes soumis à concurrence et prétendre ainsi à une transparence de l'outil de sélection (bourse de l'emploi) au milieu des confusions potentielles en termes de critères de choix ».

La question qui se pose dans ce contexte est :

**« Sur quelle base doit-on distinguer ces personnes ? Sur quels critères doit-on faire la sélection ? Comment peut-on aider les décideurs à choisir l'homme qu'il faut dans le poste qu'il faut ? ».**

C'est là qu'apparaît l'utilité de l'aide à la décision. L'entreprise en tant que structure socialement organisée suppose être capable de définir en interne les modalités de la prise de décision. Cette action repose, entre autre, sur les informations détenues par les décideurs qui leurs permettent de prendre des décisions en adéquation avec les objectifs poursuivis par l'entreprise. Au sens classique du terme, on assimile la décision à l'acte par lequel un individu qui dispose du pouvoir de décider prend les mesures favorisant la création et la répartition des richesses dans une entreprise en s'appuyant sur un ensemble d'informations à sa disposition. L'utilisation de méthodes d'aide à la décision fondées sur un critère unique de décision a rapidement montré ses limites pour résoudre des problèmes de choix multiples. En effet, l'optimisation d'une unique solution s'avère délicate quand le problème à prendre en compte fait intervenir des facteurs divers tels que l'âge, le niveau académique, l'expérience professionnelle ou l'aptitude managériale difficilement quantifiables.

Le recours aux méthodes d'aide multicritères à la décision s'est donc largement répondu depuis quelques années. Les méthodes d'analyse multicritères présentent plusieurs types d'avantages. Tout d'abord, elles permettent de prendre en compte différents points de vue dans le processus de décision, qui s'exprime à travers l'importance accordée par chacun des décideurs aux critères de jugement considérés.

### **3. Objectifs**

L'objectif de la présente étude est la conception et l'élaboration d'un système interactif d'aide multicritères à la décision dédié à la bourse de l'emploi à Sonatrach.

A cet effet, notre contribution consiste à proposer un modèle décisionnel exploitant des outils susceptibles, en s'appuyant sur une démarche méthodologique, à apporter une aide pertinente aux décideurs de l'entreprise dans le choix des candidats potentiels. Le modèle proposé exploite, principalement, la puissance de traitement d'indicateurs multicritères qu'autorise la méthode ELECTRE I, bien adaptée à des structures de données imprécises. C'est une méthode qui est chargée de traiter la problématique de choix dans la méthodologie multicritères d'aide à la décision et qui implique d'affecter une valeur à divers paramètres fortement empreints de subjectivité, afin de fournir au décideur un moyen rigoureux, dans l'objectif d'améliorer la qualité de la prise de décision.

L'objectif principal de notre contribution par la présente étude est de :

Concevoir, élaborer et mettre en œuvre un Système d'Aide à la Décision dédié à la Bourse de l'emploi à Sonatrach.

Les objectifs spécifiques étant de :

- Utilisation des méthodes multicritères de choix **ELECTRE I**.
- Attribution des poids aux critères par l'utilisation de la **méthode AHP**.

#### **4. Organisation du mémoire**

Afin de présenter toutes les phases parcourues en vue de mettre en place le système d'aide à la décision de la bourse de l'emploi, nous avons organisé le présent mémoire de la manière suivante.

- **Partie 1 : Présentation des concepts de base**

Cette partie présente les généralités sur le domaine d'aide à la décision et plus particulièrement sur le SIAD. Elle est composée de deux chapitres :

**Chapitre 1: Aide à la décision**

Il détaille les concepts fondamentaux de l'aide à la décision et, ainsi les notions de SIAD.

**Chapitre 2: Analyse Multicritère de Décision**

Ce chapitre présente des définitions sur les méthodes multicritères utilisées

- **Partie 2 : Conception de la solution**

**Chapitre 1: Analyse**

Il expose la procédure de la bourse en utilisant le diagramme BPMN, use case, et met le point sur l'activité de décision en utilisant le diagramme DMN.

**Chapitre 2: Conception détaillé**

Ce chapitre détaille la conception des éléments du système effectué pour réaliser ce PFE et la démarche suivie pour la mise en place de la plateforme

- **Partie 3 : Mise en œuvre.**

Ce chapitre présente en détail l'environnement de développement et l'implémentation de notre solution, et la plateforme développe en utilisant des captures d'écran sur l'application.

**Conclusion générale**

**Annexes**

**Bibliographie**

# *Partie 1 : Présentation des concepts de base*

---

- **Chapitre 1 : AIDE A LA DECISION**
- **Chapitre 2 : ANALYSE MULTICRITERE DE DECISION**

# Chapitre 1 : AIDE A LA DECISION

## 1. Introduction

La majeure partie des activités humaines nécessite de prendre quotidiennement des décisions ; que cela soit au niveau d'un pays, d'une région, d'une administration, d'une collectivité locale, d'une entreprise, au sein de la cellule familiale ou tout simplement à l'échelle de l'individu.

La décision est le choix d'une action portant sur la mise en œuvre de ressources ou la détermination des objectifs, compte tenu d'un ou plusieurs critères d'évaluation des solutions. Même si la responsabilité de la décision incombe à un acteur clairement identifié que l'on désigne par le terme de **décideur**, cette décision est généralement le fruit d'une interaction entre ses préférences et celle d'autrui.

## 2. L'aide a la décision : Concepts fondamentaux

Décider, c'est sortir de l'incertitude, rompre avec les comportements habituels, résoudre un problème, saisir une opportunité, faire un choix. D'après A. Marchais, la décision est définie comme « *une sélection d'une intention d'acte par un acteur* ». Cette définition met en évidence le rôle important qu'exerce l'acteur pour la prise de décision et le fait que le résultat d'une décision soit un acte. Le petit Larousse [2], définit la décision comme étant « *l'action du décideur après délibération* ».

Le terme **décision** désigne, à la fois, le produit de la réflexion et le processus de réflexion ou de calcul lui-même. Le concept de décision ne peut être complètement séparé de celui de processus de décision. C'est l'ensemble des temps forts du déroulement d'un processus de décision (son aboutissement en est un) qui détermine la décision finale.

Au niveau des organisations, on distingue trois classes de décision :

**Souvent complexe** : de multiples facteurs interviennent qui exigent une analyse. (Par exemple : décider d'implanter une entreprise à l'étranger).

**Font intervenir plusieurs acteurs** : Beaucoup d'acteurs participent à la prise de décision. Même si, souvent, c'est le grand patron qui tranche.

**Coûteuse** : les décisions ont un coût (le temps et les moyens sont limités).

## 2.1. Les typologies de la décision

**a-Selon la finalité** : La décision est classée en trois niveaux [3] :

- **Le niveau Stratégique** : concerne les décisions prises dans un horizon à long terme.
- **Le niveau Tactique** : concerne les décisions prises dans un horizon à moyen terme. Il décrit le plan de production global.
- **Le niveau Opérationnel** : concerne les décisions prises dans un horizon à court terme. Ce niveau concerne le plan détaillé.

**b-Selon le processus** : La classification de SIMON [4] propose deux types de décisions : les décisions programmées et les décisions non programmées :

- **Si la décision à prendre est programmée**, elle appliquera la procédure correspondante.
- **Si la décision à prendre est non programmée**, elle répond donc à un événement nouveau. Les acteurs de la conduite doivent alors se rabattre sur toute la capacité générale dont ils disposent pour mener des actions intelligentes, adaptables et orientées vers la résolution du problème. Il est évident que ce genre de décision est le plus coûteux en temps et en financement.

**c-Selon l'incertitude**

- **Décisions certaines** : L'entreprise connaît à l'avance les résultats, elle maîtrise les variables qui interviennent. La plupart des décisions organisationnelles à très court terme (organisation de la livraison, planning de la production journalière,...).
- **Décisions aléatoires** : Le risque peut être mesuré par des probabilités. (Ex : il y a 80% de chances que telle décision aura tel effet). A chaque possibilité de décision correspondent plusieurs résultats.
- **Décisions incertaines** : L'entreprise n'arrive pas à maîtriser ou à probabiliser toutes les variables. C'est le cas de la plupart des décisions à long terme (choix d'investissement, implantation à l'étranger,...).

En résumé les typologies sur le schéma suivant :

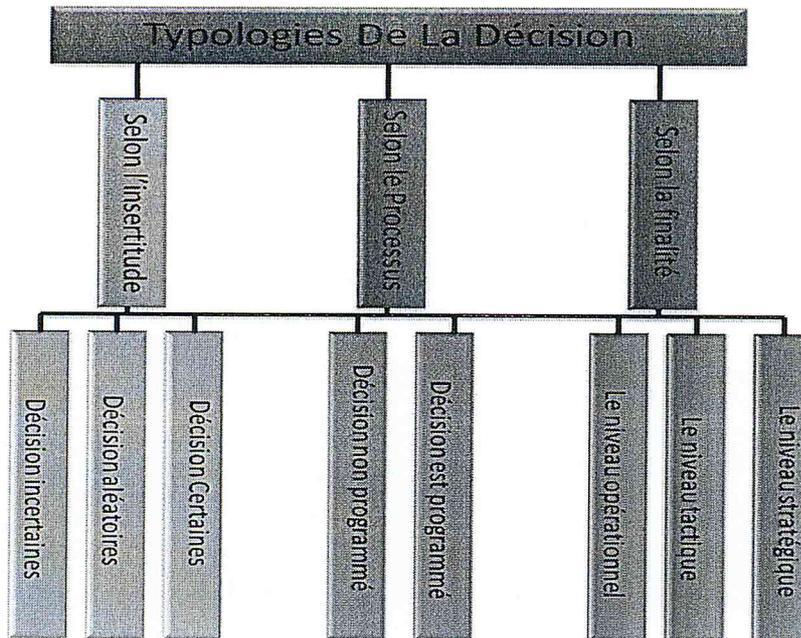


Figure 1 : Schéma Des typologies de la décision

## 2.2 L'aide à la décision

« L'aide à la décision est de celui qui, par des voies dites scientifiques, aide à obtenir des **éléments de réponse** à des questions que se posent des acteurs impliqués dans un processus de décision, éléments concourant à **éclairer la décision** en vue de favoriser un comportement des acteurs qui soit de nature à accroître la **cohérence** entre **l'évolution du processus** d'une part, les **objectifs et ou les systèmes de valeurs** au service desquels ces acteurs se trouvent placés d'autre part » [5].

L'aide à la décision n'a pas pour but de se substituer aux décideurs (en leur proposant une solution "toute faite"). Elle cherche d'abord à les éclairer et à les guider vers des décisions qu'ils auront la responsabilité de prendre. C'est à dire que l'aide à la décision s'articule autour d'un axe qui joint l'accès à - et la structuration de - l'information à des techniques de calcul [6].

## 2.3 Les acteurs de l'aide à la décision

Toute activité d'aide à la décision fait intervenir des acteurs ou des décideurs et assez souvent un homme d'étude (encore appelé observateur). Ce dernier va modéliser l'objet d'étude afin d'aboutir à une représentation des rôles de chacun [7].

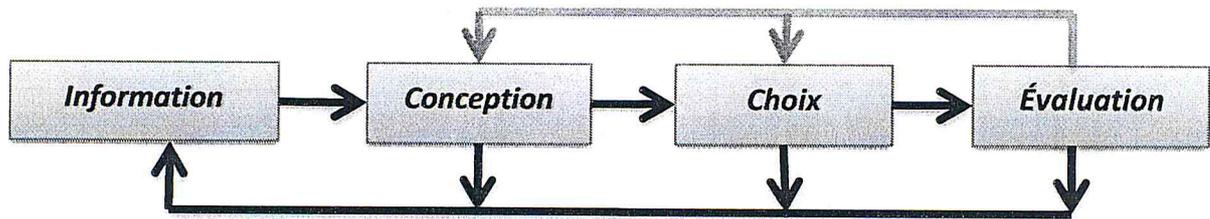
Dans [9], les auteurs distinguent 8 acteurs différents : le décideur, l'intervenant, les agis, les demandeurs, l'homme d'étude, le négociateur, le médiateur et l'arbitre dont les plus importants sont le décideur et l'homme d'étude.

- **Le décideur** : est la personne à qui s'adresse l'aide à la décision, il occupe une place centrale dans le processus d'étude dont les caractéristiques dépendent de ces attentes. Il s'agit parfois d'une entité un peu floue, mais son identification est primordiale.
- **L'intervenant** : c'est une personne qui cherche à influencer le décideur dans une phase du processus, en raison de la nature de ses valeurs et donc en fonction de son système de préférences.
- **Les Agis** : ils sont concernés par les conséquences de la décision. Ils interviennent indirectement dans le processus par l'image que d'autres acteurs se font de leurs valeurs et plus concrètement de leurs systèmes de préférences.
- **Les Demandeurs** : ils demandent l'étude et allouent les moyens.
- **L'homme d'étude (l'analyste)** : est un individu ou un groupe d'individus, qui a pour rôle d'établir un système de préférences, de définir le modèle d'aide à la décision, de l'exploiter afin d'obtenir des réponses et d'établir des recommandations pour conseiller le décideur sur les solutions envisageables. L'homme d'étude est à distinguer du **négociateur** et du **médiateur**.
- **Le Négociateur** : mandaté par un décideur en vue de faire valoir la position de celui-ci dans une négociation et de rechercher une action compromise.
- **Le Médiateur** : intervient en vue d'aider les décideurs (ou les négociateurs) à rechercher un compromis.
- **L'Arbitre (juge)** : intervient en se substituant aux acteurs dans la recherche d'un compromis.

## 2.4 Processus décisionnel

La décision ne peut être définie indépendamment de la notion de processus décisionnel. C'est pourquoi nous nous attacherons particulièrement à l'étude du processus de décision dans sa globalité. Cette optique permet en outre de mettre en évidence l'importance relative des différentes étapes composant ce processus [10].

De manière générale, un processus de décision consiste à restreindre un ensemble de possibilités à un sous ensemble stricte et à évaluer cette restriction. Simon [11] détaille ce processus en quatre étapes, non nécessairement séquentielles illustrées par la **Figure 2**.



*Figure 2: Processus décisionnel [11]*

**La phase de compréhension et de perception du problème (information)**

Il s'agit pour le décideur de procéder à une analyse détaillée et précise du problème. Il faut observer l'environnement dans lequel évolue l'entreprise pour détecter les situations qui nécessitent une prise de décision. La phase de Compréhension et de perception du problème comprend trois dimensions qui sont présentées dans le tableau ci-dessous

Perception d'une situation décisionnelle	Recherche d'informations	Perception des composantes du problème
Le décideur doit prendre conscience de la nécessité de la prise de décision	Cette démarche doit être facilitée par l'utilisation d'un système d'information	Le décideur doit tenir compte des objectifs suivis et des contraintes pour cerner le véritable problème

**Tableau 1: Phase information [11]**

➤ **La phase de conception**

Lorsque le problème a été identifié, on peut passer à la deuxième phase : La phase conception ; Cette étape du processus de décision conduit le décideur à recenser toutes les solutions envisageables pour résoudre le problème. Dans un premier temps, le décideur organise et structure les informations recueillies. Dans un second temps, il confronte ce problème à ses objectifs et met en évidence les écarts entre situation réelle et situation souhaitée. Enfin, il recense les différentes alternatives avec leurs avantages et inconvénients [11].

➤ **La phase de sélection (choix)**

La phase de sélection consiste à sélectionner la meilleure solution en tenant compte des contraintes concrètes (objectifs préétablis) et abstraites (intuition du décideur...) [11].

#### ➤ **La phase d'évaluation**

Cette dernière vise à confirmer le choix effectué ou à remettre en question le processus de décision en réactivant l'une des trois phases précédentes. Après l'ultime phase d'évaluation, la décision retenue est concrétisée sous la forme de programmes d'actions, diffusés auprès des personnes et services concernés. L'application et les effets de la décision pourront être contrôlés. Ce contrôle confirmera ou infirmera le bienfondé de la décision [11].

### **3. Les Systèmes Interactifs d'aide à la décision (SIAD)**

Les Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (SIAD) sont flexibles, adaptables et spécifiquement développés pour aider la résolution d'un problème de décision. Ces systèmes n'ont pas pour objectif d'identifier une décision optimale qu'il « suffirait » ensuite de mettre en application. Leur finalité consiste à « *amplifier le raisonnement du décideur sur la base de ses propres représentations* » [12]. Le SIAD vise à présenter des informations utiles. Ceci implique qu'il soit construit selon des critères de sélectivité en choisissant, parmi toutes les statistiques qu'il est possible de produire, celles qui peuvent servir à telle ou telle catégorie d'utilisateurs. Sa construction suppose donc une analyse des besoins, elle est même fondée sur une segmentation des utilisateurs en sous-populations homogènes chacune en ce qui concerne les missions à remplir et les besoins correspondants. Ces systèmes ont une place privilégiée lorsque les problèmes sont peu, voire non structurés [13].

#### **3.1 Les Différents types de SIAD**

Les premiers SIAD sont apparus en 1968 [14], ils n'ont été effectifs qu'à la fin des années soixante-dix où divers outils d'aide à la décision sont devenus opérationnels. La définition et les spécifications d'un SIAD ne peuvent pas être fixées précisément car il n'est pas possible de trouver une approche générique pour l'ensemble des cas et des domaines possibles.

C'est la raison pour laquelle, un regroupement par niveaux d'aide interactive en fonction des désirs de l'utilisateur, a été proposé par [3] et [15] :

- **SIAD passif** : donne un avis qui ne vient pas empiéter sur l'autonomie de l'utilisateur.
- **SIAD traditionnel** : est un assistant dont la principale utilisation concerne les interactions du type « What-if ? ».

- **SIAD étendu** : assure la fonction de consultant et se place au même niveau que l'utilisateur.
- **SIAD nominatif** : domine le processus de décision. L'opérateur ne remplit plus qu'un rôle passif dans la prise de décision.

## 3.2 La notion d'interactivité

Interactif avait un sens fort dans les années 70, car il s'opposait à "saisie par cartes perforées", "traitement par lot" [16]. Aujourd'hui, les accès à la machine sont des transactions interactives Homme-Machine. Toutefois, le sens "Interactif" des années 70 n'a pas changé. Le SIAD est interactif parce qu'il laisse le contrôle à l'Homme pour choisir ou décider du modèle à appliquer [16].

## 3.3 Classification des SIAD

### 3.3.1 En fonction du niveau de décision

Lorsqu'on ne prend en compte que le niveau de décision impliqué par un SIAD, on distingue quatre types de SIAD:

- **Exécutive Information System (EIS)**

Ce sont des applications de type tableau de bord destinées à mettre à la disposition des décideurs **tout ou une partie de l'information** dont ils ont besoin pour mener à bien leur mission. TURBAN définit l'EIS comme « *un outil fournissant au décideur l'information utile qui lui permet de se focaliser sur les données critiques et d'avoir une bonne appréciation de l'organisation* » [17].

- **Exécutive Support System (ESS)**

L'ESS va au-delà de l'EIS car il inclut des outils de communications, **d'analyse et d'intelligence**. Afin de mieux distinguer les deux systèmes, l'EIS est un outil permettant au décideur de se focaliser sur des données critiques pour obtenir une appréciation de l'organisation [17].

### **Décision Support System (DSS)**

C'est un système **interactif** qui aide le décideur à exploiter les données et les modèles pour trouver une solution à un problème **non structuré** et analyser l'effet d'éventuels changements de l'environnement sur l'organisation [17]. Le but du DSS est d'aider la décision et non de remplacer

le décideur. Toutefois, il doit permettre de faire de la planification stratégique, ainsi que de la budgétisation à long terme [17].

- **Planning Support System (PSS)**

Il permet une **analyse de la faisabilité des procédures** ou décisions retenues (c'est à- dire lui fournir une assistance intelligente) [17].

### 3.3.2 En fonction de l'envergure de la décision

Lorsqu'on ne prend en compte que l'envergure de la décision de SIAD, ils peuvent être classés en trois catégories :

- **Le SIAD opérationnel**

Il évite la surcharge mentale de l'opérateur en lui proposant des solutions permettant de faire face rapidement à des situations [17]. Cet automate, qui relève des systèmes experts, n'équipe que ceux des opérateurs qui peuvent avoir à résoudre des problèmes très difficiles sous la contrainte de l'urgence.

- **Le SIAD de gestion**

Il présente aux responsables opérationnels les indicateurs et alarmes quotidiens utiles au pilotage du travail des opérateurs (respect des normes de qualité, charge de travail des ressources) [17]. Un SIAD de gestion équipe, ou devrait équiper chacun des processus de production.

- **Le SIAD stratégique**

Il présente aux dirigeants des séries chronologiques périodiques éclairant l'efficacité et le positionnement de l'entreprise (résultat, part de marché, tendances) [17]. Il fournit au comité de direction une évaluation partagée et précoce des indicateurs essentiels.

## 4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les concepts principaux d'aide a la décision avec ses acteurs , après en a parler du SIAD avec les différents types et classifications pour passer au prochain chapitre qui présente l'état de l'art du système d'aide a la décision .

# Chapitre 2 : ANALYSE MULTICRITERE DE DECISION

## 1. Introduction

Ce chapitre a pour objet de présenter les concepts de base des méthodes utilisés. Nous avons fait le choix d'utiliser la méthode Electre 1 pour sa facilité d'utilisation et la méthode AHP

## 2. L'analyse multicritères

Que ce soit dans sa vie domestique ou professionnelle, l'homme a et sera toujours amené à prendre des décisions. Ces dernières, bien qu'elles soient prises le plus souvent par une seule personne, sont le plus souvent la résultante d'une interaction entre les préférences des membres d'un groupe (Conseil d'administration, gouvernement, ...). Ces intervenants (ou acteurs) font des choix qui les amènent à exécuter ou non une action, la faire d'une manière ou d'une autre. Ces choix peuvent être sans importance ou, à l'opposé, influencer sur la vie d'un collectif (famille, société, pays, ...). Ces décisions, bien qu'elles soient la résultante d'une réflexion (ou processus de décision), sont également le résultat de la confrontation permanente entre ces différents acteurs et ne sont pas toujours les meilleures.

L'analyse multicritère ou les méthodes d'aide à la décision multicritères désignent généralement un ensemble de méthodes permettant d'agréger plusieurs critères afin de choisir une ou plusieurs actions ou solutions [18].

L'analyse multicritère est un outil d'aide à la décision développé pour résoudre des problèmes multicritères complexes qui incluent plusieurs aspects qualitatifs et quantitatifs dans le processus décisionnel. Son but est d'aboutir à une solution par la simplification du problème tout en respectant les préférences des acteurs (décideurs, techniciens, bénéficiaires, etc.) [19].

### 2.2 Concepts et terminologie

Dans ce qui suit, nous présentons quelques notions structurant l'analyse multicritère, à savoir action, critère, famille de critères, etc.

#### ➤ Une action

Une action est une représentation de l'élément de solution qui contribue à la décision (par exemple : une région, un site, un investissement, une offre, etc. constituent des actions), quand les actions sont exclusives, nous pourrions utiliser le terme variantes (en anglais alternatives). En d'autres termes, une action est un objet, une décision, un candidat, ... qui, dans un problème de décision, apporte un choix possible et ce le plus souvent en concurrence avec d'autres actions [21].

## ➤ Les critères

Aider à décider, c'est avant toutes choses, aider à clarifier une situation afin de faire comprendre au décideur quelles sont ses préférences [22]. À ce niveau, le concept-clé est celui du critère. Selon Roy [5] : « Pour l'essentiel, un critère vise à résumer, à l'aide d'une fonction, les évaluations d'une action sur diverses dimensions pouvant se rattacher à un même "axe de signification", ce dernier étant la traduction opérationnelle d'un point de vue au sens usuel du terme » En d'autres termes, un critère est une fonction à valeurs réelles définie sur l'ensemble A des actions potentielles afin de pouvoir décrire le résultat de la comparaison de deux actions a et b et de fonder la proposition :  $Fa \geq Fb \rightarrow b \text{ Sf } a$  Où Sf est une relation binaire signifiant "au moins aussi bon que", relativement au critère f.

## ➤ Famille de critères

Dans tout problème multicritères, il convient de considérer un ensemble de critères que l'on nomme Famille de Critères et que l'on notera  $F = \{g_1, \dots, g_n\}$  (on trouvera aussi la notation  $F = \{1, \dots, n\}$ ) [23]. Pour que la famille F est constitué une représentation approprié des points de vue à prendre en compte dans la modélisation des préférences, Roy [5] définit la notion de Famille Cohérente de Critères à l'aide des trois propriétés suivantes. Ainsi une famille de critère sera dite cohérente si elle respecte:

**L'Exhaustivité** : une famille F de n critère sera dite exhaustive si elle recouvre tous les aspects concourantes à l'évaluation des actions [24]. Autrement dit, si deux actions a et b sont indifférentes au sens de n critères, il ne doit pas être possible de faire apparaître des arguments permettant de préfère a à b ou b à a [25].

- **La cohésion** : cette condition concerne la cohésion entre les évaluations critère par critère et les évaluations globales. Soient deux actions a et b indifférentes, si l'on dégrade une performance de a sur un critère pour obtenir l'action a' et que l'on améliore une performance de b sur un autre critère pour obtenir b', alors la condition de la cohésion implique que b' et au moins aussi bonne que la globalement [26].

- **Le non Redondance** : Cette condition traduit l'idée qu'il ne doit pas exister de critères superflus au sein d'une famille F. Formellement, un critère  $g_i$  sera dit non redondant au sein d'une famille F si et seulement si sa suppression implique que la famille  $F \setminus \{g_i\}$  met en défaut une des deux conditions de cohésion ou d'exhaustivité [27].

- **Matrice des performances**

Connue aussi sous le nom de « **matrice d'évaluation** » ou de jugement, ou encore « tableau de performance », il s'agit d'une matrice à double entrées dans laquelle, chaque ligne représente une action, et chaque colonne un critère. L'intersection d'une ligne  $i$  avec une colonne  $j$  représente le jugement de l'action  $i$  par rapport au critère  $j$ , donc chaque action est jugée par rapport à chacun des critères [28]. La matrice de performance est illustrée par la **figure 3**.

		Critère				
		$J_1$	$J_2$	...	$J_n$	
Alternative	$a_1$	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$	...	$g_n(a_1)$	
	$a_2$	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$	...	$g_n(a_2)$	
	...	...	...	...	...	
	$a_n$	$g_1(a_n)$	$g_2(a_n)$	...	$g_n(a_n)$	

**Figure 3 : Matrice des Performances [27]**

- **Paramètres subjectifs**

Ce sont des paramètres fixés par le décideur, selon l'application et la situation traitée. Ils peuvent être classés en deux catégories [5] :

- **Paramètres inter-critères** : ce sont les paramètres utilisés pour évaluer l'importance relative à chaque critère, nous parlons souvent de poids. Il s'agit d'un nombre attribué différemment à chaque critère selon son importance vis-à-vis des autres critères [5]. Cette opération n'est pas aussi facile au décideur, l'homme d'étude l'aide à exprimer clairement son appréciation de l'importance relative a chaque critère. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées à définir les poids nous citons entre autres : la méthode des cartes de SIMOS, et la méthode de l'échelle de Saaty [6].

- **Paramètre intra-critères** : ils formalisent pour chaque critère l'appréciation subjective de leurs valeurs. Nous distinguons le seuil d'indifférence, le seuil de préférence, et le seuil de veto.

Le tableau 2 résume tous les paramètres subjectifs utilisés en analyse multicritères :

Paramètre	Symbole	Signification
Poids	$P_j$	Qualifie l'importance relative d'un critère $c_j$ donné vis-à-vis des autres critères
Seuil de préférence	$SP_j$	Seuil à partir duquel la différence entre les deux actions est perceptible et fait préférer l'une à l'autre
Seuil de véto	$V_{aj}$	Permet de fixer une notion supplémentaire, si ce seuil est dépassé sur un critère, alors l'action ne peut être prise en considération. Il défini alors une situation intolérable pour un des décideurs.
Seuil d'indifférence	$SI_j$	Il s'agit de la plus petite différence significative, en dessous de ce seuil, il est impossible de départager les deux actions

Tableau 2 : Paramètres Subjectifs [6]

### -Agrégation

L'aide à la décision vise très souvent à élaborer des recommandations sur lesquelles le décideur s'appuiera pour définir un plan d'action. Dans un contexte multicritère, l'élaboration de recommandation requiert une *procédure d'agrégation multicritères* (PAMC) [5] permettant de synthétiser les préférences sur chaque critère et contribuer à la définition d'un résultat. Cette fonction permet d'agréger les jugements que chaque critère permet de porter sur chaque action. Elle suppose que le tableau de performance ainsi que les différents paramètres préférentiels (Subjectives) ont été déjà définis.

### -Les objectifs

Un objectif indique le sens de l'amélioration qu'un décideur souhaite apporter à un système lors d'un changement d'état. Il reflète l'aspiration du décideur. Les trois manières de poursuivre un objectif sont de le maximiser, de le minimiser ou de le maintenir dans un certain état [29]. Des exemples industriels classiques de ces situations sont: maximiser le profit, minimiser le coût ou maintenir un équilibre économique. Des auteurs ajoutent à ces situations d'autres types d'objectifs comme: près d'une cible (but), plus grand ou plus petit qu'un certain seuil, dans un intervalle [29].

### 2.3. La démarche générale multicritère

Pour appliquer les méthodes multicritère, la démarche commune opère selon les étapes suivantes [30] :

- Identifier l'objectif général de la démarche et le type de décision.
- Dresser la liste des actions ou solutions potentielles.
- Identifier les critères qui orienteront les décideurs.
- Juger chacune des solutions par rapport à chacun des critères.
- Agréger ces jugements pour choisir la solution la plus satisfaisante

La façon de réaliser cette dernière étape représente la différence entre les méthodes d'analyse multicritère (AMC). Mais dans la plupart des méthodes multicritères, l'importance relative des critères est représentée par des pondérations. Le processus de décision multicritère est décrit par la **Figure 4**.

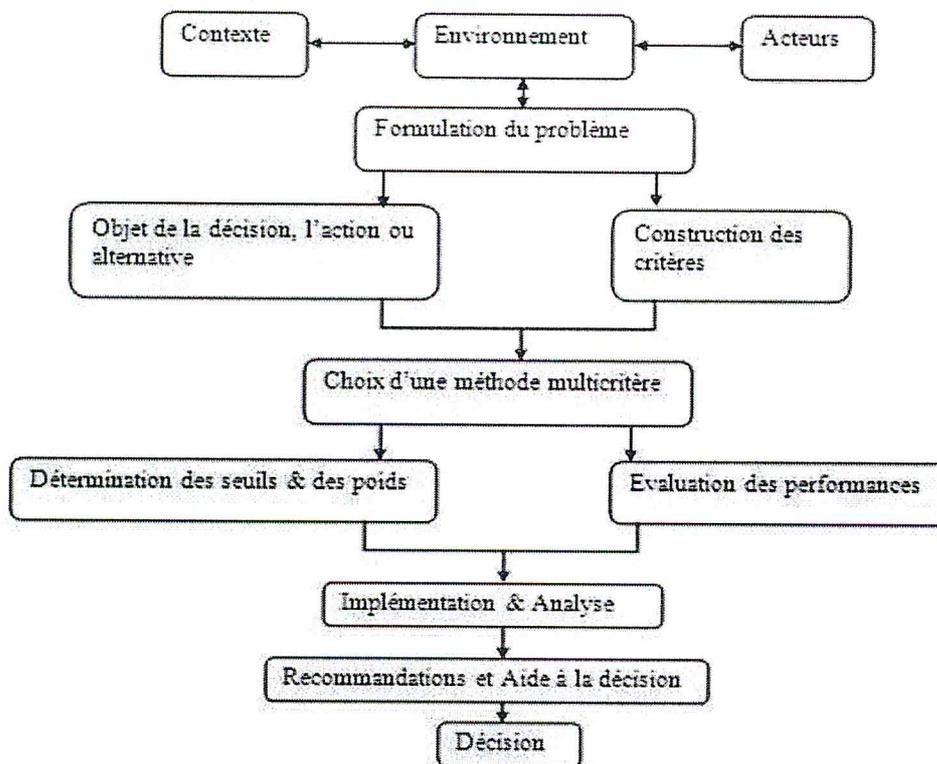


Figure 4 : Le processus de décision multicritère [31]

## 2.4 Une Approche Monocritère Ou Multicritères

Un problème décisionnel est *monocritère* lorsque la prise de décision se base sur un *seul critère* (objectif ou fonction économique à optimiser dans la programmation linéaire par exemple). Dès que le décideur prend en compte la complexité de la réalité et se base sur *plusieurs critères*, de son point de vue, le problème devient alors *multicritères* [32].

Ces critères sont généralement conflictuels et antagonistes, il n'est plus question de chercher une solution optimale mais il s'agit alors de construire ou de calculer une solution satisfaisante de consensus. C'est ce que H.SIMON appelle « **le principe de la rationalité limitée** » : les décideurs, au lieu de chercher la solution optimale (la meilleure), se contentent d'une solution Satisfaisante[32].

## 2.5. Le problème multicritères

La décision multicritères s'intéresse aux problèmes de prise de décision en présence de critères multiples éventuellement contradictoires. Ces problèmes se rencontrent à tous les niveaux, national, régional; managérial et personnel, et dans tous les domaines économiques, sociaux et environnementaux. Un problème de décision multicritères est une situation où, ayant défini un ensemble  $A$  d'actions et une famille  $F$  cohérente de critères sur  $A$ , nous désirons [33]:

- Soit déterminer un sous-ensemble d'actions considérées comme les meilleurs vis-à-vis de  $F$  (problème de choix).
- Soit partitionner  $A$  en sous-ensembles suivant des normes préétablies (problème de tri).
- Soit ranger les actions de  $A$  de la meilleure à la moins bonne (problème de rangement).

Un problème de décision multicritères n'est évidemment pas une réalité objective dont nous pouvons donner une description immédiatement acceptable par tout le monde (comme le sont souvent les phénomènes relevant des "sciences exactes").

## 2.6 Formulation multicritères d'un problème de décision

Dans la terminologie introduite par Vansnick [34], la formulation multicritère d'un problème de décision peut être définie comme le modèle " $A, A/F, E$ " où:

- $A$  : est l'ensemble des actions potentielles (envisageables, admissibles...). Cet ensemble peut

être défini explicitement (ensemble fini), les conditions étant implicites, ou implicitement (en général ensemble infini), les contraintes étant explicites.

- **A/F** : est l'ensemble fini des attributs ou critères (selon l'école à laquelle on adhère), généralement conflictuels, à partir desquels les actions seront évaluées.

- **E** : est l'ensemble des évaluations de performances des actions selon chacun des attributs ou critères, c'est-à-dire l'ensemble des vecteurs de performances, un vecteur par action

## 2.7 Les avantages et les limites de l'analyse multicritères

L'analyse multicritères offre plusieurs avantages aux décideurs dont nous citons [35] :

- **Trouver une solution dans des situations complexes** L'avantage le plus important de l'analyse multicritère est sa capacité à pouvoir simplifier des situations complexes. Il est en effet admis qu'au-delà de quelques critères, la plupart des décideurs ne sont plus capables d'intégrer la totalité de l'information dans leur jugement. L'analyse multicritère permet alors en décomposant et en structurant l'analyse de procéder pas à pas à la recherche d'une solution, en toute transparence.

- **Une approche compréhensible** Même si les outils mathématiques utilisés pour traiter l'information peuvent être complexes, les bases sur lesquelles s'effectuent les choix des critères et la notation des performances sont en revanche souvent simples, compréhensibles et mis au point par le groupe qui conduit l'analyse. De ce fait, les acteurs impliqués dans le processus ont une bonne visibilité de la démarche et des choix opérés successivement

- **Une approche rationnelle** Grâce à une approche homogène et simultanée lors de l'évaluation d'un grand nombre d'objets, ces méthodes permettent également une appréciation stable des différents éléments entrant dans l'analyse. En ce sens, elles rationalisent le processus conduisant aux choix

- **Un outil de négociation utile aux débats complexes** Du fait de ses avantages, l'analyse multicritère est devenu un outil très utilisé dans la résolution de problèmes complexes, dans des contextes conflictuels comme l'aménagement du territoire par exemple. La clarté de la méthode permet de " dépassionner " le débat et de surcroît, de développer la communication entre les acteurs. Elle constitue ainsi un outil de négociation utile aux débats entre les usagers. Malgré ces avantages, l'analyse multicritères présente les limites suivantes [36] :

- **Conditions préalables** Un minimum de points d'accord entre les acteurs est un préalable

indispensable à l'analyse. Ainsi, par exemple, une analyse multicritère des objectifs opérationnels d'un programme ne peut être conduite que si les acteurs sont d'accord avec l'objectif global et si possible l'objectif spécifique du programme. Par exemple, il faut que les acteurs soient d'accord sur la nécessité d'améliorer la circulation automobile dans un secteur pour envisager de les faire travailler sur les variantes d'un projet routier.

- **Lourdeurs des débats** Les difficultés opérationnelles pour choisir des actions ou des variantes à étudier, pour définir des critères de comparaison et pour produire des grilles de notation, ne sont pas à sous-estimer. Les débats pour résoudre ces points essentiels à la réussite de l'exercice peuvent parfois être très longs et compliqués.

- **Disponibilité des données** Le manque de données fiables, sur une durée suffisante pour mettre en place et valider les méthodes peut se révéler être un handicap dans certaines situations.

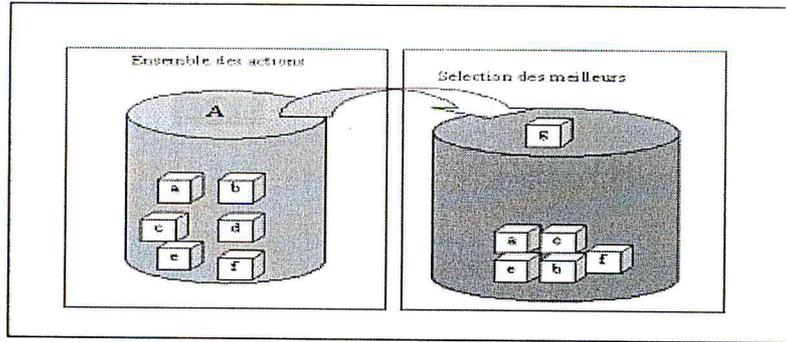
- **Facteur temps** La durée de réalisation des analyses (et leur coût) est souvent le facteur le plus limitant dans le cadre d'une évaluation. Les analyses multicritères sont souvent basées sur des processus lents et itératifs, qui peuvent nécessiter une part de négociation importante et de longue durée. Dans le cadre de l'évaluation, ce besoin de temps peut s'avérer être une limite.

- **Technicité de la méthode** La technicité nécessaire à une bonne conduite de la démarche est évidente. Outre les outils informatiques qu'il faut savoir manier, les concepts ainsi que les méthodes mathématiques d'agrégation des données nécessitent un savoir-faire de haut niveau pour ne pas produire des conclusions erronées ou conduire l'analyse dans la confusion.

- **Dimension subjective de l'analyse** Enfin, bien que l'analyse multicritère rationalise sans contester l'approche des problèmes complexes, incluant des données objectives et subjectives, il n'en demeure pas moins qu'elle peut être considérée, par ses détracteurs, comme une approche subjective.

### 3. La méthode ELECTRE 1

ELECTRE I [37] [38] est la plus ancienne des méthodes ELECTRE, elle traite les problématiques d'aide à la décision de type alpha (Choix ou sélection). Celle-ci consiste à chercher dans l'ensemble des actions envisagées, un sous ensemble contenant les "*meilleures*" actions ou à défaut, les actions "*les plus satisfaisantes*", figure 5



**Figure 5 : Problématique de choix [37].**

Les critères utilisés, dans cette méthode, sont francs. Ceci n'autorise, par conséquent, que trois types de relations entre deux actions  $a_i$  et  $a_k$  pour un critère  $c_j$  donné :

$a_i P a_k$  ou  $a_i I a_k$  ou  $a_k P a_i$

### 3.1. Démarche d'utilisation

La méthode ELECTRE I se base sur les phases d'étude suivantes [39]:

#### ▪ Réalisation du tableau des performances

Il s'agit d'évaluer les performances des actions auprès de chaque critère. Il est nécessaire de transformer ensuite ces valeurs en notes selon une échelle propre à chaque critère. Ces notes sont ensuite disposées dans le tableau des performances [28].

La difficulté de cette opération dans ELECTRE I réside dans le fait que cette évaluation doit se baser sur une échelle de jugement chiffrée dont la longueur est proportionnelle au poids de chaque critère analysé [28].

#### ▪ Calcul de la matrice de concordance [39]

$$C(a, b) = \frac{\sum K_j}{K}$$

Tel que : -  $g_j(a)$  est la performance de l'action « a » par rapport au critère « j ».

-  $K_j$  est le poids du critère « j » et  $K$  est la somme des poids des critères.

#### ▪ Calcul de la matrice de discordance [39]

$$D(a, b) = \begin{cases} 0 & \text{si } \forall j : g_j(a) \geq g_j(b) \\ \text{Max } [g_j(b) - g_j(a)] / s & \text{sinon} \end{cases}$$

Où :  $s$  est la différence maximale entre 2 actions pour le même critère.

### ▪ Test de concordance

Les indices de concordances varient entre 0 et 1. La question qui se pose est :

*A partir de quelle valeur des indices  $C_{ik}$ , la concordance avec l'hypothèse de sur classement paraît suffisamment forte pour être admise ?* Le paramètre introduit pour répondre à cette question est le seuil de concordance noté  $Sc$ . La valeur de " $Sc$ " peut être fixée n'importe où entre 0 et 1, mais des valeurs inférieures à 0.5 n'ont pas de sens, ce qui implique que

$$0.5 \leq Sc \leq 1 [39].$$

Le test de concordance sera satisfait si  $C_{ik} \geq Sc$ . Cette satisfaction signifie que l'importance des critères pour lesquels l'action  $a_i$  est préférée à l'action  $a_k$  est suffisamment forte, la relation  $C_{ik} < Sc$  implique le rejet immédiat de l'hypothèse de sur classement.

### ▪ Test de discordance

Le seuil de discordance noté " $Sd$ " exprime le maximum de discordance tolérée pour que l'hypothèse «  $a_i$  surclasse  $a_k$  » ne soit pas rejetée. Le test de discordance sera donc satisfait si  $D_{ik} \leq Sd$ . La valeur de " $Sd$ " peut être fixée entre 0 et 1, mais les valeurs supérieures à 0.5 commencent à prendre leurs significations. Ce qui implique que  $0.5 \leq Sd \leq 1$ .

La satisfaction de ce test signifie que l'opposition des critères discordants par rapport à l'hypothèse de «  $a_i$  surclasse  $a_k$  » n'est pas suffisamment forte pour entraîner le rejet de cette hypothèse, si toutefois le test de concordance a été préalablement satisfait.

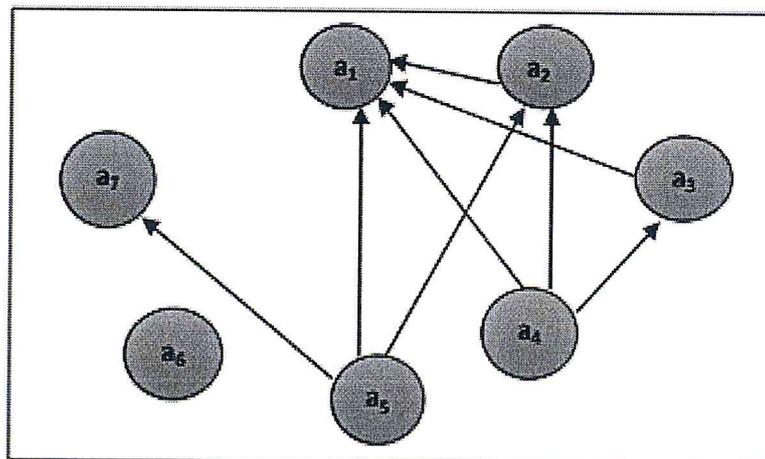
### ▪ Relation de surclassement S

Une action  $a_i$  surclasse une action  $a_k$  si, d'une part, par définition les critères pour lesquels l'action  $a_i$  est au moins aussi bonne que l'action  $a_k$  sont suffisamment importants et si, d'autre part, la prise en considération des critères restants n'entraîne pas une opposition trop importante à cette proposition. Pour ELECTREI, cette définition est exprimée par les deux conditions suivantes:  $C_{ik} \geq Sc$  et  $D_{ik} \leq Sd$ .

$$\left. \begin{array}{l} C_{ik} \geq Sc \\ D_{ik} \leq Sd \end{array} \right\} \Leftrightarrow a_i S a_k$$

Selon la théorie des graphes, chaque action est représentée par un sommet ; si l'action  $a_i$  surclasse l'action  $a_k$ , une flèche partant du sommet  $a_i$  et aboutissant au sommet  $a_k$  relie les deux sommets. Si aucune relation de surclassement n'existe entre les deux actions, alors aucune flèche ne peut être dessinée entre les deux sommets. Le sous ensemble  $N$  est assimilé au noyau du graphe. Le **noyau du graphe** est composé d'un ensemble de sommets tel que :

- Tous les sommets du graphe qui n'appartiennent pas au noyau sont surclassés par, au moins, un sommet du noyau.
- Les sommets du noyau ne sont surclassés par aucun sommet de celui-ci.



**Figure 6 : La relation du Sur-classement**

Dans cet exemple, le noyau est constitué des sommets  $a_4$  et  $a_5$ . L'appartenance d'une action au noyau ne signifie pas nécessairement que c'est une bonne solution; le noyau représente simplement l'ensemble des actions parmi lesquelles se trouve «la meilleure» et il est constitué par des actions difficilement comparables. Conséquence de ce qui vient d'être dit, est qu'une «seconde meilleure action» ne figurera pas dans le noyau puisqu'elle sera surclassée par la «première meilleure action». La démarche d'utilisation d'ELECTRE I est illustrée par la **figure 7**

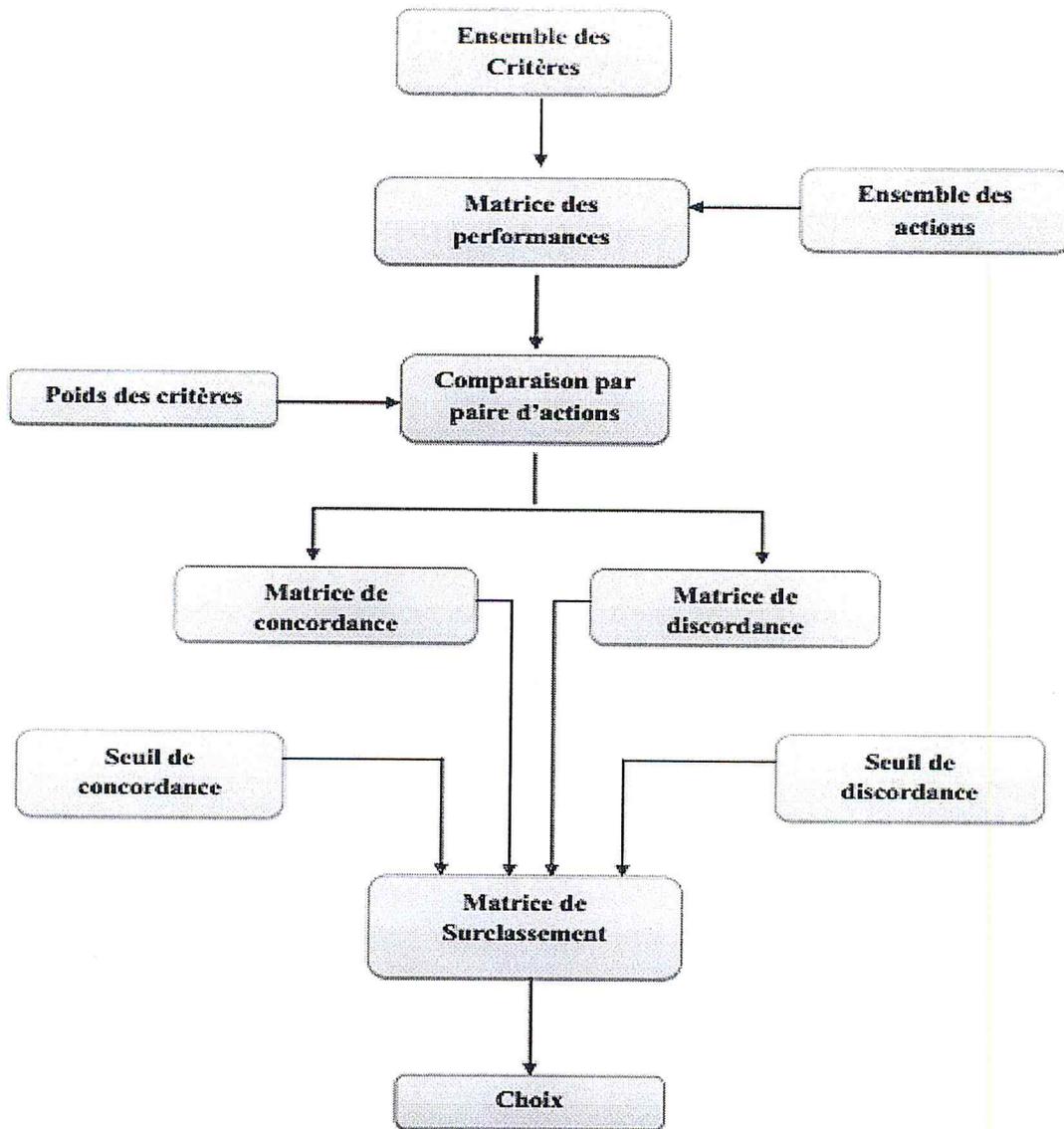


Figure 7 : Démarche d'utilisation de la méthode ELECTRE I [39]

### 3.2. Critique de la méthode ELECTRE I

La méthode ELECTRE I est la première méthode de surclassement [39], il s'agit d'une méthode simple, basée sur le concept d'accord/pas d'accord. Cependant, cette méthode ne conduit pas à la meilleure solution.

### 4. La méthode AHP

Analyse Hiérarchique des Procédés inventée par le mathématicien Thomas Saaty(1980). C'est une méthode multicritère d'aide à la décision, intégrant plusieurs critères et arrivant à un choix justifié de technologie, la décision est alors dite rationnelle, systématique et correctement prise [40]. Cette méthode permet d'évacuer toute situation d'incomparabilité et

introduire toutes les performances dans une seule fonction d'agrégation ou d'utilité ce qui conduit à une compensation totale entre les critères

#### 4.1. Principes fondamentaux de la méthode AHP sont :

- Structuration hiérarchique (classes - critères - poids).
- Structuration des priorités (sous critères - rangs).
- Cohérence logique.

#### 4.2. Démarche d'utilisation

- **Définir le sujet** : Première étape évidente, définir notre objectif à atteindre.
- **Construire une analyse hiérarchique du sujet** : C'est mettre en place des niveaux d'évaluations, du niveau le plus général au plus particulier [40]. Il peut ni avoir qu'un niveau dans certain, et plusieurs dans des cas les plus complexes. Le plus généralement, on retrouvera toute fois 2 niveaux de critères : des critères globaux et des sous-critères particuliers
- **Mettre en place la matrice d'évaluation du premier niveau** : Pour l'ensemble des niveaux, on va mettre en place une matrice d'analyse par paire pour évaluer l'importance de chacun d'entre eux. Saaty propose une évaluation sur 5 niveaux selon le tableau suivant :

Description	Valeur numérique
Les deux éléments ont une importance égale	1
L'élément en ligne est un peu plus important que celui en colonne	3
L'élément en ligne est plus important que celui en colonne	5
L'élément en ligne est beaucoup plus important que celui en colonne	7
L'élément en ligne est absolument plus important que celui en colonne	9
L'élément en ligne est un peu moins important que celui en colonne	1/3
L'élément en ligne est moins important que celui en colonne	1/5
L'élément en ligne est beaucoup moins important que celui en colonne	1/7

Tableau3 :L'échelle de SAATY (Saaty, 1984)

✓ **Calculer le poids de chaque critère**

Après avoir construit une matrice carrée qui découle d'une évaluation 2 à 2 des critères, On calcule les valeurs propres de cette matrice, nous obtiendrons le poids de chacun de nos critères.

Le calcul est le suivant [40]:

- On effectue la somme par colonne.- On divise chacune des valeurs de la colonne par la somme de celles-ci

.- Le poids (qui correspond à la valeur propre de la matrice) est donné en calculant la moyenne de chacune des lignes.

✓ **Vérifier la cohérence du résultat**

Le ratio de cohérence pourra mettre en avant cela. Son calcul est le suivant []:

$$RC = IC / RI$$

Avec :

**RI**, Indice aléatoire élaboré par Saaty : Il indique le niveau de fiabilité d'une même évaluation effectuée à plusieurs reprises.

**IC**, Index de Cohérence : il représente le niveau de fiabilité de notre jugement (détail du calcul ci-dessous).

**RC**, Ratio de Cohérence : En divisant IC par RI, on compare donc notre fiabilité réelle avec une fiabilité théorique. Au plus ce ratio est proche de 0, au plus notre évaluation est cohérente. Saaty donne une valeur au plus de 10% d'erreur pour pouvoir accepter l'évaluation. Le cas contraire, il faudra refaire l'évaluation

L'index de cohérence se calcule de la manière suivante :

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

**$\lambda_{\max}$**  : Valeur propre maximale.

**n** : taille de la matrice.

On note simplement que pour une matrice de taille 2, il ne sera pas possible de calculer un ratio d'incohérence, puisque l'incohérence n'est pas possible...

- ✓ **Itérer les étapes 4 et 5 pour les groupes de sous-critères**
- ✓ **Calculer le « poids » final**

Une fois l'ensemble des poids des critères par niveau, on va calculer le poids final en multipliant simplement les poids des critères du niveau le plus bas par les poids des critères correspondants des niveaux supérieurs.

- ✓ **Evaluer et choisir**

Il ne nous reste plus qu'à évaluer nos différentes alternatives vis à vis de la matrice des critères pondérés que nous avons calculée précédemment. En effectuant l'évaluation et en multipliant les scores par la pondération, on pourra identifier le meilleur choix. Le plus généralement, il nous suffira d'identifier l'alternative ayant la meilleure somme des notes pondérées. On pourra toutefois dans certain "ajuster" en utilisant le rang de chaque alternative sur chacun des critères. En effet, dans certains cas, il est possible qu'une alternative ait la meilleure note globale sans pour autant être la mieux classée dans chacun des critères. On pourra alors peut être améliorer cette alternative en utilisant les atouts des autres alternatives

### **4.3. Avantages de la méthode AHP**

- Capacité de structurer un problème complexe, multicritère, multi personne et multi période de façon hiérarchique.
- Comparaison binaire des éléments (alternatives, critères et sous critères), et la facilité de son support informatique.

## **5. Conclusion**

Le but de l'analyse multicritères est de fournir au décideur des outils lui permettant de progresser dans la résolution de problèmes décisionnels faisant intervenir plusieurs points de vue généralement contradictoires. Il n'est dès lors plus question de découvrir des solutions optimales, des décisions les meilleures selon chacun des points de vue, mais d'aider le décideur à dégager une ou plusieurs solutions de compromis, en accord avec son propre système de valeurs.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter notre proposition d'un nouveau SIAD pour le problème de bourse d'emploi qui se base sur les techniques de analyse multicritère.

---

## *Partie 2 Conception de SD\_BE*

---

- Chapitre 1: ETUDE DE L'EXISTANT
- Chapitre 2: CONCEPTION DETAILLE

# Chapitre 1: ETUDE DE L'EXISTANT

## 1. Introduction

L'analyse est définie en se basant sur un ensemble de modèles permettant de décrire les exigences métiers [41], avant de passer la phase de conception. Principalement, ce chapitre se compose des modèles des cas d'utilisation, BPMN et des notations DMN. Les modèles de cas d'utilisation et BPMN permettent la formalisation des tâches associées aux différents acteurs interagissant dans la procédure de la bourse de l'emploi .

## 2. Processus de la bourse de l'emploi actuel

Le processus de la bourse de l'emploi à Sonatrach passe par les étapes suivantes :

### 2.1 Déclaration de la vacance d'un poste de travail

En prévision de la vacance du poste et dans un délai de 3 mois, la structure concernée identifie le poste à pourvoir et exprime formellement le besoin du personnel à la DRH en précisant les motifs, l'organisation de la structure et les exigences du poste.

La DRH élabore le descriptif du poste à savoir l'intitulé, les missions et les finalités, la localisation et l'échelle attribuée au poste en question.

La demande du pourvoi au poste accompagnée du descriptif est transmise au top-management pour approbation.

### 2.2 Annonce Interne

La DRH établit une annonce interne d'appel à candidatures concernant le poste vacant à pourvoir

Le contenu de l'annonce reprend l'intitulé du poste, la structure d'accueil, les missions principales, les exigences du poste, les spécificités du poste et le délai de réception des candidatures

L'annonce doit être validée au préalable par la structure d'accueil et la DRH. Une fois validée, l'annonce est diffusée par messagerie électronique de sonatrach et via le site [www.sonatrach.dz/bourse](http://www.sonatrach.dz/bourse) de l'emploi .Si l'exploitation des candidatures reçues s'avère infructueuse dans les délais précis, elle pourra être prorogée de 15 jours supplémentaires.

### **2.3 Candidature au poste vacant**

Tout agent jugeant avoir les pré-requis du poste à pourvoir peut déposer sa candidature constituée d'un formulaire dûment renseigné et approuvé par sa hiérarchie, accompagné de sa fiche de carrière avec les justificatifs exigés.

Les candidatures sont transmises au service de la bourse de l'emploi qui doit vérifier la conformité des dossiers dans un délai ne dépassant pas 10 jours.

### **2.4 Evaluation des candidatures**

Selon la situation géographique et l'importance du poste en question, l'Evaluation se fait par l'une des commissions d'évaluations compétentes (Centrale CEC, Activité CEA, Associations CE/AST,...).

Ces commissions ont pour charge la présélection des candidats qui permet de vérifier si les candidats sont admis à concourir et se fait par rapprochement des profils avec les exigences du poste énoncés dans l'appel à candidatures.

La commission est chargée d'établir une Short-list de trois(03) à cinq (05) candidats potentiels dans un délai de 10 jours après l'examen des dossiers de candidatures.

Les trois (03) à cinq (05) candidats retenus, peuvent être convoqués pour un entretien selon le cas, qui portera principalement sur la motivation du candidat, le parcours professionnel, la maîtrise et la connaissance des problématiques du poste ainsi que les aptitudes managériales.

L'entretien doit se dérouler dans un délai maximum de 5 jours après clôture des travaux de la commission d'évaluation.

Le choix final du candidat et sa nomination étant du ressort du responsable de la structure concernée et s'effectuera dans un délai maximum de 10 jours qui suivent l'entretien d'évaluation.

La structure concernée doit informer la DRH de son choix final, cette dernière est chargée d'exploiter et de faire le nécessaire pour la prise de fonction du candidat.

### **2.5 Reporting**

La DRH est chargé d'élaborer trimestriellement un rapport d'activité faisant ressortir les annonces diffusées, les candidatures recueillies pour chaque poste, les résultats des commissions et les décisions finales pour chaque poste.

### 3. Modélisation

Un modèle d'entreprise est l'abstraction de la façon dont l'entreprise est Travail. Selon les modèles développés, nous pouvons, plus ou moins, faire des modèles différents pour décrire la même réalité. Aussi, Nous pouvons modéliser afin de maîtriser le processus métier, Processus de communication avec les clients ou les partenaires, ou Faire un système d'information. Notre objectif est de Concevoir des modèles de processus métiers qui représente la procédure de la bourse de l'emploi avec ces acteurs.

#### 3.1 Modélisation (BPMN)

Le modèle illustré dans le diagramme 1 présente le processus de collaboration métier (BPMN) de la bourse de l'emploi d'une manière générale et ne définit pas le détail, cependant nous avons présenté des sous processus « Déclaration de la vacance d'un poste de travail », « Annonce interne », « candidatures au poste vacant », « Evaluation des candidatures », et « Reporting ».

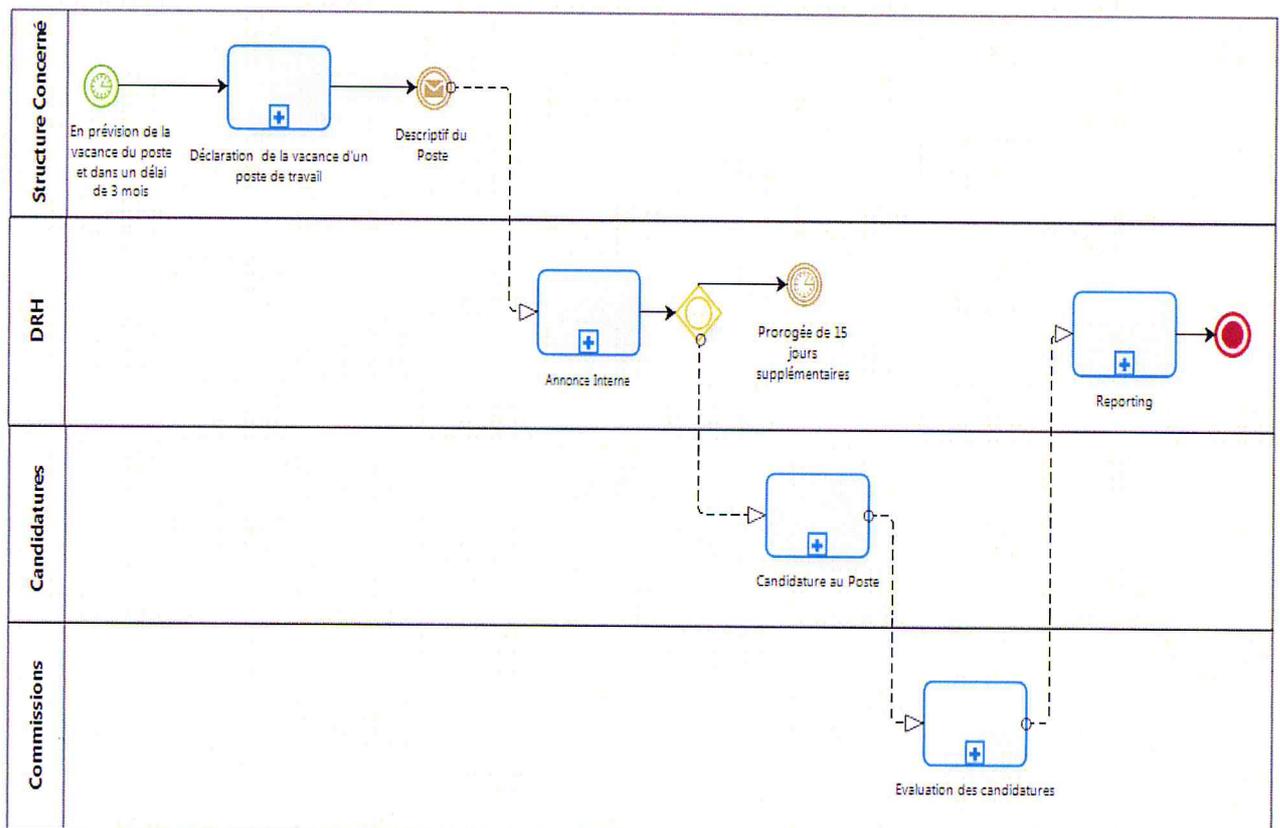


Diagramme1 : Diagramme BPMN

D'après notre problématique nous avons sélectionné le sous processus « évaluation des candidatures » qui est lui-même composé de deux sous processus « calcul des poids des critères » & « analyse multicritère » cependant un décideur pouvez soit de passer à calculer les poids des critères afin de faire l'analyse sinon passez directement à l'analyse multicritère

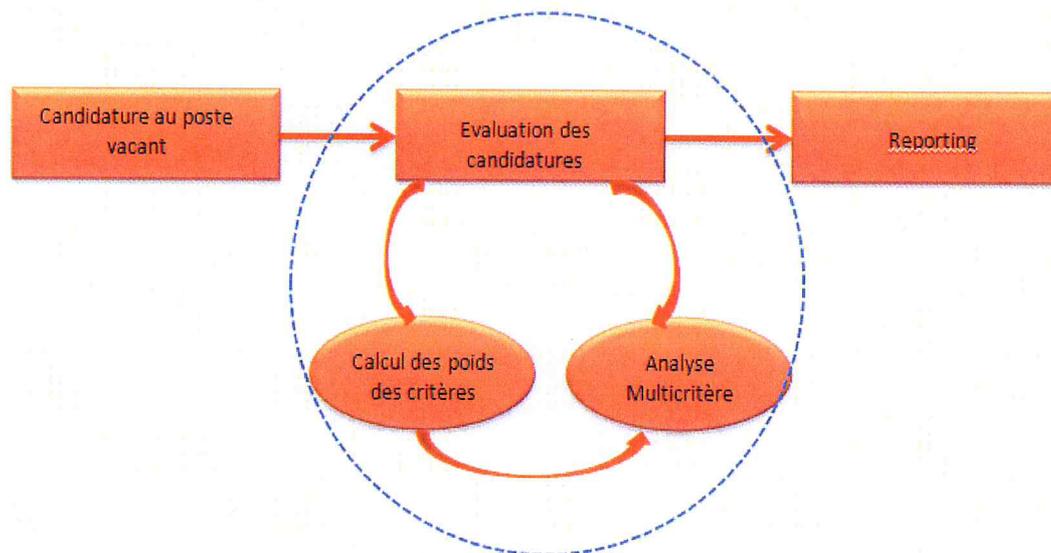
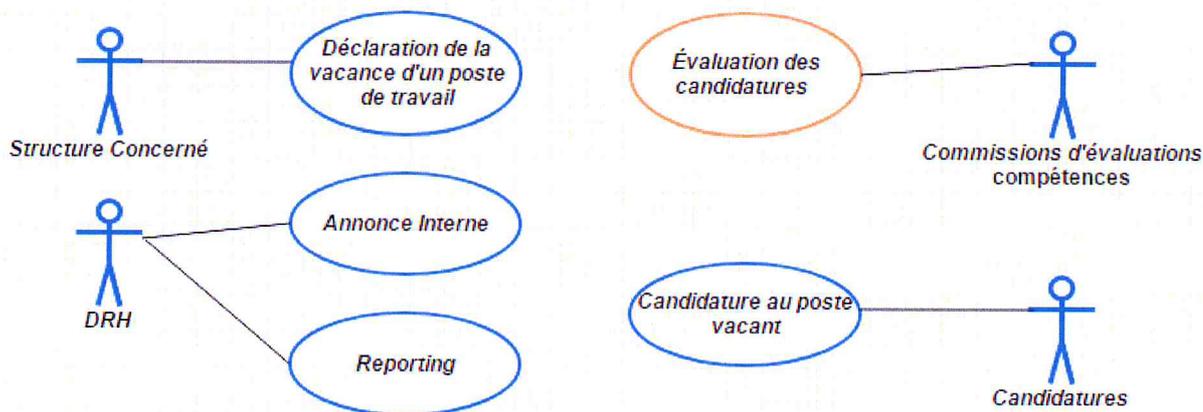


Figure9 : le sous processus « Evaluation des candidatures »

### 3.2 Modélisation informationnel (Use case)

Le diagramme de cas d'utilisation constitue le point de départ de la conception qui va nous permettre de représenter les fonctionnalités de système « Bourse de l'emploi » et ses interactions avec ses acteurs. Nous les utilisant pour donner une vision globale du comportement fonctionnel de système, le **diagramme 2** exprime ce fonctionnement.



## Diagramme 2: Diagramme use case

### 3.3 Modélisation décisionnel (DMN)

L'objectif principal de DMN est de fournir une notation commune facile à comprendre par tous les utilisateurs du métier, à partir des besoins des analystes métier pour créer les exigences de la décision initiale, puis des modèles de décision plus détaillées, pour les développeurs techniques chargés d'automatiser les décisions dans les processus, et enfin, pour les personnels de métier qui permettront de gérer et de contrôler ces décisions, plus de détail sur DMN est présenté dans l'annexe 2.

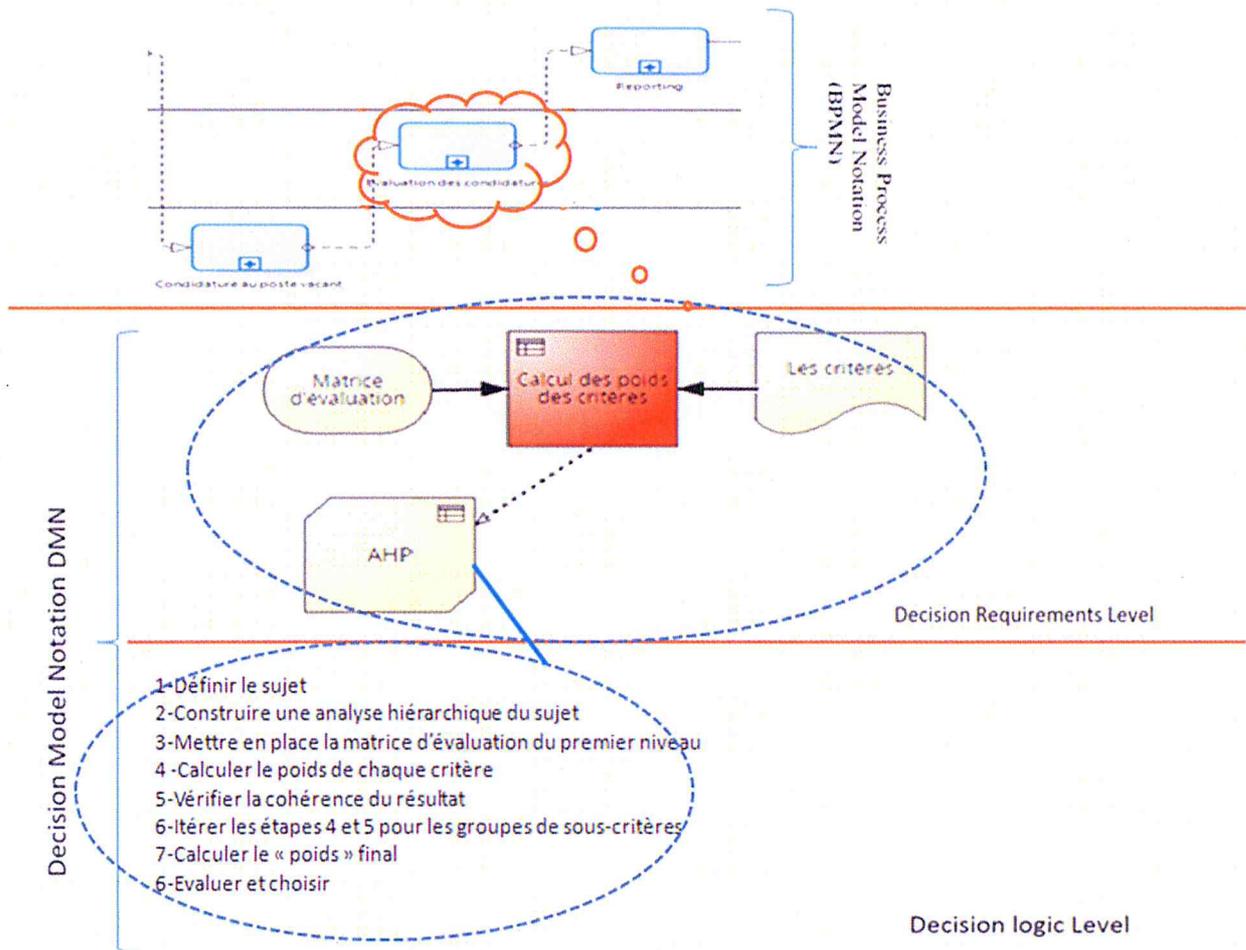
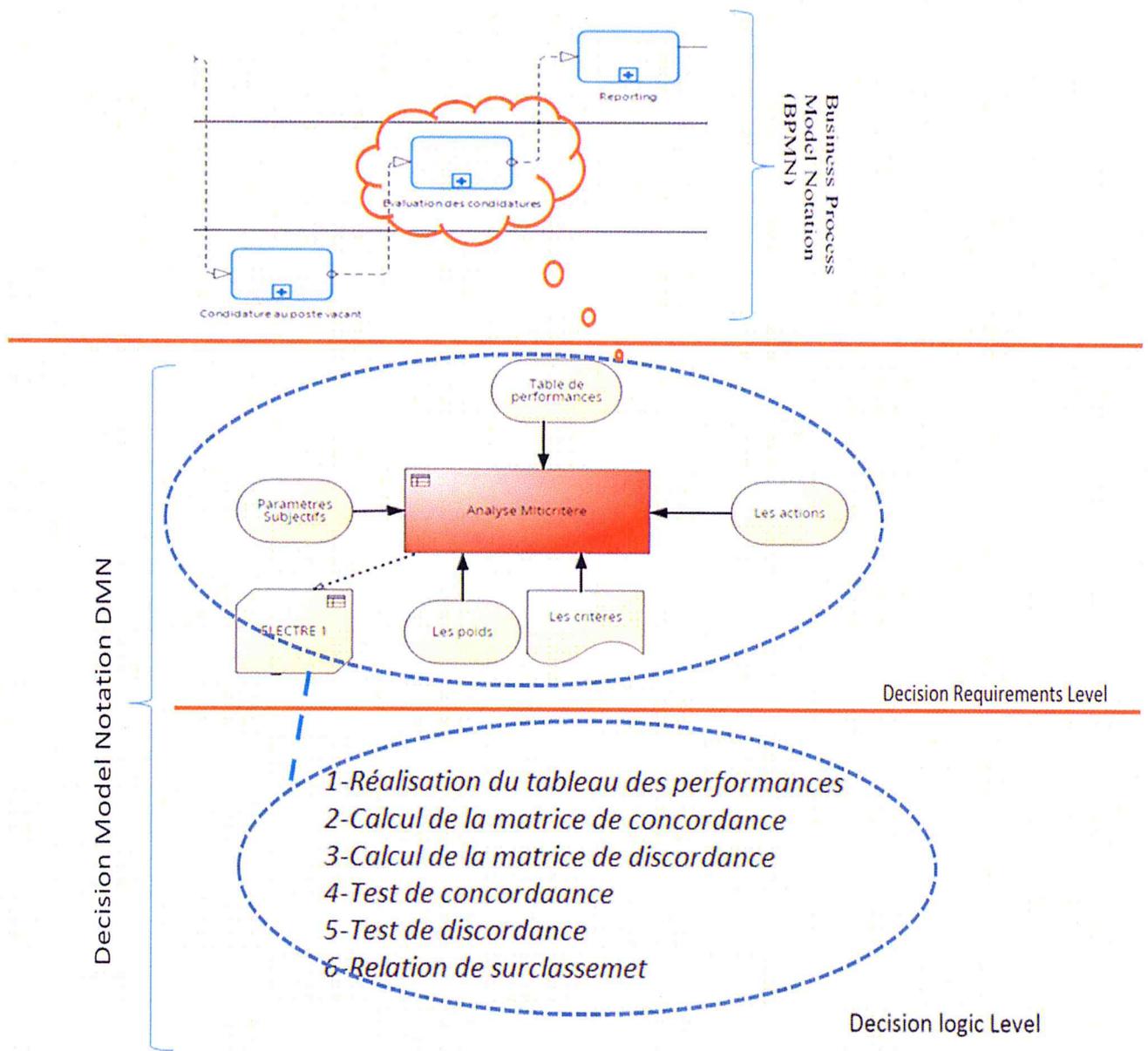


Diagramme 3 : Diagramme DMN pour « Calcul des Poids »



**Diagramme 4 : Diagramme DMN « Analyse Multicritère »**

après le DMN de calcul des poids, nous avons un autre problème de décision qui est l'analyse multicritère .La première étape de toute procédure de sélection des candidats est de sélectionner les actions (candidats) ,les critères appropriés à utiliser pour évaluer le candidat, déterminer leurs poids et les paramètres subjectifs . Afin de sélectionner le bon candidat, l'approche ELECTRE1 a été adoptée.

## 4. Architecture globale du système proposé

Dans la présente étude, nous nous sommes largement inspirés du modèle est techniques multicritère pour la mise en place de la solution de la problématique décisionnelle qui nous concerne

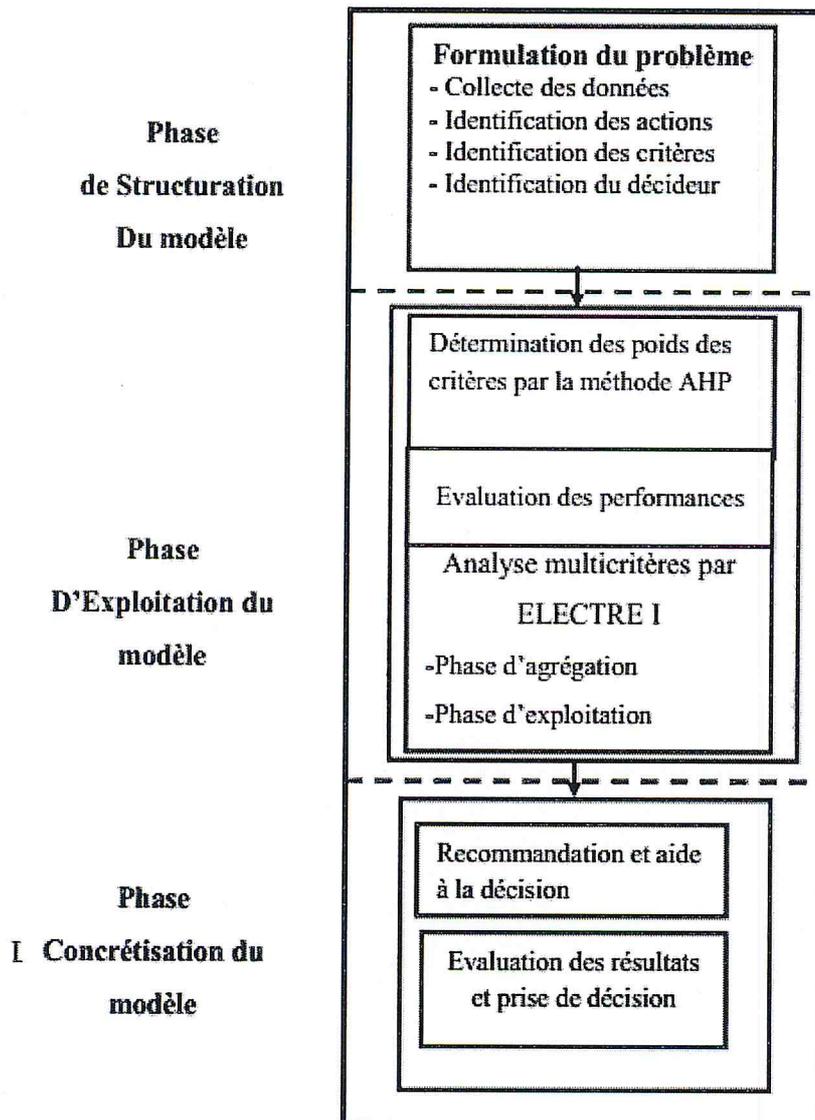


Figure 10 : Architecture Décisionnelle proposé SD\_BE

-La **Structuration du modèle** a pour objectif l'identification du problème décisionnel et les choix fondamentaux sur la manière de l'aborder.

-L'**Exploitation du modèle** est le module le plus mathématique et analytique du processus d'étude. Ses objectifs principaux sont :

- L'attribution des poids aux différents critères en utilisant la méthode AHP

- L'évaluation des critères, puis l'agrégation des performances par analyse multicritères (ELECTRE I).

- **La concrétisation des résultats** vise essentiellement l'acceptation sociale du résultat. Cependant, elle comprend aussi la mise en œuvre de la décision et le contrôle de cette mise en œuvre.

Partant d'un ensemble de candidats potentiels et visant à avoir un sous-ensemble le plus réduit possible offrant le meilleur compromis possible, des candidats les plus performants sur la base des critères considérés, notre choix de la méthode multicritère d'aide à la décision est orienté vers la méthode ELECTRE I.

Pour son exploitation, ELECTRE I requiert des poids aux critères définis par le décideur qui dans notre cas, trouve des difficultés pour les arrêter. Pour remédier à cette problématique et aider le décideur à définir les poids logiques aux critères, nous avons opté pour la méthode AHP qui se base sur la comparaison des critères en terme de priorités (Tableau de SAATY), ceci facilitera énormément la tâche au décideur qui implique sa subjectivité juste pour définir le degré d'importance des critères les uns par rapport aux autres.

Le système d'aide à la décision proposé est conçu par assemblage de trois principaux modules

- 1-Un module de calcul des poids des critères en utilisant **la méthode AHP**,
- 2-un module d'analyse multicritères fondé sur **la méthode ELECTRE I**,
- 3-un module de **base de données**

#### 4.1 Les module du SD\_BE

##### 4.1.1 Le module de calcul des poids

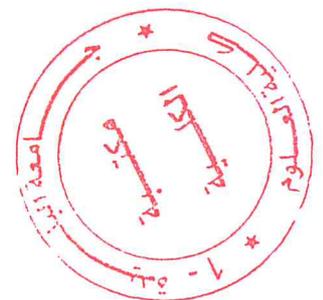
Ce module commence par l'identification des critères et la génération de la matrice d'évaluation de ces critères selon le tableau de SAATY et se termine par le calcul des poids en utilisant la méthode AHP.

##### 4.1.2 Le module d'analyse multicritères

Le module d'analyse multicritères repose sur les composants suivants :

- **Un sous module de structuration** des données
- **Un sous module d'exploitation** ou d'exécution de la méthode multicritère

ELECTRE I



Ce processus multicritères est déclenché après identification des critères et le calcul des poids par la méthode AHP, l'identification des actions, génération de la table de performances et des paramètres subjectifs puis le traitement de ces structures de données par ELECTRE I et à la fin le processus se termine par l'affichage du résultat choix et des noyaux

### 4.1.3 Le module de base de données

Le module BDD est le moyen de stockage dans n'importe quel système informatique. Après l'accusé des formulaires des candidatures et leurs dossiers associés la DRH est chargée de sélectionner les informations qu'elle nécessite pour la sauvegarder sur la BDD relationnelle avant de commencer le traitement de calcul des poids ou d'analyse multicritères, et de consulter les résultats finals de sélection, afin de faire chaque trimestre les rapports (Reporting).

La figure ci-dessous illustre l'architecture globale du système proposé SD\_BE, les trois modules

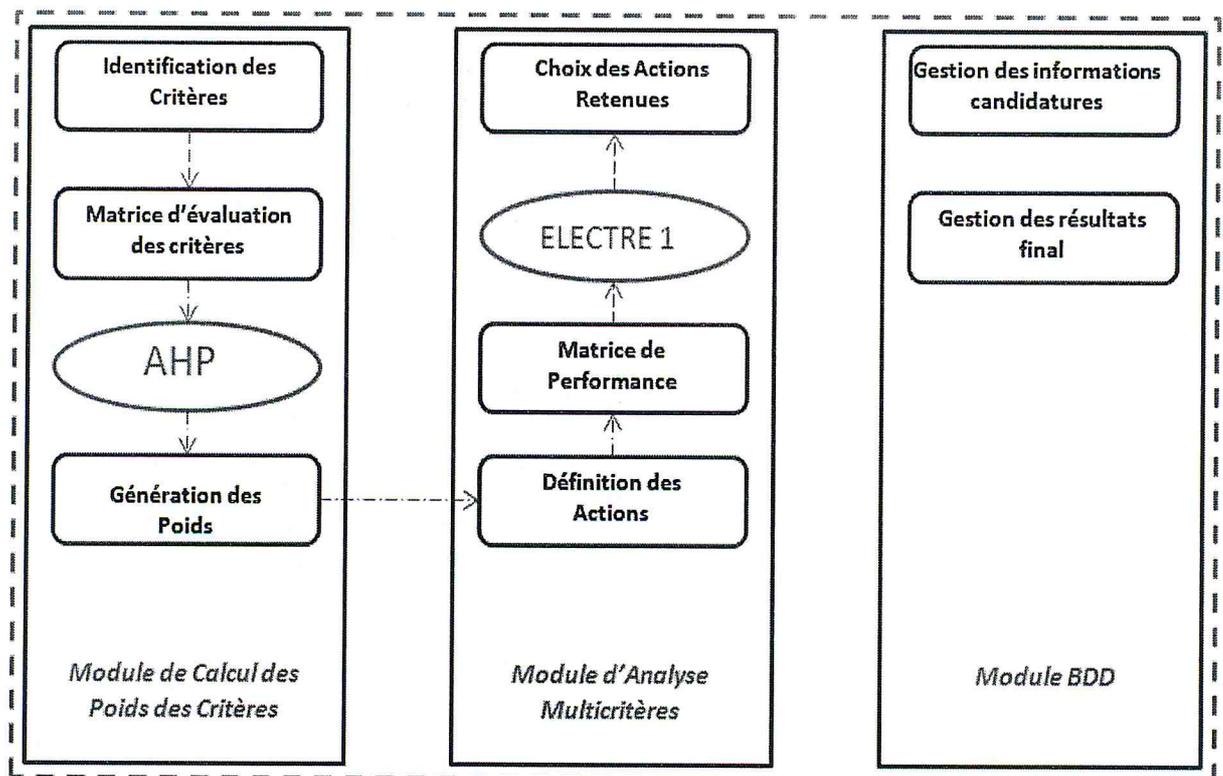


Figure 11: Les module de système proposé SD\_BE

## 4.2 L'Architecture fonctionnelle de notre SIAD SD\_BE

L'architecture fonctionnelle de notre solution correspond à la démarche décisionnelle

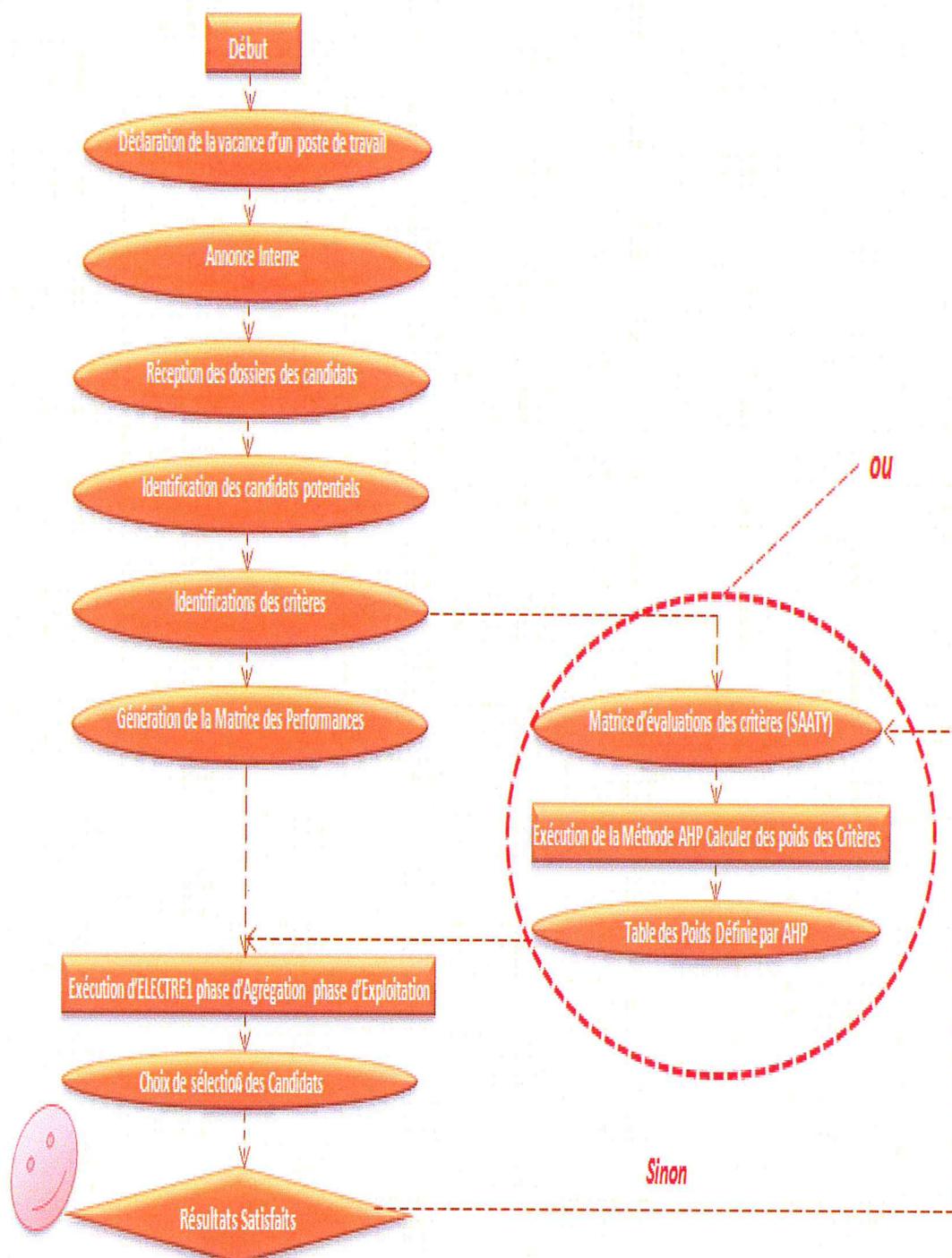


Figure 12 : Architecture fonctionnelle de SIAD SD\_BE

## 5. Conclusion

Au terme de ce chapitre

Cet outil interactif permet d'apporter une aide considérable aux décideurs devant faire face à des problèmes décisionnels complexes faisant intervenir des critères de natures différentes et impliquant des préférences subjectives .

Dans le prochain chapitre on passe à la phase de conception de notre SD\_BE.

## Chapitre 2 : CONCEPTION DETAILLE DE SD\_BE

### 1. Introduction

Notre objectif, dans le présent chapitre, est de présenter notre contribution, visant la réalisation d'un système interactif d'aide à la décision pour une gestion multicritères de choix ou sélection des meilleurs candidats possibles pour donner à la bourse de l'emploi toute sa puissance, sa crédibilité et son efficacité.

L'utilité d'exploiter la méthode ELECTRE I n'est pas à démontrer ou expliquer mais le problème réside dans la définition des poids des critères que le décideur n'a pas a priori, ce qui nécessite un effort énorme de sa part alors qu'il est sensé **décider**. Afin de résoudre ce problème, nous avons opté pour l'utilisation de la méthode AHP et en particulier le diagramme de SAATY qui s'appuie sur la subjectivité des décideurs en ce qui concerne la priorité et l'importance des critères entre eux.

### 2. Conception de la Solution proposée

#### 2.1 Module Calcul des poids des critères

La figure suivant présente le diagramme d'activité (Calculer les poids des critères)

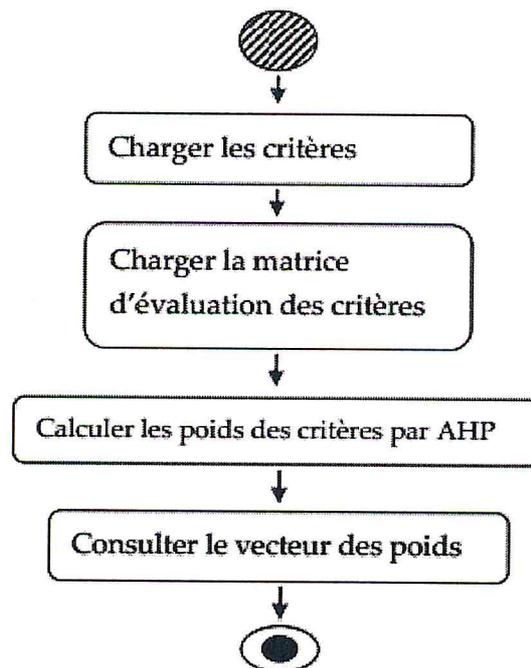


Diagramme 5: Diagramme d'activité (Calculer les poids des critères)

### 2.1.1 Définition des Critères

Nous souhaitons réaliser le choix d'une short-list des meilleurs candidats (3 à 5 candidats selon la procédure) parmi n candidats concurrents ayant déposé leur candidature. Chaque candidat est évalué sur la base de 5 critères fondamentaux suivants :

- 1- **Le Diplôme (DPL)** : universitaire ou simplement le niveau scolaire exemple BAC+4.
- 2- **L'expérience(EXP)** : Nombre d'années dans l'entreprise et parfois dans des postes précis.
- 3- **Encadrement Supérieur (ECS)**: Nombre d'années du candidat dans un poste d'encadrement supérieur.
- 4- **La catégorie (CAT)** : le classement actuel de l'agent dans la grille de salaires de l'entreprise.
- 5- **L'âge du candidat (AGE).**

Les critères sont utilisés pour évaluer les candidats dans le but de prendre les meilleurs disponibles.

Nous constatons que tous les critères sauf le diplôme sont mesurables, chaque candidat doit avoir une valeur et une seule pour chacun des critères. Concernant le diplôme, nous avons choisi 3 valeurs mesurables possibles :

- **1** : Si le candidat a le diplôme exigé
- **0.5** : Si le candidat a un diplôme proche de celui exigé mais acceptable pour occuper le poste.
- **0** : Si le diplôme ne correspond pas.

Le tableau suivant récapitule les critères et leur méthode d'évaluation :

Critère	Désignation	Méthode d'évaluation
DPL	Diplôme	1 : Exigé 0.5 : proche 0 : Ne correspond pas
EXP	Expérience à Sonatrach	Nombre d'années
ECS	Expérience dans un poste d'encadrement Supérieur	Nombre d'années
CAT	Catégorie actuelle	Nombre
AGE	Age du candidat	Nombre

**Tableau 4 : Représentent les critères et leur méthode d'évaluation**

### 2.1.2 Poids des critères

N'ayant pas de valeurs de poids des critères prédéfinis au préalable par les décideurs, nous avons jugé utile d'utiliser l'échelle de SAATY, il s'agit de donner à chaque critère une valeur numérique traduisant son importance par rapport aux autres critères et utiliser la méthode AHP pour le calcul des poids nécessaires afin de dérouler la méthode multicritères ELECTREI.

Nous avons considéré que l'expérience du candidat dans un poste d'encadrement comme le facteur le plus important dans la décision suivi par le diplôme et de l'expérience totale ou le parcours professionnel, nous donnons moins d'importance successivement à l'âge et à la catégorie socioprofessionnelle.

### 2.1.3 Le candidat idéal

- Le plus d'années d'expérience pertinentes possible dans un poste d'encadrement.
- Le diplôme exigé- Le plus d'années d'expérience dans l'entreprise.
- Le moins âgé possible dans le souci de rajeunir son effectif.
- La catégorie la plus élevée pour minimiser l'impact financier de son salaire.

On construit donc la matrice d'évaluations des critères et nous obtenons le résultat suivant :

Critères	DPL	EXP	ECS	CAT	AGE
DPL	1	3	1/3	7	5
EXP	1/3	1	1/5	5	3
ECS	3	5	1	9	7
CAT	1/7	1/5	1/9	1	1/3
AGE	1/5	1/3	1/7	3	1

**Tableau 5 : matrice d'évaluations des critères**

### 2.1.4 Calculer le poids de chaque critère

- Dans l'étape précédente, nous avons construit une matrice carrée qui découle d'une évaluation 2 à 2 des critères.
- En calculant les valeurs propres de cette matrice, nous obtiendrons le poids de chacun de nos critères. Le calcul est le suivant :

1- On effectue la somme par colonne.

2- On divise chacune des valeurs de la colonne par la somme de celles-ci. Le poids (qui correspond à la valeur propre de la matrice) est donné en calculant la moyenne de chacune des lignes.

Critères	DPL	EXP	ECS	CAT	AGE	Moyenne	Poids %
DPL	0.21	0.31	0.19	0.28	0.31	0.26	26%
EXP	0.07	0.11	0.11	0.20	0.18	0.13	13%
ECS	0.64	0.53	0.56	0.36	0.43	0.51	51%
CAT	0.03	0.02	0.06	0.04	0.02	0.03	3%
AGE	0.05	0.03	0.08	0.12	0.06	0.07	7%

**Tableau 6 : Représente le calcul des poids**

Le poids des critères se résume dans le tableau suivant :

Critères	DPL	EXP	ECS	CAT	AGE
Poids	26	13	51	3	7

**Tableau 7 : les critères et leurs poids**

## 2.1.5 Algorithme AHP

structure  
d'Algorithme

Pour réaliser cette tâche importante, nous avons développé l'algorithme présenté ci dessus

```
public class AHP {

    static int n;
    int NUMBER_COMPARISON;
    Scanner keyboard=new Scanner(System.in);
    double [][] a=new double[n][n];
    String [] criteria=new String[n];
    double [] p=new double[NUMBER_COMPARISON]; //used to hold the
values of comparisons
    public void récupérer(){
        System.out.println("Enter the number of criteria");
        System.out.println("n=");
        n=keyboard.nextInt();
        NUMBER_COMPARISON=(n*n-n)/2;
        System.out.println("Enter the criteria:");
        for(int i=0; i<n;i++)
        {
            System.out.print("Criterion "+(i+1)+":");
            criteria[i]=keyboard.next();
        }
        System.out.println("Enter the comparison");
        int m=0;
        for(int i=0; i<n;i++)
        {
            for(int j=i+1; j<n;j++)
            {
                System.out.println("Compare "+criteria[i]+" with
"+criteria[j]+":");
                p[m]=keyboard.nextDouble();
                m++;
            }
        }

    public double[][] initialize_matrix(double[] p)
    {

        //initialize the matrix a.....
        double a[][]=new double[p.length][p.length];
        int k=0;
        for(int i=0; i<p.length; i++)
        {
            for(int j=0; j<p.length;j++)
            {
                if(i==j)
                    a[i][j]=1;
                else if(i<j)
                {

                    a[i][j]=p[k];
                    k++;
                }
                else if(i>j)
            }
        }
    }
}
```

```

        a[i][j]=1/a[j][i];
    }
}
return a;
}
public void show_matrix(double[][] b )
{
    //display the elements of the matrix a
    System.out.println("\nThe matrix a is:");
    for(int i=0; i<b.length;i++)
    {
        for(int j=0; j<b[i].length; j++)
            System.out.print(b[i][j]+" ");
        System.out.println();
    }
}

public double[] sommeColonne(double [][] show_matrix){
    double[] pd=new double[n];
    int k=0;
    double somme=0;
    for(int i=0;i<show_matrix.length;i++){
        for(int j=0;j<show_matrix.length;i++){
            somme=somme+show_matrix[i][j];
            pd[k]=show_matrix[i][j]/somme;
            k++;
            for(int s=0;s<=show_matrix.length;i++){
                System.out.println("la case
"+show_matrix[i][j]+ " avec la valeur :"+pd[k]);
            }
        }
    }

    return pd;
}

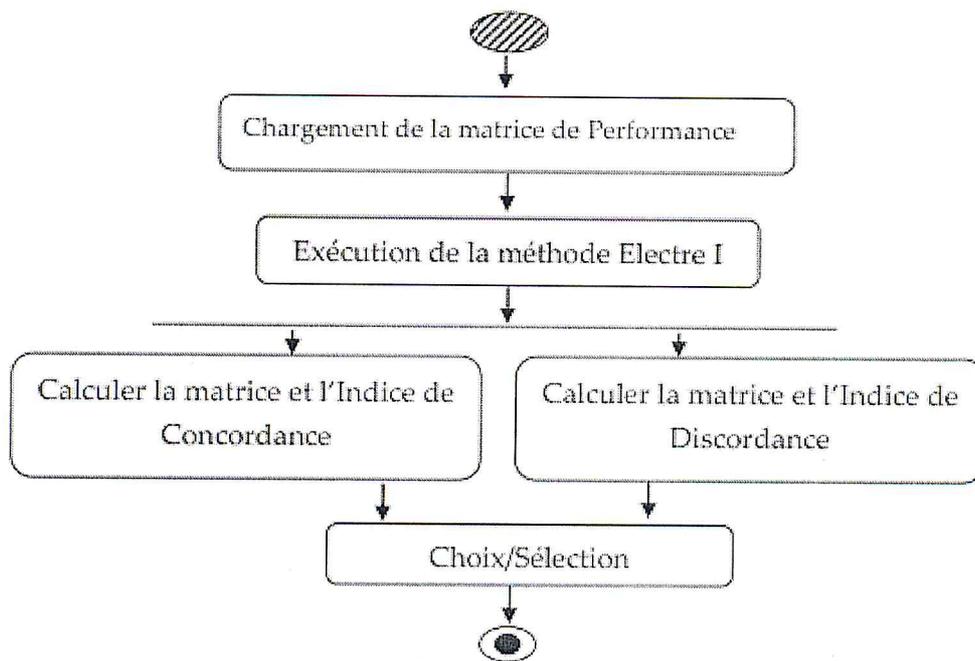
public static double arrondi(double A, int B) {
    return (double) ( (int) (A * Math.pow(10, B) + .5)) /
Math.pow(10, B);
}
}

```

**Figure 13 : Algorithme AHP**

## 2.2 Module Analyse Multicritère

La figure suivante illustre le Diagramme d'activité (Choix des candidats)



**Diagramme 6 : Diagramme d'activité (Choix de candidats)**

### 2.2.1 Matrice des performances

Connue aussi sous le nom de « Matrice d'évaluation » ou de jugement, ou encore « Tableau de performance », il s'agit d'une matrice à double entrées dans laquelle, chaque ligne représente une action, et chaque colonne un critère. L'intersection d'une ligne  $i$  avec une colonne  $j$  représente le jugement de l'action  $i$  par rapport au critère  $j$ , donc chaque action est jugée par rapport à chacun des critères.

Dans notre cas, chaque ligne représente un candidat, chaque colonne un critère et l'intersection d'une ligne avec une colonne représente l'évaluation du candidat par rapport au critère en question.

### 2.2.2 Agrégation

Il s'agit de calculer les matrices de concordance et de discordance selon les formules données dans la description de la méthode Electre I et d'établir les relations de sur-classement entre les candidats. La relation de sur-classement pour ELECTRE I est construite par la

comparaison des indices de concordance et de discordance à des seuils limites de concordance  $c$  et de discordance.

### **2.2.3 Exploitation**

Comme déjà présenté dans la description de la méthode Electre I, chaque action est représentée par un sommet, si l'action  $a_i$  surclasse l'action  $a_k$ , une flèche partant du sommet  $a_i$  aboutissant au sommet  $a_k$  relie les deux sommets.

Si aucune relation de sur-classement n'existe entre les deux actions, alors aucune flèche n'est destinée entre les deux sommets. Le sous-ensemble des sommets qui ne sont classés par aucun autre sommet de celui-ci est appelé « Noyau du graphe ».

### **2.2.4 Algorithme ELECTRE 1**

L'algorithme de la méthode ELECTRE 1 est présenté dans l'annexe 3

## 2.3 Module BDD

Le tableau suivant présentation du diagramme de classes, leurs rôles, leurs attributs et leurs méthodes de notre système :

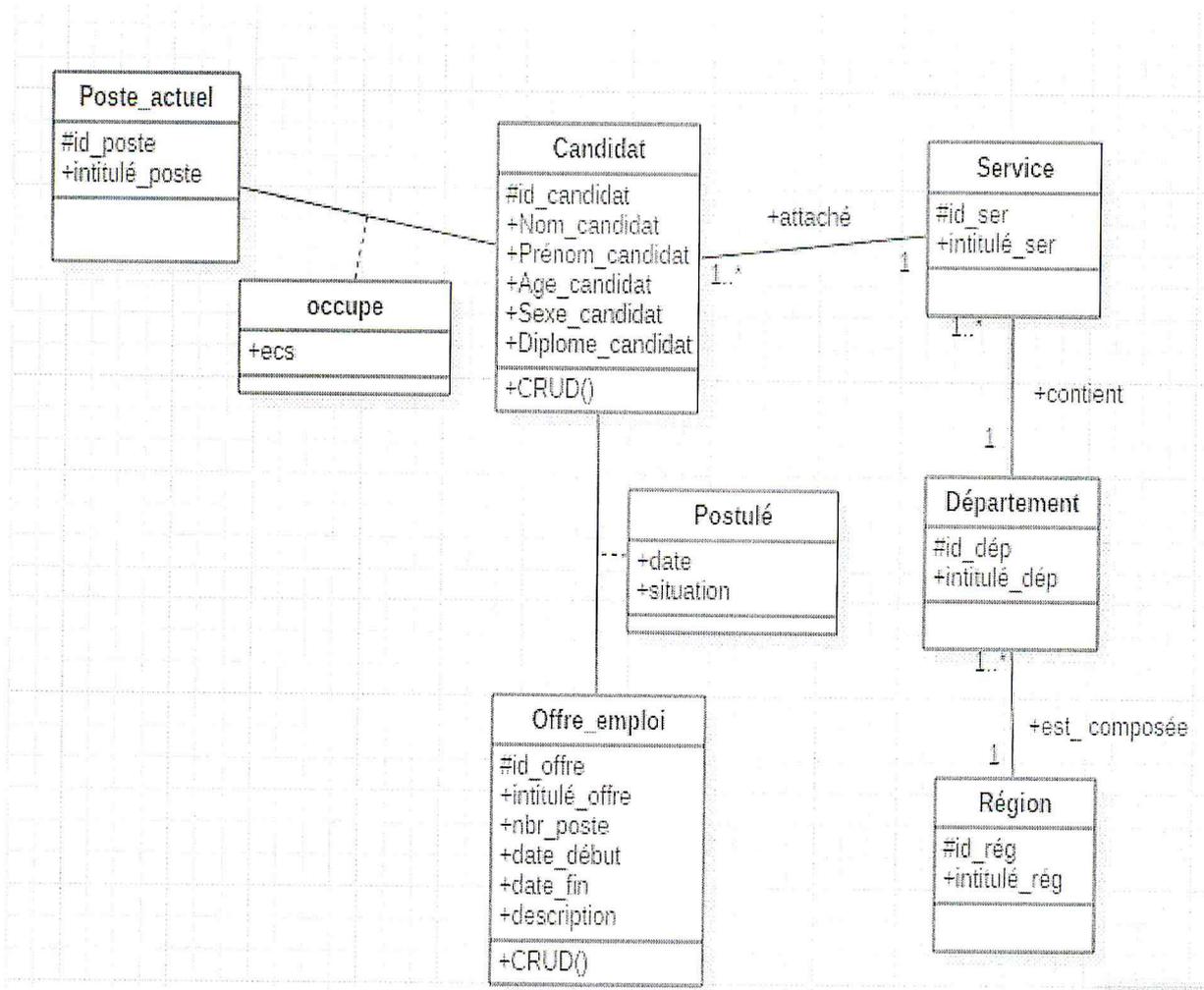
Nom de la classe	Rôle de la classe	Attributs de la classe	Méthodes de la classe
Candidatures	Cette classe contient les informations des candidats	Id_candidat Nom_candidat Prénom_candidat Age_candidat Sexe_candidat Poste_actuel	Ajouter () ; Supprimer () ; Modifier () ; Consulter () ;
Service	Classe définit le service ou le candidat est attaché	Id_service Intitulé_service	Ajouter () ; Supprimer () ; Modifier () ; Consulter () ;
Département	Classe définit le département du t'elle service	Id_service Intitulé_service	Ajouter () ; Supprimer () ; Modifier () ; Consulter () ;
Région	Classe présente tous les régions de sonatrach, ou région contient 1 ou plusieurs département	Id_région Intitulé_région	Ajouter () ; Supprimer () ; Modifier () ; Consulter () ;
Offre_emploi	Cette classe comporte les infos d'une offre	Id_offre Intitulé_offre Nbr_poste Date_debut Date_fin	Ajouter () ; Supprimer () ; Modifier () ; Consulter () ;

		description	
postuler	Classe association entre « candidatures » et « offre_emploi » ou une candidature ne peut être postuler à qu'une seule offre dans une date	Date situation	Ajouter () ; Supprimer () ; Modifier () ; Consulter () ;
Dispose	Classe association entre « critères » et « offre_emploi »		

**Tableau 8 : Description du diagramme de classe**

Le diagramme de classe représente l'aspect statique d'un système, les classes associations permettent de décrire les liens entre classes sous forme d'une classe. Elles sont dotées d'attributs et d'opérations à chaque instance du lieu.

Une classe association a le statut d'une classe décrivant les occurrences d'une association. Elle peut être dotée d'attributs, d'opérations, et être reliée à d'autres classes par des associations. Les flèches représentent le sens de navigation de l'association.



**Diagramme 7 : diagramme de classe**

```

USE Master
if exists (select * from sysdatabases where name='db_imene')
DROP DATABASE db_imene
go
create database db_imene
go
use db_imene
go
create table td_candidats(
id_candidat varchar(20) not null ,
nom_candidat varchar(20),
prenom_candidat varchar(20),
age_candidat varchar(20),
sexe_candidat varchar(20),
diplome varchar(20),
id_service varchar(20) not null
)
go
create table td_services (
id_service varchar(20) not null ,
intitule_service varchar(20),
id_departement varchar(20) not null
)
go
  
```

**Figure 14 : morceau de code sql**

### 2.3.1 Contraintes sur l'application

Une contrainte d'intégrité est une clause permettant de contraindre la modification de tables, faite par l'intermédiaire, afin que les données saisis dans la base soient conformes aux données attendues.

Les contraintes d'intégrité attendue sur notre système sont pour la plus part définies par :

- Des contraintes d'unicité

Bien évidemment toutes les clés primaires se doivent d'être uniques dans la base de données

### 2.3.2 Règle de gestion

Pour concevoir le schéma de la base de données, nous allons passer du modèle objet au modèle relationnel en appliquant les règles de passage au diagramme de classe [42]. Les règles sont les suivantes :

Nous avons deux classes A et B. 'a' est un attribut de A et 'b' est un attribut de B.

**Par exemple :**

**Candidats** (id\_candidat, nom\_candidat, prénom\_candidat, age\_candidat, sexe\_candidat, diplôme\_candidat)

Ici le diplôme\_candidat peut être une classe, mais puisque la cardinalité est égale à (1,1) en regrouper tous les deux dans la même table « candidats »

**Règle1 :**

Classe A  $\leftrightarrow$  Classe B avec cardinalité (1,1) : nous regroupons le contenu de A et B dans une même table.

**Règle2 :**

Classe A  $\leftrightarrow$  Classe B avec cardinalité (1, n) : c'est-à-dire qu'une entité 'a' peut avoir plusieurs entités 'b' qui lui sont attachées : nous créons deux tables A et B. Dans la table B, nous prévoyons un attribut supplémentaire qui représente la clé de la table A.

**Par exemple :**

**Candidats** (id\_candidat, nom\_candidat, prénom\_candidat, age\_candidat, sexe\_candidat, diplôme\_candidat).

**Service** (id\_service, intitulé\_service, id\_candidat).

**Règle 3 :**

Classe A  $\longleftrightarrow$  Classe B avec cardinalité (n, n) : nous créons trois tables ; table A, table B et table C qui représente une table qui fait les liens entre les éléments 'a' et les éléments 'b' .La table C aura comme attributs les clés des deux tables A et B.

**Par exemple :**

**Candidats** (id\_candidat, nom\_candidat, prénom\_candidat, age\_candidat, sexe\_candidat, diplôme\_candidat).

**Offre\_emploi** (id\_offre, intitulée\_offre, nbr\_poste, date\_début, date\_fin, description).

**Postuler** (id\_candidat, id\_offre, date, situation).

### 2.3.3. Le passage vers le modèle relationnel

Le modèle relationnel représente depuis des années la tendance principale du marché pour l'implémentation des bases des données, la raison est que ce modèle est fondé sur les bases mathématiques qui facilitent sa manipulation. Lors d'une conception d'une base de données relationnelle l'étape principale consiste à définir un bon schéma relationnel (dont les relations sont en troisième forme normale). C'est-à partir du diagramme de classe qui décrit le modèle objet des données de notre système et à l'aide de certaines règles de passage, que nous déduisons le schéma relationnel suivant :

	Désignation	type	longueur	null
Id_candidat	Un identifiant unique incrémentale des utilisateurs	Auto incrémentale	20	non
Nom_candidat	Un nom d'un candidat	String	20	non
Prénom_candidat	Prénom d'un candidat	String	20	non
Age_candidat	L'age d'un candidat	Intègre		non
Sexe_candidat	Le sexe d'un candidat	String	20	non
Diplôme_candidat	Diplôme d'un candidat	String	20	non

**Tableau 9 : Dictionnaire des données de la classe candidats**

### 3. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les détails relatifs à la conception et la modélisation du prototype ainsi que l'architecture du système proposé. Ce dernier s'articule, principalement, autour d'une hybridation de deux méthodes d'analyse multicritères à savoir ELECTRE I et AHP.

La mise en œuvre de la solution proposée fera l'objet du chapitre suivant.

## *Partie 3 Mise en œuvre*

---

## 1. Introduction

L'IHM (interface homme-machine) représente un élément clé dans l'utilisation de tout système et conditionne pour une large part son succès [43]. En théorie une interface homme-machine doit être efficace. De plus ces interfaces doivent être faciles à utiliser et compréhensibles par les utilisateurs pour garantir un bon degré de fiabilité lors des interactions ainsi qu'un temps d'apprentissage réduit. Elles doivent avoir un certain niveau d'intelligence et de standardisation pour finir par présenter les fonctionnalités de l'application avec une manière plus conviviale.

## 2. Présentation des outils de développement

Pour implémenter notre application nous avons utilisé les outils suivants :

### 2.1. Microsoft SQL Server comme SGBD

C'est un système de gestion de base de données (SGBD en abrégé) incorporant entre autres un SGBDR (SGBD relationnel) développé et commercialisé par la société Microsoft.

La première version de SQL Server est sortie en 1989 sur les plateformes UNIX et OS/2, mais, depuis, Microsoft a préféré mettre SQL Server uniquement sous un système d'exploitation **Windows**. En 1994, Microsoft a sorti la version 6.0 et 6.5 sur la plateforme **Windows NT**. Ensuite Microsoft a continué de commercialiser le moteur de base de données sous le nom de Microsoft SQL Server et a publié la version 2008 de Microsoft SQL Server,

SQL Server 2014 est proposé sous trois éditions principales afin de répondre aux différents besoins, en termes de fonctionnalités, performances et prix, des entreprises et des utilisateurs :

- Enterprise Edition est l'édition destinée aux grands data warehouses (entrepôts de données) et aux applications stratégiques.
- Business Intelligence Edition propose des fonctionnalités de haut niveau et l'analyse décisionnelle (BI) en libre-service.
- Standard Edition offre des fonctionnalités élémentaires en base de données, rapports et analyses. Une grande cohérence existe entre ces éditions, les fonctionnalités et les licences.

Enterprise Edition inclut toutes les fonctionnalités disponibles dans SQL Server 2014 notamment celles de Business Intelligence Edition. Business Intelligence Edition inclut les fonctionnalités de la Standard Edition ainsi que les capacités d'analyse décisionnelle (BI) de l'Enterprise Edition.

## **2.2. Langage java**

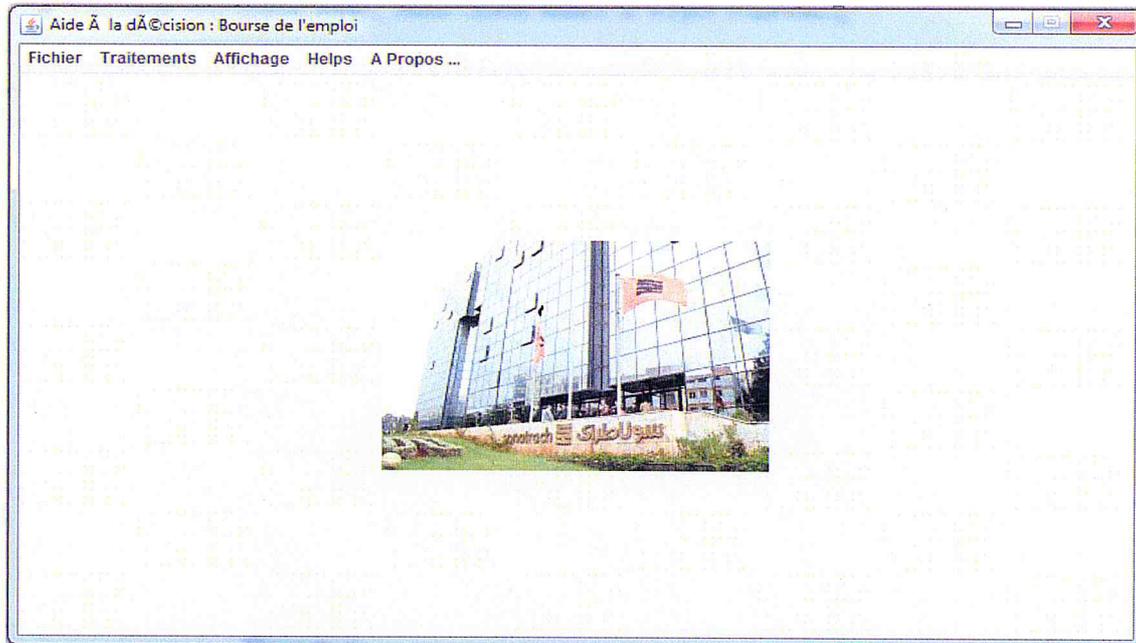
JavaScript est un langage de programmation de scripts principalement employé dans les pages web interactives mais aussi pour les serveurs avec l'utilisation. C'est un langage orienté objet à prototype, c'est-à-dire que les bases du langage et ses principales interfaces sont fournies par des objets qui ne sont pas des instances de classes, mais qui sont chacun équipés de constructeurs permettant de créer leurs propriétés, et notamment une propriété de prototypage qui permet d'en créer des objets héritiers personnalisés. En outre, les fonctions sont des objets de première classe. Le langage supporte le paradigme objet, impératif et fonctionnel. JavaScript est le langage possédant le plus large écosystème grâce à son gestionnaire de dépendances npm, avec plus de 350 000 paquets.

## **2.3. Eclipse**

Eclipse IDE est un environnement de développement intégré libre (le terme Eclipse désigne également le projet correspondant, lancé par IBM) extensible, universel et polyvalent, permettant potentiellement de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation. Eclipse IDE est principalement écrit en Java (à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, d'IBM), et ce langage, grâce à des bibliothèques spécifiques, est également utilisé pour écrire des extensions

### 3. Présentation de l'application

Notre application prend la forme d'un assistant qui est forme d'un menu situe en haut

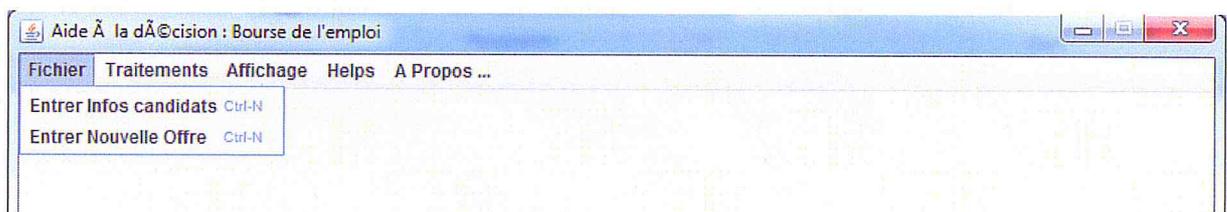


**Figure 15 : Menu démarrer**

L'interface « Aide a la décision : Bourse de l'emploi » représente le démarrage de notre application, dans ce qui suit en va présenter le contenu de chaque menu

#### **Le menu fichier**

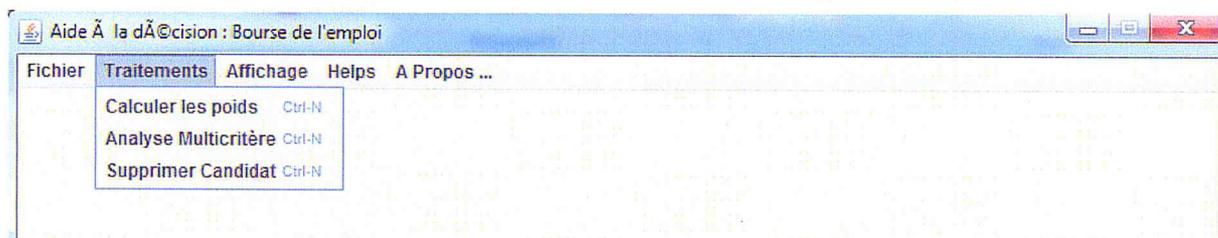
- Entrer infos candidats : permet de rentrer les informations d'un nouveau candidat
- Entrer Nouvelle Offre : permet de saisir les informations d'un nouvelle offre



**Figure 16 : menu Fichier**

#### **Le menu traitements**

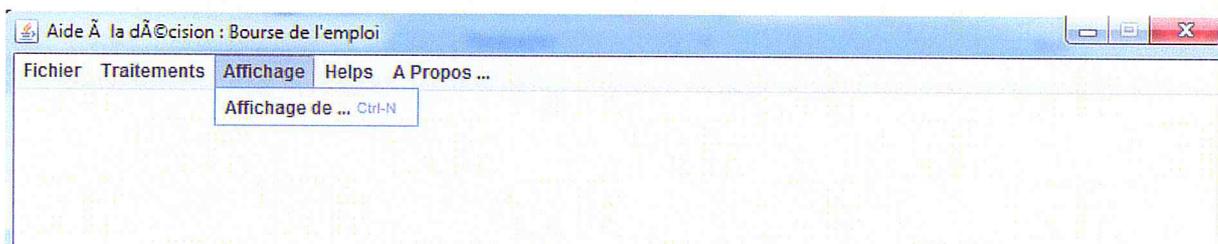
- Calculer les poids : permet de calculer les poids des critères
- Analyse Multicritère : permet le choix des candidats
- Supprimer Candidat : permet la suppression d'un candidat dans la BDD



**Figure 17 : menu traitements**

### Le menu affichage

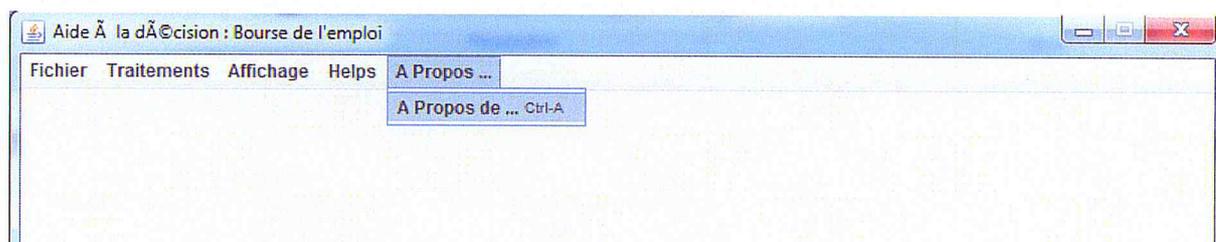
-Affichage de ... : permet l'affichage des informations d'un candidat, d'une offre ou la situation



**Figure 18 : menu affichage**

### Le menu a propos

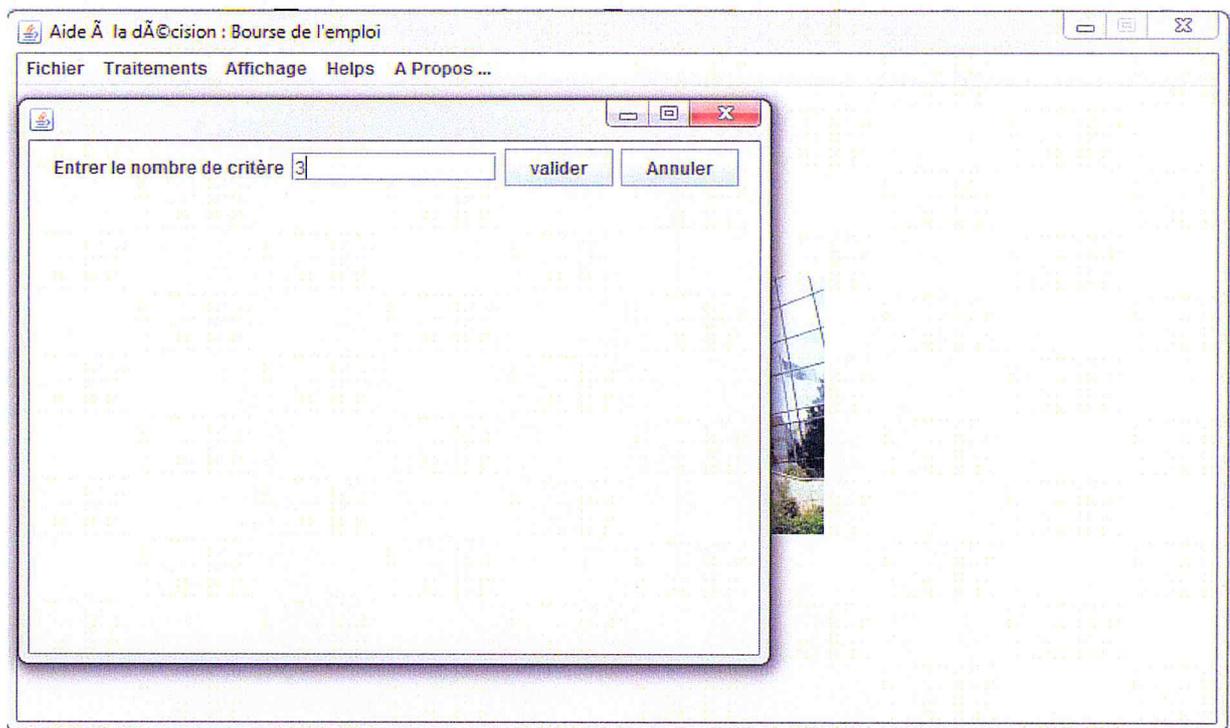
-A propos de ... : affiche une petite description sur la bourse de l'emploi



**Figure 19 : menu A propos de**

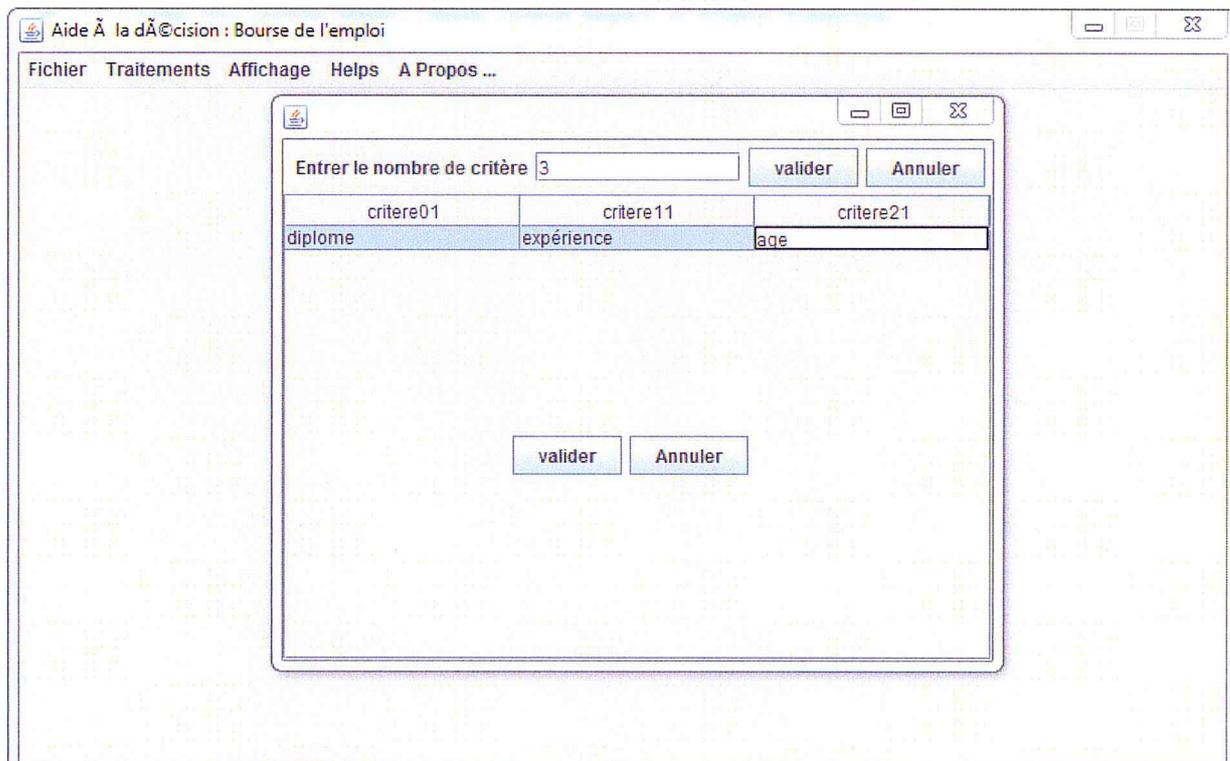
Maintenant, en va expliquer les étapes de « évaluations des candidatures », nous commençons par le calcul des poids, le décideur aller au menu « Traitements », puis sur « Calculer les poids des critères », une fenêtre s'affiche pour que le décideur saisisse le nombre de critère après il valide

Une fois validé une autre fenêtre s'affiche contient un tableau avec le nombre de colonnes est égale à le nombre de critère saisi par le décideur, dont notre exemple ici 3 donc trois colonnes



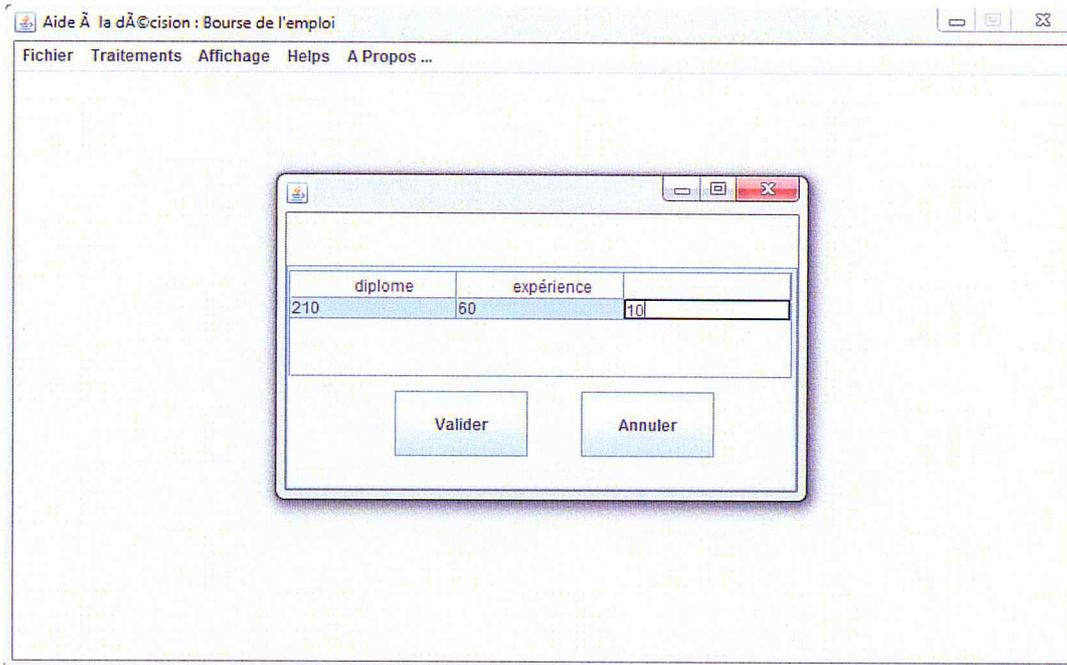
**Figure 20 : Fenêtre entrer le nombre de critère**

L'utilisateur remplir les noms des critères et click sur valider

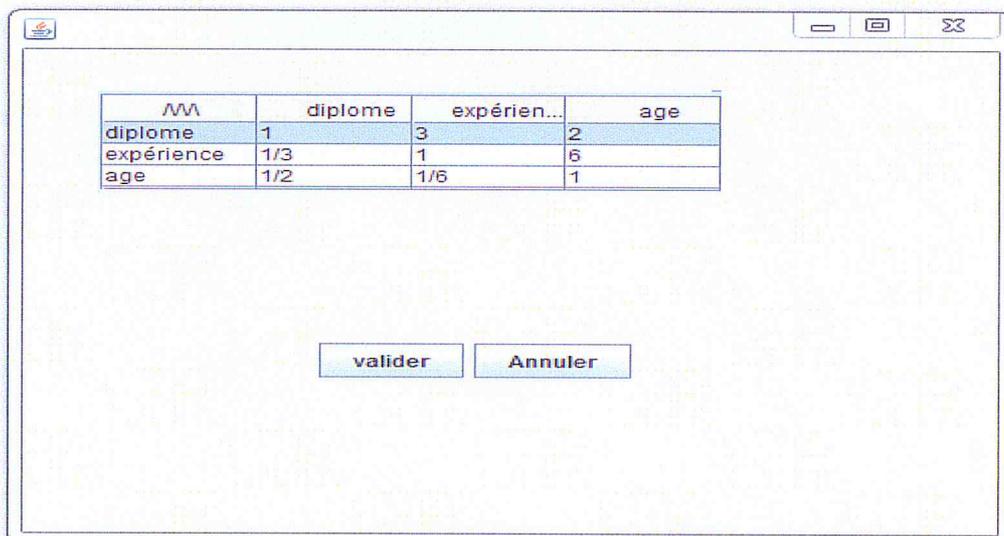


**Figure 21 : Fenêtre saisir les noms des critères**

Après le remplissage des champs correspondants aux noms des critères un autre tableau illustre pour remplir les valeurs de chaque critère et valider, le programme demande a l'utilisateur de saisir la valeur de comparaisent entre les critères selon l'échelle de SAATY, la matrice d'évaluation figure



**Figure 22 : Fenêtre remplir valeurs des critères**



**Figure 23 : Fenêtre Matrice d'évaluation**

La dernière étape est le calcul des moyennes et l'affichage des poids, en les arrondis pour obtenir les poids, le décideur garde une trace des poids pour l'utiliser (saisir) après dans l'analyse multicritère



Figure 24 : Fenêtre les poids des critères

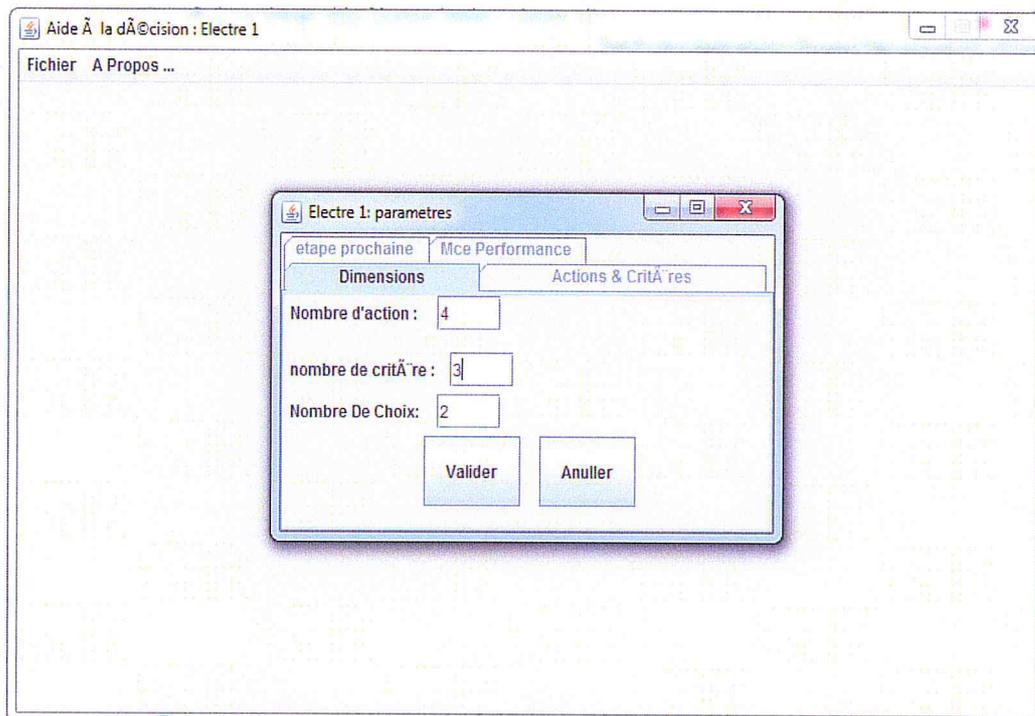
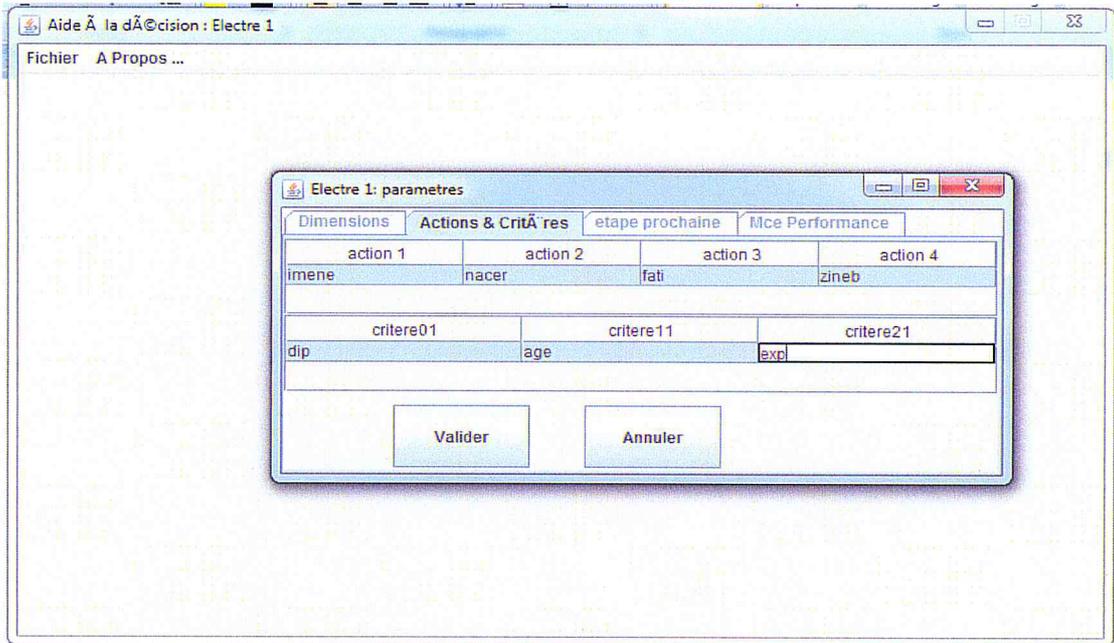


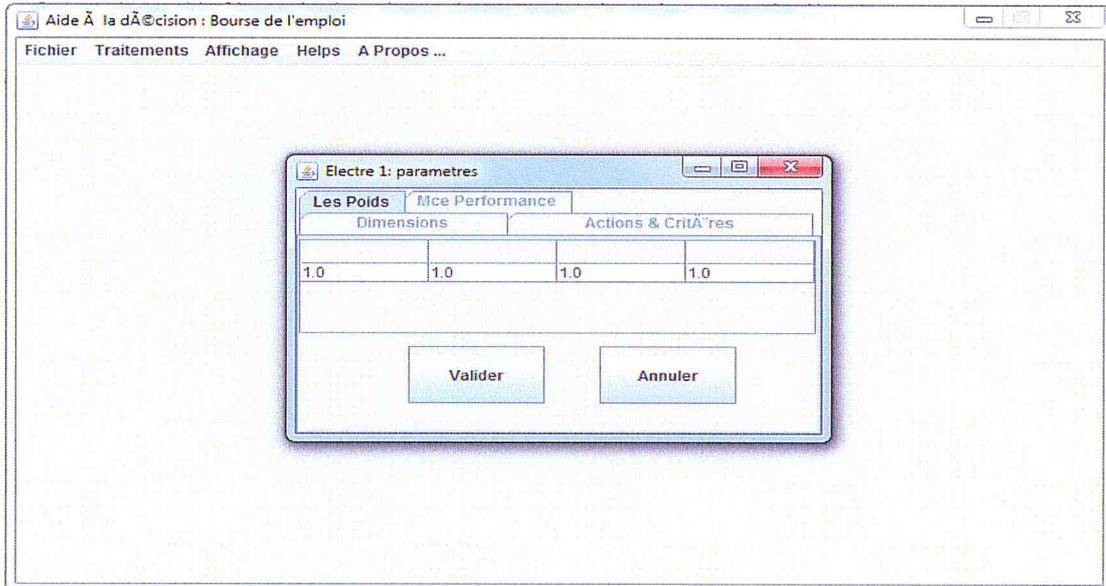
Figure 25 : Fenêtre Paramètres d'entrées

Un fois le décideur valide une interface qui s'affiche contient deux matrices ou la première pour remplir les actions (candidats) et la deuxième pour remplir les critères.



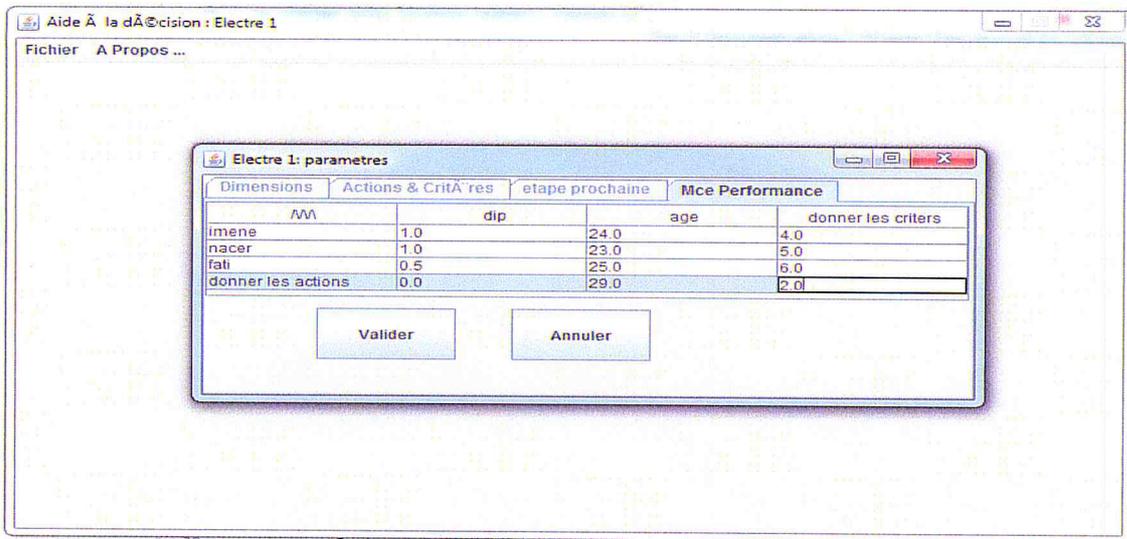
**Figure 26 : Fenêtre Actions & Critères**

Le décideur valide, la fenêtre des poids s'affiche, l'utilisateur remplir les poids qu'il a déjà calculés



**Figure 27 : Fenêtre Remplir les poids**

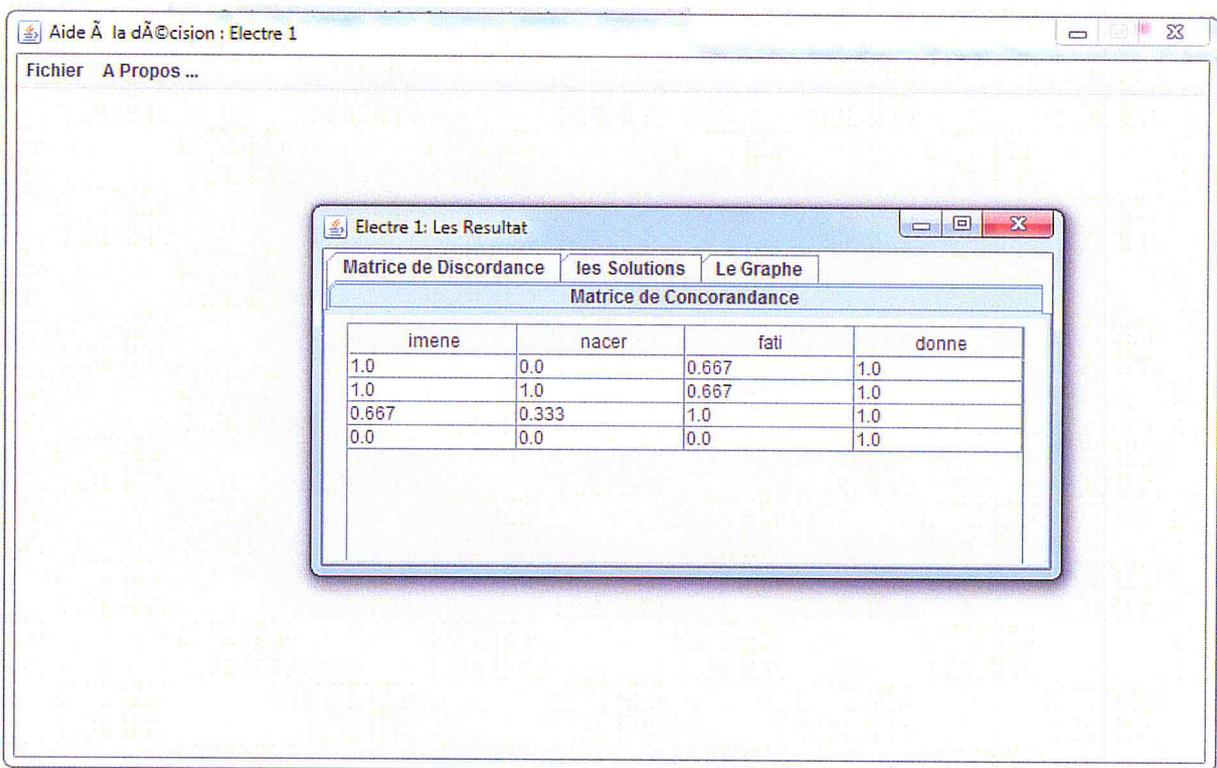
Le décideur click sur le bouton « Continuer » La matrice de performance s'affiche



**Figure 28 : Fenêtre Matrice de performance**

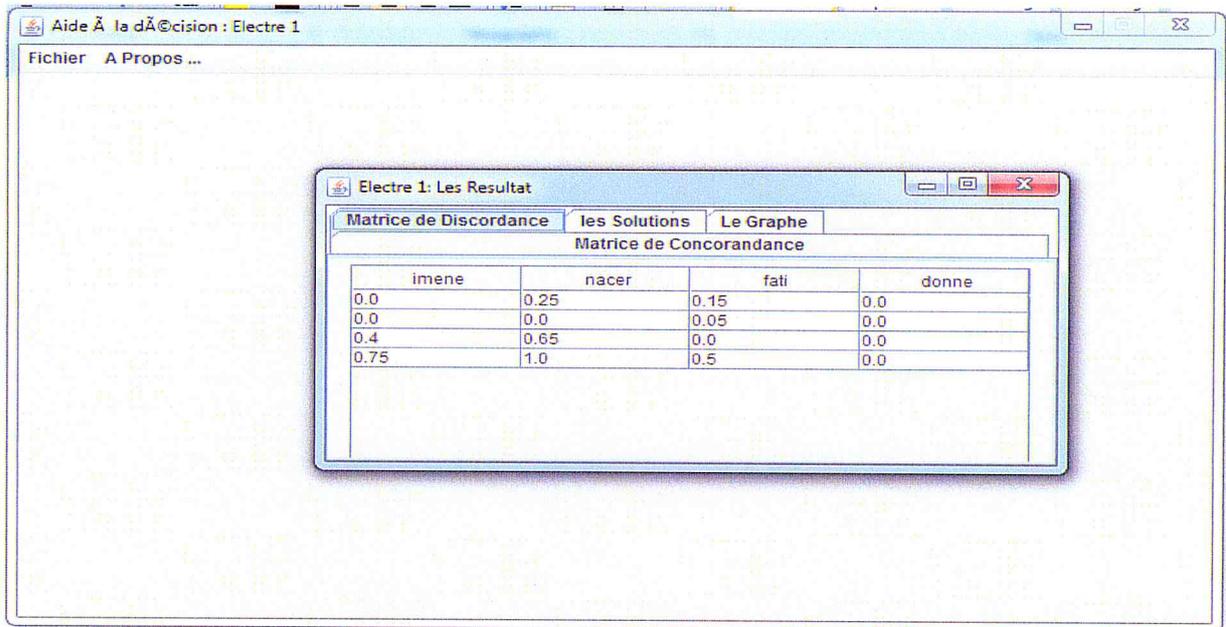
L'utilisateur entre les valeurs puis valide :

Le décideur valide, la matrice de Concordance sera calculer et afficher



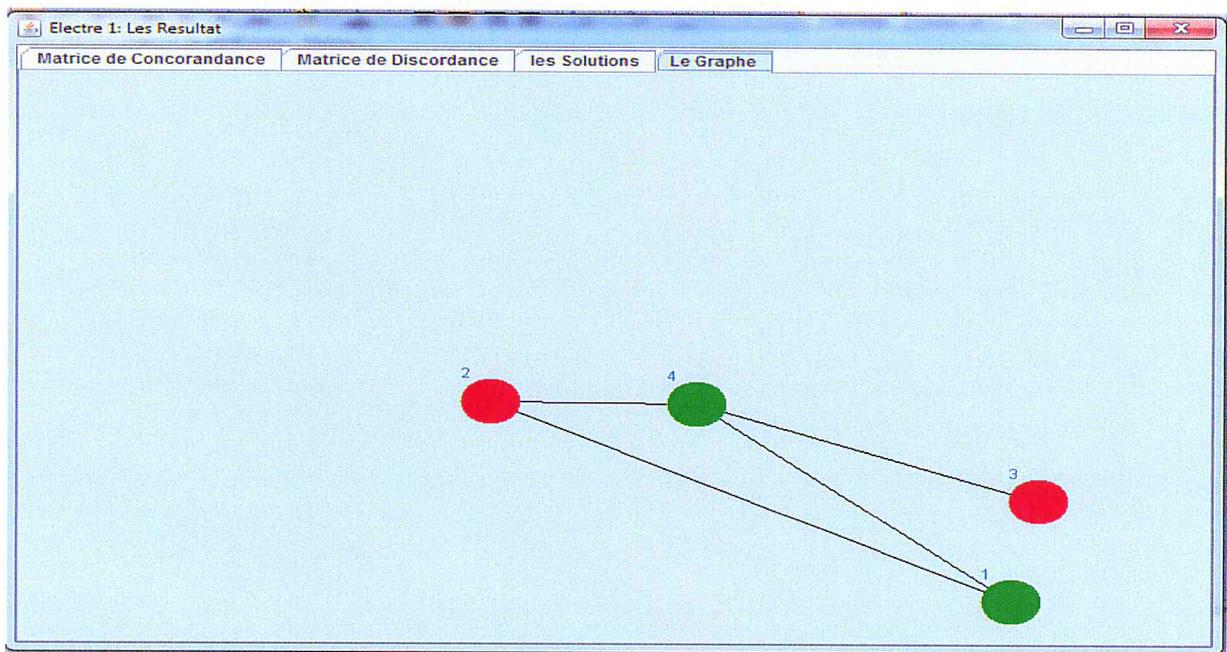
**Figure 29 : Fenêtre Matrice de concordance**

Si vous voulez choisir l'action Matrice de Discordance, donc sera calculer et t'affiche voici un exemple dans la figure suivante :



**Figure 30 : Fenêtre Matrice de Discordance**

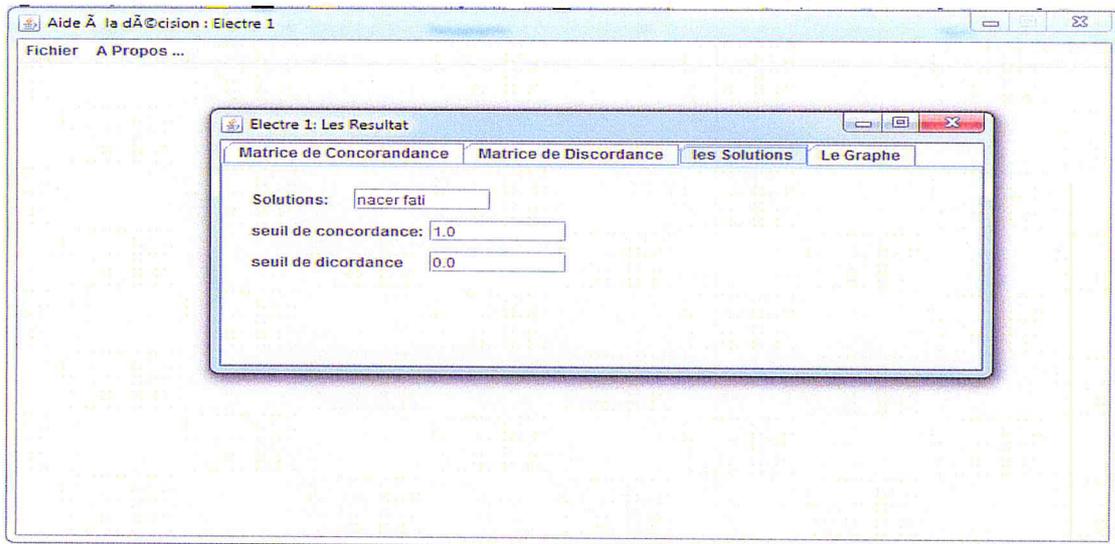
Après le calcul des deux matrices concordance et discordance un surclassement est calculer est définit avec le graphe :



**Figure 31 : Fenêtre Graphe**

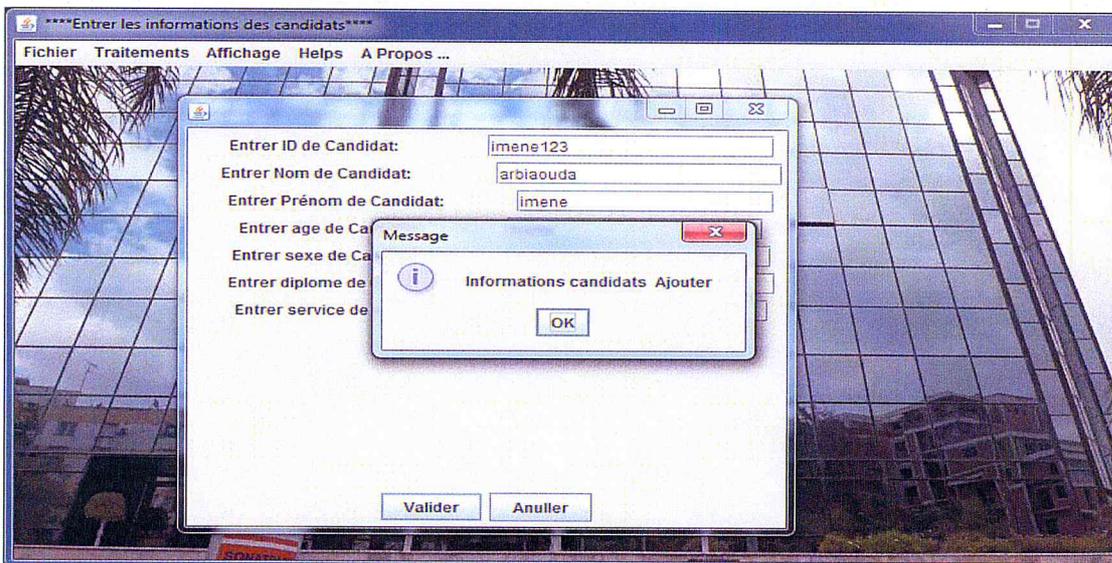
Les sommets en vert c'est-à-dire les candidats non surclassé et en rouge classé

Une autre interface contient la solution « le classement des candidats » dans ce qui suit nacer est classé en premier et fati en deuxième :



**Figure 32 : Fenêtre solutions**

Le cas ou le décideur voulez ajouter les informations d'un nouveau candidat



**Figure 33 : Fenêtre ajouter nouveau candidat**

#### 4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons commencé par présenter les différents outils de réalisation de notre application (SQLServer, java et eclipse), par la suite en a défini un scénario pour expliquer les étapes de fonctionnement de notre travail associés à des captures d'écran

## CONCLUSION GENERALE

*« C'est là en effet un des grands et merveilleux caractères*

*Des beaux livres que pour l'auteur ils pourraient*

*S'appeler 'Conclusion' et pour le lecteur*

*'Indications'. »*

-Marcel Proust

Tout manager d'entreprise fonctionnelle ou opérationnelle se trouve confronté au problème de la prise de décision et de qualité de l'information qui l'oriente et la justifie

Dans ce cadre, et afin de palier à des problèmes récurrents dans le processus de prise de décision, (département du Ressource Humains, a initié le projet de Concevoir, élaborer et mettre en œuvre un Système d'Aide à la Décision dédié à la Bourse de l'emploi à Sonatrach pour permettre la mise en place d'un système décisionnel fiable et efficace capable de répondre a les questions qui suit « Sur quelle base doit-on distinguer ces personnes ? Sur quels critères doit-on faire la sélection ? Comment peut-on aider les décideurs à choisir l'homme qu'il faut dans le poste qu'il faut ? »

. Tout au long de notre travail de conception et de réalisation, nous avons essayé de suivre une démarche mixte, alliant de ce fait entre deux notions connues dans le domaine d'aide a la décision la notion d' un SIAD et la notion de l'analyse multicritère quand distingue deux méthodes adaptés dans notre cas , à savoir les deux méthodes multicritères AHP et ELECTRE1 .Cette démarche a permis de répondre aux exigences des décideurs , la première pour calculer les poids des critères avant d'entamer la deuxième pour faire la sélection des candidats pour aboutir à un sous groupes d'individus départ (le choix final).

Le processus de la bourse de d'emploi déjà exprimé sous forme des paragraphes, chaque processus en détail, avec sa modélisation après, modélisation métier BPMN, modélisation informationnel Use case et modélisation décisionnel DMN.

D'un autre part notre travail est situe au niveau du processus « évaluation des candidatures » qui est lui-même composé de deux modules Calcul des poids et analyse multicritère, le module 1 commence par l'identification des critères et la génération de la matrice d'évaluation de ces critères selon le tableau de SAATY et se termine par le calcul des poids en utilisant la méthode AHP. Et l'autre processus multicritères est déclenché après

identification des critères et le calcul des poids par la méthode AHP, l'identification des actions, génération de la table de performances et des paramètres subjectifs puis le traitement de ces structures de données par ELECTRE I et à la fin le processus se termine par l'affichage du résultat choix et des noyaux, et une base de donnée pour stockée les informations des candidats , des offres pour garder une trace à la DRH (la tâche suivante Reporting : faire des rapports chaque trimestre).

Dans un autres temps, nous avons conçu un diagramme de classes, un diagramme d'activité (UML) et des diagrammes qui expliquent le déroulement des algorithmes AHP et ELECTRE1 ,Cette étape nous a permis de concevoir et de réaliser, grâce à des outils open source comme le langage JAVA avec l'environnement de programmation ECLIPSE Et le SGBD SQLServer 2014.

Notre solution permis aux décideurs la sélection. Le recours aux méthodes d'aide multicritères à la décision s'est donc largement répondu depuis quelques années. Les méthodes d'analyse multicritères présentent plusieurs types d'avantages. Tout d'abord, elles permettent de prendre en compte différents points de vue dans le processus de décision, qui s'exprime à travers l'importance accordée par chacun des décideurs aux critères de jugement considérés.

Avant de citer les perspectives du projet, nous aimerions dire que ce stage au niveau de Sonatrach nous a permis d'acquérir une très bonne expérience professionnelle et d'évoluer dans un domaine qui nous était totalement méconnu à savoir le domaine des systèmes d'aide a la décision , et au sein d'un nouveau environnement qui est le secteur de la bourse de l'emploi .

Comme tout travail, le système d'aide à la décision mis en place pour le compte de Sonatrach mérite quelques extensions et améliorations que nous pouvons citer sous forme les perspectives suivantes :

- Suivre le déploiement actuel et recueillir les correctifs et remarques des utilisateurs (décideurs).
- Utilisation d'autres méthodes et algorithmes multicritères.
- Finalisation du développement du portail de restitution.

*Annexe 1: Business Process Model and  
Notation (BPMN)*

## 1. Introduction

Un processus d'entreprise est considéré comme une suite d'étapes. Une ou plusieurs personnes se partagent des tâches en vue d'atteindre un certain objectif. De nos jours, beaucoup de sociétés esquissent des représentations graphiques pour leur processus d'entreprise grâce à des techniques de dessin que les programmeurs ont presque toujours utilisé pour illustrer le fonctionnement de leurs programmes. Etant des diagrammes de flux et plus connus sous le nom « flowcharts », leur simplicité à représenter des processus à petite ou grande échelle, les rend une source d'inspiration pour tout individu souhaitant mettre de l'ordre dans ses projets. Ce qui a impliqué la circulation de plusieurs variantes, chacune avec son degré d'expressivité et de complexité. Le dessin devient alors rapidement complexe, illisible et ambiguë, d'où la nécessité d'établir une norme facilement compréhensible par tous les acteurs impliqués dans l'utilisation d'un processus (depuis les analystes métier chargés d'industrialiser le processus jusqu'aux développeurs qui exécuteront ce dernier).

Le but de ce chapitre est d'introduire les objets graphiques de la BPMN (BPD Business Process Diagrams), en se basant sur le document de travail de l'OMG (Object Management Group) : « Business Process Modeling Notation » du 03 janvier 2009 [OMG09], Avec une manière souple allant des objets les plus simples (les plus utilisés aussi) aux objets plus complexes.

## 2. Diagramme BPMN (BPD)

Un BPD représente les différentes étapes du processus et leur succession à l'aide d'un ensemble de nœuds (Objets de flux) connectés par un ensemble d'arcs (Objets de relation) et regroupés dans des Groupements selon leur appartenance à un tel ou tel participant

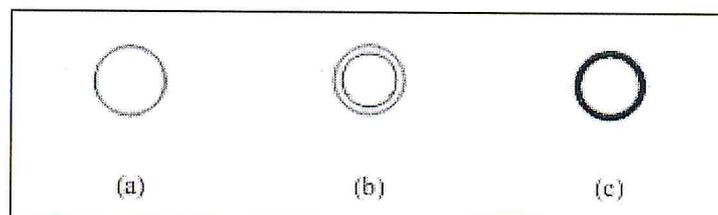
Nous présentons dans ce qui suit les composants d'un diagramme BPMN qui font partie des trois catégories que nous venons de citer et aussi, une quatrième catégorie qui apporte des informations supplémentaires au diagramme.

### 2.1 Objets de flux

Ce sont les objets élémentaires composant le flux d'un processus. Ces objets (Evènements, Activités et Portes) partagent les attributs suivants (en plus des attributs communs aux composants d'un BPD).

## ➤ Évènements

Avec une apparence en forme de cercle, les événements, selon les propriétés qui leurs sont assignées, réagissent à la survenu de situations particulières pour affecter le flux du processus. Leurs réactions peuvent être séparées en deux catégories : Déclenchement (Trigger) et Résultat (Result). Les événements peuvent être de trois types différents : Début (Start), intermédiaire (Intermediate), fin (End). L'événement Début est représenté par un cercle fin, il indique le point de départ. L'événement intermédiaire est représenté par un double cercle et peut être utilisé de deux façons : au milieu d'un flux ou rattaché à une tâche. Et celui de fin est représenté par un cercle épais et marque la fin d'un processus (voir la figure 33).



**Figure 34 : (a) Début (b) Intermédiaire (c) Fin**

Les événements sont soumis à des règles d'utilisation. Les règles les plus importantes à respecter dans un diagramme BPMN sont :

- ✓ Le diagramme peut contenir de « 0 » à « n » événements Début et événements Fin.
- ✓ S'il contient au moins un événement Début, il doit contenir au moins un événement Fin.
- ✓ S'il contient au moins un événement Fin, il doit contenir au moins un événement Début.
- ✓ S'il ne contient pas d'événements Début, alors, les objets de flux ne possédants pas d'arcs entrants constituent le début du processus et doivent démarrer en parallèle.
- ✓ S'il ne contient pas d'événements Fin, alors, les objets de flux ne possédants pas d'arcs sortants constituent la fin du processus. Ce dernier s'achèvera une fois tous ses sommets sont atteints.

La figure 35 montre les attributs communs aux événements et ceux qui sont spécifiques aux types Début, Intermédiaire et Fin (ces attributs s'ajoutent à ceux partagés par la catégorie objet de flux).

<b>Event Type :</b> (attribut commun)	type d'événement (Début, Intermédiaire ou Fin).
<b>Trigger :</b> (attribut du Début)	déclencheur (Message, Time, etc.)(voir Figure 1.6).
<b>Trigger :</b> (attribut d'Intermédiaire)	déclencheur (Message, Time, etc.)(voir Figure 1.6).
<b>Result :</b> (attribut de Fin)	résultat (Message, Erreur, etc.)(voir Figure 1.6).

Figure 35 : Attributs des événements

Les catégories déclenchement et résultat peuvent être affectées pas 10 causes distincts, chacune se concrétise par une icône placée à l'intérieur du pattern de l'événement, la figure 35 donne un aperçus sur chaque cause :

Cause	Déclenche ment	résultat	symboles		
			Attente		Lancement
			Début	Intermédiaire	Fin
AUCUN	Aucune indication sur le type (qui existe) n'est affichée.				
MESSAGE	 Message reçus de la part d'un participant	 Envoie de message à l'un des participants			
TIMER	 Un moment est déterminé (date, heure, etc.)				
ERREUR	 Une erreur s'est produite dans l'activité (avec laquelle il doit être	 Envoie d'un rapport d'erreur à un événement			

Figure 36 : Aperçu sur les causes du déclenchement et du résultat

### ➤ Activités

Dans le but d'atteindre l'objectif pour lequel le processus d'entreprise est lancé, des activités sont effectuées par des humains ou des applications logicielles. Un BPD renseigne à la fois des activités manuelles et des activités automatisées.

Les activités peuvent être des processus (Process), des sous-processus (Sub-Process) ou des tâches (Task). Ce dernier type est atomique et ne renferme pas de détail interne (d'autres tâches) contrairement aux deux premiers qui définissent des abstractions et permettent le choix de la granularité de l'information à représenter. Les processus n'ont pas de symbole particulier, ils représentent une partie du BPD délimitée par un ou plusieurs Groupements.

Les Sous-processus et les tâches quand à eux, prennent la forme d'un rectangle aux coins arrondis. Dans ce qui suit le rectangle avec un signe « + » en bas centre est un sous-processus masquant son détail interne. Un double clic sur l'activité permet de réafficher les détails internes (voir la figure 37).

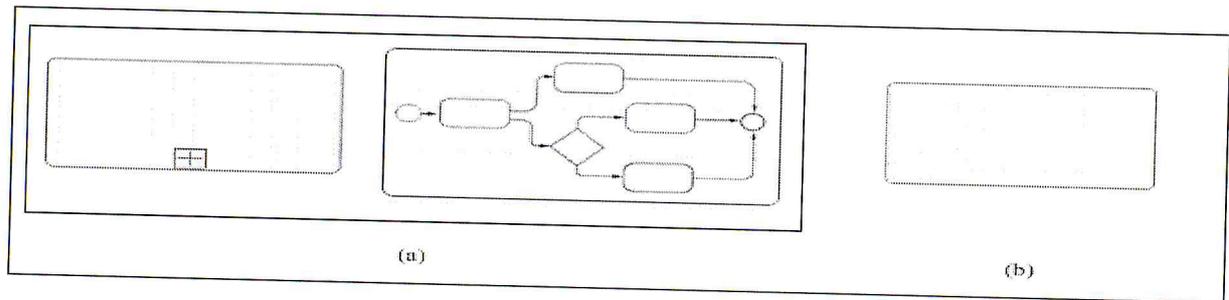


Figure 37: (a) Sous-Processus (b) Tâche

Dans une activité on retrouve jusqu'à 5 symboles indiquant son comportement : le symbole du sous-processus que nous venons de voir (celui avec le signe « + »), le symbole de Boucle (Loop), le symbole d'Instance Multiple (Multiple-Instance) qui affirme la possibilité d'exécuté l'activité plusieurs fois en parallèle, le symbole d'exécution libre (AdHoc ) permettant une exécution avec un ordre aléatoire et le symbole de compensation qui se traduit par l'exécution de son activité (reliée à un événement de compensation) en cas d'interruption du sous-processus auquel l'événement de compensation est rattaché (voir la figure 38).

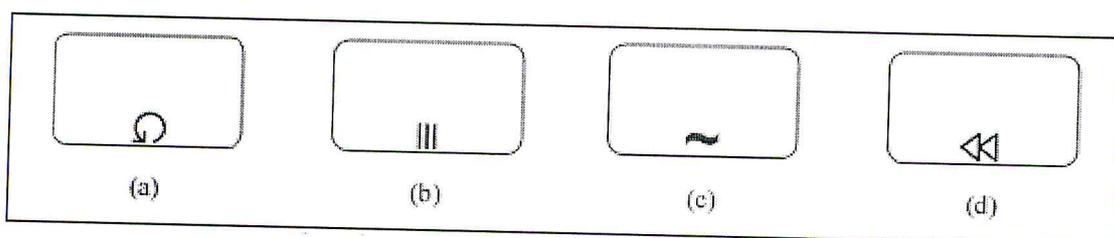


Figure 38 : (a) Boucle (b) Instance Multiple (c) Exécutions libre (Ad Hoc)

(d) Compensation

Il est possible de combiner les symboles dans une même activité si les règles suivantes sont respectées :

- Une activité peut contenir de 0 à 3 symboles.
- Une activité ne peut pas contenir conjointement les symboles Boucle et Instance Multiple.
- Une tâche ne peut comporter le symbole Ad Hoc.

Les activités comportent beaucoup d'attributs car concrètement, ils représentent l'intérêt principal d'une modélisation en BPMN et schématiquement le processus, le sous processus et la tâche ont des vues et des symboles multiples.

➤ **Portes**

Le flux circulant dans un processus rencontre souvent des carrefours à deux ou plusieurs voies possibles. Suivant leur nature, les carrefours convergent et divergent les flux qu'ils rencontrent selon une stratégie prédéfinie. En BPMN c'est le mécanisme de portes (Gateway) qui assure cette fonctionnalité. Les portes sont représentées par un losange à l'intérieur duquel, des symboles s'intègrent à volonté (à l'instar des événements et des activités), pour illustrer son comportement. Cinq sortes de portes existent (voir la figure 39) :

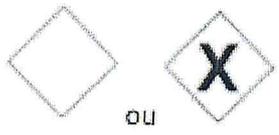
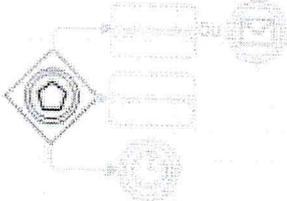
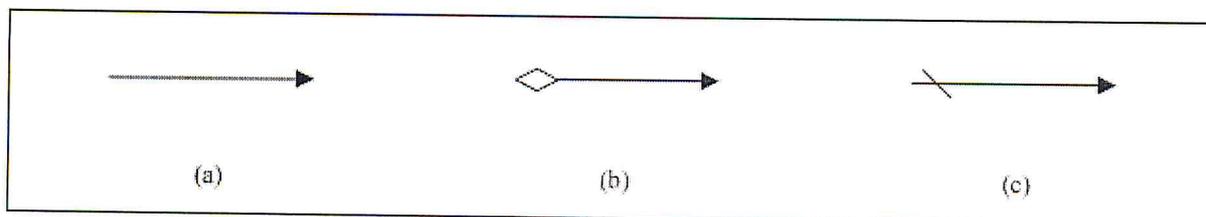
Portes	Description	présentation	
« Ou Exclusive » (XOR)	basé données (Data-Based)	Une seule option est choisie en fonction de la condition liée aux arcs sortants. Une option supplémentaire pour garantir le passage du flux (option par défaut) peut être ajoutée. S'il existe plusieurs arcs entrants alors le <i>gateway</i> fait passer les flux (un par un) sans condition particulière.	
	basé événements (Event-Based)	Une seule option est choisie en fonction du changement d'état des objets ( <i>événement Début, événement End ou activité de type 'Réception' (receive)</i> ) qui se trouvent à l'arriver des arcs sortants. S'il existe plusieurs arcs entrants alors le <i>gateway</i> se comporte comme le précédent.	
« Ou inclusif » (OR)	Contrairement au <i>XOR</i> , le « ou inclusive » n'exclut pas la possibilité d'emprunté plus d'un chemin. Une option par défaut est utile pour garantir le passage du flux.		
« Parallèle » (Parallel)	Toutes les options sont choisies à l'arriver du flux.		
« Complexe » (Complex)	Si les <i>gateways</i> précédents ne suffisent pas, le modéleur peut avoir recours à ce dernier.		

Figure 39 : Les portes

## 2.2 Flux de séquences

Les flux de séquences sont utilisés dans le but d'ordonnancer l'exécution des activités du diagramme. Ils représentent les interconnexions au sein d'un même Groupement et ne peuvent pas aller au-delà de ses frontières. Schématiquement, les flux de séquences ont la forme d'une flèche orientée généralement de gauche à droite ou de haut en bas, allant d'une seule source à une seule destination. Les trois formes possibles d'un flux de séquence sont (voir la figure 40)

:



**Figure 40 : (a) Flux de séquence de base (b) Flux de séquence conditionné (c) Flux de séquence par défaut**

Le flux de séquence conditionné doit obligatoirement comporter un petit losange s'il a comme origine une activité. C'est une manière, s'ils sont deux ou plus, de distinguer le comportement conditionné du comportement parallèle. Le flux de séquence par défaut représente une option par défaut, il a une forme particulière pour le différencier des autres options.

➤ **Flux de messages**

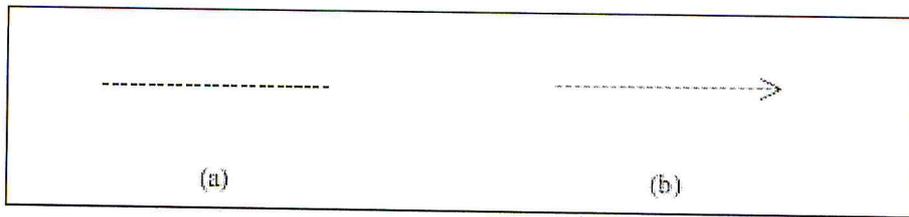
Les flux de messages assurent l'envoi de messages d'une entité à une autre. Ils doivent connecter un pool ou un objet se situant dans ce pool à un autre pool ou un objet se situant dans ce dernier. Souvent, la direction qu'ils prennent forme un angle de 90° par rapport à celle emprunté par les flux de séquences et ce, par mesure de clarté. Il y a une seule représentation graphique possible pour le flux de messages (voir la figure 41) :



**Figure 41 : Flux de messages**

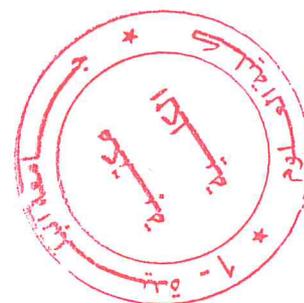
➤ **Associations**

Les associations, comme les autres flux de leur catégorie, font la liaison entre deux objets. Ils associent un objet symbolique à un flux ou à un objet de flux et aussi, un évènement de compensation à une activité. Deux représentations graphiques existent (voir la figure 42) :



**Figure 42 : (a) Association non orienté (b) Association orienté**

*Annexe 2 : Modèle de décision et de notation (DMN)*



## 1. Introduction

Malgré l'ancienneté du domaine de décision, les chercheurs n'ont pas pris en considération un formalisme de modélisation pour ce domaine. Un nouveau standard proposé par l'OMG (Object Management Group), dont la version 1.0 bêta de la spécification a été publiée le 01/02/2014 : DMN (Decision Model and Notation).

Ce modèle permet la formalisation abstraite de modèles de décision. Le but de DMN est de normaliser les notations pour la modélisation des décisions.

## 2. L'utilisation de DMN

DMN crée un pont standardisé pour l'écart entre la conception de la décision du métier et l'implémentation de la décision. La notation DMN est conçue pour être utilisable aux côtés de la notation des processus métier de la norme BPMN.

La modélisation de décision est réalisée par des analystes du métier dans le but de comprendre et de définir les décisions utilisés dans une entreprise ou une organisation. Ces décisions sont généralement les décisions opérationnelles prises dans les processus métier au jour le jour, plutôt que la prise de décisions stratégiques pour lesquels il existe quelques règles et représentations.

Trois utilisations du DMN peuvent être distinguées dans ce contexte :

- **Pour la modélisation de la prise de décision humaine**

DMN peut être utilisée pour modéliser les décisions prises par le personnel au sein d'une organisation. La prise de décision humaine peut être décomposée en un graphe de décisions constitutives interdépendantes, et modélisée à l'aide d'un DRD. Les décisions du DRD peuvent probablement être décrites à un niveau assez élevé, en utilisant le langage naturel plutôt que la logique de décision.

- **Pour la modélisation des exigences en matière de prise de décision automatisée**

L'utilisation de DMN pour la modélisation des exigences en matière de prise de décision automatisée est similaire à son utilisation dans la modélisation de la prise de décision humaine, sauf qu'elle est entièrement normative plutôt que descriptive, et elle met davantage l'accent sur la logique de décision détaillée. Pour l'automatisation complète des

décisions, la logique de décision doit être complète, c'est à dire capable de fournir un résultat de décision pour chaque ensemble possible de valeurs des données d'entrée.

- **Pour implémenter le processus décisionnel automatisé**

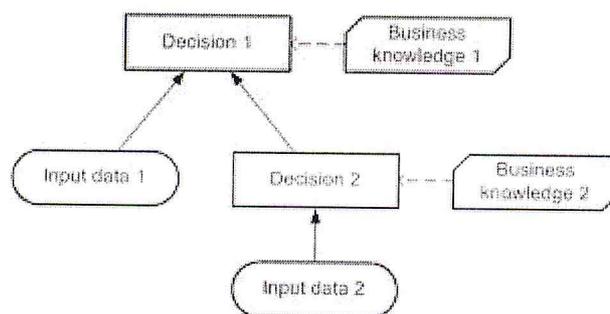
Si toutes les décisions et les modèles de connaissances métier sont entièrement spécifiés en utilisant la logique de décision, il devient possible d'exécuter des modèles de décision.

### 3. Le niveau des exigences de décision (DRG)

Correspond au graphe des exigences de décision (Decision Requirements Graph DRG) représenté dans une ou plusieurs diagrammes des exigences de décision (Decision Requirements Diagrams) (DRDs). Un DRG représente un domaine de prise de décision, indiquant les éléments importants impliqués et les dépendances entre elles. Les éléments modélisés sont les décisions, les domaines de connaissance de l'entreprise, et les données en entrée.

La notation pour tous les composants d'une (DRD) est résumée dans la figure 44. Un DRD montre les relations entre plusieurs décisions, les données d'entrée, et les modèles de connaissances métier. Un exemple d'un DRD avec deux décisions est représenté dans la

Un DRD montre les relations entre plusieurs décisions, les données d'entrée, et les modèles de connaissances métier. Un exemple d'un DRD avec deux décisions est représenté dans la Figure 43



**Figure 43 : Un diagramme des exigences de décision simple (DRD)**

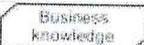
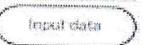
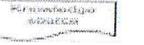
Composants	Description	Notation	
Décision	Une décision dénote l'acte de déterminer une sortie à partir d'un certain nombre d'entrées, en utilisant la logique de décision qui peut faire référence à une ou plusieurs modèles de connaissance.		
Modèle de connaissance métier	Un modèle de connaissance métier dénote une fonction d'encapsulation connaissance métier, ex : comme règles métier, tableau de décision, modèle analytique ou algorithme.		
Elément d'entrée	Un élément de donnée d'entrée dénote l'information utilisée comme entrée par une ou plusieurs décisions. Lorsqu'il est inclus à l'intérieur d'un modèle de décision, il dénote les paramètres pour le modèle de décision.		
Source de connaissance	Une source de connaissance dénote une autorité pour le modèle de connaissance métier ou décision.		
Exigence d'information	Une exigence d'information dénote une donnée en entrée ou m sortie d'une décision.		
Exigences	Exigence de connaissance	Une exigence de connaissance dénote le modèle d'invocation.	
	Exigence d'autorité	Une exigence d'autorité dénote la source de la connaissance.	

Figure 44 : Composants d'un DRD

#### 4. Les éléments de base d'un DRD

Un DRD modélise les décisions présent dans l'entreprise, il comprend les éléments suivants :

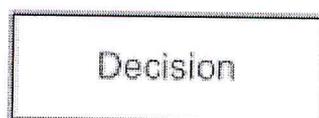
- **La décision** : Un élément de décision désigne la détermination d'une sortie à partir d'un nombre d'entrées, en utilisant la logique de décision qui peut faire référence à un ou plusieurs modèles de connaissance métier.
- **Le modèle de connaissance métier** : présente une fonction d'encapsulation des connaissances métier. Par exemple les règles métier, une table de décision, ou un algorithme.
- **Les données d'entrée** : désignent l'information utilisée comme une entrée par une ou plusieurs décisions.

— **La source de connaissances** : indique une autorité pour un modèle de connaissance Métier ou de décision.

## 5. La décision

Un élément de décision correspond à la notion métier d'une décision opérationnelle. C'est l'acte consistant à déterminer une valeur de sortie (une structure de données) à partir d'un certain nombre de valeurs d'entrée, en utilisant une logique de décision.

Les entrées d'une décision peuvent être des éléments de données d'entrée ou les sorties d'autres décisions. La logique de décision peut inclure l'invocation d'un ou plusieurs modèles de connaissances métier. Une décision est notée en DMN en utilisant la forme de la Figure 45.

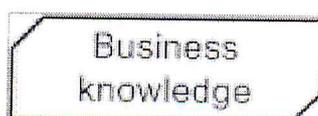


**Figure 45 : La notation de Décision**

## 6. Le modèle de connaissance métier

Un modèle de connaissance métier correspond à des concepts métier tels que «expertise», «savoir-faire» ou «politique». C'est une fonction qui encapsule un domaine de connaissance métier comme une décision logique exécutable, qui peut être exprimée sous forme de règles de gestion, un modèle analytique, ou un algorithme.

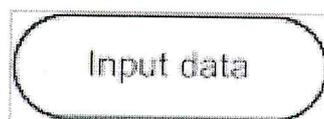
La table de décision est une forme importante de la logique de décision spécifiquement soutenu par DMN. Le modèle de connaissance métier est paramétré, donc il est réutilisable et peut être appelé à partir de plusieurs décisions, ou d'autres modèles de connaissances métier. Un modèle de connaissance métier est noté en DMN en utilisant la forme de la Figure 46



**Figure 46 : La notation des connaissances métier**

## 7. Les données d'entrée

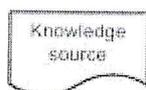
Correspondent aux structures de données dont les valeurs décrivent le cas sur le quelles décisions doivent être prises. En général, les données sont regroupées dans des concepts de haut niveau d'importance de l'entreprise, par exemple, «Formulaire de demande», «Historique des Requêtes" ou " Factures". Les données d'entrée sont notées dans DMN en utilisant la forme de la Figure 47



**Figure 47 : La notation des données d'entrée**

## 8. La source de connaissances

Une source de connaissances définit une autorité qui prend les décisions ou les modèles de connaissances métier, par exemple un gestionnaire responsable d'une décision, d'un manuel politique ou d'une loi avec laquelle un ensemble de règles doit se conformer. Une source de connaissances est notée en DMN en utilisant la forme de la Figure 48



**Figure 48 : La notation de source de connaissance**

## 9. Les exigences d'une DRD

Les dépendances entre les éléments d'un DRD sont exprimées par trois types d'exigences : l'information, la connaissance et l'autorité.

**Les exigences d'information** (montrée par la Figure 49) indiquent les données d'entrée d'une décision, ainsi, elles représentent la dépendance entre deux décisions.

Elles peuvent aussi être interprétées comme étant les flux de données : un DRD affichant uniquement les décisions, les données d'entrée et les exigences d'information sont équivalent

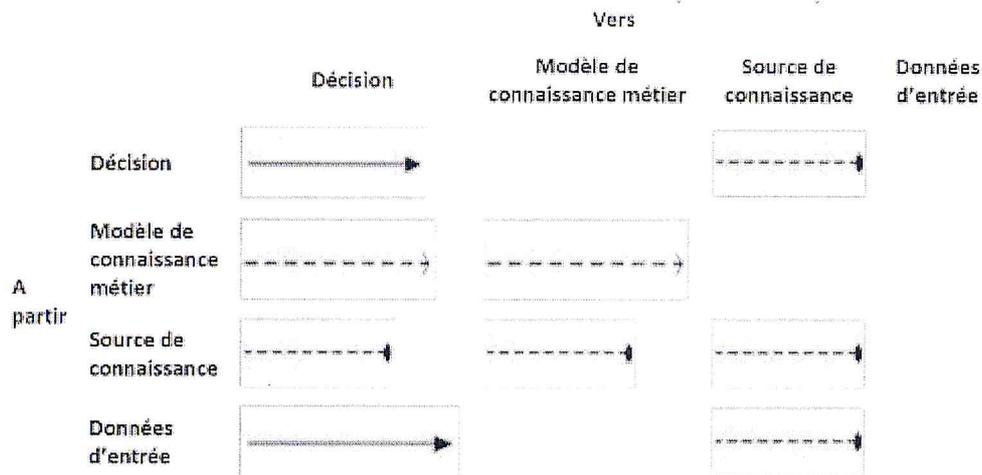
à un diagramme de flux de données montrant la communication d'informations entre ces éléments au moment de l'évaluation.



**Figure 49 : Une exigence d'information**

### Une exigence de connaissances

Désigne l'invocation d'un modèle de connaissances métier par la logique de décision d'une décision. Elle peut être tirée à partir des modèles de connaissances métier de décisions, et à partir **figure 50**



**Figure 50 : Règle des exigences de connexion**

– Règle des exigences de connexion de modèles de connaissances métier d'autres modèles de connaissances métier. Elle présente l'invocation de connaissance métier pour prendre une décision.

### Une exigence d'autorité

Désigne la dépendance d'un élément DRG à une source de connaissances, ou la dépendance d'une source de connaissances un élément de DRG. Elle peut être tirée d'une source de connaissances vers des décisions, des modèles de connaissance métier et d'autres sources de connaissances, où le représente la dépendance de l'élément DRD avec la source de connaissance.

Les règles de connexion entre les éléments du DRD sont décrites dans la figure 50.

## 11. Couche (niveau) décision logique

Les composants du niveau des exigences de décision d'un modèle de décision peuvent être décrits comme ils sont au dessus, en utilisant seulement les concepts métier. Ce niveau de description est souvent suffisant pour l'analyse métier d'un domaine de prise de décision, pour identifier les décisions métier compliquées, leur interrelation, l'espace de connaissance métier, les données requises par eux, et les sources de connaissance métier. Au niveau de la couche décision logique, chaque décision dans le DRG est définie en utilisant **une valeur d'expression ou un algorithme** qui spécifie comment les sorties des décisions sont déterminées à partir des entrées. Au niveau de cette couche, la décision est considérée comme une évaluation de l'expression. La valeur de l'expression peut être notée en utilisant une expression encadrée comme le montre la Figure 48.

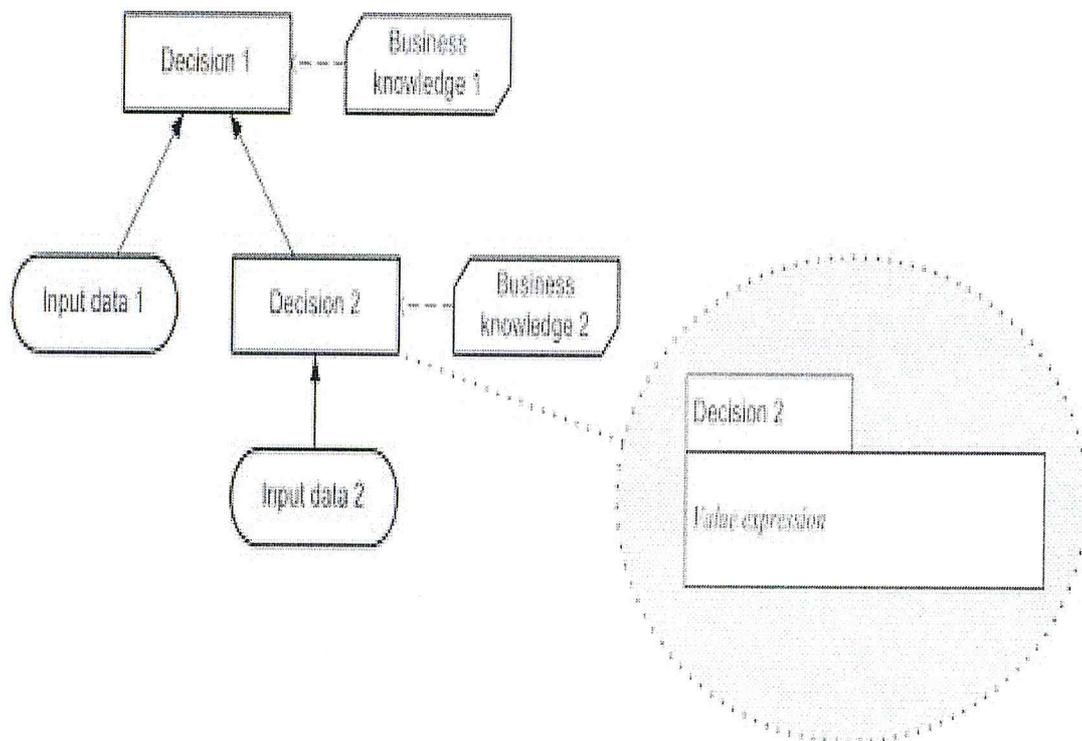


Figure 51 : Exemple d'une décision et la valeur d'expression correspondante

## *Annexe 3 : Algorithme d'Electre 1*

```

package electre1;
import java.awt.Menu;
import javax.swing.JTable;
import javax.swing.JTextField;
public class Electre1 {

    public double[][] matriceEntree;
    public double[][] matriceConcordance;
    public double[][] matriceDiscordance;
    public int[][] matriceSurclassement;
    public double[] tableauDesPoids;
    public double seuilConcordance;
    public double seuilDiscordance;

    public Electre1() {

    }

    public void calculeDeMatriceDeConcorandance(double[][] MEntree, double[][]
MConcoradance, double[] poids,
        int nbLignes, int nbColonnes) {
        int i, j, k;
        double k1 = this.sommeDesPoids(poids);
        for (i = 0; i < nbLignes; i++) {
            for (j = 0; j < nbLignes; j++) {
                if (i == j)
                    MConcoradance[i][j] = 1;
                else {
                    double sommeDesPoids = 0;

                    for (k = 0; k < nbColonnes; k++) {
                        if (MEntree[i][k] >= MEntree[j][k])
                            sommeDesPoids = sommeDesPoids +
poids[k];
                    }
                    // System.out.println(sommeDesPoids);
                    MConcoradance[i][j] = arrondi((sommeDesPoids /
k1), 3);
                    System.out.println(".5 ta3na " + .5);
                }
            }
        }

    }

    public double sommeDesPoids(double[] tableauDesPoids) {
        double somme = 0;
        for (int i = 0; i < tableauDesPoids.length; i++)
            somme = somme + tableauDesPoids[i];
        return somme;
    }

    public void affichageDuneMatrice(double[][] matrice, int nbLignes, int
nbColonnes) {
        for (int i = 0; i < nbLignes; i++) {
            for (int j = 0; j < nbColonnes; j++)
                System.out.print(matrice[i][j] + " ");
            System.out.println("");
        }
    }
}

```

```

    public void calculeDeMatriceDeDiscorandance(double[][] MEntree, double[][]
MDiscorandance, int nbLignes,
        int nbColonnes) {
        double maxGlobale = this.calculeDeMaxEntreLesDeference(MEntree,
nbLignes, nbColonnes);

        for (int i = 0; i < nbLignes; i++)
            for (int j = 0; j < nbLignes; j++) {
                MDiscorandance[i][j] =
this.calculeMaxEntreDeferencePourDisc(MEntree, i, j, nbColonnes) / maxGlobale;
                MDiscorandance[i][j] = arrondi(MDiscorandance[i][j], 3);
            }
    }

    public double calculeDeMaxEntreLesDeference(double[][] MEntree, int
nbLignes, int nbColonnes) {
        double max;
        double min;

        double maxGlobale = -99;

        for (int j = 0; j < nbColonnes; j++) {
            max = MEntree[0][j];
            min = MEntree[0][j];

            for (int i = 0; i < nbLignes; i++) {
                if (MEntree[i][j] < min)
                    min = MEntree[i][j];
                if (MEntree[i][j] > max)
                    max = MEntree[i][j];
            }

            // System.out.print("max = "+max+" min = "+min+"\n");
            if (maxGlobale < (max - min))
                maxGlobale = max - min;
        }

        return maxGlobale;
    }

    public double calculeMaxEntreDeferencePourDisc(double[][] MEntree, int
ligneI, int ligneJ, int nbColonnes) {
        double maxGlobale = 0;
        for (int j = 0; j < nbColonnes; j++) {
            if (MEntree[ligneJ][j] >= MEntree[ligneI][j]) {
                if (maxGlobale < (MEntree[ligneJ][j]) -
MEntree[ligneI][j])
                    maxGlobale = MEntree[ligneJ][j] -
MEntree[ligneI][j];
            }
        }
        return maxGlobale;
    }

    public void calculeMatriceDeSurclassement(double[][] MConcordance,
double[][] MDiscordance, int[][] MSurclassement,
        double seuilC, double seuilD, int tailleDeMatrcie) {
        for (int i = 0; i < tailleDeMatrcie; i++) {

```

```

        for (int j = 0; j < tailleDeMatrcie; j++) {
            if ((MConcordance[i][j] >= seuilC) &&
(MDiscordance[i][j] <= seuilD))
                MSurclassment[i][j] = 1;
            else
                MSurclassment[i][j] = 0;
        }
    }
}

public void affichageDuneMatrice(int[][] matrice, int nbLignes, int
nbColonnes) {
    for (int i = 0; i < nbLignes; i++) {
        for (int j = 0; j < nbColonnes; j++)
            System.out.print(matrice[i][j] + " ");
        System.out.println("");
    }
}

public boolean trouve(int[][] MSurclassement, int tailleDeMatrice, int
nombreDeChoix) {
    int compteur = 0;
    int compteurParLigne;
    for (int j = 0; j < tailleDeMatrice; j++) {
        compteurParLigne = 0;
        for (int i = 0; i < tailleDeMatrice; i++) {
            if (MSurclassement[i][j] == 0)
                compteurParLigne++;
        }
        if (compteurParLigne == tailleDeMatrice - 1)
            compteur++;
    }
    // System.out.println(compteur);
    if (compteur == nombreDeChoix)
        return true;
    else
        return false;
}

public boolean chercherLesSeuilEtLeResultat(double[][] concordance,
double[][] discordance, int[][] surclassement,
int tailleDeMatrice, int nombreDeChoix, JTextField seuilCC,
JTextField seuilDD) {
    double seuilC = 1.0;
    double seuilD = 0.0;
    boolean trouve = false;

    /*
    * while(seuilC >=0.0 && seuilD <=1.0) {
    * this.calculerMatriceDeSurclassement(concordance,discordance,
    * surclassement, seuilC, seuilD, tailleDeMatrice);
    * if(this.trouve(surclassement, tailleDeMatrice, nombreDeChoix)) {
    * trouve = true; break; }
    *
    * else { seuilC = seuilC - 0.01; seuilD = seuilD + 0.01;
    *
    * } System.out.println(seuilC+" "+seuilD);
    *
    */
}

```

```

        * }
        */
        seuilD = 0.0;
        while (seuilD <= 1.0) {
            seuilC = 1.0;
            while (seuilC >= 0.0) {
                this.calculerMatriceDeSurclassement(concordance,
discordance, surclassement, seuilC, seuilD,
                tailleDeMatrice);
                if (this.trouve(surclassement, tailleDeMatrice,
nombreDeChoix)) {
                    trouve = true;
                    break;
                }
                seuilC -= 0.001;
            }
            if (trouve)
                break;
            seuilD += 0.001;
        }

        if (trouve) {
            seuilCC.setText(String.valueOf(arrondi(seuilC, 3)));
            seuilDD.setText(String.valueOf(arrondi(seuilD, 3)));
        } else {
            seuilCC.setText("null");
            seuilDD.setText("null");
        }
        return trouve;
    }

    public void fromJTableToTable(JTable leJTable, double[][] leTableau, int
nbLigne, int nbColonne) {
        // leTableau = new double[nbLigne][nbColonne-1];
        for (int i = 0; i < nbLigne; i++) {
            for (int j = 1; j < nbColonne + 1; j++) {
                leTableau[i][j - 1] =
Double.parseDouble(leJTable.getValueAt(i, j).toString());
            }
        }
    }

    public void fromTableToJTable(JTable leJTable, double[][] leTableau, int
nbLigne, int nbColonne) {
    }

    public String getNounsOfSolutions(int[][] surclassement, String
nounsOfColumns[], int tailleMatrice) {
        // this.calculerMatriceDeSurclassement(Mconcordance, Mdiscordance,
// surclassement, seuilC, seuilD, tailleDeMatrice);

        String x = "";
        int compteurParLigne = 0;
        int i;
        for (int j = 0; j < tailleMatrice; j++) {
            compteurParLigne = 0;
            for (i = 0; i < tailleMatrice; i++) {

```

```
        if (surclassement[i][j] == 0)
            compteurParLigne++;
    }
    // System.out.println("execution n=" + j);
    if (compteurParLigne == tailleMatrice - 1)
        x = x.concat(nousOfColumns[j].toString()) + " ";
    }
    return x;
}

public static double arrondi(double A, int B) {
    return (double) ((int) (A * Math.pow(10, B) + .5)) / Math.pow(10, B);
}
}
```

---

---

## BIBLIOGRAPHIE

[1] URL: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Informatique\\_d%C3%A9cisionnelle](https://fr.wikipedia.org/wiki/Informatique_d%C3%A9cisionnelle)

[2] : **Veuve. L.**, (1994) : «Urbanisme et génie civil». Support du cours enseigné à école polytechnique de Lausanne, Département de génie civil, Lausanne, Semestre d'hiver 1994 -1995.

[3] : **Trentesaux. D.**, (1996) : «Conception d'un système de pilotage distribué, supervisé et multicritère pour les systèmes automatisés de production» Thèse doctorat, Institut Nationale polytechnique de Grenoble, France.

[4] : **Simon. H. A.**, (1977): «The New Science of Management Decision» (3<sup>ème</sup> édition révisée, première édition en 1960), PrenticeHall, Englewood Cliffs, NJ.

[5] : **Roy. B, Bouyssou, D.**, (1993) : «Aide multicritère à la décision ». Méthodes et Cas, Economica, Paris.

[6]: **Hamdadou. D.**, «*Un modèle d'aide à la décision pour l'Aménagement du territoire, une approche multicritère et une approche de négociation* », 2008.

[7]: **Merad**, «Contribution à l'étude des crises de grande ampleur : connaissance et aide à la décision pour sécurité civile», Thèse présentée par CAROL DAUTUN pour obtenir le grade docteur de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2003.

[8] : **Roy. B.** (1985) : «Méthodologie Multicritères d'Aide à la Décision», Collection Gestion, Série Production et techniques quantitatives appliquées à la gestion, Economica, Paris, 1985.

[9]: **Maystre. L. Y., Pictet. j., et al.**, (1994) : «Méthodes d'Analyse Multicritères ELECTRE», description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Lausanne.

- [10] : **Trentesaux. D.**, (1996) : «Conception d'un système de pilotage distribué, supervisé et multicritère pour les systèmes automatisés de production» Thèse doctorat, Institut Nationale polytechnique de Grenoble, France.
- [11] : **Simon. H. A.**, (1977): «The New Science of Management Decision» (3<sup>ème</sup> édition révisée, première édition en 1960), PrenticeHall, Englewood Cliffs, NJ.
- [13]: **Levine P., Pomerol J. C.**, (1989) : «Systèmes Interactifs D'Aide à la décision et Systèmes Experts-coll», Traité des nouvelles technologies, série décision assistée par ordinateur, Hermès, Paris.
- [14]: **Mintzberg, H., Raisinghani, D., Theoret, A.**, «*The Structure of Unstructured Decision Processes*», *Administrative Science Quarterly*, vol. 21, n° 2, p. 246- 275, 1976.
- [15]: **Ounnar F.**, « *Prise en compte des aspects de la décision dans la modélisation par les réseaux de pétri des systèmes flexibles de production* », Thèse de Doctorat, INPG, 1999.
- [16] : **Systèmes interactifs d'aide à la décision et systèmes experts**”,Hermès Book · May 1989
- [17] : Mémoire HAFFAF & CHEMLAL
- [20] : **Vincke.P.**, « *L'aide multicritère à la décision* », Éditions de l'Université de Bruxelles, Bruxelles ,1989
- [35]: **Maystre. L. Y., Pictet. j., et al.**, (1994) : «Méthodes d'Analyse Multicritères ELECTRE», description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), Lausanne.
- [40]: <https://jpdconseil.com/excellence-organisationnelle-operationnelle-entreprise/ahp/> Assurez-vous de prendre la meilleure décision avec l'AHP

[41]: F.BOUMAHDI « Intégration des aspects décisionnels dans les architectures SOA »17 mars 2016

[42] : P.Delmal. SQL2-SQL3 : Applications à Oracle. Bibliothèque des universités. De Boeck Supérieur, 2000

[44] : [www.sonatrach.dz](http://www.sonatrach.dz) Bourse de l'emploi de Sonatrach

[45] : <http://sonatrach.entreprise-dz.com/bourse-emploi.html>

